

EDUCAÇÃO E CAPACITAÇÃO DE PRODUTORES PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL**EDUCATION AND TRAINING OF PRODUCERS FOR ANIMAL GENETIC IMPROVEMENT** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.075-003>**Rodrigo Zaiden Taveira**

Doutor em Zootecnia

Docente da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Oeste, São Luís de Montes Belos, GO

Docente do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal e Forragicultura (PPGPAF) – Mestrado

Profissional, UEG

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7644-763X>**Rodrigo de Andrade Ferrazza**

Doutor em Reprodução Animal

Docente da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Oeste, São Luís de Montes Belos, GO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3593-7728>**Allaor Francisco Nunes de Almeida Fraga**

Médico Veterinário, graduado pela Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Discente do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal e Forragicultura (PPGPAF) – Mestrado

Profissional, UEG

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9402-6883>**Resumo**

A educação e a capacitação de produtores constituem estratégias fundamentais para ampliar a aplicação do melhoramento genético animal nos sistemas de produção. Trata-se de uma revisão bibliográfica de caráter didático, que reúne conceitos e exemplos práticos voltados à capacitação de produtores. O conhecimento dos fundamentos do melhoramento permite compreender os princípios da seleção e o uso adequado das informações genéticas. Nesse processo, a realização de registros zootécnicos e a qualidade dos dados assumem papel essencial, pois fornecem informações confiáveis para as avaliações e para a tomada de decisões. Além disso, a capacitação favorece a interpretação dos resultados das avaliações genéticas e sua aplicação na escolha de animais, acasalamentos e estratégias de seleção. Dessa forma, ações educativas e de capacitação podem aproximar o conhecimento técnico da realidade dos produtores, contribuindo para o uso mais eficiente das ferramentas de melhoramento genético animal dentro dos rebanhos.

Palavras-chave: Avaliação genética; Dados zootécnicos; Seleção.

Abstract

Producer education and training are fundamental strategies for broadening the application of animal genetic improvement in production systems. This is a didactic literature review that brings together concepts and practical examples aimed at training producers. Knowledge of the fundamentals of animal breeding makes it possible to understand the principles of selection and the appropriate use of genetic information. In this process, keeping livestock records and ensuring data quality play an essential role, as they provide reliable information for genetic evaluations and for decision-making. Furthermore, training favors the interpretation of genetic evaluation results and their application in the choice of animals, matings and selection strategies. Thus, educational and training actions can bring technical knowledge closer to the reality of producers, contributing to a more efficient use of animal breeding tools within herds.

Keywords: Genetic evaluation; Livestock records; Selection.

1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético animal constitui uma importante estratégia para o aprimoramento dos sistemas de produção, mas sua aplicação depende também do conhecimento e da participação dos produtores. Nesse contexto, a educação e a capacitação são fundamentais para aproximar as ferramentas do melhoramento genético da realidade das propriedades e favorecer sua aplicação nas decisões de seleção.

Martin-Collado et al. (2021) identificaram que a subutilização de ferramentas de melhoramento genético e a baixa participação dos produtores nos programas estão relacionadas às suas atitudes, que variaram entre raças, espécies e países. Os autores também observaram forte influência da raça criada sobre essas atitudes e destacaram que os resultados podem auxiliar na identificação de produtores mais propensos ou mais resistentes à adoção de inovações, contribuindo para direcionar as ações de extensão. Nesse contexto, Hatew et al. (2023) destacam que, para que os pequenos produtores possam se beneficiar das intervenções genéticas implementadas em suas propriedades, é necessário otimizar os programas de capacitação em alimentação e manejo.

Van Tassell et al. (2023) descrevem uma abordagem de melhoramento genético desenvolvida diretamente com pequenos produtores, integrando a participação e a capacitação dos agricultores às ações de extensão e ao conhecimento de especialistas em genética e produção animal. Nessa perspectiva, Haile et al. (2023) destacam que a implementação dos programas comunitários de melhoramento seja inicialmente simplificada, podendo a seleção de reprodutores começar por métodos de seleção massal baseados no desempenho individual e pelo uso de planilhas para o cálculo dos valores de criação. Com o desenvolvimento da experiência, os produtores podem avançar para a seleção baseada em valores genéticos estimados.

O conhecimento dos produtores é fundamental para a compreensão das ferramentas de melhoramento genético. Neste contexto, Ule et al. (2023) observaram que os produtores com maior nível de conhecimento sobre seleção apresentaram atitudes mais positivas em relação à seleção genética e genômica e mais negativas em relação à seleção tradicional. Os autores verificaram, ainda, que o nível de conhecimento esteve relacionado às atitudes dos produtores em relação aos diferentes aspectos do melhoramento genético.

Este capítulo tem como objetivo apresentar fundamentos básicos do melhoramento genético animal, reunindo conhecimentos essenciais que possam contribuir para a capacitação dos produtores e para a utilização dessas informações em suas atividades cotidianas. Para melhor organização e compreensão do conteúdo, o capítulo foi dividido nas seguintes seções: fundamentos do melhoramento genético animal; registro zootécnico e qualidade dos dados; interpretação e aplicação das avaliações genéticas; e aplicação prática das informações genéticas na propriedade.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 FUNDAMENTOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL

O melhoramento genético animal constitui importante ferramenta para promover avanços na eficiência produtiva, reprodutiva e econômica dos sistemas de produção. Contudo, a utilização adequada de seus princípios e tecnologias depende não apenas da disponibilidade de informações genéticas, mas também da capacidade do produtor em compreendê-las e aplicá-las na tomada de decisões. Nesse contexto, o conhecimento de conceitos fundamentais, como genótipo, fenótipo, herdabilidade, variabilidade genética, seleção e mérito genético, torna-se essencial para que o produtor possa reconhecer o potencial dos animais e estabelecer critérios de seleção coerentes com os objetivos de sua propriedade.

O melhoramento genético animal tem exercido, e continua a exercer, papel fundamental no desenvolvimento da pecuária, contribuindo para o aumento da eficiência e da sustentabilidade dos sistemas de produção nas diferentes espécies animais (Brito et al., 2021). Nesse sentido, essa área tem se consolidado como uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento da pecuária, contribuindo de forma contínua para o aumento da eficiência produtiva e para a sustentabilidade dos sistemas de produção. Seus avanços têm possibilitado melhorias no desempenho dos animais e maior eficiência dos sistemas de criação, abrangendo diferentes espécies de interesse zootécnico (Schultz; Serão; Ross, 2020).

Nesse contexto, a aplicação de estratégias de melhoramento genético tem contribuído para a redução da intensidade das emissões associadas à produção de leite e carne bovina nos países desenvolvidos. Tradicionalmente, esse processo tem sido conduzido por meio da seleção convencional, utilizando diferentes tecnologias para identificar animais de elevado mérito genético e disseminar seus genes nas populações (Van Eenennaam, 2025).

A efetividade dos programas de melhoramento genético não depende apenas do desenvolvimento de tecnologias de seleção, mas também de sua adoção pelos produtores. As estratégias de melhoramento e as características priorizadas podem variar em função das condições do produtor, dos objetivos de produção e do sistema produtivo adotado (Menchon et al., 2024).

Nesse contexto, a obtenção de informações sobre parâmetros genéticos, como herdabilidade, repetibilidade e correlação genética, constitui um requisito para o estabelecimento de estratégias eficientes de seleção. No melhoramento animal, estimativas confiáveis das variâncias genética e ambiental, bem como de suas proporções, são importantes para compreender a herança das características observadas nos animais, estimar valores genéticos e elaborar e otimizar programas de melhoramento (Toghiani, 2012).

A herdabilidade no sentido amplo corresponde à proporção da variação fenotípica decorrente dos valores genéticos, os quais podem incluir os efeitos de dominância e epistasia. A herdabilidade no sentido restrito, por sua vez, representa apenas a proporção da variação genética decorrente dos valores genéticos aditivos (Fathoni et al., 2022). A herdabilidade no sentido restrito apresenta particular importância no melhoramento animal. Conforme Jourdan-Pineau et al. (2021), a resposta à seleção depende da variância genética aditiva, componente considerada pela herdabilidade no sentido restrito.

A repetibilidade expressa a proporção da variância fenotípica de uma característica atribuída aos efeitos genéticos e ambientais permanentes, que tendem a se repetir em medidas subsequentes realizadas no mesmo indivíduo (Toghiani, 2012). A correlação genética é uma medida da intensidade de associação entre os valores genéticos de uma característica e os valores genéticos de outra característica (Bourdon, 2000).

Em termos práticos, esses parâmetros orientam as estratégias de seleção em programas de melhoramento genético. A herdabilidade permite estimar o potencial de resposta à seleção; a repetibilidade auxilia na avaliação da consistência de medidas repetidas e na definição do número de registros necessários; e a correlação genética permite prever respostas correlacionadas à seleção.

Independentemente das tecnologias empregadas, o melhoramento genético depende da existência de diferenças genéticas entre os indivíduos de uma população, o que permitirá a obtenção de progresso genético ao longo das gerações.

Portanto, a variação genética nas populações de animais de criação é fundamental para a segurança alimentar global, a resiliência e a sustentabilidade dos programas de melhoramento genético. Apesar de sua importância, ainda existem limitações na avaliação e no monitoramento dessa variação genética a partir de diferentes fontes de dados (Mészáros et al., 2026).

Nesse sentido, o avanço das tecnologias moleculares tem ampliado a capacidade de caracterizar a variabilidade genética das populações.

Entre essas tecnologias, os marcadores moleculares apresentam importante aplicação no melhoramento genético animal, especialmente em características de baixa herdabilidade, limitadas ao sexo ou que são avaliadas apenas em fases mais avançadas da vida dos animais. Sua utilização permite identificar diferenças genéticas em nível de DNA e pode contribuir para aumentar a acurácia e a intensidade da seleção, reduzir o intervalo de gerações e, consequentemente, favorecer o ganho genético (Husien et al., 2024).

As informações obtidas por meio dessas tecnologias podem, portanto, contribuir para o processo de seleção dos animais que serão utilizados na reprodução.

A seleção genética tem sido uma ferramenta eficaz para o melhoramento de longo prazo das populações de animais de produção. Os programas de melhoramento buscam identificar os indivíduos geneticamente superiores que serão utilizados como pais da próxima geração, geralmente com base em índices que integram informações de diversas características de importância econômica. Com a ampliação das fontes de informação disponíveis, torna-se cada vez mais importante contar com avaliações genéticas objetivas e confiáveis para subsidiar as decisões de seleção (Cole; Dürr; Nicolazzi, 2021).

A resposta genética à seleção constitui um elemento central dos programas de melhoramento animal. Sua magnitude está relacionada à intensidade e à acurácia da seleção, bem como à variabilidade genética aditiva disponível na população (Bijma, 2020). A resposta à seleção pode ser expressa pela equação $R = h^2 \times S$, em que R representa a resposta à seleção, h^2 a herdabilidade e S o diferencial de seleção.

Para exemplificar o cálculo do diferencial e da resposta à seleção em bovinos de corte, considere uma população de bovinos de corte com média de 200 kg para o peso à desmama. Após a avaliação dos animais, foram selecionados os indivíduos que apresentaram média de 220 kg para essa característica. Considerando uma estimativa de herdabilidade de 0,30 para o peso à desmama, calcule a resposta esperada à seleção (R). O diferencial de seleção (S) corresponde à diferença entre a média dos indivíduos selecionados e a média da população:

$$S = \bar{X}_s - \bar{X}$$

$$S = 220 - 200 = 20 \text{ kg}$$

Resposta esperada à seleção (R) pode ser calculada pela equação:

$$R = h^2 \times S$$

$$R = 0,30 \times 20 = 6 \text{ kg}$$

Assim, a resposta à seleção é de 6 kg, indicando um ganho genético esperado de aproximadamente 6 kg na média da população na geração seguinte.

O ganho genético por unidade de tempo é influenciado pela intensidade, acurácia da seleção, desvio-padrão genético e intervalo de gerações. A acurácia depende da herdabilidade da característica e das informações disponíveis sobre o animal e seus parentes, enquanto o desvio-padrão genético representa a variação genética existente na população (Berry et al., 2011).

Tendo em vista a obtenção de ganhos genéticos ao longo das gerações, a seleção utilizando múltiplas características pode ser utilizada por meio de índices de seleção.

O índice de seleção é uma ferramenta utilizada para selecionar animais para reprodução, combinando diferentes características de interesse com o objetivo de maximizar o mérito econômico da população nas gerações futuras (Wellmann, 2023). O índice de seleção combina informações de várias características em um único valor, que pode ser utilizado como critério para a seleção dos animais. Índices de seleção adequadamente construídos podem promover ganhos genéticos desejáveis em várias características simultaneamente (Cole, 2025).

Assim, os fundamentos do melhoramento genético animal constituem a base para a definição de objetivos de seleção que conciliem produtividade, saúde, bem-estar, eficiência e sustentabilidade dos sistemas de produção. A aplicação desses conhecimentos depende não apenas do desenvolvimento de métodos e tecnologias, mas também da capacitação de profissionais, produtores e estudantes, destacando a importância das ações de ensino, pesquisa e extensão na transferência e utilização do conhecimento genético.

Para facilitar a compreensão dos fundamentos do melhoramento genético animal, apresenta-se uma síntese dos principais conceitos e de sua aplicação prática.

Quadro 1 – Conceitos fundamentais do melhoramento genético animal e sua aplicação prática.

Conceito	O que significa?	Na prática, para o produtor
Genótipo	Conjunto de informações genéticas que o animal possui.	Representa o potencial genético do animal.
Fenótipo	Característica observada no animal, resultante de fatores genéticos e ambientais.	É aquilo que o produtor observa ou mede no animal.
Variabilidade genética	Diferenças genéticas existentes entre os animais de uma população.	Permite selecionar animais e obter progresso genético.
Herdabilidade	Proporção da variação fenotípica associada às diferenças genéticas.	Ajuda a compreender o potencial de resposta de uma característica à seleção.
Seleção genética	Escolha dos animais que serão utilizados como pais da próxima geração.	Permite direcionar o rebanho para características de interesse.
Índice de seleção	Combina informações de diferentes características em um único critério.	Permite considerar várias características simultaneamente na seleção.

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

2.2 REGISTRO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DOS DADOS

A eficiência do melhoramento genético está diretamente relacionada à disponibilidade e à qualidade dos registros zootécnicos utilizados nos processos de avaliação e seleção dos animais. Informações precisas, padronizadas e obtidas de forma contínua sobre características produtivas, reprodutivas, de crescimento, saúde e longevidade permitem identificar diferenças de desempenho entre os indivíduos e fornecem subsídios para estimar seu mérito genético. Nesse contexto, a capacitação do produtor para realizar a correta identificação dos animais, coletar, organizar e manter registros confiáveis constitui uma etapa fundamental

para a geração de informações úteis ao melhoramento genético e para a tomada de decisões mais eficientes dentro do sistema de produção.

A falta de dados confiáveis provenientes dos registros nas propriedades de criação de bovinos em regiões tropicais limita a tomada adequada de decisões por produtores, profissionais e órgãos responsáveis. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de sistemas simples e de baixo custo para o registro dos dados nas propriedades, baseados em informações precisas e confiáveis, que possam auxiliar os profissionais na tomada de decisões (Romero-Zúñiga et al., 2026).

Basir et al. (2024) observaram que os sistemas de registro nas propriedades estão passando de métodos tradicionais, baseados em papel e caneta, para ferramentas digitais. Apesar das vantagens dos sistemas digitais, os registros manuais ainda são frequentes e podem resultar em redundância, inconsistência e omissão de dados. Os autores destacam também desafios relacionados à integridade e à interoperabilidade das informações, ressaltando a importância de sistemas que favoreçam a qualidade, a consistência e a organização dos dados.

Resti et al. (2024) observaram que a maioria dos estudos avaliados tem se concentrado no desenvolvimento de ferramentas digitais para o registro do desempenho produtivo, principalmente da produção de leite, utilizando recursos como a Internet das Coisas e aplicativos para celulares. Os autores destacam ainda a importância da continuidade no registro dos dados e do retorno das informações aos produtores, de modo a favorecer o acompanhamento e a avaliação periódica das propriedades.

A padronização da geração e da coleta de dados é fundamental para o avanço da produção leiteira, contudo, fatores relacionados à propriedade, como seu tamanho, o sistema de criação e o conhecimento dos produtores sobre dados, podem dificultar essa padronização. Esses desafios podem ser enfrentados por meio de educação, incentivos e ações colaborativas, além da adoção de diretrizes e tecnologias que favoreçam a transparência, a cooperação e o uso de dados padronizados (Baldin et al., 2025). A padronização dos procedimentos contribui para melhorar a qualidade dos dados. Entretanto, mesmo com esses cuidados, podem ocorrer erros durante sua coleta e registro.

Erros fenotípicos provenientes de diferentes fontes, como imprecisões ou inconsistências nas mensurações, podem introduzir ruído e viés nas análises genéticas, reduzindo a precisão das estimativas dos parâmetros genéticos e das decisões de seleção (Wu et al., 2025).

Pimentel et al. (2024) observaram que o aumento da proporção de erros no *pedigree* levou à redução da correlação entre os valores genéticos verdadeiros e estimados, além de diminuir a variação das predições. Esses efeitos foram mais evidentes quando havia informações de progênie disponíveis, sendo os touros com maior número de filhas mais afetados que os animais jovens.

Os efeitos da qualidade das informações registradas não se restringem aos dados genealógicos, podendo também comprometer a utilização de registros produtivos, reprodutivos e sanitários dos animais.

Nesse contexto, a qualidade dos registros zootécnicos deve ser considerada desde a coleta das informações na propriedade, uma vez que dados incompletos, imprecisos ou não padronizados podem limitar sua utilização em avaliações posteriores.

O Quadro 2 apresenta exemplos ilustrativos de registros zootécnicos adequados e inadequados em um sistema de produção de bovinos leiteiros.

Quadro 2 – Exemplos ilustrativos de registros zootécnicos adequados e inadequados em um sistema de produção de bovinos leiteiros.

Animal	Registro adequado	Registro inadequado
Vaca 34	Produção média diária: 28,4 L; último parto: 12/08/2025; inseminação: 25/10/2025; diagnóstico de gestação: positivo.	Produção: menos de 30 L; parto: agosto; inseminada em setembro; prenhe: sim.
Vaca 47	Produção média diária: 24,7 L; gordura: 3,8%; proteína: 3,3%; CCS: 185.000 células/mL.	Produção: 25 L; gordura: normal; proteína: boa; CCS: baixa.
Vaca 31	Data do parto: 03/09/2025; sexo do bezerro: fêmea; peso ao nascimento: 38 kg; assistência ao parto: não necessária.	Parto em setembro; nasceu uma bezerrinha, com aproximadamente 40 kg; parto normal.
Vaca 74	Inseminação: 18/09/2025; diagnóstico de gestação: negativo em 20/10/2025; nova inseminação: 28/10/2025.	Inseminada em setembro; não pegou; inseminada novamente em outubro.

Fonte: Elaborada pelos autores (2026). Nota: O registro inadequado não significa necessariamente que a informação seja falsa. O problema está na sua imprecisão, incompletude, falta de padronização ou dificuldade de verificação, características que podem comprometer sua utilização em análises zootécnicas e estatísticas.

Mwanga et al. (2020), em seu estudo, observaram que a qualidade e a suficiência dos dados são condições necessárias para a tomada de decisões relacionadas à produção. Os autores identificaram problemas relacionados à ausência de registros, à utilização de sistemas inadequados de registro e à existência de informações fragmentadas ou incompletas, o que dificultou a análise dos dados. Os resultados reforçam a importância da manutenção adequada dos registros nas propriedades para que as informações produzidas possam ser utilizadas de forma efetiva.

A integração dos dados pode contribuir para melhorar a produtividade, a eficiência e a rentabilidade dos sistemas de produção leiteira. Para isso, os dados provenientes de diferentes fontes precisam ser coletados, organizados e integrados, possibilitando sua utilização em diferentes tipos de análises, favorecendo a tomada de decisões baseadas em dados (Wangen et al., 2021).

As decisões baseadas nos registros da propriedade apresentaram efeito estatisticamente significativo sobre a produção da atividade leiteira. A manutenção e a utilização dos registros diários podem contribuir para apoiar a tomada de decisões e para práticas de gestão da informação baseadas em dados na atividade leiteira (Gichohi, 2020).

A adoção de ferramentas digitais no meio rural pode ser favorecida por estratégias de capacitação, comunicação e extensão que orientem os produtores quanto ao seu uso e às possibilidades de aplicação na

atividade. Nesse sentido, a disposição dos produtores para utilizar essas ferramentas constitui um aspecto relevante para sua incorporação às práticas de gestão.

Schulz et al. (2022) observaram que os participantes apresentavam atitude positiva e disposição para utilizar aplicativos, embora o uso de aplicativos agrícolas fosse significativamente menor. Entre as principais razões para sua utilização estavam a obtenção de decisões mais fundamentadas, o aumento da eficiência e o acesso e registro de informações importantes.

Assim, os dados zootécnicos constituem uma importante ferramenta para o acompanhamento do sistema de produção e para a tomada de decisões. Para facilitar a compreensão dos principais aspectos relacionados aos registros zootécnicos, apresenta-se uma síntese dos elementos que contribuem para a obtenção e utilização de dados confiáveis no melhoramento genético animal.

Quadro 3 – Registros zootécnicos e qualidade dos dados utilizados em melhoramento genético animal.

Conceito	O que significa?	Na prática, para o produtor
Registro zootécnico	Coleta e organização de informações sobre os animais e o sistema de produção.	Permite acompanhar o desempenho do rebanho e apoiar decisões.
Identificação dos animais	Associação correta das informações ao animal correspondente.	Evita erros e permite acompanhar o histórico individual dos animais.
Qualidade dos dados	Conjunto de informações precisas, completas, consistentes e confiáveis.	Aumenta a segurança das decisões baseadas nos registros.
Padronização dos registros	Utilização de procedimentos uniformes para coletar e registrar as informações.	Facilita a organização, a comparação e o uso dos dados.

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

2.3 INTERPRETAÇÃO E APLICAÇÃO DAS AVALIAÇÕES GENÉTICAS

A interpretação adequada das avaliações genéticas representa uma etapa essencial para que o produtor possa transformar informações técnicas em decisões de seleção mais assertivas. Os resultados disponibilizados pelos programas de melhoramento, expressos por meio de ferramentas como Diferenças Esperadas na Progenie (DEPs), *Predicted Transmitting Ability* (PTA) ou capacidade prevista de transmissão, índices de seleção, acurácia e informações genômicas, devem ser compreendidos considerando a característica avaliada, sua importância econômica e os objetivos do sistema de produção. Dessa forma, a capacitação do produtor deve ir além da simples identificação de animais com maiores valores genéticos, proporcionando conhecimentos que permitam comparar indivíduos, compreender a confiabilidade das estimativas e reconhecer possíveis relações entre diferentes características, evitando interpretações isoladas que possam comprometer o progresso genético do rebanho.

2.3.1 Como usar as DEPs?

As DEPs constituem uma importante ferramenta para orientar a seleção e promover mudanças genéticas na população. Simplesmente conhecer a DEP de um animal para uma determinada característica

não tem significado sem algo com que compará-lo. Essa comparação pode ser entre animais ou entre um animal e um ponto de referência (Boyles, 2021). A DEP estima o desempenho esperado das progênes de um reprodutor em comparação com o desempenho das progênes dos demais reprodutores avaliados no programa.

Para exemplificar a utilização das DEPs na seleção de bovinos de corte, considere dois touros, A e B, com DEPs para Peso à Desmama (PD) de -2 kg e $+10$ kg, respectivamente. Se ambos forem acasalados com um grande número de vacas geneticamente semelhantes e os bezerros resultantes forem criados sob as mesmas condições ambientais e de manejo, espera-se uma diferença de 12 kg no desempenho médio das progênes, em favor dos filhos do Touro B.

2.3.2 Como usar as PTAs?

Para exemplificar a utilização das PTAs na seleção de bovinos leiteiros, considere dois touros, A e B, com PTAs para produção de leite (PL) de $+100$ kg e $+300$ kg, respectivamente. Nesse caso, espera-se que as filhas do touro B, em média, produzam 200 kg de leite a mais por lactação em relação às filhas do touro A, considerando a mesma base da avaliação genética.

Tanto as DEPs quanto as PTAs podem ser utilizadas para diferentes características, sendo seus valores expressos nas unidades correspondentes a cada característica avaliada. Assim, características relacionadas ao peso ou à produção podem ser expressas em quilogramas (kg), enquanto outras podem ser apresentadas em porcentagem (%), dias, meses ou outras unidades específicas. Dessa forma, a interpretação desses valores deve sempre considerar a característica avaliada e sua respectiva unidade de medida.

Além do valor estimado para cada característica, a interpretação das avaliações genéticas deve considerar a confiabilidade associada a essas estimativas. Nesse contexto, a acurácia constitui uma medida que reflete o grau de confiança associado às DEPs e PTAs.

Barwick et al. (2013) destacam a importância da acurácia na avaliação genética, especialmente na estimativa dos valores genéticos e na previsão da mudança genética esperada pela seleção. Os autores demonstram que a acurácia dos índices de seleção pode ser estimada a partir das informações disponíveis, permitindo avaliar com elevada precisão a resposta genética esperada.

Além da acurácia, existem outras informações que podem auxiliar na interpretação das avaliações genéticas, entre elas, o percentil, o qual representa a posição relativa do valor genético estimado de um animal em relação aos demais indivíduos avaliados para determinada característica. Essa informação possibilita a classificação dos animais avaliados dentro da população e facilita a identificação daqueles que apresentam valores genéticos mais favoráveis. Martín et al. (2021) utilizaram faixas de percentis para representar a posição dos valores genéticos estimados de touros Angus e Hereford para diferentes

características de crescimento e de carcaça, demonstrando o uso dessa informação como ferramenta para a classificação dos animais.

Entre as ferramentas utilizadas no processo de seleção genética, destacam-se os índices de seleção. O objetivo do índice de seleção é utilizar informações disponíveis para selecionar animais para a reprodução, com intuito de maximizar o lucro de uma raça nas gerações futuras (Wellmann, 2023). Esse índice permite que diferentes características de interesse possam ser incorporadas conjuntamente, tendo em vista os objetivos do sistema de produção.

O avanço das ferramentas de melhoramento genético ampliou as estratégias de seleção, possibilitando incorporar novas fontes de informações às avaliações genéticas, entre elas as informações genômicas.

A seleção genômica tem sido amplamente adotada nos programas de melhoramento animal e as informações genômicas têm contribuído para aumentar a precisão das avaliações genéticas. Entretanto, a redução da variância genética aditiva ao longo do tempo pode representar uma limitação aos ganhos genéticos futuros, constituindo um importante desafio para a seleção genômica (Misztal; Lourenco; Legarra, 2020).

A seleção genômica tem ampliado a aplicação das avaliações genéticas em bovinos de corte, favorecendo o progresso genético para características de importância econômica. Além de auxiliar na seleção de animais, as informações genotípicas permitem aprimorar registros de parentesco, reconstruir *pedigrees* e controlar a consanguinidade. Apesar dos custos ainda limitarem sua adoção, avanços em imputação genômica e fenotipagem tendem a ampliar sua utilização nos programas de melhoramento (Fernandes Júnior et al., 2022).

Em relação à capacidade preditiva, os marcadores genéticos podem fornecer informações suficientes para substituir os dados de parentesco. Além disso, o método ssGBLUP iterativo apresenta eficiência na realização de análises de associação genômica ampla, permitindo identificar regiões genômicas, como os QTLs, relacionadas a características de importância econômica (Pértille et al., 2016).

A seleção genômica baseia-se na estimativa dos valores genômicos de melhoramento, utilizando informações de marcadores moleculares para prever seus efeitos sobre as características de interesse, em vez de testar individualmente sua significância. Sua aplicação requer uma população de referência adequada, fundamental para aumentar a precisão das predições genômicas (Tade; Melesse, 2024).

A integração entre métodos convencionais e tecnologias moleculares tem ampliado a eficiência dos programas de melhoramento genético. A associação de estratégias tradicionais, como seleção e cruzamentos, com ferramentas modernas, como seleção genômica, seleção assistida por marcadores e edição gênica, possibilita maior velocidade e precisão no progresso genético (Ullah; Waheed, 2025).

Nesse contexto, a incorporação de ferramentas moleculares tem ampliado a disponibilidade de informações genéticas utilizadas em programas de melhoramento, entre elas a genotipagem e o sequenciamento de alto rendimento.

A genotipagem e o sequenciamento de alto rendimento revolucionaram o melhoramento genético animal ao possibilitarem o acesso a grandes volumes de dados genômicos, favorecendo uma seleção mais precisa para características desejáveis. Essa transição dos métodos tradicionais para a seleção genômica disponibiliza informações densas de marcadores para a predição de variantes genéticas. Contudo, o sucesso da seleção genômica depende diretamente da acurácia e da qualidade dos dados genômicos utilizados (Lee; Jung; Oh, 2024).

As avaliações genéticas são importantes ferramentas para orientar a escolha dos animais para a reprodução, os quais serão os pais da próxima geração. Ao reunir dados produtivos, reprodutivos e sanitários, permitem identificar animais que apresentam maior potencial genético para os objetivos do sistema de produção.

2.4 APLICAÇÃO PRÁTICA DAS INFORMAÇÕES GENÉTICAS NA PROPRIEDADE

A aplicação das informações genéticas na propriedade constitui uma etapa fundamental para transformar os resultados das avaliações genéticas em estratégias efetivas de seleção e melhoria do rebanho. A partir da compreensão dessas informações, o produtor pode estabelecer objetivos de seleção de acordo com as características de maior relevância para seu sistema de produção, orientar a escolha de reprodutores e matrizes, definir critérios de seleção e descarte e planejar acasalamentos que favoreçam a combinação de características desejáveis.

Além disso, a utilização das informações genéticas deve estar associada às condições de manejo, ambiente e mercado de cada propriedade, permitindo decisões mais equilibradas e coerentes com os objetivos produtivos e econômicos. Dessa forma, a capacitação do produtor para utilizar as avaliações genéticas contribui para o uso mais eficiente dos recursos disponíveis e para a obtenção de ganhos genéticos contínuos ao longo das gerações.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhoramento genético animal constitui uma importante ferramenta para o aprimoramento dos sistemas de produção, mas sua efetividade depende da integração entre conhecimento, qualidade das informações e capacidade de utilização dos resultados no campo.

A qualidade dos registros zootécnicos e a padronização dos procedimentos de coleta são fundamentais para reduzir erros e assegurar maior consistência às informações utilizadas nas avaliações genéticas.

A interpretação adequada de ferramentas como DEP, PTA, acurácia, percentis e índices de seleção permite ao produtor comparar animais e estabelecer critérios de seleção de acordo com os objetivos de seu sistema de produção. Da mesma forma, a incorporação de informações genômicas amplia as possibilidades de avaliação e seleção dos animais.

A capacitação dos produtores, aliada às ações de ensino, pesquisa e extensão, é fundamental para transformar informações técnicas em decisões práticas de seleção, contribuindo para o uso mais eficiente dos recursos disponíveis e para a obtenção de ganhos genéticos contínuos ao longo das gerações.

AGRADECIMENTOS

Este material foi produzido para o I Simpósio de Educação em Saúde. Os autores agradecem à Universidade Estadual de Goiás pelo apoio financeiro concedido por meio do Edital PrE nº 09/2026 – Programa Institucional de Incentivo à Extensão (PIIEx) – Eventos Institucionais.

REFERÊNCIAS

BALDIN, M. et al. Standardization for data generation and collection in the dairy industry: addressing challenges and charting a path forward. **Animals**, v. 15, n. 2, art. 250, 2025. DOI: 10.3390/ani15020250.

BARWICK, S. A. et al. Estimation of accuracies and expected genetic change from selection for selection indexes that use multiple-trait predictions of breeding values. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 2013. DOI: 10.1111/jbg.12011.

BASIR, M. S. et al. From pen and paper to digital precision: a comprehensive review of on-farm recordkeeping. **Precision Agriculture**, v. 25, p. 2643-2682, 2024. DOI: 10.1007/s11119-024-10172-7.

BERRY, D. P. et al. Genetics of animal health and disease in cattle. **Irish Veterinary Journal**, v. 64, n. 1, art. 5, 2011. DOI: 10.1186/2046-0481-64-5.

BIJMA, P. The Price equation as a bridge between animal breeding and evolutionary biology. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 375, n. 1797, art. 20190360, 2020. DOI: 10.1098/rstb.2019.0360.

BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.

BOYLES, S. Expected progeny differences and their accuracy. **Ohio BEEF Cattle Letter**. Columbus: Ohio State University Extension, 2021. Disponível em: <https://u.osu.edu/beef/?p=11555>. Acesso em: 15 out. 2026.

BRITO, L. F. et al. Review: Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world. **Animal**, v. 15, supl. 1, art. 100292, 2021. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100292.

COLE, J. B. Are there too many traits in our selection indices? **Journal of Dairy Science**, v. 108, n. 11, p. 12483-12505, 2025. DOI: 10.3168/jds.2024-25833.

COLE, J. B.; DÜRR, J. W.; NICOLAZZI, E. L. Invited review: The future of selection decisions and breeding programs: What are we breeding for, and who decides? **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 5, p. 5111-5124, 2021. DOI: 10.3168/jds.2020-19777.

FATHONI, A. et al. An appropriate genetic approach for improving reproductive traits in crossbred Thai–Holstein cattle under heat stress conditions. **Veterinary Sciences**, v. 9, n. 4, art. 163, 2022. DOI: 10.3390/vetsci9040163.

FERNANDES JÚNIOR, G. A. et al. Current applications and perspectives of genomic selection in *Bos indicus* (Nellore) cattle. **Livestock Science**, v. 263, art. 105001, 2022. DOI: 10.1016/j.livsci.2022.105001.

GICHOHI, P. M. The role of record keeping and maintenance in enhancing decision making among smallholder dairy farmers in Gitugi Ward in Murang'a County, Kenya. **Information Development**, v. 36, n. 4, p. 535-545, 2020.

HAILE, A. et al. How to succeed in implementing community-based breeding programs: lessons from the field in Eastern and Southern Africa. **Frontiers in Genetics**, v. 14, art. 1119024, 2023. DOI: 10.3389/fgene.2023.1119024.

HATEW, B. et al. Synergies of feed, management trainings, and genetics on milk production of dairy cows in the tropics: the case of Ethiopian smallholder farmers. **Frontiers in Animal Science**, v. 4, art. 1119786, 2023. DOI: 10.3389/fanim.2023.1119786.

HUSIEN, H. M. et al. The evolution and role of molecular tools in measuring diversity and genomic selection in livestock populations (traditional and up-to-date insights): a comprehensive exploration. **Veterinary Sciences**, v. 11, n. 12, art. 627, 2024. DOI: 10.3390/vetsci11120627.

JOURDAN-PINEAU, H. et al. Estimating heritability in honeybees: comparison of three major methods based on empirical and simulated datasets. **Ecology and Evolution**, v. 11, n. 13, 2021. DOI: 10.1002/ece3.7389.

LEE, J.; JUNG, J. H.; OH, S.-H. Enhancing animal breeding through quality control in genomic data – a review. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 66, n. 6, p. 1099-1108, 2024. DOI: 10.5187/jast.2024.e92.

MARTÍN, N. et al. Estimated breeding values of beef sires can predict performance of beef-cross-dairy progeny. **Frontiers in Genetics**, v. 12, art. 712715, 2021. DOI: 10.3389/fgene.2021.712715.

MARTIN-COLLADO, D. et al. Measuring farmers' attitude towards breeding tools: the Livestock Breeding Attitude Scale. **Animal**, v. 15, n. 2, art. 100062, 2021. DOI: 10.1016/j.animal.2020.100062.

MENCHON, P. et al. Exploration of extension research to promote genetic improvement in cattle production: systematic review. **Animals**, v. 14, n. 2, art. 231, 2024. DOI: 10.3390/ani14020231.

MÉSZÁROS, G. et al. Framework for assessing genetic variation in livestock using demographic, pedigree, and genomic measures. **Frontiers in Genetics**, v. 17, art. 1792347, 2026. DOI: 10.3389/fgene.2026.1792347.

MISZTAL, I.; LOURENCO, D.; LEGARRA, A. Current status of genomic evaluation. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 4, p. 1-14, 2020. DOI: 10.1093/jas/skaa101.

MWANGA, G. et al. How information communication technology can enhance evidence-based decisions and farm-to-fork animal traceability for livestock farmers. **The Scientific World Journal**, v. 2020, art. 1279569, 2020. DOI: 10.1155/2020/1279569.

PÉRTILE, S. F. N. et al. Seleção e associação genômica ampla para o melhoramento genético animal com uso do método ssGBLUP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 10, p. 1729-1736, out. 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016001000004.

PIMENTEL, E. C. G. et al. How pedigree errors affect genetic evaluations and validation statistics. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 6, p. 3716-3723, 2024. DOI: 10.3168/jds.2023-24070.

RESTI, Y. et al. A review of on-farm recording tools for smallholder dairy farming in developing countries. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 5, art. 168, 2024. DOI: 10.1007/s11250-024-04024-9.

ROMERO-ZÚÑIGA, J. J. et al. Productive and reproductive record keeping in low-to-middle-income tropical livestock systems: challenges and perspectives. **Animals**, v. 16, n. 11, art. 1691, 2026. DOI: 10.3390/ani16111691.

SCHULTZ, B.; SERÃO, N. V. L.; ROSS, J. W. Genetic improvement of livestock, from conventional breeding to biotechnological approaches. In: BAZER, F. W.; LAMB, G. C.; WU, G. (ed.). **Animal agriculture: sustainability, challenges and innovations**. [S. l.]: Academic Press, 2020. p. 393-405. DOI: 10.1016/B978-0-12-817052-6.00023-9.

SCHULZ, P. et al. Exploring the role of smartphone apps for livestock farmers: data management, extension and informed decision making. **The Journal of Agricultural Education and Extension**, v. 28, n. 1, p. 93-114, 2022. DOI: 10.1080/1389224X.2021.1910524.

TADE, B.; MELESSE, A. A review on the application of genomic selection in the improvement of dairy cattle productivity. **Ecological Genetics and Genomics**, v. 31, art. 100257, 2024. DOI: 10.1016/j.egg.2024.100257.

TOGHIANI, S. Quantitative genetic application in the selection process for livestock production. In: JAVED, K. (ed.). **Livestock production**. Rijeka: InTech, 2012. p. 3-32. DOI: 10.5772/51027.

ULE, A.; ERJAVEC, K.; KLOPČIČ, M. Influence of dairy farmers' knowledge on their attitudes towards breeding tools and genomic selection. **Animal**, v. 17, n. 6, art. 100852, 2023. DOI: 10.1016/j.animal.2023.100852.

ULLAH, K.; WAHEED, A. Review: genetic improvement in livestock: a journey from conventional breeding to genomic precision. **Veterinary Biomedical and Clinical Journal**, v. 7, n. 1, p. 30-44, 2025. DOI: 10.21776/ub.VetBioClinJ.2025.007.01.3.

VAN EENENNAAM, A. L. Current and future uses of genetic improvement technologies in livestock breeding programs. **Animal Frontiers**, v. 15, n. 1, p. 80-90, 2025. DOI: 10.1093/af/vfae042.

VAN TASSELL, C. P. et al. The African Goat Improvement Network: a scientific group empowering smallholder farmers. **Frontiers in Genetics**, v. 14, art. 1183240, 2023. DOI: 10.3389/fgene.2023.1183240.

WANGEN, S. R. et al. Improving farm decisions: the application of data engineering techniques to manage data streams from contemporary dairy operations. **Livestock Science**, v. 250, art. 104602, 2021. DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104602.

WELLMANN, R. Selection index theory for populations under directional and stabilizing selection. **Genetics Selection Evolution**, v. 55, n. 1, art. 10, 2023. DOI: 10.1186/s12711-023-00776-4.

WU, X.-L. et al. Handling errors in the response: considerations for leveraging unsupervised or incomplete data for genetic evaluations. **JDS Communications**, v. 6, n. 5, p. 675-680, 2025. DOI: 10.3168/jdsc.2024-0668.