ISSN 1517-1973 / e-ISSN 1981-7223

Documentos

180

Corumbá, MS / Agosto, 2025

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O melhoramento genético do Nelore no Pantanal de Mato Grosso do Sul

Embrapa
Pantanal

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pantanal
Ministério da Agricultura e Pecuária

ISSN 1517-1973 / e-ISSN 1981-7223

Documentos 180

Agosto, 2025

O melhoramento genético do Nelore no Pantanal de Mato Grosso do Sul

Júlio César de Souza
Karla Mendonça Vaz
Carolina Fregonesi de Souza
André Luiz Julien Ferraz
Paulo Bahiense Ferraz Filho
Urbano Gomes Pinto de Abreu

Embrapa Pantanal
Corumbá, MS
2025

Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
Bairro Nossa Senhora de Fátima
CEP 79320-900, Corumbá, MS
Fone: (67) 3234-5800
https://www.embrapa.br/pantanal
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Viviane de Oliveira Solano

Secretário-executivo
Márcia Divina de Oliveira

Membros
Adriana Mello de Araújo
Agostinho Carlos Catella
Ana Helena B. Marozi Fernandes
José Anibal Comastri Filho

Edição executiva
Viviane de Oliveira Solano

Revisão de texto
Viviane de Oliveira Solano

Normalização bibliográfica
Viviane de Oliveira Solano (CRB-*1/2210*)

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio

Diagramação
Viviane de Olvieira Solano e Marcelo Xavier da Silva

Foto da capa
Júlio César de Souza

Todos os direitos reservados
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Pantanal

O melhoramento genético do Nelore no Pantanal de Mato Grosso do Sul/ Júlio César de Souza... [et al.]. – Corumbá : Embrapa Pantanal, 2025.
PDF (76 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Pantanal, e-ISSN 1981-7223; 180)

1. Bovinocultura. 2. Gado de corte. 3. Melhoramento genético. 4. Parâmetros genéticos. 5. Nelore. I. Souza, Júlio César de. II. Vaz, Karla Mendonça. III.Souza, Carolina Fregonesi de. IV. Ferraz, André Luiz Julien. V. Ferraz Filho, Paulo Bahiense. VI. Abreu, Urbano Gomes Pinto de. VII. Embrapa Pantanal. VIII. Série.

CDD (21. ed.) 636.2

Viviane de Oliveira Solano (CRB-*1/2210*)
© 2025 Embrapa

Autores

Júlio César de Souza
Biólogo, Zootecnista, Doutor em Ciências Biológicas, Estudante de Medicina Veterinária, Professor Titular da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS

Karla Mendonça Vaz
Bióloga, Mestre em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS

Carolina Fregonesi de Souza
Doutoranda em Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG

André Luiz Julien Ferraz
Professor da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS

Paulo Bahiense Ferraz Filho
Biólogo, Doutor em Ciências Biológicas, Professor Titular da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, MS

Urbano Gomes Pinto de Abreu
Médico Veterinário, Doutor em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Apresentação

É com satisfação que a Embrapa Pantanal apresenta a obra intitulada *O melhoramento genético do Nelore no Pantanal de Mato Grosso do Sul*, publicada na série Documentos.

Este trabalho é resultado de um esforço coletivo de pesquisadores e professores experientes das áreas de zootecnia, genética animal e produção sustentável. O documento reúne, de forma clara e fundamentada, dados atualizados, análises e reflexões sobre os avanços nos programas de melhoramento genético do rebanho Nelore criado na planície pantaneira, destacando suas interações com o ambiente, a variabilidade genética, o desempenho produtivo e os desafios da seleção, considerando as particularidades do bioma da Pantanal.

A publicação é dirigida a estudantes, pesquisadores, técnicos e pecuaristas a todos os interessados na produção bovina, visando apoiar decisões estratégicas que promovam uma pecuária eficiente, adaptada ao bioma e ambientalmente sustentável.

Esperamos que este trabalho contribua para ampliar o conhecimento sobre as particularidades do rebanho Nelore pantaneiro e para o fortalecimento de práticas de manejo e seleção que conciliem produtividade, conservação e bem-estar animal.

Suzana Maria de Salis

Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Introdução _____ 7

Metodologias de avaliação de gado de corte _____10

Seleção genômica _____11

Seleção aleatória _____ 12

Seleção por teste de progênies _____ 12

Curva de crescimento em gado de corte _____13

Interação genótipo-ambiente (IGxE) _____15

Pantanal e suas particularidades _____ 20

Produção de bovinos no Pantanal de Mato Grosso do Sul ____25

Desempenho ponderal de bovinos de corte no Pantanal _____ 26

Parâmetros genéticos _____30

Herdabilidade _____32

Critérios utilizados em programas de melhoramento genético__35

O ambiente e interações (fatores não genéticos _____37

O efeito do mês e ano de nascimento _____41

O efeito da fazenda _____43

Idade da vaca ao parto (linear e quadrática) _____44

Curvas de crescimento _____49

Modelos de regressão aleatória_____51

Considerações Finais_____58

Referências_____ 59

Introdução

A bovinocultura de corte no Brasil consolidou-se como uma das principais atividades produtoras de alimentos, destacando-se no mercado internacional com uma competitividade notável. O país frequentemente ocupa as primeiras posições entre os maiores exportadores de carne bovina, alternando entre o primeiro e o segundo lugar globalmente (Rosa et al., 2013; Souza et al., 2022).

O Brasil é detentor de um rebanho bovino com cerca de 238 milhões de cabeças, ocupando uma posição de destaque na produção e na exportação de carne bovina (IBGE, 2023). Diante da competitividade dos mercados, a necessidade de eficiência na produtividade e o melhoramento genético apresentam um papel relevante no sentido de buscar melhores índices zootécnicos, de qualidade de carne e produtividade de forma sustentável. Tais ações fazem toda diferença para o consumidor (Araújo et al., 2006; Pereira et al., 2024; Vaz et al., 2024).

Para que essa competitividade se mantenha, é imprescindível o aprimoramento da eficiência produtiva dos bovinos, o que determina melhorias nos índices zootécnicos, nos aspectos de genética, manejo e alimentação de bovinos. Essas práticas são fundamentais para que os animais expressem seu pleno potencial genético, resultando em uma posição ainda mais favorável para o Brasil no cenário internacional (Euclides Filho; Euclides, 2010; Rosa et al., 2013). Na bovinocultura de corte, a seleção de animais é crucial para promover avanços nos desempenhos produtivos e reprodutivos. A eficiência total de produção é diretamente influenciada por esses aspectos. A seleção baseada em características de desempenho ponderal tem

sido amplamente utilizada como estratégia para maximizar a produtividade (Boligon et al., 2008; Vaz et al., 2024).

Realizar avaliação genética do rebanho é um fator de grande relevância, pois permite promover o ganho genético de forma significativa, o que propicia aos produtores maiores ganhos produtivos e financeiros. Seja por meio da avaliação genética padrão (Figura 1), ou por meio dos avanços na Seleção Genômica, os Programas de Melhoramento Genético para bovinos de corte têm alcançado ganhos anuais expressivos, relacionados ao desempenho produtivo e reprodutivo.

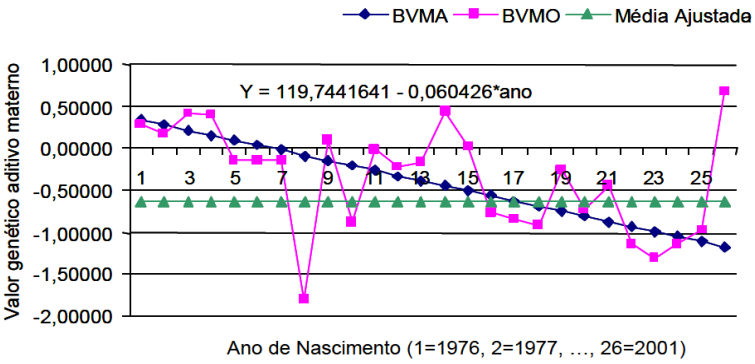


Figura 1. Tendência genética materna estimada através da regressão do valor genético materno sobre o ano de nascimento para animais da raça Nelore criados no Pantanal Sul-Mato-Grossense (BVMA: "Breed Value" médio ajustado; BVMO: "Breed Value" médio observado).
Fonte: Souza et al. (2004).

Com o uso da genômica, os programas de melhoramento intensificaram a utilização de touros jovens, e aceleram o progresso genético. Isso ocorre porque características medidas tardiamente na vida do animal, e que não são rotineiramente registradas devido aos altos custos associados (p.e., eficiência alimentar, qualidade da carcaça e da carne, resistência a carrapatos e características relacionadas à puberdade masculina) vem sendo ponderada e inserida nas avaliações (VanRaden, 2013; Rosa et. al., 2013).

Embora diferentes abordagens de avaliação genômica apresentem precisões semelhantes (de los Campos et al., 2013; Fernandes Júnior et al., 2016), todas superam os resultados do BLUP tradicional. Assim, espera-se que a seleção genômica (GS) proporcione ganhos superiores em comparação com avaliações tradicionais baseadas em pedigree (Fernandes Júnior et al., 2022).

O crescimento dos animais em função do tempo pode ser representado por uma curva sigmóide, sendo possível também descrever o crescimento dos animais por meio de gráficos, onde o aumento do peso e da idade determinam modificações na composição dos tecidos e, consequentemente, remodelação das diferentes regiões que integram o corpo e a carcaça, em suas características (Malhado et al., 2008; Vaz et al., 2024).

Outra ferramenta que pode proporcionar estimativas de parâmetros genéticos com boa precisão pode se utilizar de modelos mais adequados, para que possa haver uma classificação dos melhores indivíduos utilizando de curvas de crescimento mensuradas no animal (Gonçalves et al., 2011; Laureano et al., 2011; Vaz et al., 2024).

Com o objetivo de estimar funções de covariância em estudos de crescimento, nota-se o uso de polinômios ortogonais. O polinômio de Legendre é uma metodologia utilizada que apresenta vantagem computacional, reduzindo a correlação entre os coeficientes de regressão estimados (Bertipaglia et al., 2015).

No contexto do melhoramento genético para bovinos de corte, a seleção tem se concentrado em características de crescimento, como peso e ganho de peso em diferentes idades. Essas características apresentam herdabilidades satisfatórias, o que facilita a seleção e resulta em progressos genéticos significativos ao longo do tempo (Boligon et al., 2009; Bertipaglia et al., 2012). A compreensão dos fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento dos animais é vital para o ajuste dos programas de melhoramento

genético, impactando diretamente na quantidade e qualidade da carne produzida (Coutinho, 2014).

Em suma, a bovinocultura de corte brasileira, consolidada como protagonista no mercado global, impõe a necessidade contínua de aprimoramento e os animais criados na planície pantaneira devem atender a isso.

A busca por eficiência produtiva, amparada por avanços genéticos e genômicos, e pela modelagem precisa do crescimento animal, representa o caminho para assegurar a competitividade sustentável e a excelência na produção de carne bovina, atendendo às demandas de um mercado cada vez mais exigente.

Metodologias de avaliação de gado de corte

Recentemente, abordagens como a Seleção aleatória têm sido utilizadas no Brasil para melhorar a precisão das estimativas de parâmetros genéticos em bovinos da raça Nelore. Esses modelos oferecem acurácia nas predições dos valores genéticos ao longo de diferentes idades, mesmo na ausência de medições diretas (Baldi et al., 2010; Araújo et al., 2016). Além disso, a seleção de progênies (Figura 2) tem se mostrado eficaz na identificação de indivíduos superiores, permitindo uma avaliação mais robusta das características desejadas.

Foto: Júlio César de Souza

Figura 2. Reprodutor (com avaliação genética) e suas progênies, durante estação de monta – Fazenda Nhumirin, Embrapa Pantanal.

Seleção genômica

Essa utiliza marcadores moleculares distribuídos ao longo do genoma, permite a estimativa do efeito de cada marcador sobre o fenótipo. Essa abordagem é crucial para capturar todos os genes que afetam características quantitativas de interesse. Métodos estatísticos como o GBLUP (Genomic Best Linear Unbiased Predictor) são frequentemente utilizados neste contexto, demonstrando alta eficiência na predição de valores genéticos (Goddard et al., 2011). A seleção genômica por sua vez, representa um avanço significativo ao utilizar marcadores genéticos para prever valores de reprodução e genotípicos. Essa abordagem não apenas reduz a necessidade de avaliações fenotípicas subsequentes, mas também aumenta a eficiência dos programas de melhoramento genético. Essas inovações são fundamentais para enfrentar os desafios contemporâneos no melhoramento genético e garantir uma produção sustentável e competitiva no mercado global (Rosa et al., 2013; Fernandes Júnior, 2022).

Seleção aleatória

A seleção aleatória é um método fundamental em estudos estatísticos, onde cada membro da população tem uma chance conhecida de ser incluído na amostra. Isso garante a validade interna e externa dos resultados, sendo frequentemente utilizado em pesquisas que requerem representatividade (Bhandari, 2022).

Quando em um experimento se deseja identificar e selecionar bezerros Nelore que naturalmente apresentam maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior adaptabilidade ao ambiente pantaneiro, mesmo sob dietas menos "ideais". Para tanto, coleta se dados de desempenho dos animais (peso, ganho de peso diário, escore de condição corporal e outras características relevantes) de um grande número de bezerros Nelore criados no Pantanal.

Utilizando-se de metodologias estatísticas como modelo animal para estimar as DEPs (Diferenças Esperadas na Progênie): Utilizar modelos estatísticos para estimar o valor genético de cada bezerro para as características de interesse. As DEPs indicam a capacidade dos bezerros de transmitir essas características positivas para seus descendentes. Um rebanho geneticamente superior é mais eficiente e produtivo, o que pode reduzir a necessidade de expandir a área de pastagem e, assim, contribuir para a conservação do bioma pantaneiro. A seleção aleatória pode ser utilizada no contexto do melhoramento genético para identificar animais superiores. Uma estratégia mais robusta e sustentável para aumentar a produção de carne bovina no Pantanal, alinhando-se com os princípios da pecuária de precisão e da conservação ambiental.

Seleção por teste de progênies

É uma abordagem eficaz para identificar indivíduos superiores, permitindo uma avaliação robusta das características desejadas. É uma técnica amplamente aplicada em programas de melhoramento genético animal, onde o desempenho dos progenitores é avaliado com base no desempenho de sua progênie (Souza et al., 1998; Souza

et al., 2003; Souza et al., 2004). O teste de progênie permite identificar touros Nelore cujos filhos e filhas apresentam bom desempenho no ambiente desafiador do Pantanal, com suas variações climáticas, pastagens nativas de baixa qualidade e alta incidência de parasitas. A seleção baseada em dados reais de desempenho no Pantanal garante que os animais selecionados sejam realmente adaptados às condições locais.

Pontos Fortes: O teste de progênie é um dos métodos mais precisos para avaliar o valor genético de um animal, pois se baseia no desempenho de um grande número de descendentes.

Ao selecionar os melhores reprodutores com base nas DEPs, o programa de melhoramento promove um aumento gradual e consistente nas características desejadas do rebanho.

O teste de progênie permite identificar e selecionar animais que são naturalmente adaptados ao ambiente do Pantanal, reduzindo a dependência de práticas de manejo intensivas e custosas.

Pontos Fracos: O teste de progênie é caro, pois exige a manutenção de um grande número de animais e a coleta de dados por vários anos. É um processo demorado, pois leva vários anos para que a progênie dos touros candidatos atinja a idade de avaliação.

Dificuldade de Implementação - Requer uma infraestrutura adequada para coleta de dados e inseminação artificial, além de pessoal treinado para realizar as avaliações e análises estatísticas.

O teste de progênie é uma ferramenta poderosa para o melhoramento genético de bovinos Nelore no Pantanal, mas sua implementação exige um investimento significativo e uma boa organização.

Curva de crescimento em gado de corte

A modelagem do crescimento animal, crucial para a pecuária de corte, utiliza curvas sigmóides para representar a evolução da composição tecidual ao longo do tempo (Figura 3).

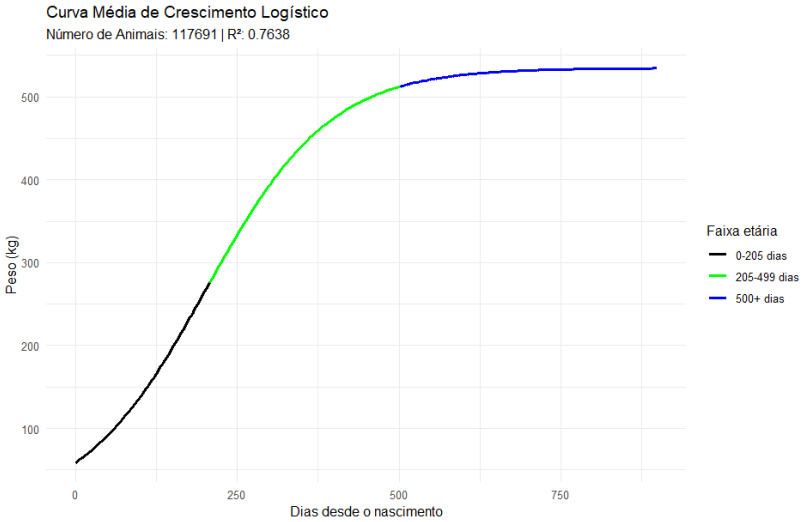


Figura 3. Curva de crescimento (logística) de animais da raça Nelore, criados na região do Pantanal.

Na curva, é possível observar que, na primeira fase (em preto), a trajetória é uma reta crescente, quase linear. Nessa fase, os bezerros expressam seu potencial genético, mas também contam com o efeito materno. Vacas com alta habilidade materna tendem a desmamar bezerros mais pesados.

A segunda fase da curva, em verde, representa o período pós-desmame, quando o animal expressa plenamente seu potencial genético para o crescimento. No final dessa fase, ao transitar para a curva azul, ocorre o ponto de inflexão, indicando que o animal atingiu o pico de crescimento e inicia a estabilização – fase assintótica. Nessa fase final, o animal já não cresce mais, mas passa a depositar gordura, caracterizando a fase de acabamento.

Essa abordagem científica considera fatores genéticos, ambientais e nutricionais, permitindo descrever e prever o desenvolvimento dos animais.

As curvas de crescimento são ferramentas essenciais para identificar padrões de desenvolvimento, comparar raças e otimizar estratégias de manejo. A escolha de modelos adequados é

fundamental para a precisão na estimativa de parâmetros genéticos, permitindo classificar os melhores indivíduos dentro do rebanho.

A análise das curvas de crescimento possibilita aos produtores entenderem melhor o desenvolvimento dos bovinos e otimizar a produção, garantindo que os animais atinjam o peso ideal para o abate em um tempo adequado, maximizando a rentabilidade do sistema produtivo.

Por exemplo, estudos demonstraram que diferentes raças apresentam variações significativas nas taxas de crescimento e na eficiência alimentar, o que pode ser explorado para maximizar a produção. Assim, ao integrar modelagem matemática com práticas de manejo eficazes, os produtores podem tomar decisões, que promovem tanto a o ganho produtivo quanto reprodutivo, e dessa forma uma maior rentabilidade econômica (Leme; Guedes, 2005; Coutinho, 2014, Vaz et al., 2024).

Interação genótipo-ambiente (IGxE)

Esse é um efeito de grande relevância, que impacta diretamente o desempenho dos animais sob diferentes condições ambientais. A interação genótipo-ambiente ocorre quando o desempenho relativo dos genótipos varia em resposta às mudanças no ambiente, refletindo diferenças na sensibilidade às condições externas. A presença da I_{GxE} pode dificultar a seleção de indivíduos, pois pode levar a mudanças na classificação dos genótipos em diferentes ambientes (Bespalhok; Miranda, 2005; Aquino et al., 2015). Essa interação é definida como a variação do desempenho fenotípico dos genótipos em diferentes ambientes, podendo ser classificada em três tipos: ausência de interação, interação simples e interação complexa (Souza et al., 2003; Borém; Miranda, 2005; Souza et al., 2024; Vaz, 2024).

A I_{GxE} é uma fonte significativa de variação fenotípica na produção de bovinos de corte, especialmente sob condições tropicais. Estudos como os de Souza et al. (2003), Cardoso e Tempelman (2012), Chiaia

et al. (2015) e Mota et al. (2020) demonstram que as correlações genéticas entre ambientes diferentes tendem a ser baixas, o que sugere que a seleção de genótipos deve considerar as condições ambientais específicas em que os animais serão criados.

Essa interação implica que genótipos selecionados para alta produção em ambientes favoráveis podem apresentar desempenho insatisfatório em condições restritivas, enquanto aqueles adaptados a ambientes adversos podem não alcançar a mesma produtividade em condições ideais (Frisch, Vercoe, 1984; Burrow, 2012). Mota et al. (2020) observaram que as estimativas de correlação genética para características como precocidade sexual em bovinos Nelore variaram significativamente entre ambientes de baixa e alta qualidade.

A avaliação da I_{GxE} é essencial para o planejamento e posicionamento dos genótipos em ambientes específicos, garantindo que as linhagens selecionadas sejam adequadas às condições em que serão criadas. A consideração da I_{GxE} nos programas de melhoramento é fundamental para maximizar os ganhos genéticos. Estudos mostram que a seleção realizada sem levar em conta essa interação pode resultar em escolhas inadequadas e na seleção de genótipos mal adaptados (Meyer, 1995). Portanto, é necessário estimar a magnitude e a natureza da IGxE para avaliar seu impacto no ganho por seleção. Além disso, as técnicas estatísticas utilizadas na análise dessa interação são fundamentais para compreender como as características fenotípicas se manifestam sob diferentes condições ambientais.

A integração da IGxE nos programas de melhoramento genético para bovinos de corte exige uma abordagem mais holística e personalizada. Métodos como o de Eberhart e Russell (1966) são utilizados para estudar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, permitindo que os melhoristas identifiquem quais linhagens são mais adequadas para ambientes específicos. À medida que as tecnologias continuam a evoluir, a compreensão aprofundada da I_{GxE} será crucial para otimizar os resultados do melhoramento animal, num país grande com ambientes diversos como o Brasil.

Souza et al. (2003) estudando a interação genótipo x ambiente mostraram a importância de se selecionar reprodutores e matrizes no

próprio ambiente. Conforme apresentado na Figura 4, os touros apresentaram progênies com variação de desempenho em ambientes diferentes. Isso revela a variabilidade no desempenho de touros com progênie em oito regiões distintas, adaptados às condições específicas de cada localidade.

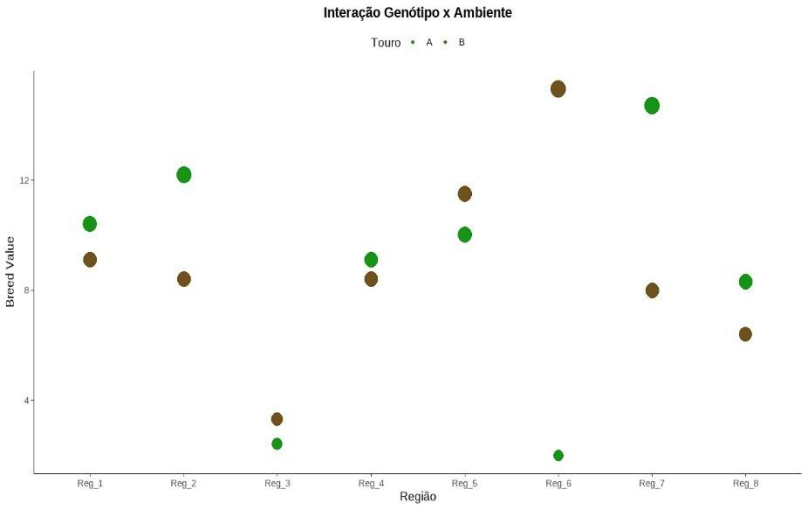


Figura 4. DEPs de peso ao desmame dos reprodutores A e B em oito regiões do Brasil (1. Alto Taquari Bolsão; 2. Campo Grande - Dourados; 3. Goiás; 4. Triângulo Mineiro; 5. Oeste de São Paulo - Paraná; 6. Araraquara; 7. Leiteira; 8. Recôncavo Baiano).

O touro **A** demonstrou superioridade em cinco dessas regiões, evidenciando sua adaptabilidade e potencial genético em determinados ambientes. Isso implica que ao selecionar os animais adaptados, esses podem expressar o seu potencial genético em sua plenitude, maximizando produtividade, precocidade e eficiência.

Essa variação sugere que a reclassificação dos animais pode ser necessária ao se transferir indivíduos entre diferentes ambientes, o que pode impactar a eficácia dos programas de melhoramento genético.

A identificação de genótipos que se destacam em ambientes específicos é crucial para otimizar a produção e garantir a sustentabilidade da bovinocultura. A I_{GxE} também é relevante na determinação das estratégias de seleção. Quando as diferenças genéticas são pequenas e as diferenças ambientais são grandes, a presença da I_{GxE} torna-se fator determinante para o sucesso da seleção (Vencovsky; Packer, 1976).

Isso significa que os melhores reprodutores em um determinado ambiente podem não ser os mais adequados em outro, enfatizando a importância de se considerar as condições locais ao desenvolver programas de melhoramento. Além disso, a compreensão da I_{GxE} permite aos criadores identificar quais características são mais influenciadas pelo ambiente e quais são predominantemente genéticas. Por exemplo, características como ganho de peso e eficiência alimentar podem apresentar diferentes respostas em função das condições ambientais.

A variação fenotípica observada sugere que o manejo ambiental adequado pode maximizar o desempenho dos genótipos selecionados. A análise da interação entre genótipos e ambientes não apenas contribui para o avanço do melhoramento genético, mas também proporciona *insights* sobre como os sistemas de produção podem ser otimizados.

A seleção direcionada para características específicas em ambientes determinados pode levar a melhorias significativas na produtividade e na adaptabilidade dos rebanhos. Assim, estratégias de manejo que considerem a I_{GxE} são essenciais para maximizar os resultados econômicos e garantir a sustentabilidade na bovinocultura. A interação é um conceito fundamental na produção de bovinos de corte, especialmente em regiões tropicais onde as condições ambientais podem variar amplamente. A consideração dessa interação nos programas de melhoramento genético é vital para garantir que os animais selecionados sejam adequados às

suas condições específicas de criação, resultando em maior eficiência produtiva e sustentabilidade no setor (Abreu et al., 2023).

Uma alternativa promissora para superar os desafios impostos pela interação na pecuária de corte tropical é a seleção de animais com base não apenas em sua produtividade, mas também em sua robustez ou sensibilidade às variações ambientais (Falconer, 1990; Strandberg et al., 2009). Essa característica de robustez pode ser crucial em ambientes tropicais, onde as flutuações nas condições climáticas e na qualidade das pastagens são comuns. Portanto, utilizar inclinações aleatórias como critério de seleção pode não apenas melhorar a produtividade dos rebanhos, mas também garantir que os animais selecionados sejam mais adaptáveis e resilientes às mudanças ambientais.

A integração da I_{GxE} nos programas de melhoramento genético para bovinos de corte exige uma abordagem mais holística e personalizada. Ao considerar tanto a produtividade quanto a robustez dos animais em face das variações ambientais, os pecuaristas podem tomar decisões mais informadas que promovam não apenas o aumento da eficiência produtiva, mas também a sustentabilidade das práticas pecuárias. Essa estratégia poderá resultar em rebanhos mais saudáveis e produtivos, preparados para enfrentar os desafios impostos pelas condições climáticas variáveis nos trópicos onde se busca fazer seleção na bovinocultura tropical (Figura 5).

Foto: Urbano Gomes Pinto de Abreu

Figura 5. Bezerros selecionados e controlados pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), do núcleo de Melhoramento Genético da raça Nelore da fazenda Nhumirim.

Pantanal e suas particularidades

O Pantanal é um dos biomas mais ricos e complexos do Brasil, estendendo-se pelos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, além do Paraguai e da Bolívia. Com uma área aproximada de 150.355 km², representa 1,76% do território brasileiro e é reconhecido como a maior planície inundável do mundo. Este ecossistema abriga grande biodiversidade, com cerca de 4.700 espécies registradas, incluindo 3.500 espécies de plantas, 325 espécies de peixes, 656 espécies de aves e 159 espécies de mamíferos. A vegetação predominante é composta por gramíneas nativas, que representam de 25% a 30% das pastagens da região (Souza, 2012).

Santos et al. (2023) realizaram uma estimativa do tamanho efetivo do rebanho pantaneiro (MT e MS), calculando-o em aproximadamente 4,1 milhões de bovinos. Este dado vai ao encontro das informações apresentadas por Souza et al. (2022), que indicam que 66,84% dessa população se encontra na planície do estado de Mato Grosso do Sul (MS). Essa estimativa representa uma redução percentual de 3,16% em comparação com os números reportados por Oliveira et al. (2016).

A diminuição no tamanho do rebanho pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo mudanças nas práticas de manejo, condições climáticas e pressões econômicas (ciclo pecuário) que afetam a pecuária na região. A análise do rebanho bovino no Pantanal é relevante para entender não apenas a dinâmica da produção animal, mas também as implicações ambientais e sociais associadas a essa atividade.

Esse é um bioma sensível e altamente dependente das variações hídricas, o que torna a gestão do rebanho ainda mais desafiadora. A concentração de 66,84% dos bovinos na planície do MS destaca a importância dessa área para a pecuária nacional e ressalta a necessidade de estratégias de manejo sustentável que considerem as particularidades ecológicas da região.

Além disso, a comparação com dados anteriores evidencia uma tendência de redução no efetivo bovino, o que pode ter repercussões significativas para a economia local e para a conservação ambiental. Exigindo um monitoramento contínuo e políticas adequadas para garantir a sustentabilidade da pecuária Pantaneira.

O Pantanal é considerado Patrimônio Natural Mundial e Reserva da Biosfera devido à sua importância ecológica e à riqueza de sua flora e fauna (Santos et al., 2002; Araujo, 2006; Souza et al., 2022). A dinâmica hídrica da região é fundamental para a manutenção dos ecossistemas locais, pois as inundações que ocorrem entre dezembro e junho renovam os nutrientes do solo, aumenta a produtividade das pastagens e sustentam a vida aquática e terrestre.

Além de sua biodiversidade, o Pantanal desempenha um papel *sine qua non* na economia local, especialmente por meio da pecuária. A modernização das práticas de criação de gado tem permitido que os produtores aumentem a eficiência

produtiva sem a necessidade de abrir significativamente novas áreas para pastagens (Cezar; Euclides Filho, 1996; Souza, 2012; Sachetti et al., 2022). Com o uso de tecnologias, os pecuaristas criadores, em parceria com pecuaristas invernistas, conseguem finalizar o ciclo de engorda dos bovinos em confinamentos, permitindo que os animais sejam abatidos entre 24 e 30 meses, com peso vivo médio de 450 kg.

Essa abordagem não apenas melhora a produtividade, mas também contribui para a conservação ambiental ao reduzir a pressão sobre as áreas de pastagens nativas. No entanto, o Pantanal e o seu entorno enfrentam desafios significativos relacionados à conservação da biodiversidade, incluindo desmatamento, uso insustentável dos recursos naturais e mudanças climáticas (Marcuzzo, 2023).

Portanto, é fundamental implementar políticas públicas eficazes que promovam a conservação dos habitats naturais e incentivem práticas sustentáveis entre os produtores rurais. A conservação do Pantanal é essencial não apenas para a preservação da biodiversidade local, mas também para garantir a qualidade de vida das comunidades que dependem do Bioma. A promoção do turismo ecológico e das práticas agrícolas sustentáveis pode gerar receita para as populações locais.

A região se destaca como um exemplo de como é possível equilibrar desenvolvimento econômico e conservação ambiental e para garantir a sustentabilidade desse ecossistema único, é necessário um esforço conjunto entre governos, pecuaristas, organizações não governamentais e as comunidades locais para implementar estratégias que respeitem tanto os recursos naturais quanto as tradições culturais dos habitantes do local.

O Bioma apresenta particularidades como inundações e vazantes periódicas que influenciam intensamente o manejo

da pecuária regional e a sustentação e renovação dos campos nativos da planície pantaneira (Abreu et al., 2006), conforme ilustrado na Figura 6.

Foto: Júlio César de Souza

Figura 6. Equipe realizando manejo de gado para início da estação de monta (Faz. Nhumirim)

A sazonalidade propicia um clima quente e chuvoso no verão e ameno e seco no inverno, com temperaturas médias de 32 °C e 21°C, respectivamente (Batista et al., 2012; Lima et al., 2024). Com o processo de globalização e a busca por maior produtividade, as áreas pantaneiras e periféricas vêm sofrendo grande impacto com a pressão para se obter melhora nos índices zootécnicos do rebanho e simultaneamente continuar efetuando a preservação da região (Santos et al., 2002; Cardoso et al., 2009; Fang et al., 2015).

Sendo assim, a adoção de práticas sustentáveis por parte dos produtores é fundamental, haja vista que a produção de gado não deve causar impactos negativos no meio. A pecuária extensiva de bovinos de corte em pastagens nativas é a principal atividade

econômica da região pantaneira, com predominância das fases de cria e recria, com engorda em algumas regiões com pastagens de melhor qualidade (Santos et al., 2002; Santos et al., 2005; Moraes, 2008; Batista et al., 2012; Souza, 2012; Souza et al., 2022). Isso faz o grande diferencial para a região (Figura 7). Enquanto o sistema de produção conseguir realizar a pecuária sustentável, de forma a viabilizar a produtividade pantaneira, e fazer com que haja conservação da biodiversidade.

Fotos: Júlio César de Souza

Figura 7. Diferentes imagens do Pantanal Sul Mato-grossense.

Produção de bovinos no Pantanal de Mato Grosso do Sul

A produção de bovinos em Mato Grosso do Sul está em constante transformação (Abreu et al., 2022). O Estado é o 4º maior produtor do Brasil e, no ranking de municípios, Corumbá se destaca por possuir o segundo maior rebanho do país e o maior do Estado, com 1,8 milhão de cabeças (Souza et al., 2022). O crescimento da eficiência do rebanho possibilita abastecer o mercado interno, bem como contribui significativamente para a exportação de carne. Cada vez mais, os criadores têm buscado novas tecnologias que lhes possibilitem aumentar a produtividade e conquistar novos mercados (Santos et al., 2005; Souza et al., 2007; Souza et al., 2022; Abreu et al., 2024).

O Brasil é o maior exportador mundial de carne bovina, sendo reconhecido pela qualidade e pelo *status* sanitário de seu produto, que conta com auditoria dos órgãos brasileiros responsáveis, bem como das autoridades sanitárias das nações que importam a carne bovina brasileira. A raça Nelore se destaca entre as raças zebuínas, pois representa grande parte da pecuária brasileira, especialmente no Pantanal. Sendo assim, é considerada a raça mais importante da pecuária nacional, conquistando cada vez mais seu espaço no que diz respeito a qualidade e quantidade de carne bovina, apresentando diferenças significativas no potencial genético e de crescimento (Mamede, 2012; Souza et al., 2022).

Na produção animal, o destaque dado à raça Nelore deve-se às características próprias que cada grupo apresenta em relação ao tamanho e peso corporal dos indivíduos, à aptidão, à eficiência de se reproduzir, e à resistência às doenças e infestações parasitárias (Vieira, 2008). A pecuária de corte apresenta diferentes fases produtivas, o que resulta na concentração de rebanhos de cria e recria. O Pantanal Sul-Mato-Grossense é uma das áreas de maior especialização nessa etapa, principalmente na fase de cria (Simões et al., 2006; Batista et al., 2012).

Desempenho ponderal de bovinos de corte no Pantanal

A bovinocultura de corte no Pantanal brasileiro destaca-se como uma das principais atividades produtivas, contribuindo significativamente para a segurança alimentar e para a economia do país. Com um rebanho estimado em cerca de 4 milhões de cabeças, a região é reconhecida por sua competitividade no mercado internacional, frequentemente ocupando posições de destaque entre os maiores exportadores de carne bovina do mundo (Rosa et al., 2013; Souza et al., 2022).

Para manter essa competitividade, é essencial que os pecuaristas pantaneiros aprimorem a eficiência produtiva dos bovinos, o que envolve melhorias em genética, manejo e alimentação. Essas práticas são fundamentais para garantir que os animais alcancem seu potencial genético máximo, resultando em uma posição ainda mais favorável para o Brasil no cenário global (Euclides Filho, Euclides, 2010; Rosa et al., 2013).

A seleção de animais é um aspecto crucial na bovinocultura de corte, especialmente no Pantanal, onde as condições ambientais e as características do rebanho influenciam diretamente os desempenhos produtivos e reprodutivos. A eficiência total da produção é impactada pela escolha dos animais, tanto do ponto de vista genético quanto econômico (Portes et al., 2021).

Produzir e selecionar dentro da planície, nas vastas extensões territoriais que facilitam o manejo do rebanho durante as frequentes inundações causadas por chuvas excessivas e pelo transbordamento de rios e corixos, permite a escolha dos genótipos mais adaptados (Souza et al., 2003; Rossetto et al., 2012; Rosa et al., 2013).

Essa peculiaridade ecológica torna a região ideal para a pecuária extensiva, onde a fase de cria predominante resulta na comercialização de bezerros desmamados e outros produtos. Apesar disso, os dados zootécnicos (Tabela 1) indicam que a pecuária pantaneira apresenta índices de natalidade e de desmame abaixo da

média nacional (Abreu et al., 2001; Moraes et al., 2011; Souza, 2012; Alves et al., 2015; Abreu et al., 2024).

Esses resultados refletem as dificuldades enfrentadas devido à irregularidade na qualidade das pastagens nativas. A necessidade urgente de adoção de tecnologias que visem melhorar o desempenho na atividade de cria é evidente. Alternativas de manejo, como a suplementação das matrizes, durante o pré-parto e o desmame precoce dos bezerros, têm sido exploradas para aumentar os índices reprodutivos e a produtividade da bovinocultura no Pantanal (Abreu, et al., 2022).

A fase de cria, embora considerada menos rentável no sistema produtivo (Euclides Filho, 2000), é fundamental para a cadeia da bovinocultura pantaneira. Com uma produção estimada em cerca de 797.190 bezerros desmamados anualmente (Oliveira et al., 2016), essa fase pode gerar um impacto econômico significativo se forem implementadas técnicas adequadas de manejo. Contudo, a produção na região é fortemente influenciada pela estacionalidade das pastagens devido às inundações sazonais ou à seca prolongada (Pott et al., 1989). Essas condições climáticas podem resultar em uma diminuição tanto na quantidade quanto na qualidade dos alimentos disponíveis para os animais (Souza et al., 2003). Portanto, é essencial que os produtores adotem estratégias que considerem essas variáveis climáticas e busquem soluções sustentáveis para garantir a eficiência produtiva e a sanidade do rebanho. A integração entre práticas tradicionais e inovações tecnológicas será crucial para o futuro da bovinocultura no Pantanal.

A bovinocultura de corte no Pantanal representa uma atividade econômica vital, que enfrenta desafios significativos relacionados à sustentabilidade e à eficiência produtiva. O comprometimento com práticas inovadoras e sustentáveis não apenas assegura o sucesso econômico dos pecuaristas locais, mas também contribui para a conservação do ecossistema único que caracteriza essa região rica em biodiversidade.

Tabela 1. Índices zootécnicos do rebanho em 2023 no Pantanal de Corumbá.

Indicador	Valor
Taxa de mortalidade pré-desmama	7,00%
Animais mortos pré-desmama (cabeças)	109
Taxa de mortalidade pós-desmama	1,00%
Relação vaca/touro	25,00
Intervalo de partos (meses)	19,23
Idade da primeira cria (meses)	40,00
Crias produzidas/vaca ano	5,46
Idade total da vaca (anos)	12,08
Taxa de natalidade (multíparas)	64,40%
Taxa de natalidade (matrizes)	62,39%
Taxa de reposição descendentes/matrizes	14,00%
Taxa de reposição touros/ano	12,50%
Taxa de desfrute	31,67%
Taxa de lotação em área de pasto	0,37 ua/ha
Taxa de lotação em área total	0,30 ua/ha

Fonte: Abreu et. al. (2024).

Assim, o futuro da pecuária no Pantanal depende da capacidade de os produtores se adaptarem às condições ambientais e às demandas do mercado global (Pereira et al., 2024).

O desempenho ponderal de bovinos de corte é um indicador crucial para a gestão eficiente dos rebanhos, especialmente na região do Pantanal, onde as condições ambientais e os sistemas de manejo são únicos. A avaliação do ganho de peso e da terminação dos animais permite identificar aqueles de maior ganho, fornecendo

informações valiosas para os criadores na seleção genética e na tomada de decisões.

O monitoramento dos pesos ao nascer e aos 120 dias (P120) é fundamental para avaliar a habilidade materna, uma vez que nesta fase o ganho do bezerro é fortemente influenciado pela mãe (Souza et al., 2004). O peso à desmama e o peso aos 205 dias (P205) são preditores significativos do desempenho futuro, representando até 50% do peso do animal adulto (Malhado et al., 2005).

Além disso, o peso aos 365 dias (P365) é crítico, pois coincide com um período de alta comercialização. O peso aos 550 dias (P550) permite a seleção dos animais para venda ou manutenção no rebanho, sendo um reflexo da capacidade do animal em ganhar peso após a desmama.

Essa fase é particularmente importante no Pantanal, onde as variações sazonais e as cheias podem impactar a disponibilidade de pastagens e, consequentemente, o ganho de peso dos bovinos. Animais nascidos entre junho e novembro tendem a desmamar com pesos superiores à média da população, enquanto aqueles nascidos entre janeiro e maio apresentam menores pesos ao desmame devido às condições climáticas que afetam a qualidade das pastagens (Souza et al., 1994; Souza et al., 2000), conforme apresentado na Figura 8.

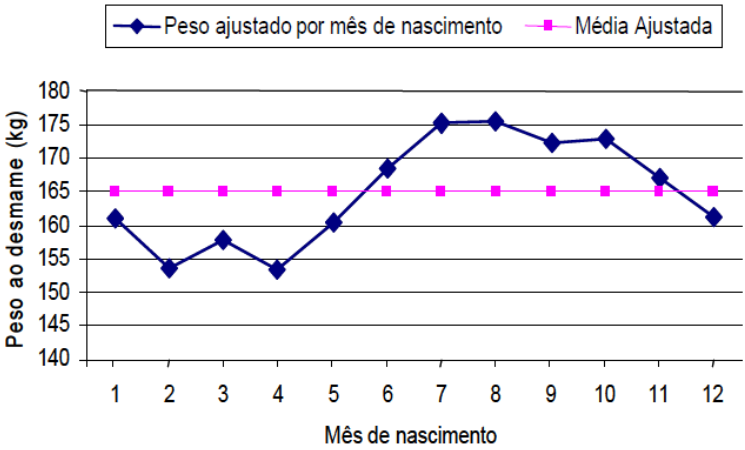


Figura 8. Peso médio ao desmame de acordo com o mês de nascimento de bezerros da raça Nelore criados no Pantanal Sul-Mato-Grossense.
Fonte: Souza et al. (2004)

Portanto, a implementação de estratégias de manejo que considerem as particularidades ambientais do Pantanal é essencial para otimizar o aumento do ponderal dos bovinos de corte e garantir a sustentabilidade da produção na região.

Parâmetros genéticos

Para os rebanhos, os aspectos das avaliações genéticas são ferramentas essenciais para aumentar a eficiência econômica, permitindo a identificação de indivíduos geneticamente superiores, a serem utilizados como reprodutores ou matrizes, o que promove um ganho genético dos animais e contribui para a melhoria contínua da qualidade genética (Koury Filho et al., 2010).

Os parâmetros genéticos são definidos pelos componentes de variância e são específicos para cada população, conforme destacado por Falconer e Mackay (1995) e Rossmann (2001). Entre os principais parâmetros genéticos, destacam-se: a herdabilidade, que reflete a confiança que se pode ter no fenótipo do animal como

indicativo para prever seu valor genético de cria; a repetibilidade, que avalia a capacidade de um organismo em reproduzir a expressão de um caráter ao longo do tempo; e a correlação genética, que indica o grau de associação entre dois caracteres (Falconer e Mackay, 1995; Resende, 2002, Rosa et al., 2013).

Biffani et al. (1999) ressaltam que as estimativas dos parâmetros genéticos fornecem informações cruciais sobre a base genética de características específicas. Esses dados são indispensáveis para prever as respostas à seleção e para indicar os métodos de seleção mais adequados. Compreender as fontes de variação não genética também é fundamental, pois permite identificar fatores ambientais que influenciam as produções. Isso auxilia na distinção dos fatores hereditários e facilita a escolha dos animais geneticamente superiores.

Os parâmetros genéticos estimados em rebanhos Nelore por Boligon et al. (2009) sugerem que utilizar características baseadas no peso em determinadas idades e nos ganhos de peso como critérios de seleção pode resultar em um aumento significativo no ganho de peso durante o período correspondente. Essa abordagem demonstra a importância da seleção criteriosa na maximização da produtividade dos rebanhos.

Para uma compreensão mais aprofundada dos métodos de seleção, é fundamental ter conhecimento sobre os parâmetros genéticos, incluindo herdabilidades e correlações genéticas das populações (Côrrea et al., 2007). Esse entendimento permite aos pecuaristas tomar decisões mais informadas e eficazes em seus programas de melhoramento genético, contribuindo assim para o avanço da pecuária. A estimativa de parâmetros genéticos é fundamental para compreender a base do melhoramento genético na bovinocultura de corte, permitindo a formulação de programas de seleção mais eficientes.

Essas informações são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de seleção que visem não apenas ao aumento do peso ao desmame, mas também à melhoria da eficiência geral da produção. Para implementar métodos de seleção eficazes é imprescindível ter um conhecimento abrangente sobre os parâmetros genéticos e suas implicações nas populações bovinas.

Essa base científica não só orienta as decisões dos pecuaristas como também contribui para o avanço da bovinocultura como um todo, garantindo a sustentabilidade e a competitividade do setor no mercado como um todo.

Herdabilidade

De acordo com Falconer e Mackay (1995), a herdabilidade (h^2) é um parâmetro genético populacional indispensável para o desenvolvimento de qualquer programa de seleção, pois determina a importância atribuída a cada característica, referindo-se à proporção da variância fenotípica em uma população causada por fatores genéticos. Em linhas gerais, a herdabilidade indica o quanto da característica é determinado geneticamente, correspondendo à fração herdável do caráter.

Ainda no que se refere a definição de herdabilidade, Bourdon (1997) afirma que é um parâmetro populacional essencial na avaliação genética animal e no delineamento de programas de melhoramento animal, sendo uma medida do grau de semelhança dos filhos, em relação ao desempenho de seus pais, para determinada característica.

Pereira et al. (2000), em seus estudos, afirmam que a herdabilidade dependendo do seu valor, pode ser classificada em alta, média ou baixa, sendo que é considerada alta quando é igual ou superior a 0.4 ou 40%; média, quando seu valor oscila entre 0,20 e 0,40 ou entre 20% e 40% e baixa quando inferior a 0,2 ou 20%. Da mesma forma, vários autores apresentam esse conceito de

herdabilidade (Bourdon, 1997; Souza et al., 2017; Barbosa et al., 2017).

Em contrapartida, Lira et al. (2013) estudando bovinos da raça Nelore, criados a pasto, nos Estados do Maranhão (MA), Mato Grosso (MG) e Pará (PA) consideraram estimativas de herdabilidade de menor magnitude para as características P365 (0,26), P450 (0,27) e P550 (0,24), sugerindo menor variabilidade genética e maior influência ambiental. Sendo assim, observa-se que o conceito de herdabilidade é bastante relativo.

Há muitos estudos sobre estimativas de herdabilidade do peso e do ganho de peso em bovinos Nelore, da desmama até um ano de idade. A literatura relata que os efeitos maternos influenciam até a desmama o crescimento do animal e rapidamente essa influência diminui após esse período. O peso ao desmame apresenta estimativas de herdabilidade direta inferiores às do peso ao ano, variando de 0,09 a 0,16, enquanto o peso ao ano apresenta valores entre 0,17 e 0,26 (Albuquerque; Meyer, 2001), ou o ganho pós-desmama, até um ano de idade, de 0,16 (Paneto et al., 2002). Da mesma forma, Passafaro et al. (2016), ao estudarem um rebanho de bovinos Nelore, relataram que os maiores valores de herdabilidade direta situaram-se entre 390 e 965 dias, sendo iguais ou superiores a 0,40.

Laureano et al. (2011), trabalhando com características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore encontraram as seguintes estimativas de herdabilidades diretas: 0,20 para peso à desmama, 0,21 para peso ao sobreano, 0,18 para ganho de peso do nascimento à desmama, 0,21 para ganho de peso da desmama ao sobreano e 0,12 para idade ao primeiro parto. Já Lobo et al. (2000) encontraram herdabilidades diretas médias de 0,30 para peso à desmama e 0,35 para peso ao sobreano.

Araújo et al. (2016) relataram que as estimativas de herdabilidade direta obtidas apresentaram tendência de queda de 60 (0,39) até 90

dias (0,25) e, posteriormente, aumento nas estimativas, atingindo o valor máximo aos 610 dias de idade (0,43). Já Ferreira et al. (2017) avaliando bovinos da raça Guzerá mostraram que houve uma redução da herdabilidade direta do nascimento até os 45 dias de idade, período em que a herdabilidade materna aumentou.

Lira et al. (2013), ao trabalharem com características de crescimento em rebanhos Nelore, obtiveram estimativas de herdabilidade direta para pesos pré-desmama de magnitude moderada, superiores às encontradas por Boligon et al. (2008).

Vaz et al. (2024) estudando curvas de crescimento em animais no Pantanal revelaram variação da herdabilidade direta dos pesos aos 60 dias aos 646 dias variando entre 0,35 ± 0,026 e 0,75 ± 0,027; e para a herdabilidade materna variou entre 0,07 ± 0,015 e 0,03 ± 0,014, respectivamente. O valor reduzido da habilidade materna para o peso aos 646 dias era esperado, visto que, nessa idade, o efeito materno tende a ser nulo. Portanto, a herdabilidade é um parâmetro relevante, pois determina a estratégia a ser usada no melhoramento da característica em questão.

Esses parâmetros fornecem informações cruciais sobre a herdabilidade - a proporção da variância total atribuída às diferenças nos valores genéticos dos indivíduos, ou seja, o quanto de uma característica é transmitida dos pais para os filhos - e a variabilidade genética das características desejadas, como o peso ao desmame.

Tais estimativas variam entre 0 a 1 para diferentes características, indicam que a seleção pode ou não ser eficaz em algumas regiões ou rebanhos (Eler et al., 1989; Silva, 1990, Souza et al., 2003). Herdabilidades altas (acima de 0,6 ou 60%) indicam que a característica é fortemente herdável, isso implica que aquela característica passa de uma geração para outra com bastante eficiência.

Um exemplo de h^2 elevada é para á de área de olho de lombo em bovinos de corte, h^2 = 0,70. Uma característica com essa

herdabilidade, possui pouca influência do meio. Por outro lado, uma característica como intervalo de partos em vacas de corte, a herdabilidade é em torno de 0,05; mostrando que a característica é pouco herdável e bastante influenciada pelo ambiente.

Critérios utilizados em programas de melhoramento genético

O melhoramento genético animal tem o objetivo de aumentar a eficiência produtiva dos animais, modificando as características das gerações seguintes, de acordo com o ambiente e o mercado (Rosa et al., 2013). Programas de seleção e melhoramento genético são ferramentas essenciais na pecuária de corte, visando aprimorar as características produtivas e reprodutivas dos rebanhos. Esses permitem que os criadores identifiquem e selecionem animais com maior potencial genético, resultando em melhorias significativas na eficiência da produção e na qualidade dos produtos.

Esses, integrados a sistemas de produção devidamente administrados, são opções bem aceita atualmente pelos produtores, como ferramenta para aumentar os índices de produtividade dos animais (Mascioli et al., 1997). Pereira et al. (2000) relatam que muitos programas foram implementados para diversas raças bovinas de corte e utilizam como critério de seleção as características de crescimento dos animais, com isso apresentam maiores ganhos de peso em menor tempo para o abate e reprodução, tornando-se lucrativo e interessante para o mercado (Portes et al., 2021).

O sucesso desses programas depende da compreensão das estimativas de correlações genéticas e herdabilidades das características de interesse, que definem as estratégias de seleção a serem adotadas (Falconer; Mackay, 1995; Faria et al., 2011; Rosa et al., 2013). Para iniciar um programa de melhoramento genético, é fundamental que o criador tenha clareza sobre os objetivos de seleção, que devem ser alinhados às demandas do mercado e ao

sistema de produção específico da propriedade. Uma vez estabelecidos os objetivos, é necessário definir os critérios de seleção, que podem incluir uma única característica ou uma combinação ponderada de várias características.

Os critérios geralmente abrangem aspectos como produção (peso corporal, ganho de peso e eficiência alimentar), reprodução (idade ao primeiro parto, período de gestação e perímetro escrotal), qualidade do produto (peso, qualidade da carcaça e maciez da carne) e biótipo (raça e sexo) (Rosa et al., 2013). A implementação eficaz desses programas pode levar a melhorias significativas no desempenho produtivo e reprodutivo das fazendas de corte. Dentre os métodos de melhoramento, a seleção consiste em escolher melhores indivíduos para serem utilizados como reprodutores ou matrizes em gerações seguintes através do cruzamento, que é o acasalamento desses indivíduos. Dessa forma, o pecuarista deve ter o conhecimento dos objetivos de seleção, do mercado e nicho que pretende atender; onde irá ser inserido o seu produto? Qual a logística de entrega do produto no mercado? Pois não adianta produzir e ter dificuldade na hora de escoar o produto (Abreu et al., 2010).

Definidos os objetivos da seleção, como melhor crescimento, reprodução, qualidade do produto ou biótipo, os critérios de seleção podem envolver uma ou mais características ponderadas, como pesos corporais, eficiência alimentar, idade ao primeiro parto ou qualidade da carcaça (Rosa et al., 2013; Vaz et al., 2024).

Ao selecionar animais com base em características desejáveis, os produtores podem aumentar a taxa de crescimento dos bezerros, melhorar a eficiência alimentar e otimizar a reprodução. Isso não só resulta em um aumento da produtividade, mas também contribui para a rentabilidade do negócio. Programas estruturados podem ajudar os criadores a se adaptarem às mudanças nas condições ambientais, e nas demandas do mercado. Um aspecto fundamental para garantir a sustentabilidade do sistema produtivo é a capacidade dos programas de melhoramento em promover práticas que minimizem o impacto

ambiental. A seleção de animais com maior eficiência alimentar, por exemplo, pode reduzir a emissão de gases de efeito estufa e o uso de recursos naturais, contribuindo para uma pecuária mais sustentável.

Os pecuaristas estão cada vez mais conscientes da importância de selecionar linhagens que tenham menor impacto ambiental, alinhando seus objetivos econômicos com a responsabilidade ambiental. Além disso, é importante considerar que o processo de melhoramento genético é contínuo e requer monitoramento constante (Portes et al., 2021). A coleta sistemática de dados sobre o desempenho dos animais ao longo do tempo é fundamental para ajustar as estratégias de seleção conforme necessário. Programas como Geneplus da Embrapa, Nelore Qualitas, IZ e PMGZ são exemplos bem-sucedidos que oferecem suporte técnico aos criadores na implementação dessas práticas (iRancho, 2021).

Os programas de seleção e melhoramento genético são fundamentais para o avanço da pecuária de corte no Brasil. Ao focar em objetivos claros e critérios bem definidos, os criadores podem não apenas aumentar a produtividade e a rentabilidade das suas propriedades, mas também contribuir para um sistema mais sustentável. A integração entre práticas tradicionais e inovações tecnológicas será essencial para garantir que o setor continue a prosperar em um ambiente em constante mudança (Abreu et al., 2023).

O ambiente e interações (fatores não genéticos)

Os fatores não genéticos desempenham um papel significativo no crescimento dos animais domésticos e devem ser cuidadosamente considerados durante a avaliação genética. A avaliação genética que não leva em conta as variáveis ambientais podem promover distorções devido as estimativas de desempenho e revelar uma capacidade produtiva do indivíduo, que na realidade, tem efeito de

meio inflado. Portanto, é fundamental que os programas de melhoramento considerem tanto os aspectos genéticos quanto os não genéticos (efeitos de meio ou ambientais) para garantir uma seleção eficiente. Dessa forma, uma abordagem holística que integra a análise genética com a compreensão dos fatores ambientais é essencial para otimizar a eficiência dos rebanhos e promover ganhos significativos na produção animal. Essa prática assegura que os criadores possam tomar decisões informadas e estratégicas, maximizando o potencial produtivo de seus rebanhos.

O dimorfismo sexual é uma característica marcante na produção de bovinos de corte, onde, em geral, os machos apresentam pesos superiores às fêmeas em diversas fases do crescimento. Essa diferença é atribuída à maior capacidade de ganho de peso e estrutura corporal dos machos, resultando em uma variação que pode ser observada desde o nascimento até a fase adulta (Souza, 1997; Manuel et al., 2019). Souza et al. (2000) reporta à superioridade dos machos em termos de peso é frequentemente relacionada a fatores genéticos e hormonais que favorecem um crescimento mais acelerado tanto pré quanto pós-natal.

A importância de estudar a influência do sexo nas características de crescimento vai além da mera quantificação das diferenças entre machos e fêmeas. Esse conhecimento é vital para realizar ajustes nos programas de seleção, permitindo comparações que desconsiderem o efeito do sexo (Souza, 1997).

Wolf et al. (2001) sugerem que o dimorfismo sexual ao nascimento pode ser influenciado pela duração da gestação, sendo que os machos geralmente têm uma gestação mais longa. O mesmo estudo indica que, sob condições ambientais e de manejo semelhantes, os machos tendem a ser aproximadamente 10% mais pesados que as fêmeas em todas as idades, o que se deve à sua maior capacidade de ganho de peso e à estrutura corporal mais robusta.

Pesquisas realizadas por Souza et al. (2002) sobre bovinos da raça Guzerá confirmaram que os machos eram consistentemente mais pesados que as fêmeas em todas as idades analisadas ($p <$

0,0001). No peso ao desmame, por exemplo, os machos apresentaram uma média de 162,4 ± 2,3 kg, enquanto as fêmeas atingiram 149,9 ± 2,3 kg, resultando em uma diferença significativa de 8,3%. Para o peso aos 365 dias (P365), os machos pesaram 230,9 ± 3,9 kg contra 197,8 ± 3,9 kg das fêmeas, evidenciando uma diferença ainda maior de 16,7%.

Guimarães et al. (2003) observaram resultados semelhantes em bovinos da raça Tabapuã, onde os machos superaram as fêmeas em termos percentuais para P205 (7,08%), P365 (9,59%) e P550 (11,79%). Silveira et al. (2004) também relataram uma diferença média de 7,4% favorável aos machos em um rebanho Nelore. Além disso, Gemin et al. (2004) demonstraram que o sexo teve um efeito positivo significativo sobre as características estudadas na fase de cria e recria dos animais da raça Guzerá.

Menezes et al. (2013) corroboraram essas observações ao estudar bovinos Nelore e encontraram que os machos apresentavam pesos superiores às fêmeas: a diferença no peso ao nascimento foi de 8,8%, enquanto para o peso à desmama foi de 9,3%. Esses dados reforçam a ideia de que o dimorfismo sexual é um fator relevante na pecuária bovina.

A diferença média entre machos e fêmeas varia entre 8% e 12%, o que implica na necessidade de ajustes nos dados ao se realizar comparações diretas entre os sexos. A compreensão dessas diferenças não apenas auxilia na seleção mais eficaz dos reprodutores como também contribui para a otimização do desempenho produtivo nas fazendas.

As propriedades rurais têm a flexibilidade de optar por um sistema de reprodução contínuo ao longo do ano ou estabelecer uma estação de monta (EM), sendo que essa última, torna-se estratégica e traz diversos benefícios, tanto para a eficiência do manejo do rebanho quanto para o controle reprodutivo das matrizes. Ao concentrar o período de acasalamento, os produtores podem monitorar mais eficazmente as vacas durante a parição e garantir um melhor acompanhamento dos neonatos, aumentando assim a taxa de

sobrevivência e o bem-estar dos bezerros (Abreu et al., 2002; iRancho, 2021).

A implementação de uma estação de monta bem definida permite que os criadores organizem as atividades reprodutivas do rebanho em períodos favoráveis, otimizando a utilização das pastagens e melhorando as condições nutricionais das matrizes.

Estudos avaliando a duração ideal da estação de monta para vacas adultas deve variar entre 60 a 90 dias, enquanto para novilhas, o ideal é que não ultrapasse 45 dias (Nicacio; Silva, 2021). Essa organização não apenas facilita o manejo sanitário do rebanho, mas também proporciona um controle mais rigoroso sobre as condições corporais das fêmeas antes e após o parto, resultando em melhores índices de concepção no pós-parto.

Recentemente, a gestão adequada da estação de monta tem sido reconhecida como uma prática crucial para aumentar a lucratividade nas propriedades de gado de corte. A concentração dos nascimentos em períodos favoráveis permite que os produtores planejem melhor suas atividades e reduzam custos associados à alimentação e cuidados com os bezerros (Abreu et al., 2022).

Além disso, ao identificar e descartar fêmeas improdutivas durante ou após a estação de monta, os criadores podem direcionar recursos para as matrizes que realmente contribuem para a produção, aumentando assim a eficiência econômica da propriedade.

A qualidade do manejo nutricional também desempenha um papel fundamental nesse contexto. O fornecimento adequado de nutrientes nos dois meses que antecedem o parto é vital para garantir que as fêmeas estejam em boas condições corporais no início da estação de monta (Nicacio; Silva, 2021). Isso não apenas melhora as taxas de concepção, mas também assegura que os bezerros nasçam saudáveis e com maior potencial de crescimento.

O uso de tecnologias reprodutivas como a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) tem se mostrado uma estratégia eficaz para maximizar os resultados da estação de monta. Essa técnica elimina a necessidade de observação do cio e reduz o intervalo de partos,

permitindo uma maior padronização dos nascimentos e gerando bezerros mais uniformes (Silva et al., 2022). A adoção dessas tecnologias requer investimento em mão de obra qualificada e produtos eficientes para garantir o sucesso do programa reprodutivo. A implementação de uma estação de monta bem estruturada é essencial para otimizar o manejo reprodutivo nas propriedades rurais.

Ao concentrar esforços em um período específico e garantir condições adequadas para as matrizes, os produtores podem melhorar significativamente seus índices produtivos e reprodutivos. Essa abordagem não apenas contribui para a sustentabilidade econômica das fazendas, mas também promove práticas que favorecem o bem-estar animal e a qualidade dos produtos finais.

O efeito do mês e ano de nascimento

A oferta de pastagens nos sistemas de criação de bovinos é um fator dinâmico que flutua ao longo dos meses e das estações do ano, influenciando diretamente o desempenho produtivo do rebanho. Durante o período das águas, que se estende de setembro a abril, observa-se uma maior disponibilidade de chuvas, criando um ambiente favorável para o crescimento das forragens. Esse período é caracterizado por condições climáticas ideais, com calor e luminosidade abundantes, resultando em uma oferta significativa de forragens (Souza et al., 2003; Paula, 2020).

Além das variações mensais, a oferta de forragem pode diferir anualmente. Anos com maior pluviosidade tendem a proporcionar uma quantidade superior de alimento para o rebanho, enquanto anos secos podem limitar severamente a disponibilidade forrageira. Santos et al. (2009) destacam que a produção de forragem é sazonal e está intimamente ligada às condições climáticas, refletindo na eficiência da produção animal. A fenologia das forrageiras tropicais e as condições ambientais desempenham papéis cruciais na determinação da quantidade e qualidade da forragem disponível.

O manejo adequado das pastagens é fundamental para maximizar a utilização desse recurso durante o período chuvoso. Segundo Moraes Cabral (2020), mesmo em cenários com boa oferta de forragem, é essencial ajustar a lotação do rebanho de acordo com a capacidade de suporte da área. Pastagens bem divididas e mantidas sob pastejo rotativo garantem um melhor aproveitamento das forragens, permitindo que cada piquete tenha um período de descanso adequado para promover uma rebrota vigorosa.

Além disso, a análise da oferta de forragem deve ser realizada continuamente para garantir que os animais tenham acesso a uma dieta equilibrada. Pott et al. (1989) enfatizam que a monitorização da massa de forragem disponível, e a carga animal são essenciais para otimizar o desempenho dos bovinos. Métodos como o uso de imagens de satélite têm sido adotados para facilitar essa avaliação.

Com essas informações, os produtores podem ajustar suas estratégias de manejo e suplementação para atender às necessidades nutricionais dos animais. A interação entre o manejo das pastagens e as condições climáticas é vital para garantir a produtividade do rebanho. A escolha do momento adequado para o nascimento dos bezerros deve ser alinhada com os períodos em que as pastagens estão mais disponíveis e nutritivas. Conforme indicado por Souza et al. (2000) e por Nicacio e Silva (2021), recomenda-se que os bezerros nasçam durante a estação seca, quando as condições são menos favoráveis ao desenvolvimento de parasitas e doenças, garantindo assim um ambiente saudável para os neonatos. A gestão eficiente das pastagens é crucial para otimizar a produção animal na época das águas.

O conhecimento sobre as variações sazonais na oferta de forragem e as práticas adequadas de manejo podem resultar em ganhos significativos no desempenho produtivo dos bovinos. Ao integrar estratégias de manejo com informações climáticas e nutricionais, os produtores podem maximizar o potencial produtivo de

suas propriedades, assegurando uma pecuária mais sustentável e rentável.

O efeito da fazenda

Esse fator influencia significativamente a avaliação do rebanho, refletindo as variações nas condições de manejo, qualidade e quantidade das pastagens, além da capacidade de suporte da área. Essas variáveis são fundamentais para o desenvolvimento produtivo e reprodutivo dos bovinos, uma vez que a interação entre o ambiente e as práticas de manejo determina a saúde e a produtividade deles.

A capacidade de suporte, que se refere ao número de animais que uma determinada área pode sustentar sem comprometer a qualidade do solo e das pastagens, é um aspecto central nesse contexto (Souza et al., 2002). A qualidade das pastagens é influenciada por diversos fatores, incluindo o pisoteio e a compactação do solo, que podem impedir o crescimento adequado das forragens. O manejo adequado, incluindo práticas de adubação e rotação de piquetes, é essencial para garantir que os animais tenham acesso a forragens nutritivas e em quantidade suficiente (Macedo et al., 2013).

Segundo Souza et al. (2000) o efeito da fazenda foi significativo ($p < 0,05$) no peso ao desmame dos bezerros da raça Nelore, indicando que as diferenças nas características do solo e nas práticas de manejo impactam diretamente o desempenho dos animais. Além disso, a variação na qualidade das pastagens ao longo dos anos pode ser observada em relação à quantidade e distribuição de chuvas. Anos com maior pluviosidade tendem a proporcionar uma oferta superior de forragem, beneficiando o crescimento dos bovinos (Pott et al., 1989).

Em contrapartida, anos com baixa incidência de chuvas podem resultar em pastagens degradadas e menos nutritivas, refletindo negativamente no peso dos bezerros ao desmame. A importância do manejo adequado é evidenciada pela pesquisa de Souza et al. (2004; 2014), que constatou que o ano de nascimento teve um efeito

significativo sobre todas as características estudadas nos bovinos das raças Nelore e Brahman.

Os resultados mostraram que as condições climáticas afetam não apenas a quantidade de forragem disponível, mas também sua qualidade, influenciando diretamente o desempenho produtivo dos animais. Práticas como pastejo rotativo e monitoramento contínuo da oferta de forragem são essenciais para maximizar a eficiência do uso das pastagens. Conforme destacado por Moraes Cabral (2020), um manejo bem estruturado garante que cada piquete tenha um período adequado de descanso, permitindo uma rebrota mais vigorosa, o que evita a sua degradação e também do solo.

A comparação entre diferentes fazendas revela como o manejo pode impactar os resultados: enquanto uma fazenda pode apresentar variações significativas na oferta de forragem devido a uma taxa de lotação inadequada, outra pode manter uma oferta mais uniforme por meio de ajustes regulares baseados em avaliações mensais.

Portanto, o efeito da fazenda configura-se como uma variável significativa nas características de crescimento dos bovinos e deve ser cuidadosamente considerado na elaboração de programas de manejo. A integração das informações sobre clima, nutrição e práticas adequadas de manejo permite aos produtores otimizar suas operações, aumentando a eficiência econômica e promovendo um sistema produtivo sustentável. Ao reconhecer as particularidades de cada propriedade e implementar estratégias adaptativas, os criadores podem maximizar o potencial produtivo de seus rebanhos.

Idade da vaca ao parto (linear e quadrática)

A idade da vaca é um fator determinante na avaliação produtiva e reprodutiva do rebanho e, influencia diretamente o peso dos bezerros ao desmame. Embora a idade seja uma característica da matriz, ela atua como uma covariável, pois sua informação impacta o desempenho dos bezerros. Se matriz é de boa aptidão leiteira, tem o foco o tempo inteiro na progênie, cuidando e alimentando essa de forma correta, essa fêmea tem boa habilidade materna.

Isso impacta diretamente na progênie, resultando em bezerros bem desenvolvidos aos 205 dias de idade. Tal aspecto é fundamental, visto que a correlação do peso ao desmame é elevada com as demais características pós-desmame. Bezerros mais pesados ao desmame tendem a apresentar melhor desenvolvimento subsequente. Isso mostra a importância de se avaliar a vaca pela idade e descartar as fêmeas mais velhas. idade da vaca ao parto é um fator crucial que influencia o desenvolvimento dos bezerros, especialmente o peso ao desmame.

Avaliar esse impacto exige modelos estatísticos que capturem a relação entre essas variáveis, podendo se utilizar de **Modelo Linear,** quando assume que o efeito da idade da vaca sobre o peso do bezerro é constante (linear). Por exemplo, a cada ano que a vaca envelhece, espera-se um aumento (ou diminuição) fixo no peso do bezerro. Esse modelo é adequado se a relação for aproximadamente uma linha reta, mas isso nem sempre é assim.

Pode se ter uma relação quadrática, denominada de **Modelo Quadrático;** ou até mesmo uma **Polinomial (**cúbica).

A relação quadrática apresenta um ponto de máximo. As vacas comumente possuem bom desempenho (crescente) até determinada idade, e a partir de então reduz a produtividade e passa a desmamar progênies mais leves (Souza et al. 2004).

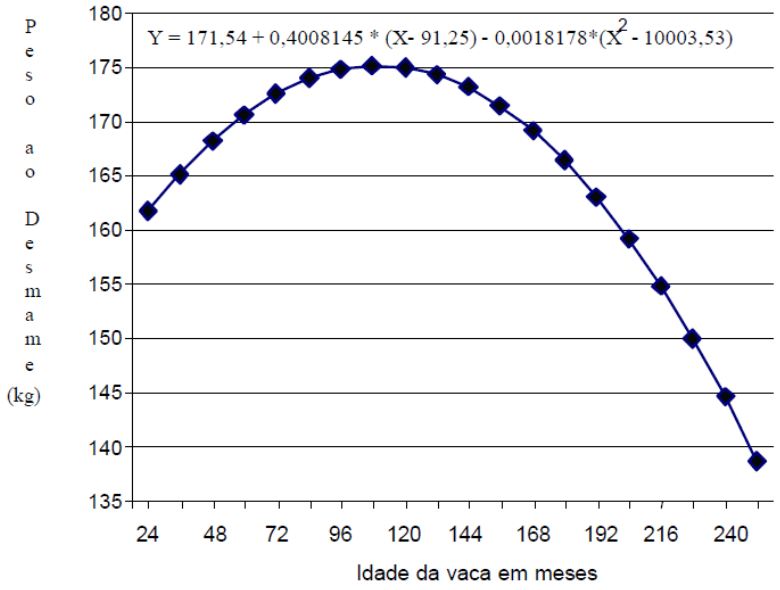
No contexto da pecuária pantaneira, o modelo quadrático pode ser mais adequado, considerando que vacas muito jovens ou muito velhas podem apresentar menor eficiência reprodutiva e menor habilidade materna, impactando o desenvolvimento dos bezerros.

Novilhas primíparas e vacas com idade superior a 144 meses tendem a desmamar progênies mais leves. Isso se deve ao fato de que as novilhas ainda estão em fase de crescimento e desenvolvimento, enquanto as vacas mais velhas já atingiram seu pico de produtividade e entraram em uma fase de declínio na curva de produção (Cundiff et al., 1966; Trovo, Razook, 1995; Souza et al., 2000; Souza et al., 2004; Manuel et al. 2019; Vaz et al., 2024).

A literatura aponta que a eficiência reprodutiva das vacas diminui com a idade, especialmente após os 10 anos. Em um estudo realizado por Souza et al. (2002; 2004), observaram que vacas mais velhas desmamavam produtos de menor peso ao desmame, em comparação com aquelas mais jovens.

O ideal seria descartar as vacas mais velhas e substituí-las por novilhas, o que não apenas melhora a produtividade do rebanho, mas também aumenta a efetividade dos programas de melhoramento genético, pois diminui o intervalo de gerações.

A inserção de novas matrizes com maior potencial genético resulta em um ganho genético efetivo, promovendo a saúde e a produtividade do rebanho (Macedo et al., 2013). Além disso, Souza et al. (2014) observaram que efeito da idade da vaca foi significativo para todas as características estudadas em bovinos da raça Brahman, destacando a importância de considerar essa variável nos programas de manejo.



O

Figura 9. Influência da idade da vaca sobre o peso ao desmame de bezerros Nelore criados no Pantanal Sul-Mato-Grossense. Fonte: Souza et al. (2004)

A relação entre a idade da vaca e o peso dos bezerros é complexa e pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo manejo nutricional e condições ambientais. A pesquisa de Oliveira e Lôbo (1992) enfatiza que o manejo adequado das vacas durante a gestação e lactação é crucial para garantir que os bezerros nasçam saudáveis e com bom potencial de crescimento.

A utilização da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) permite que as vacas sejam inseminadas logo após o parto, aumentando assim as chances de concepção e reduzindo o intervalo entre partos. Essa prática não apenas melhora os índices de prenhez, mas também garante que as novilhas entrem em reprodução em uma fase ideal para maximizar sua produtividade.

Em suma, a idade da vaca é uma variável significativa que deve ser considerada na gestão do rebanho bovino. O entendimento das dinâmicas entre idade, nutrição e manejo permite aos produtores otimizar suas práticas, promovendo um sistema produtivo sustentável e eficiente. Ao descartar matrizes mais velhas e introduzir novas fêmeas com maior potencial genético, os criadores podem assegurar um rebanho mais saudável e produtivo.

O crescimento do bezerro é influenciado pela vaca não apenas pelos genes que ela transmite, mas também pelo ambiente materno que proporciona desde o momento da concepção até o desmame. Mudanças no tamanho do corpo, no peso e em várias funções fisiológicas que acompanham o processo de envelhecimento da vaca, influenciam o desempenho pré-desmame do bezerro (Silva, 1990).

Santos et al. (2011) reportam que durante a vida da vaca, existem alterações fisiológicas que refletem na sua capacidade de produção de leite e, portanto, na habilidade materna, o que contribui para o pré-desmame. A idade da vaca ao parto foi relevante, influenciando significativamente ($p < 0,0001$) o peso aos

205 dias de idade e dias para ganhar 160 kg, e está intimamente ligada à produção de leite. Alencar et al. (1992) ressalta que a quantidade de leite produzida pela vaca de corte é muito importante, pois está inteiramente ligada ao desenvolvimento do bezerro até a desmama.

Fries (1996) apresenta que o pico de produção de leite das vacas é atingido entre 5 e 9 anos de idade, e que há uma divergência entre pesos ao desmame de bezerros de vacas jovens ou velhas em relação aos de vacas maduras. Souza et al. (2002) estudando a idade da vaca ao parto (quadrática) verificaram efeito significativo ($p < 0,005$) para o peso ao desmame. Porém matrizes com idade superior a 144 meses, tenderam a desmamar bezerros abaixo da média, mostrando a importância de se realizar o descarte dessas matrizes.

Os bezerros de vacas maduras demonstram serem melhores, por causa do ambiente materno mais favorável (Daly, 1977). Comparações de desempenho entre produtos de vacas jovens e os produtos de vacas maduras devem ocorrer com a correção para o ambiente materno, com o intuito de eliminar a influência do ambiente da idade da vaca, quando há comparações de fêmeas com idades diferentes. Os bezerros de matrizes com 7 a 10 anos de idade apresentam melhor performance quando comparados aos bezerros de vacas com idade fora desse intervalo (Ferraz Filho, 2001).

Souza et al. (2010) mostraram que a idade da vaca influenciou o peso aos 240 dias (P240), e no ganho médio diário do nascer aos 205 dias comprovando a necessidade de ajustes para a idade da vaca ao parto. Gemin et al. (2004) relata que o efeito da idade da vaca mostrou-se significativo ($p < 0,005$) nas características que envolvem a fase de cria.

Curvas de crescimento

Na busca por maiores respostas sobre o desempenho dos bovinos na fase adulta, observou-se a necessidade de descrever o crescimento animal, uma vez que todos os processos produtivos e reprodutivos estão diretamente relacionados ao crescimento como um todo, onde informações mais complexas podem ser encontradas através das curvas de crescimento, o que não é possível apenas por avaliações de desempenho ponderal (Gonçalves et al., 2011).

A curva de crescimento apresenta fases distintas, que são: fase inicial (estágio precoce do crescimento) onde há ganho de peso (fase de aceleração) até alcançar a puberdade; em seguida, a fase da taxa de crescimento linear que permanece constante, e, por fim, a fase em que a taxa de crescimento diário diminui consideravelmente e o animal alcança o peso adulto (Souza e Bianchini Sobrinho, 1994). As características de crescimento como pesos, permitem construir uma curva de crescimento, uma vez que são observadas no animal desde o nascer até a idade adulta, apresentando formato sigmoide, e pode ser ajustada ou descrita por meio de funções lineares aplicadas aos dados. (Fitzhugh, 1976). Para mudar a curva de crescimento em relação a sua genética é necessário ter o conhecimento de sua flexibilidade da forma e analisar as características de tamanho e maturidade.

De acordo com Silva et al. (2011), para se realizar a seleção do modelo mais apropriado no que diz respeito a crescimento em função da idade é necessário o conhecimento das raças, da idade do animal idade do animal (com base nas pesagens finais) e o ambiente. Garnero et al. (2005) ao pesquisarem parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore, afirmaram que as pesagens dos animais são utilizadas para descrever a curva de crescimento, sendo que os

parâmetros genéticos são estimados para que se possa realizar seleção.

Por sua vez, Oliveira et al. (2000) estudando curvas de crescimento na raça Guzerá, relataram que a alteração da curva por meio da seleção, com base nos seus parâmetros, não seria facilmente alcançada, pois as correlações do peso assintótico e a taxa de maturação foram altas e negativas.

As curvas de crescimento são estudadas com o ajuste de modelos matemáticos, de forma a sintetizar informações de todo o período da vida dos animais por meio do ajuste de dados de peso e idade de cada animal (Lopes et al., 2011). No melhoramento genético animal, as pesquisas têm sido realizadas por meio de modelos, com os quais é possível estudar a curva de crescimento dos animais (Tholon; Queiroz, 2009). Para se ajustar a curva média de crescimento em bovinos realizados por meio de regressões, os pesquisadores utilizam modelos lineares, sendo que o mais usado é o de quarta ordem (Tholon et al., 2012).

Garnero et al. (2005) estimando parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico em fêmeas Nelore relataram que os modelos matemáticos não lineares são utilizados para mostrar a relação entre peso e idade, sendo apropriados para descrever curva de crescimento. Segundo Oliveira (2000) os modelos não lineares mais usados em animais, principalmente em bovinos, são: Von Bertalanffy, Brody, Richards, Gompertz e logístico.

Os modelos não lineares Richards e Brody são mais apropriados para as raças taurinas, pois descrevem o processo de crescimento das fêmeas, já em zebuínos os modelos Von Bertalanffy, Brody, logístico e Gompertz são mais apropriados para descrever o crescimento de fêmeas. (Garnero et al., 2005). Com a utilização desses modelos é possível estudar o crescimento animal até mesmo em idades adultas e obter indivíduos adultos com menor tamanho corporal (parâmetro A), maior velocidade de ganho

de peso (parâmetro k), associados à diminuição da maturidade sexual e menor porcentagem de gordura na carcaça e permitir a análise da correlação entre os pesos em diferentes idades (Tholon; Queiroz, 2007).

Além disso, a utilização de modelos não-lineares no melhoramento genético animal permite obter a estimativa dos parâmetros para as curvas, possibilitando a identificação dos animais mais adequados para seleção (Santoro et al., 2005). Quando ajustados aos pesos, altura, comprimento e demais características quantitativas, esses modelos permitem sintetizar grande número de medidas e informações (Silva et al., 2011). Além da predição de valores genéticos da curva de crescimento, para qualquer ponto desejado na escala de tempo utilizada e para funções da curva, com melhor utilização dos dados (Schaeffer; Dekkers, 1994).

Modelos de regressão aleatória

Os modelos de regressão aleatória oferecem uma abordagem robusta para a análise genética e predição de características de crescimento em bovinos. Ao integrar informações sobre variabilidade genética e fatores ambientais, esses modelos permitem uma avaliação mais precisa do potencial produtivo dos animais ao longo do tempo. A adoção dessas técnicas nos programas de melhoramento pode resultar em ganhos significativos na eficiência produtiva e sustentabilidade da bovinocultura. Os modelos de regressão aleatória vêm sendo utilizados para a análise genética e para a modelagem de características de crescimento, que são medidas frequentemente durante a vida dos animais (Meyer, 2004; Schaeffer, 2004; Albuquerque, 2004; Nobre, 2003).

Os modelos de regressão aleatória (MRA) têm se destacado como uma ferramenta poderosa na análise genética,

especialmente na modelagem de características de crescimento em bovinos. Esses modelos permitem a predição de valores genéticos em qualquer ponto desejado da curva de crescimento, possibilitando uma avaliação mais precisa das variáveis que influenciam o desempenho dos animais ao longo do tempo.

A capacidade de modelar características que são medidas repetidamente durante a vida dos animais é fundamental para a bovinocultura de corte, onde as características de crescimento, como o peso, podem ser avaliadas em diferentes idades (Silveira et al., 2019).

A aplicação dos MRA para características de crescimento permite descrever o comportamento dos componentes de variância ao longo do desenvolvimento dos animais. Isso é particularmente relevante na identificação das fases do crescimento em que há maior variabilidade genética, possibilitando intervenções direcionadas para melhorar o desempenho.

Isso evidencia a importância dos MRA na avaliação genética, pois eles podem capturar a complexidade das interações entre os efeitos fixos e aleatórios durante o crescimento. Os MRA também são eficazes na identificação e quantificação da variabilidade genética em diferentes idades. Isso é crucial para os programas de melhoramento genético, pois permite que os criadores selecionem animais com base em informações mais precisas sobre seu potencial produtivo ao longo da vida.

A capacidade de prever valores genéticos em qualquer ponto da curva de crescimento ajuda os produtores a tomar decisões informadas sobre seleção e manejo, aumentando assim a eficiência econômica das operações pecuárias (Meyer, 1998). Adicionalmente, a implementação desses modelos em sistemas de produção pode levar a um ganho genético efetivo. Ao descartar matrizes mais velhas e introduzir novas fêmeas com maior potencial genético, os criadores podem otimizar o desempenho do rebanho e promover melhorias sustentáveis na produção (Silveira

et al., 2019). Essa abordagem não apenas maximiza os resultados financeiros, mas também contribui para a saúde geral do rebanho.

Na bovinocultura de corte, as características de crescimento como o peso podem ser avaliadas em um único animal em diferentes idades ao longo de sua vida. A aplicação de modelos de regressão aleatória para características de crescimento em bovinos permite descrever o comportamento dos componentes de variância ao longo do trajeto do crescimento, estimar e predizer parâmetros e valores genéticos, com maior acurácia, para qualquer idade almejada e identificar as fases do crescimento do animal em que há maior variabilidade genética para provocar alterações na curva de crescimento dos animais (Meyer, 2004; Rey, 2008; Araújo et al., 2016). Sendo esse modelo representado pela equação a seguir:

$$yij = EF + \sum_{m=0}^{kb-1} \beta m \, \emptyset m \, (ti) + \sum_{m=0}^{ka-1} \alpha m \, \emptyset m \, (tij) + \sum_{m=0}^{km-1} \gamma m \, \emptyset m \, (tij) + \sum_{m=0}^{kp-1} \delta m \, \emptyset m \, (tij)$$

onde:

y_{ij}: é o peso real na i^{ésima} idade do j^{ésimo} animal;

EF é o conjunto de efeitos fixos (GC);

βm é o coeficiente de regressão para modelar a trajetória média da população.

Øm (ti) é a função de regressão que descreve a curva média da população de acordo com a idade do animal *(ti);*

Øm (tij) são as funções que descrevem a trajetória de cada indivíduo j de acordo com a idade *(ti)* para os efeitos aleatórios genético aditivo direto, genético materno e ambiente permanente do animal;

αm, γm, δm são os regressores aleatórios genético aditivo, materno e de ambiente permanente do animal.

kb, ka, km, kp são as ordens dos polinômios utilizadas para os efeitos descritos anteriormente;

Eij é o erro aleatório associado a cada idade *i* do animal *j*.

A utilização de modelos de regressão aleatória, no Brasil, visando à estimação de parâmetros genéticos para características de crescimento em gado de corte, vem sendo aplicado a animais em fase de crescimento (Sakaguti, 2000; Meyer, 2001; Cyrillo, 2003; Nobre et al., 2003; Scarpel, 2004; Meyer, 2005).

Baldi et al. (2010) e Araújo et al. (2016) mostram em seus trabalhos que a análise de regressão aleatória é bastante utilizada em bovinos Nelore, tendo em vista a heterogeneidade da variância residual, sendo possível o ajuste de estimativas em períodos distintos ao longo da trajetória de crescimento dos animais, dessa forma possibilitando uma maior precisão nas estimativas de parâmetros e valores genéticos, sendo uma vantagem na descrição do crescimento ponderal de bovinos. Outra vantagem na utilização de regressão aleatória é que esses modelos concedem o aproveitamento de toda a informação disponível de cada animal, sendo importantes para a avaliação genética (Nehls, 2013).

Henderson Junior (1982) e Henderson (1984), apresentaram uma teoria relacionada a regressão aleatória, onde há em determinado experimento, diferentes coeficientes de regressão associados a diferentes indivíduos da população, de maneira que se os indivíduos são efeitos aleatórios, os coeficientes de regressão associados a estes indivíduos, devem também ser tratados como efeitos aleatórios. Assim, esses modelos permitem o ajuste de curvas aleatórias para cada indivíduo, expressas como desvios de uma curva média da população.

Os polinômios ortogonais são muito utilizados em modelos de regressão aleatória, pois esses permitem estimar funções de

covariância em estudos de crescimento na bovinocultura de corte (Sakaguti, 2000; Albuquerque, Meyer, 2001a, 2001b; Meyer, 2001; Cyrillo, 2003; Meyer, 2003; Nobre et al., 2003; Arango et al., 2004; Nephawe, 2004).

Há uma vantagem computacional nos polinômios ortogonais, pois estes podem reduzir a correlação entre coeficientes estimados (Schaeffer, Jamrozik, 2008). De acordo com Meyer (2000), os polinômios ortogonais são os mais apropriados para modelar dados de crescimento. Existem vários tipos de polinômios ortogonais, sendo os polinômios de Legendre os mais utilizados (Meyer, 2005).

Rey (2008), ao trabalhar com modelos com modelos de regressão aleatória em bovinos da raça Canchin, realizou análises utilizando polinômio ortogonal de Legendre de quarta ordem para modelar as tendências da média da população. Foram realizadas análises multicaracterísticas para comparar os resultados obtidos pelos modelos de regressão aleatória, utilizando modelos de dimensão finita para pesos ao nascer (PN), peso à desmama (PD), ajustado para 240 dias, e para 12 (P12), 18 (P18), 24 (P24), 30 meses (P30) meses de idade e peso adulto da fêmea (PAD).

Segundo Kirkpatrick et al. (1990), a utilização de modelos de regressão aleatória permite considerar mudanças nas médias e variâncias das características ao longo do tempo, assim como, estimar a covariância entre qualquer par de pontos na trajetória por meio das denominadas funções de covariância. As funções de covariância são funções contínuas que permitem estimar as variâncias e covariâncias de uma característica medida em diferentes pontos de uma trajetória.

Ademais, uma curva de regressão fixa é ajustada para ressaltar a propensão média da população. É possível auspiciar a curva genética do animal como um desvio na curva média, fixa. Dessa forma, é possível descrever a curva de crescimento genética do animal, estimar DEPs independentemente da idade e avaliar

funções da curva, através de coeficientes de regressão aleatórios (Albuquerque, 2004).

Para bovinos Nelore, Albuquerque e Meyer (2001a) estimaram funções de covariância utilizando esses modelos de regressão aleatória para registros de pesos do nascimento aos 630 dias de idade e chegaram à conclusão de que as regressões aleatórias descreveram adequadamente as mudanças das covariâncias com a idade.

Os modelos de regressão para curva de crescimento em Nelore no Pantanal apresentam variação genética e ambiental. Modelos de regressão aleatória são ferramentas valiosas para descrever a curva de crescimento de bovinos. Eles permitem estimar parâmetros genéticos e identificar como fatores ambientais influenciam o crescimento dos animais ao longo do tempo.

Por exemplo, em um estudo com bovinos Nelore no Pantanal (Vaz et al., 2024), utilizaram um modelo de regressão aleatória para descrever a curva de crescimento dos animais do nascimento até a idade adulta. O modelo incluiu efeitos fixos (sexo, estação de nascimento e idade da vaca ao parto como covariável). Os efeitos aleatórios (efeitos genéticos aditivos diretos – DEPs - e ambientais permanentes) são complementares, sendo que quando um aumenta o outro decresce. Estimar com precisão as DEPs é fundamental em um programa de melhoramento.

A variação genética x ambiental revelou que a variação genética no peso dos animais era maior em determinadas fases do crescimento, como no período pós-desmame. Isso indica que a seleção de animais com base no peso nessa fase pode ser eficaz para aumentar o ganho de peso dos rebanhos. Os efeitos ambientais, como a estação de nascimento, tiveram um impacto significativo no crescimento dos animais, especialmente nos primeiros meses de vida. Bezerros nascidos na estação seca, por exemplo, apresentaram menor ganho de peso devido à menor disponibilidade de pasto.

A seleção por fase de crescimento mostra que a seleção de animais com base no peso na fase pós- desmame pode ser uma estratégia eficaz para aumentar o ganho de peso dos rebanhos Nelore no Pantanal.

É importante considerar a adaptação dos animais ao ambiente. Os efeitos ambientais se mostram significativos influenciando determinadas características. A importância de selecionar animais que sejam adaptados às condições específicas do Pantanal, com suas variações climáticas e disponibilidade de pasto promovem ganho no desempenho dos animais. Isso permite que os animais expressem seu potencial genético, atinjam a terminação de forma precoce (machos) e que as fêmeas se desenvolvam e entrem na vida produtiva com eficiência.

Manejo estratégico: o conhecimento dos efeitos ambientais permite que os produtores implementem estratégias de manejo para minimizar o impacto negativo desses fatores, como o fornecimento de suplementação alimentar durante a estação seca.

O uso de DEPs estimadas pelo modelo de regressão podem ser utilizadas para selecionar touros com maior potencial genético para transmitir características desejáveis para seus descendentes, como maior ganho de peso e maior adaptabilidade ao ambiente pantaneiro.

Os modelos de regressão para curva de crescimento fornecem informações valiosas para o direcionamento de programas de melhoramento genético em bovinos Nelore no Pantanal. Ao integrar informações sobre genética e ambiente, os produtores podem otimizar a produção bovina, garantindo um sistema produtivo eficiente e sustentável.

Considerações Finais

O crescimento da pecuária de corte no Pantanal Sul-mato-grossense tem avançado significativamente, consolidando-se como uma atividade estratégica. A seleção de animais Nelore adaptados ao Pantanal é crucial, dado o foco crescente em questões ambientais. Apesar de os modelos de seleção que consideram grupos de contemporâneos e matrizes de parentesco teoricamente minimizarem os efeitos ambientais, a adaptação ao bioma pantaneiro permanece essencial para garantir a sustentabilidade e a produtividade da pecuária local. Essa abordagem não apenas promove melhorias na produtividade do rebanho, mas também contribui para a conservação do bioma, assegurando que as futuras gerações possam continuar a usufruir dos recursos naturais dessa rica região.

Esta publicação está alinhada a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU), e que contam com o apoio da Embrapa para sua concretização. Contribui diretamente para o ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, especialmente para as metas 2.3 (dobrar a produtividade agrícola e a renda dos produtores rurais) e 2.4 (assegurar sistemas sustentáveis de produção de alimentos), ao promover práticas de melhoramento genético adaptadas às condições do Pantanal. Está igualmente relacionada ao ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, por meio da meta 12.2 (uso eficiente dos recursos naturais), ao defender o manejo sustentável das pastagens e da pecuária extensiva. No âmbito do ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, destaca-se a meta 13.1 (fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos climáticos), ao propor estratégias produtivas ajustadas às variações ambientais da região. Por fim, a obra reforça o compromisso com o ODS 15

– Vida Terrestre, atendendo às metas 15.1 (conservação dos ecossistemas terrestres) e 15.5 (redução da degradação dos habitats naturais), ao integrar práticas produtivas com a conservação do bioma pantaneiro.

Agradecemos à Universidade Federal do Paraná, Campus Palotina, pela infraestrutura e apoio contínuo que foram essenciais. Nossos agradecimentos também se estendem à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pelas oportunidades oferecidas; à Fazenda Bodoquena Ltda pela parceria e suporte. À Fazenda Nhumirim (Embrapa), pela oportunidade de pesquisa e suporte no campo. Um agradecimento especial é direcionado aos amigos Dr. Jose Robson Bezerra Sereno e Dra. Sandra Aparecida Santos pela colaboração científica e pelas oportunidades que enriqueceram a abordagem metodológica e os resultados obtidos. Por fim, agradecemos a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Referências

ABREU, U. G. P.; LOPES, P. S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; TORRES, R. A.; SANTOS, H.N. Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal. Análise de eficiência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p.1242-1250, 2006.

ABREU, U. G. P.; MANUS, C. M.; MORENO-BERNAL, F. E.; LARA, M. A.; SERENO, J. R. B. Genetic and environmental factors influencing birth and 205 days weight of Pantaneiro calves. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba ES, v. 51, p. 83-89, 2002.

ABREU, U. G. P. de; McMANUS, C.; SANTOS, S. A. Cattle ranching, conservation and transhumance in the brazilian pantanal. **Pastoralism:** research policy practice, v.1, n. 1, p. 99 -114, 2010.

ABREU, U. G. P. de; MORAES, A. S.; SEIDL, A. F. **Tecnologias apropriadas para o desenvolvimento sustentado da bovinocultura de corte no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. 31p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 24). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/809811/1/DOC24.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

ABREU, U. G. P. de; PÁDUA NETO, J. C. de; SILVA, J. C. B.; CARVALHO, T. B. de. **Custo de produção da pecuária de corte no Pantanal de Corumbá**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2024. 8 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 126). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1166855/1/Custo-de-producao-da-pecuaria-de-corte-no-Pantanal-CT126-Abreu.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

ABREU, U. G. P. de; ROSA, A. N.; OLIVEIRA, C. A. L. **Melhoramento genético da raça Nelore no Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 4 p. (Embrapa Pantanal. Artigo de Divulgação na Mídia, 119). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/792027/1/ADM119.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

ABREU, U. G. P. de; SANTOS, M. C. dos; ZEN, S. de. Bioeconomics considerations on the modal production system of beef cattle in Pantanal. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 28715-28727, 2022. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-388.

ABREU, U. G. P. de; SILVA, J. C. B.; PORTES, J. V.; THOLON, P.; NOGUEIRA, E.; ROSA, A. do N. **Desafio do melhoramento genético no Pantanal**: uso de touros do planalto na planície. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2023. 14 p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Comunicado Técnico, 114). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1157412/1/COMUNICADO-114.pdf. Acesso em: 12 jan. 2025.

ALBUQUERQUE, L. G. Regressão aleatória: nova tecnologia pode melhorar a qualidade das avaliações genéticas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5, Pirassununga, SP. **Anais**… Pirassununga: SBMA, 2004. CD-ROM.

ALBUQUERQUE, L. G.; MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth from birth to 630 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2776- 2789, 2001a.

ALBUQUERQUE, L. G.; MEYER, K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.118, p.83-92, 2001b.

ALENCAR, M.M.; RIBEIRO, R.P.; VERÍSSIMO, C.J.; DURAM, J.T.; MORO, M.E.G. Efeitos da produção de leite das vacas sobre o desenvolvimento pós-desmama de bezerros da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 105-110, 1992.

ALVES, S. P.; GOMES, R. C.; CARVALHO, G. F.; MOTA, A. Análise dos índices zootécnicos na pecuária do Pantanal: um estudo comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 5, p. 789-797, 2015.

AQUINO, H. R. R. C.; NEVES, S. M. A. S.; GALVANIN, E. A. S.; NASCIMENTO, D.L.; VASCONCELOS, T. **Pecuária sustentável**: uma alternativa para a conservação do Pantanal no estado de Mato Grosso. Revista de Estudos Sociais, v. 17, n. 34, p.171-180, 2015.

ARANGO J. A.; CUNDIFF L. V.; VAN VLECK L. D. Covariance functions and random regression models for cow weight in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 54-67, 2004. DOI: 10.2527/2004.82154x.

ARAÚJO, A. P. C. de. **Pantanal: um espaço em transformação**. 315 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ARAÚJO, C. V.; NEHLS, W. F.; LAUREANO, M. M. M.; ZUBLER, R.; LÔBO, R. B; FIGUEIREDO, L. G. G.; ARAÚJO, S. I.; BEZERRA, L. A. F. 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**, v. 68, n. 2, p. 448-456, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4162-8340

BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L. G.; ALENCAR, M. M. 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**, v. 127, n. 4, p. 289-299, 2010. DOI: 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.; MARTIN-FILHO, R.; MALHADO, C. H. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore no Brasil. **Arquivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 447- 450, 2017.

BATISTA, D. S. N.; ABREU, U. G. P.; FERRAZ FILHO, P. B.; ROSA, A. N. Índices reprodutivos do rebanho Nelore da fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 1, p. 71-76, 2012. DOI: https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i1.12267

BERTIPAGLIA, T. S.; CARREÑO, L. O. D.; ASPILCUETA-BORQUIS, R. R.; BOLIGON, A. A.; FARAH, M. M.; GOMES, F. J.; MACHADO, C. H. C.; REY,

F. S. B.; FONSECA, R. Estimates of genetic parameters for growth traits in Brahman cattle using random regression and multitrait models, **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 8, p. 3814-3819, 2015. DOI: 10.2527/jas.2015-9164.

BERTIPAGLIA, T. S.; CARREÑO, L. O. D.; MACHADO, C. H. C.; ANDRIGHETTO, C.; FONSECA, R. Estimates of genetic parameters for visual scores and their correlation with production and reproductive traits in Brahman cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1407-1411, 2012.

BESPALHOK, F. J.; MIRANDA, G. R. Interação genótipo-ambiente em melhoramento animal. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 15., 2005, Viçosa. **Anais**... Viçosa: UFV, 2005. p. 123-134.

BHANDARI, P. **Atribuição aleatória em experimentos**: introdução e exemplos. Scribbr, 13 de fevereiro de 2023. Disponível em: https://www.scribbr.co.uk/research-methods/random-assignment-experiments/ . Acesso em: 11 abr. 2025.

BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; GIORGETTI, A.; BOZZI, R.; LIMA, F. D. 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 n. 3, p. 468-473. 1999.

BOLIGON, A. 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, 2008.

BOLIGON, A. A.; MERCADANTE, M. E. Z.; BALDI, F.; LÔBO, R. B.; ALBUQUERQUE, L. G. Multi-trait and random regression mature weight heritability and breeding value estimates in Nelore cattle. **South African Journal of Animal Science**, v. 39, n. 5, p. 145-148, 2009.
BORÉM, A.; MIRANDA, G. R. **Melhoramento genético de plantas**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 523 p.

BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding and genetics**. 1st ed. Nova York: Prentice-Hall, 1997. 538 p.

BURROW, H. M. The impact of genotype-environment interaction on the performance of beef cattle in tropical environments. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, n. 4, p. 1-10, 2012. DOI: 10.1007/s11250-011-9980-3.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagens cultivadas e nativas no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 631-637, 2009.

CARDOSO, F. F.; TEMPELMAN, R. J. P. Efeitos da interação genótipo-ambiente na produção de bovinos de corte em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 1-10, 2012.

CEZAR, M. F.; EUCLIDES FILHO, K. **Manejo e produção de gado de corte**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1996.

CHIAIA, H.; RIBEIRO, L.; GOMES, R.; NUNES, A.; SOUZA, M. Interação genótipo-ambiente em bovinos de corte: implicações para a seleção e manejo em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 3, p. 123-132, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbz/a/ZCk84z3wcT5vRB8sy4hWJfM/. Acesso em: 8 abr. 2025.

CÔRREA, M. B. B.; DIONELLO, N. J. L.; CARDOSO, F. F. Efeito da interação genótipo-ambiente na avaliação genética de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 2, p.153-159, 2007. Disponível em: https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1355/1340. Acesso em: 8 abr. 2025.

COUTINHO, C. C. **Curvas de crescimento de características de carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós-desmame**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014. Disponível em: https://www.fmvz.unesp.br/Home/ensino/ /zootecnia/dissertacoeseteses/carolina-cesarino-coutinho.pdf. Acesso em: 8 abr. 2025.

CUNDIFF, L. V.; KELLY, R. E.; HAZEL, L. N. Genetic and environmental influences on the performance of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 25, n. 4, p. 1096-1104, 1966.

CYRILLO, J. N. S. G. **Estimativas de funções de covariância para crescimento de machos Nelore utilizando modelos de regressão aleatória**. 2003. 72 f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

DALLY, J. J. **Beef cattle husbandry branch**. Queensland: Department of Primary Industries, 1977. 80 p. (Technical Bulletin, n. 7).

DE LOS CAMPOS, G.; HAYES, B. J.; PARRA, G.; VISSCHER, P. M.; HENDERSON, C. R. Genomic prediction in livestock: a review. **Genetics Selection Evolution**, v. 45, n. 1, p. 1-14, 2013.
EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966. DOI: https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.

ELER, J. P.; MOURÃO, G. B.; DUCROCQ, V.; SILVA, J. A. Herdabilidade e variabilidade genética de características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 823-830, 1989.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo - ambiente - mercado**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 66 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 85). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/323697. Acesso em: 17 jun. 2024.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B. Desenvolvimento recente da pecuária de corte brasileira e suas perspectivas. In: PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, p.11-40, 2010.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 3. ed. Harlow: Longman, 1990. 448p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. Longman, v. 19, n. 8, p. 1, 1995.

FANG, Y.; LIU, Y.; YAN, X. Meat production's sensitivity and adaptation to precipitation concentration index during the growing season of grassland: insights from rural households. **Agricultural and Forest Meteorology**. v. 1, n. 201, p. 51-60, 2015.

FARIA, L. C.; QUEIROZ, S. A.; VOZZI, P. A.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; MAGNABOSCO, C. U.; OLIVEIRA, E. J. A. Estudo genético quantitativo de características de crescimento de bovinos da raça Brahman no brasil. **Ars Veterinaria**, v. 27, n.1, p. 30-35, 2011.

FERNANDES JÚNIOR, G. A.; ROSA, G. J. M.; VALENTE, B. D.; CARVALHEIRO, R.; BALDI, F.; GARCIA, D. A.; GORDO, D. G. M.; ESPIGOLAN, R.; TAKADA, L.; TONUSSI, R. L.; ANDRADE, W. B. F.; MAGALHÃES, A. F. B.; CHARDULO, L. A. L.; TONHATI, H.; ALBUQUERQUE, L. G. Genomic prediction of breeding values for carcass traits in Nellore cattle. **Genetics Selection Evolution**, v. 48, n.7, p. 1-8, 2016. DOI: https://doi.org/10.1186/s12711-016-0188-y

FERNANDES JUNIOR, G. A.; CAMPOS, G. S.; PERIPOLLI, E.; SCHMIDT, P. I.; MOTA, L. F. M.; MERCADANTE, M. E Z.; BALDI, F.; CARVALHEIRO, R.; ALBUQUERQUE, L. G. de. Current applications and perspectives of genomic selection in Bos indicus (Nellore) cattle. **Livestock Science**, v. 263, p. 105001, 2022. DOI: 10.1016/j.livsci.2022.105001.

FERRAZ FILHO, P. B. **Avaliação genética do desenvolvimento ponderal de bovinos da raça Tabapuã no Brasil**. Botucatu, 135 f. 2001.Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Estadual Paulista.

FERREIRA, J. L.; BRESOLIN, T.; LOPES, F. B.; GARCIA, J. A. S.; NEPOMUCENO, L. L.; SCHIMTD, A. B.; LOBO, R. B. Modelos de regressão aleatória para característica de crescimento em bovinos da raça Guzerá. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, p. 1-12, 2017.

FITZHUGH Jr, H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shapes. **Journal of Animal Science**, v. 42, n. 4, p.1036-1051, 1976.

FRIES, L. A. Efeito da idade da vaca sobre o peso à desmama em zebuínos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, Ribeirão Preto. **Anais**... Ribeirão Preto: SBMA, p. 255-256. 1996.

FRISCH, J. E.; VERCOE, J. E. Genetic variation in cattle: implications for breeding strategies. **Animal Production Science**, v. 24, n. 1, p. 1-12, 1984.

GARNERO, A. V.; MARCONDES, C.R.; L.A.F. BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N., LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 5. 2005.

GEMIN, E.; SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C.; MALHADO, C. H. M.; FERRAZ FILHO, P. B. Efeito do meio e da idade da vaca sobre o ganho de peso na fase de cria, recria e os dias para se obter 160 kg em animais da raça Guzerá. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2004.

GODDARD, M. E.; WICKRAMASINGHE, L.; MACKAY, T. F. C. Genomic selection in livestock: a review of the current state of the art and future prospects. **Animal Production Science**, v. 51, n. 1, p. 1-12, 2011.

GONÇALVES, F. M.; PIRES, A.V.; PEREIRA, I. G.; GARCIA, D.A.; FARAH, M. M.; MEIRA, C.T.; CRUZ, V.A.R. Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n.1, p.158-164, 2011.

GUIMARÃES, L. B.; FERRAZ FILHO, P. B.; SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C. Aspectos genéticos e de ambiente sobre pesos pré e pós-desmama em bovinos da raça Tabapuã na região pecuária oeste São Paulo- Paraná. **Arquives of Veterinary Science**, v. 8, n. 1, p. 109-119, 2003.

HENDERSON JUNIOR, C. R. Analysis of covariance in the mixed model: higher level, no homogeneous and random regression. **Biometrics**, v. 38, n3, p. 633-40, 1982.

HENDERSON, C. R. **Aplications of linear models in animal breeding**. Guelph: University of Guelph, 1984. p. 462.
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agropecuária**: ranking - Agricultura - valor da produção. 2023. Disponível

em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ >. Acesso: 11 abril 2025.

iRANCHO. **Como fazer um controle eficiente da fase de cria?** Ago. 2021. Disponível em: https://www.irancho.com.br/como-fazer-um-controle-eficiente-da-fase-de-cria/. Acesso em: 20 set. 2024.

KIRKPATRICK, M.; LOFSVOLD, D.; BULMER, M. Analysis of the inheritance, selection and evolution of growth trajectories. **Genetics***,* v.124, p. 979-993, 1990.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; FORNI, S.; SILVA, J. A. V.; YOKOO, M. J.; ALENCAR, M. M. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1015-1022, 2010.

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 de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n.1, p. 949-958, 2011.

LEME, P. R.; GUEDES, C. Crescimento eficiente do animal pode aumentar rentabilidade. **Visão Agrícola**, n. 3, p. 37-40, jan./jun. 2005. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va03-producao01.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

LIMA, W. E.; SOUZA, C.F.; ARRUDA, R. M. S.; SOUZA, J. C. Birds, reptiles and mammals sighted within and surrounding the municipality of Aquidauana, state of Mato Grosso do Sul, Brazil**. Acta Scientiarum Biological Science** (online), v. 46, p. 2-12, 2024.

LIRA, T. S.; PEREIRA, L. S.; LOPES, F. B.; LÔBO, R. B.; SANTOS, G. C. J.; FERREIRA, J. L. Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do Trópico Úmido do Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 23-31, 2013.

LIRA, T. S.; PEREIRA, L. S.; NEPOMUCENO, L. L.; ALEXANDRINO, E.; LOPES, F. B.; LÔBO, R. B.; FERREIRA, J. L. Interação genótipo-ambiente em pesos pós-desmama de bovinos Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n. 4, p. 282-287, 2013.

LÔBO, R. N. B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A. R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. **Animal Breeding Abstracts**, v. 68, p.433-462, 2000.
LOPES, F. B.; SILVA, M. C. da; MARQUES, E. G.; FERREIRA, J. L. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região norte do

Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 607-617, 2011.
https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20113333686

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de; ARAUJO, A. R. de. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: ENCONTRO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS DA SCOT CONSULTORIA - TEC - FÉRTIL, 1., 2013, Ribeirão Preto, SP. **Anais**... Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S. ; MARTINS FILHO, R.; AZEVÊDO, D.M.M.R. ; FACÓ, O. ; MACHADO, C.H.C.; PICCININ, A.; SOUZA, J.C. Tendência e Parâmetros Genéticos para o Peso aos 205 Dias de Idade em Bovinos da Raça Nelore Mocho no Estado da Bahia. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina-PI, v. 7, n.2, p. 28-34, 2005.

MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S., SANTOS, P. F.; AZEVEDO, D. M. M.; SOUZA, J. C.; AFFONSO, P. R. M. Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 210-218, 2008.

MAMEDE, M. M. S. **Contribuição do componente genético de touros da raça Nelore avaliados pelo desempenho de suas progênies em teste de desempenho de touros jovens.** 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Veterinária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: https://repositorio.bc.ufg.br/tedeserver/api/core/bitstreams/b5efcfd6-cb4c-4b95-8596-009502f2fe40/content/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MANUEL, M.; CAVANI, L.; MENEZES, T. J.; MILLEN, D. D.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G. C.; FONSECA, R. Estimação de parâmetros genéticos para características de pesos e pesos metabólicos na desmama e pós-desmama em bovinos Brahman. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n.1, 274-280. 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4162-9758

MARCUZZO, S. **Pantanal:** desafios e oportunidades para a conservação. 2023. Disponível em: <https://observatorioflorestal.org.br/pantanal-desafios-e-oportunidades/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MASCIOLI, A. S.; PAZ, C. C. P.; EL FARO, L.; ALENCAR, M. M.; TREMATORE, R. L.; ANDRADE, A. B. F.; OLIVEIRA, J. A. L. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de crescimento até a desmama em bovinos da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.709 - 712, 1997.

MENEZES, L. M.; PEDROSA, A. C.; PEDROSA, D.; FERNANDES, S. Desempenho de bovinos Nelore e cruzados Blonde d'Aquitaine x Nelore do

nascimento ao desmame. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 177-184. 2013.

MEYER, K. Estimates of genetic covariance functions for growth of Angus cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 122, p.73-85, 2005.

MEYER, K. Estimates of genetic covariance functions assuming a parametric correlation structure for environmental effects. **Genetics Selection Evolution**, v.33, p.557-585, 2001.

MEYER, K. Estimating covariance functions for longitudinal data using random regression models. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 115, n. 2, p. 143-150, 1998.

MEYER, K. First estimates of covariance functions for lifetime growth of Angus cattle. **Proceedings of Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics**, v.15, p. 395-398, 2003. Disponível em: <http://didgeridoo.une.edu.au/km/StuffToDownload/AAABG2003/pap4.pdf/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MEYER, K. Random regressions to model phenotypic variation in monthly weights of Australian beef cows. **Livestock Production Science**, v. 65, p.19-38, 2000.

MEYER, K. Scope for a random regression model in genetic evaluation of beef cattle for growth. **Livestock Production Science**, v. 86, p. 69-83, 2004.

MEYER, K. Variance components and genetic parameters for growth traits in Australian beef cattle. **Livestock Production Science**, v. 45, n. 3, p. 217-228, 1995.

MORAES CABRAL, S. Pastagem: veja quais são os cuidados para o período das águas. **Revista Rura**l, 4 fev. 2020. Disponível em: https://www.revistarural.com.br/2020/02/04/pastagem-veja-quais-sao-os-cuidados-para-o-periodo-das-aguas/. Acesso em: 20 set. 2024.

MORAES, A. S. **Pecuária e conservação do Pantanal**: **análise econômica de alternativas sustentáveis – o dilema entre benefícios privados e sociais**. 2008. 265 p. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MORAES, A. S.; TOMICH, T. R.; ABREU, U. G. P. de; RACHEL, R. C. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pantanal:** 1. Técnicas de produção aplicadas ao sistema de produção extensivo de gado de corte do Pantana**l**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011. 25 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 116).

MOTA, A.; LIMA, L.; ALENCAR, M.; PEREIRA, J.; SOUZA, E. Desempenho produtivo e econômico de bovinos de corte sob diferentes sistemas de manejo e suas interações com o ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, n. 1, p. 1-10, 2020.

NEHLS, W. L. **Variabilidade genética do desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Nelore no Mato Grosso**. 54 f. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso.

NEPHAWE, K. A. Application of random regression models to the genetic evaluation of cow weight in Bonsmara cattle of South Africa. **South African. Journal of Animal Science**, v. 34, n. 3, p.166-173, 2004.

NICACIO, A. C.; SILVA, J. C. B. **Estação de Monta em Gado de Corte**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 299). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1137902/1/DOC-299-Final-em-alta.pdf. Acesso em: 8 abr. 2025.

NOBRE, P. R. C.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; BERTRAND, J. K., SILVA, L. O. C.; LOPES, P. S. Analyses of growth curves of Nellore cattle by multiple-trait and random regression models. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 4, p. 918-926, 2003. DOI: 10.2527/2003.814918x

OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B.; PEREIRA, C. S. Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.9, p.1843-1851, 2000. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000900017.

OLIVEIRA, J. A.; LÔBO, R. B. Fatores ambientais e genéticos relacionados com o peso aos dezoito meses e ganho diário em bovinos Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 629-636, 1992.

OLIVEIRA, L. O. F.; ABREU, U. G. P.; DIAS, F. R. T.; FERNANDES, F. A.; NOGUEIRA, E.; SILVA J. C. B. **Estimativa da população de bovinos no Pantanal por meio de modelos temáticos e índices tradicionais**. Corumbá: Embrapa Pantanal. 2016. 11 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 99). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1055918/1/COT99.pdf. Acesso em: 9 jan. 2025.

PANETO, J. C. C.; LEMOS, D. C.; BEZERRA, L. A. F. ;MARTINS FILHO, R., LÔBO, R. B. Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 668-674, 2002. DOI:https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000300017.

PASSAFARO, T. L.; FRAGOMENI, B. O.; GONÇALVES, D. R.; MORAES, M. M.; TORAL, F. L. B. Análise genética do peso em um rebanho de bovinos Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 2, p.149-158, fev. 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000200007

PAULA, J. de. **Como otimizar a produção animal na época das águas com o ajuste do manejo de pastagens**. (2020?). Disponível em: https://www.barenbrug.com.br/como-otimizar-a-producao-animal-na-epoca-das-aguas. Acesso em: 20 abr. 2025.

PEREIRA, M. de A.; BUNGENSTAB, D. J.; EUCLIDES, V. P. B.; MALAFAIA, G. C.; BISCOLA, P. H. N.; MENEZES, G. R. de O.; ABREU, U. G. P. de; LAURA, V. A.; NOGUEIRA, E.; MAURO, R. de A.; SILVA, M. P. da; NICACIO, A. C.; ALMEIDA, R. G. de; GOMES, R. da C.; SILVA, J. C. B.; SOUZA, V. F. de. From traditionally extensive to sustainably intensive: a review on the path to a sustainable and inclusive beef farming in Brazil. **Animals**, v. 14, n. 16, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/ ani14162340.

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, n. 6, p.1676-1683, 2000. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000600012.

PORTES, J, V.; MENEZES, G. R. de O.; SILVA, L. O. C. da; MACNEIL, M. D.; ABREU, U. G. P. de; LACERDA, V. V. de; BRACCINI NETO, J. Selection indexes for nellore production system in the Brazilian Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, e20200264, 2021. DOI: https://doi.org/10.37496/rbz5020200264.

POTT, E. B.; CATTO, J. B.; BRUM, P. A. R. Períodos críticos de alimentação para bovinos em pastagens nativas, no Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 11, p. 1427-1432, 1989.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/306061/1/Embrapa-2002-GeneticaBiometricaEstatistica.pdf. Acesso em: 9 jan. 2025.

REY, F. S. B. **Estimação de parâmetros genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Canchim com modelos de dimensão finita e infinita**. 2008. 97 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

ROSA, A. do N.; MARTINS. E. N.; MENEZES, G. R. de O.; SILVA, L. O. C. da (ed.). **Melhoramento genético aplicado em gado de corte**: Programa Geneplus-Embrapa. Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande, MS: Embrapa

Gado de Corte, 2013. p. 256. Disponível em : https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/980414/1/MelhoramentoGeneticolivrocompleto.pdf . Acesso em: 31 mar. 2025

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos.** 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-29072002-153415/publico/heiko.pdf. Acesso em: 25 jan. 2025.

SACHETTI, J. F. M. ; SOLER, L. ; CASTILLA, C. ; BRAVO-MALCA, A.; SOUZA, J. C.; GOMEZ, N. **Coexistencia entre fauna silvestre y seres humanos Análisis de experiencias en el contexto latinoamericano**. 1. ed. Bogotá: Comfauna-Fundación Natura, 2022. v. 1. 220p.

SAKAGUTI, E. S. **Funções de covariâncias e modelos de regressão aleatória na avaliação genética do crescimento de bovinos jovens da raça Tabapuã**. 2000. 81f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10253. Acesso em: 25 jan. 2025.

SANTORO, K. R.; BARBOSA, S. B. P.; SANTOS, E. S.; BRASIL, L. H. de A. Uso de funções de covariância na descrição do crescimento de bovinos Nelore criados no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, supl., p. 2290-2297, 2005. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000700015.

SANTOS, G. C. J.; LIRA, T. S.; PEREIRA L. S.; LOPES, F. B.; FERREIRA, J. L. Efeitos não genéticos sobre características produtivas em rebanhos Nelore criados na região norte do Brasil. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 5, n. 4, p. 385-392, 2011. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/2356/5028. Acesso em: 12 jan. 2025.

SANTOS, G. C. J; LOPES, F. B.; MARQUES, E. G; SILVA, M. C; CAVALCANTE, T. V; FERREIRA, J. L. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos Nelore da região Norte do Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 34, p. 97- 101, 2012.

SANTOS, L. D. dos; VIEIRA, J. M. R.; RIGUETTI, A. L.; PADOVANI, C. R. **Estimativa da população de bovinos no pantanal por meio da Pesquisa da Pecuária Municipal 2021**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2023. 10 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 122). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1157501/1/comunicado-tecnico-122.pdf. Acesso em:12 jan. 2025.

SANTOS, P. F.; MALHADO, C. H. M. M.; CARNEIRO, P. L. S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVÊDO, 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, n. 2, p. 55-60, 2005.

SANTOS, S. A.; CARDOSO, E. L.; SILVA, R. A. M. S.; PELLEGRIN, A. O. **Princípios básicos para a produção sustentável de bovinos de corte no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 28 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 37). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/810725/1/DOC37.pdf. Acesso em:12 jan. 2025.

SCARPEL, L. C. P. **Estimativas de parâmetros e valores genéticos para peso corporal de bovinos da raça Guzerá usando-se regressão aleatória**. 2004. 71f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SCHAEFFER, L. R. Application of random regression models in animal breeding. **Livestock Production Science**, v. 86, n. 1-3, p. 1-268, 2004.

SCHAEFFER, L. R.; JAMROZIK, J. Random regression models: a longitudinal perspective. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 125, p.145-146, 2008.

SCHAEFFER, L. R; DEKKERS, J. C. M. Random regressions in animal models for test-day production in dairy cattle. In: WORLD CONGRESSON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5, 1994, Guelph, **Proceedings…** Guelph: University of Guelph, 1994. v.18, p.443-446.

SILVA, F. L.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R. A. R.; PACKER, I. U.; MOURÃO, G. B. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p.262-271. 2011.

SILVA, J. C. B.; SILVA, M. R.; NOGUEIRA, E.; NICACIO, A. C.; ABREU, U. G. P. de. **Como implementar inseminação artificial em tempo fixo em sua fazenda** : conheça os pontos-chave. Brasília, DF : Embrapa, 2022. 24 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1143084/1/Quer-implementar-IATF-na-sua-fazenda-ed-01-2021-publicacao-digital.pdf. Acesso em: 10 jan. 2025.

SILVA, L. O. C. **Tendência genética e interação genótipo x ambiente em rebanhos Nelore, criados a pasto no Brasil Central**. 1990. 113f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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, n. 6, 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600010.

SILVEIRA, M. V. da ; SOUZA, J. C. ; BERTIPAGLIA, T. S. ; FERRAZ FILHO, P. B. ; PEREIRA, M. A. ; MACHADO, C. H. C. Growth curves and genetic parameters in Nelore animals estimated by random regression models. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 40, p. 935-945, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n2p935.

SIMÕES, A. R. P.; MOURA, A. D.; ROCHA, D. T. Avaliação econômica comparativa de sistemas de produção de gado de corte sob condições de risco no Mato Grosso do Sul. **Revista de economia e agronegócio**, v. 5, n. 1, p. 51-72, 2006.

SOUZA, J. C. I**nteração genótipo x ambiente sobre o peso ao desmame de Zebuínos da Raça Nelore no Brasil**. 1997. 63 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SOUZA, J. C. **Pantanal produzindo com sustentabilidade**. Campo Grande: UFMS, 2012. 184 p.

SOUZA, J. C.; MALHADO, C. H. M.; SILVA, L. O. C.; LEAL, T. L.; GOMES, C. M.; JACINTO, E. J.; FERRAZ FILHO, P. B. Parâmetros e tendência genética em bovinos da raça Guzerá na microrregião Mata e Agreste no nordeste do Brasil. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 2, n. 2, p. 47-52, 2017.

SOUZA, J. C.; GADINI, C. H.; SILVA, L. O. C.; RAMOS, A. A.; ALENCAR, M. M.; FERRAZ FILHO, P. B.; VLECK, L. D. V. Estimates of genetic parameters and evaluation of genotype x environment interaction for weaning weight in Nellore cattle. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 11, n. 2, p. 94-100, 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, n.1, p. 57-63, 2002.

SOUZA, J. C.; PAIVA, L. M.; ARRUDA, R. M. S.; BARROS, W. M.; BASSINELLO, P. Z.; OLIVEIRA, G. F.; SOUZA, C. F.; REZENDE, M. P. G.; MARKWITH, S. H. Animal production and conservation in the Pantanal Plain: a sustainability outlook. In: DELLASALA, D. A.; GOLDSTEIN, M. I. In: **Imperiled**: The encyclopedia of conservation: reference module in earth systems and environmental sciences. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 2022. p. 392–399. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00223-3SOUZA,

J. C.; RAMOS, A. A.; SILVA, L. O. C.; EUCLIDES FILHO, K.; ALENCAR, M. M.; WECHSLER, F. S.; GADINI, C. H.; VAN VLECK, L. D. Effect of genotype x environment interaction on weaning weight of Nellore calves raised in four different regions of Brazil. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceedings**... Armidale: WCGALP, 1998. v. 23, p. 196-198.

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. da; MALHADO, C. H. M.; SERENO, J. R. B.; FREITAS, J. A. de; SANTOS, I. W. dos; FERRAZ FILHO, P. B.; GONDO, A. Efeitos ambientais e genéticos sobre o peso ao desmame de animais da raça Nelore criados no Pantanal Sul-Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004, Corumbá, MS. **Sustentabilidade regional**: anais. Corumbá: Embrapa Pantanal: UCDB: UFMS: SEBRAE-MS, 2004. (CD-ROM).

SOUZA, J. C.; RAMOS, A. A.; SILVA, L. O. C.; EUCLIDES FILHO, K.; ALENCAR, M. M.; WECHSLER, 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. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000500024.

SOUZA, J. C.; VAZ, K. M.; SILVA, R. M.; MOTA, M. F.; MACHADO, C. H. C.; PEREIRA, M. A.; FREITAS, J. A.; FERNANDES, H. J. Avaliação de características produtivas de animais da raça Brahman criados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v. 26, n. 3, 2014. Disponível em: http://www.lrrd.org/lrrd26/3/souz26050.htm. Acesso em: 12 abr. 2025.

SOUZA, J. C.; FIALHO, F. R. L.; SOUZA, C. F. de; MACHADO, C. H. C.; FERRAZ FILHO, P. B.; FERRAZ, A. L. J. Estimation of adaptability and stability of Nellore sires, based on the productive progeny performance raised in Brazilian savanna. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 19, n. 1, p. 1-7, 2024. DOI: https://doi.org/10.3844/ajabssp.2024.1.7.

SOUZA, J. C.; SILVA, L. O. C.; SIMÕES, J. H.; MOSER, J. T.; OSTAPECHEN, J.; PINTO, P. H. N.; RUVIERO, V.; MALHADO, C. H. M.; FERRAZ FILHO, P. B.; FREITAS, J. A. de; SERENO, J.R.B. Tendências ambientais e genéticas para características produtivas de bovinos da raça Nelore. **Asociacíon Latinoamericana de Produccíon Animal**, v. 16, n. 2, p 84-89, 2007.

SOUZA, J. C.; BRULE, A. O. ; FERRAZ FILHO, P. B. ; OLIVEIRA, J. A. L. ; ALENCAR, M. M.. Repetibilidade dos pesos e ganho de pesos do nascimento à desmama de bezerros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n.1, p. 133-139, 1994.

SOUZA, J. C.; BIANCHINI SOBRINHO, E. . Estimativa do peso aos 24 meses de bovinos de corte, usando curvas de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n.1, p. 85-91, 1994.

STRANDBERG, E.; HENCKEL, P.; KRAUS, M.; KNUDSEN, A. S.; THOMSEN, M. K.; MADSEN, P. Genotype-environment interaction in dairy cattle: implications for breeding strategies. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 5421-5432, 2009. DOI: 10.3168/jds.2009-2730.

THOLON, P.; PAIVA, R. D. M.; MENDES, A. R. A.; BARROZO, D. Utilização de funções lineares e não lineares para ajuste do crescimento de bovinos Santa Gertrudis, criados a pasto. **Ars Veterinaria**, v.28, n.4, 234-239, 2012.

THOLON, P.; QUEIROZ, S. A. Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicadas ao melhoramento genético animal. **Ciência Rural**, v. 39, n.7, p. 2261- 2269, 2009.

THOLON, P.; QUEIROZ, S. A. Models for the analysis of growth curves for rearing tinamous (*Rhynchotus rufescens*) in captivity. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, n.1, p.23-31, 2007.

TROVO, J. C.; RAZOOK, A. G. Produção de bezerros e características reprodutivas em vacas de corte: comparação entre novilhas e vacas adultas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 2, p. 345-352, 1995.

VANRADEN, P.; WIGGANS, G.; SHAFE, M.; VLECK, D.V.V., Genomic evaluation of dairy cattle: a review of the methodology and applications in breeding programs. **Genetics Selection Evolution***,* v .45, n .1, p .1-15, 2013.

VAZ, K. M.; SOUZA, J. C.; FERRAZ, A. L. J.; SILVEIRA, M. V.; ARRUDA, R. M. S.; SOUZA, C.F.; FERRAZ FILHO, P. B.; MACHADO, C. H. C.; ALENCAR, M. P.; ABREU, U. G. P. Estimates of genetic parameters, growth curve, and environmental effects for Nellore cattle in the Pantanal. **Veterinary Sciences**, v. 11, p. 318, 2024.

VENCOVSKY, R.; PACKER, I. U. Genotype-environment interaction and its implications for selection strategies in animal breeding. **Genetics and Molecular Biology**, v. 29, n. 2, p. 235-240, 1976.

VIEIRA, D. H. **Efeitos não genéticos sobre as características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore**. 2008. 68f. Dissertação (Mestrado

em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

WOLF, J.; SOUZA, J. C. ; SILVA, L. O. C.; MALHADO, C. H. M; FERRAZ FILHO, P. B. Estudo de efeitos de meio sobre o peso aos 205 e 365 dias em animais da raça Guzerá em três regiões do Brasil. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 17, 2001, La Habana. **Anales...** La Habana: ALPA, 2001. CD ROM.

CGPE 19180