



# Explorando recursos genéticos e tecnológicos para acelerar o ganho genético em programas de melhoramento de bovinos de corte

Fabio Luiz Buranelo Toral  
Professor Titular UFMG  
Coord. P, D & I Embrapa Geneplus



FLBTORAL

# Formação acadêmica



Zootecnia (1997 – 2002)



Mestrado em Genética e  
Melhoramento (2002 – 2004)



Doutorado em Zootecnia (2004 – 2007)



THE UNIVERSITY  
*of* EDINBURGH



Pós-doutorado em Genetics &  
Genomics (2017 – 2018)

# Atuação profissional



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE MATO GROSSO**

2006 – 2010

Genética  
Algebra linear  
Estatística  
Melhoramento genético  
Bovinocultura de corte



2010 – atual

Estatística  
Melhoramento genético

# Agências financeiras – setor público



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE MINAS GERAIS



Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico



CAPES



FAPEMIG

# Agências financeiras – iniciativa privada



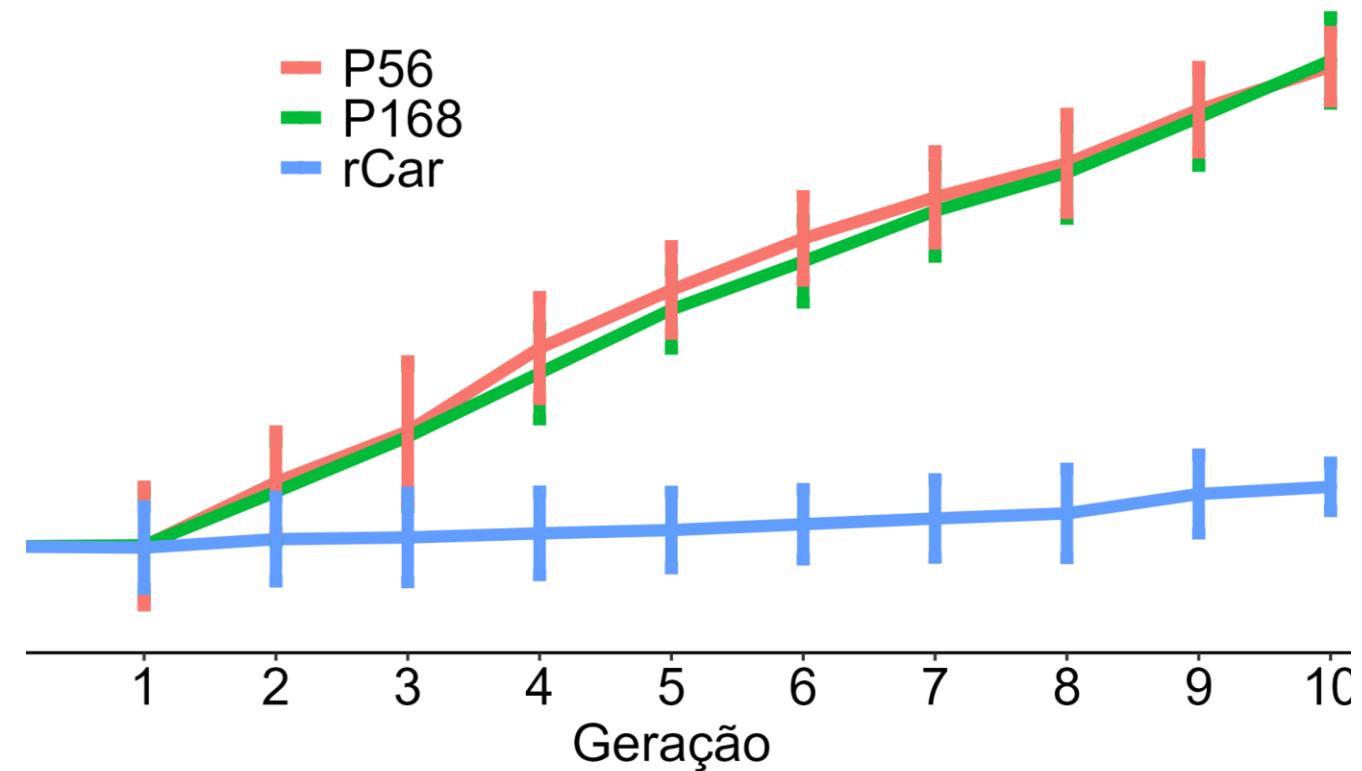


Gir Leiteiro  
Girolando

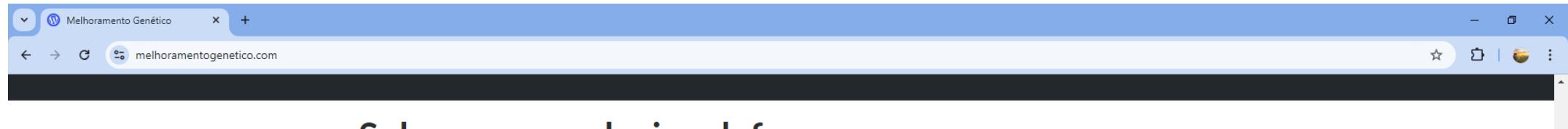


Nelore





Programa de Melhoramento Genético  
de Tilápias do Nilo / UFMG



## Sobre como reduzir a defasagem genética nos rebanhos bovinos brasileiros

22 DE FEVEREIRO DE 2019 / FABIO TORAL / DEIXE UM COMENTÁRIO

Existe diferença entre os potenciais genéticos dos animais que fazem parte dos rebanhos elites (ou Núcleo) e dos animais que fazem parte dos rebanhos comerciais. Na prática, se um grupo representativo de animais que fazem parte do **Núcleo** fosse colocado sob as mesmas condições de criação de outro grupo representativo de animais do estrato **Comercial**, a produção do primeiro grupo seria maior do que a produção do segundo grupo (Figura 1).

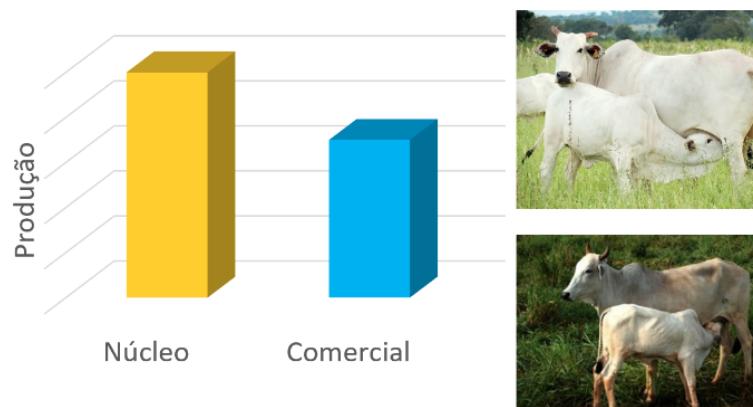
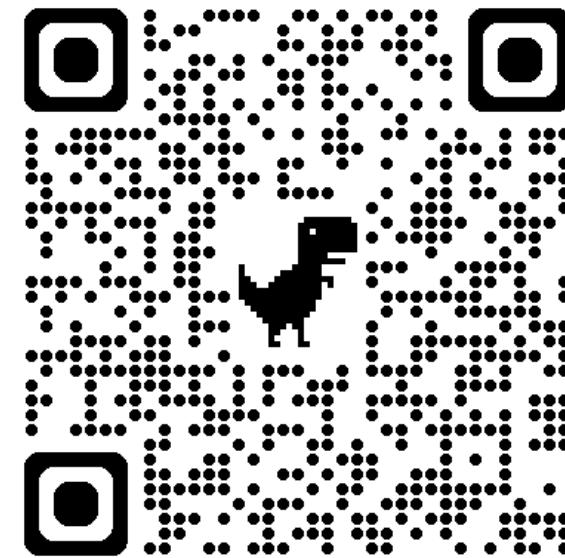
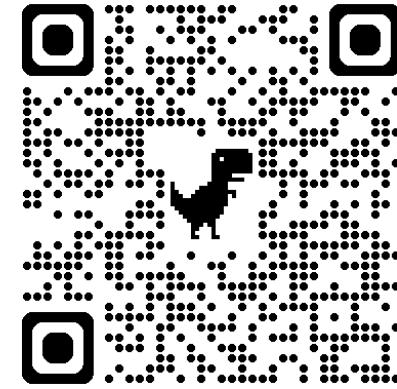
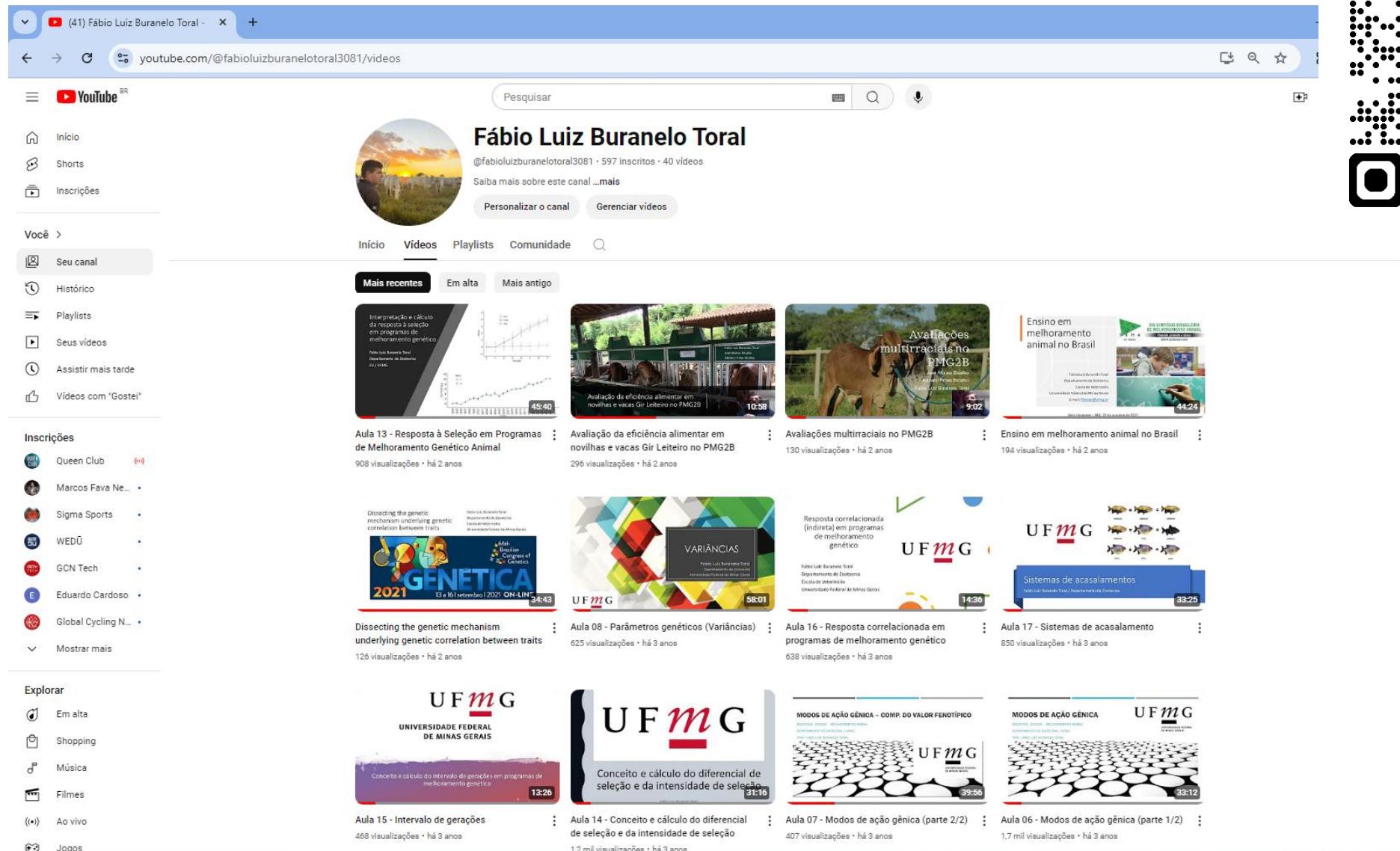


Figura 1. Produções de animais de rebanhos Núcleo e Comercial.



@fabioluizburanelotoral3081



## Benchmarking in a beef cattle breeding program: Lessons from the best breeders

Fabio Luiz Buranelo Toral<sup>1</sup>  | Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes<sup>2</sup> |  
Luiz Otavio Campos da Silva<sup>2,3</sup> | Leonardo Martin Nieto<sup>4</sup> | Maury Dorta de Souza Jr.<sup>4</sup> |  
Roberto Augusto de Almeida Torres Jr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais,  
Belo Horizonte, Brazil

<sup>2</sup>Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Brazil

<sup>3</sup>In Memoriam, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Brazil

<sup>4</sup>Geneplus Consultoria Agropecuária Ltda, Campo Grande, Brazil

Correspondence

Fabio Luiz Buranelo Toral,  
Universidade Federal de Minas Gerais,  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.  
Email: [fbltoral@ufmg.br](mailto:fbltoral@ufmg.br)

Funding information

Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico

### Abstract

Beef cattle breeding programs offer genetic evaluations and consulting services on animal breeding practices to help breeders improve the genetic merit of their herds. Some breeders are more willing to apply best practices and technologies than others. Consequently, the average genetic merit and genetic trends differ across herds. We benchmarked some parameters of an average herd (AVE) and the corresponding parameters of herds with higher genetic merit (TOP), both participating in a commercial Nellore breeding program. Expected progeny differences (EPD) for growth, reproductive and carcass traits and a selection index (SI) of animals born from 2005 to 2019 on 128 farms located in Brazil, Bolivia and Paraguay were used to compute the AVE parameters. The 20 herds with higher mean SI of animals born in the last five birth seasons were classified as TOP herds. The mean SI and EPD of animals born in the last five seasons in the TOP herds were, respectively, 89% and 79% to 206% higher ( $p \leq 0.001$ ) than those of animals from the AVE herd. Genetic trends over the entire period were also higher (50% for SI and 31% to 88% separately for each trait,  $p \leq 0.006$ ) in the TOP herds compared to the AVE herd. Although the difference in the numbers of cows, bulls and calves between the TOP and AVE herds did not reach statistical significance ( $p = 0.175$ ,  $p = 0.273$  and  $p = 0.061$ , respectively), the numbers of progeny per cow and per bull were 21% ( $p = 0.012$ ) and 26% ( $p = 0.047$ ) higher in the TOP herds, respectively. Multiple ovulation and embryo transfer and in vitro fertilization and embryo transfer (MOET/IVF) accounted for a higher percentage of births in the TOP herds compared to AVE (24.6% vs. 12.5%,  $p = 0.002$ ). The generation interval was 17% shorter ( $p < 0.001$ ) in the TOP herds compared to AVE. The average inbreeding coefficient of animals from the TOP herds ( $1.08 \pm 0.52\%$ ) did not differ ( $p = 0.78$ ) from that of AVE animals ( $1.26 \pm 0.96\%$ ). In general, AVE herds are evolving in the desirable direction but differences in genetic merit between AVE and TOP herds are increasing over time. The more frequent use of MOET/IVF, a lower cow-to-bull ratio, and a larger family size (progeny per cow or per bull) can help achieve larger selection differentials and increase genetic trends and average genetic merits of TOP herds compared to AVE herds.

## Multivariate analysis of herd structure and genetic resource indicators in seedstock beef cattle herds

Rafael Monteiro dos Santos<sup>1</sup> | Iris Assis Aganete<sup>1</sup> | Bruna Diego Botrel<sup>1</sup> |  
Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes<sup>2</sup> | Leonardo Martin Nieto<sup>3</sup> |  
Maury Dorta de Souza Jr.<sup>3</sup> | Fabio Luiz Buranelo Toral<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais,  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>2</sup>Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil

<sup>3</sup>Geneplus Consultoria Agropecuária Ltda, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil

### Correspondence

Fabio Luiz Buranelo Toral,  
Universidade Federal de Minas Gerais,  
6627 Antônio Carlos Avenue, Belo Horizonte, Minas Gerais 31270-901, Brazil.  
Email: [fbltoral@hotmail.com](mailto:fbltoral@hotmail.com)

### Abstract

Genetic, environmental, technological and financial resources are used differently in cattle herds that participate in the same breeding programme. The percentages of calves sired by sires within their own herd or from external herds vary across herds, as do the intensities of use of reproductive biotechnologies. These divergences may be related to differences in the indicators of genetic performance for economic traits. The aim of this study was to determine the factors related to herd structure and genetic resource utilization that exert the greatest influence on the genetic merit of seedstock herds within a Nellore breeding programme. The database comprised 21 factors, along with genomic-enhanced expected progeny differences (GE-EPDs) for growth, reproductive and carcass traits, as well as a selection index of animals from 128 herds. By combining principal component analysis and cluster analysis, we were able to group the herds. We identified statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in the mean values of the factors, GE-EPDs and genetic trends among the groups of herds. Differences in the percentage of sires from external herds and in sire age between the groups of herds were the factors most associated with differences in mean GE-EPDs and genetic trends. Using young sires from other herds or lineages is an effective strategy in animal breeding. By enhancing genetic variability, this approach does not only improve the genetic quality of herds but also accelerates genetic progress in desired traits over time. Therefore, to ensure the success of this strategy, it is crucial that seedstock herds undergo a thorough selection process aimed at maximizing the genetic potential of future generations of beef cattle.

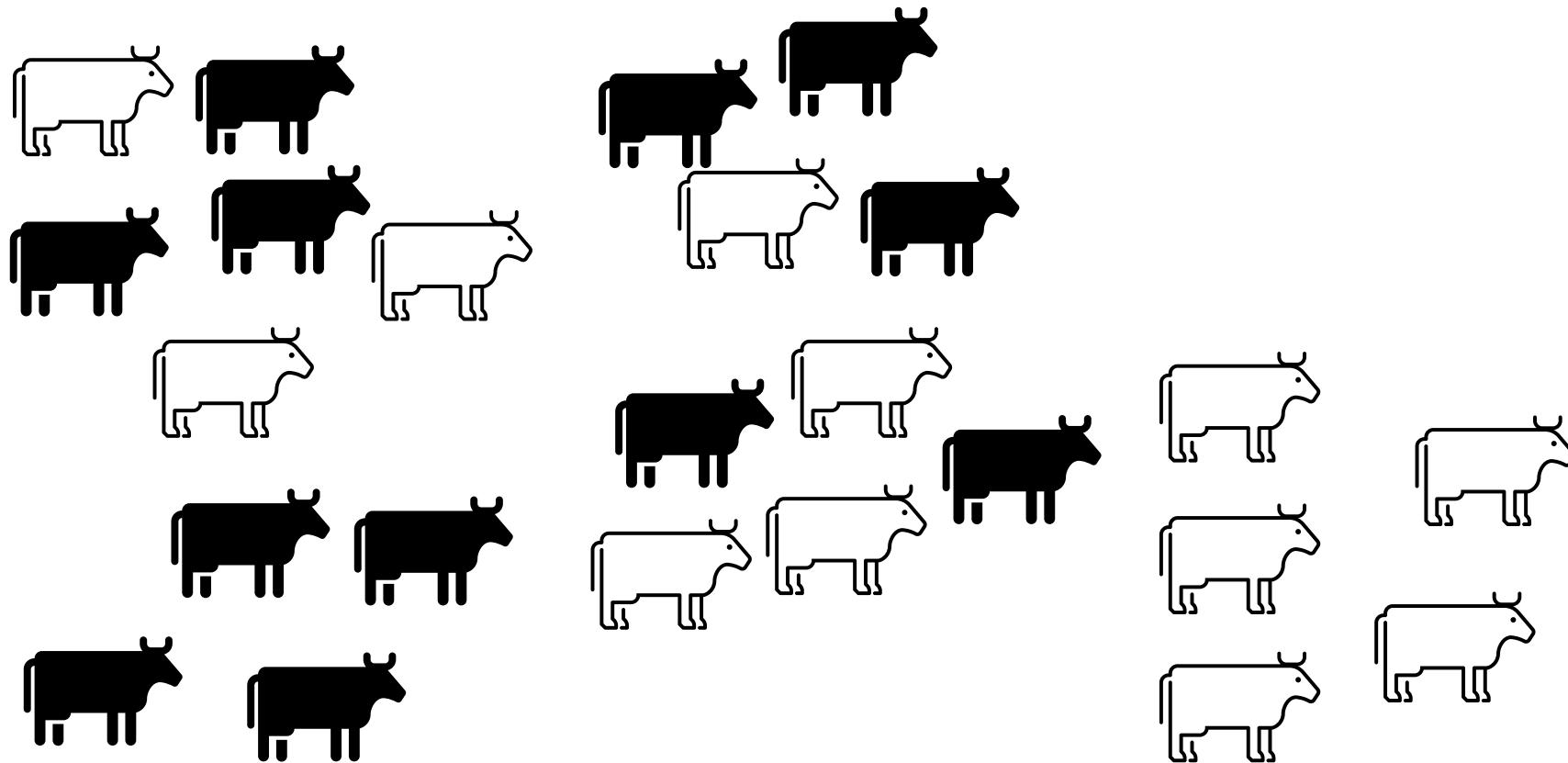
### KEY WORDS

benchmarking, genetic resource, genetic variability, progeny testing, response to selection, sire age

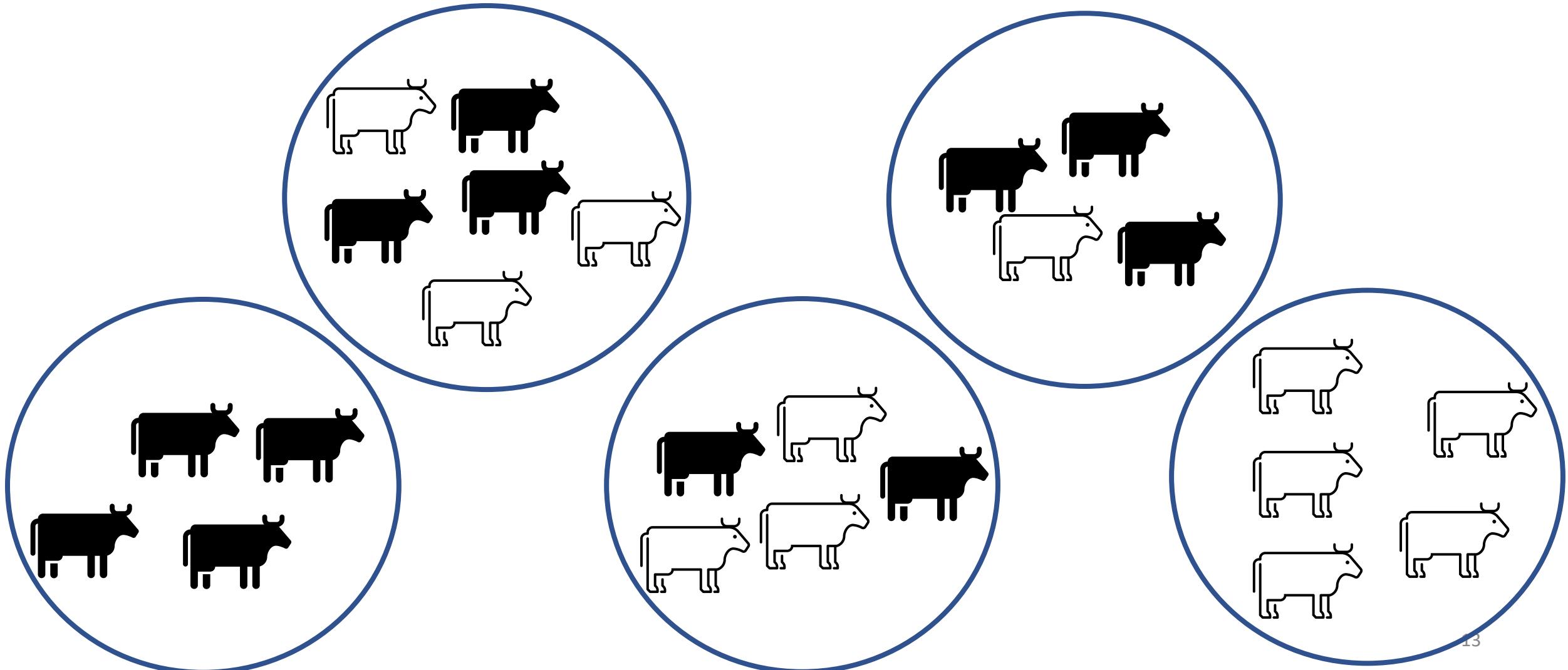
Benchmarking é uma técnica de análise de resultados que permite estabelecer valores de referência e auxilia na tomada de decisões

- Comparação de pares
- Estabelecer uma referência
- Comparar indicadores e processos
- Extrair informações sobre práticas de sucesso
- Adoção de práticas de sucesso para promover a evolução

# População de animais expostos às mesmas estratégias de seleção e acasalamento



# Subpopulações de animais expostos à diferentes estratégias de seleção e acasalamento



# População vs Subpopulações

## População

- Maior tamanho amostral
- Maior precisão das estimativas
- Estudos evolutivos de uma espécie ou raça

## Subpopulações

- Consequências das diferentes estratégias de seleção e acasalamento
- Fluxo de genes entre subpopulações

# Base dados

- Resultados das avaliações genéticas conjuntas ABCZ – Embrapa – Geneplus 2021 / 1
  - > 13 milhões de animais (1991 – 2020)
  - > 11 milhões de pesagens
  - > 250 mil medidas de perímetro escrotal
  - ~ 1,8 milhões de medidas de idade ao primeiro parto
  - ~ milhão de registros de stayability
  - > 110 mil avaliações de carcaça
- Rebanhos ativos, associados ao programa Embrapa – Geneplus
  - 128 rebanhos (Brasil, Bolívia e Paraguai)
  - 15 safras de nascimento (2005 – 2019)
  - 538.381 produtos da raça Nelore

# Principais indicadores individuais e do rebanho

## Indicadores individuais

- Índice de Qualificação Genética (IQG)
- Diferenças Experadas na Progênie (DEP): PD, TMD, GPD, PS, PES, IPP, STAY, AOL, EGS
- Coeficiente de consanguinidade
- Intervalos de gerações (touro – produto; vaca – produto; IG médio)

## Indicadores do rebanho

- Números de produtos (todos, FIV/TE), touros (todos, inéditos) e vacas (todas, doadoras, inéditas)
- Relação vacas : touro
- Origens de touros e vacas
- Relações de indicadores
- Tendências genéticas

# Metodologia para classificação dos rebanhos

- Médias de cada um dos 14 indicadores individuais das últimas cinco safras (2015 – 2019)
  - 14 médias para cada rebanho
- Ordenamentos dos rebanhos com base na média do Índice de Qualificação Genética (IQG)
- Categorias
  - Geneplus (todos os rebanhos)
  - Elite Geneplus (20 rebanhos com as melhores médias para IQG)

# Caracterização dos rebanhos

Tabela 1. Médias de indicadores para os rebanhos Geneplus e rebanhos Elite Geneplus\*

Indicador	Geneplus (n = 128)	Elite Geneplus (n = 20)
Número de produtos	320	435
Percentual de produtos de FIV/TE (%)	12,6	24,6
Número de vacas	275	330
Percentual de vacas inéditas (%)	30,6	33,5
Percentual de doadoras (%)	4,4	9,6
Idade das vacas (anos)	6,1	5,1
Número de touros	25	27
Percentual de touros inéditos (%)	17,7	22,2
Idade dos touros (anos)	7,6	6,1

\*Cores diferentes na mesma linha representam que a diferença entre as médias é estatisticamente significativa ( $P<0,10$ ). Adaptado de Toral et al. (2023).

# As tendências genéticas foram significativas para todas as características

Tabela 2. Médias das tendências genéticas nos rebanhos Geneplus e rebanhos Elite Geneplus\*

Indicador	Geneplus (n = 128)	Elite Geneplus (n = 20)
IQG	0,196	0,299 (+53%)
PD	0,140	0,211 (+51%)
TMD	0,123	0,180 (+46%)
GPD	0,156	0,230 (+47%)
PS	0,184	0,273 (+49%)
PES	0,147	0,235 (+60%)
IPP	-0,090	-0,120 (+34%)
STAY	0,114	0,171 (+50%)
AOL	0,130	0,215 (+66%)
EGS	0,068	0,132 (+92%)

A estratégia de agrupamento dos rebanhos (médias do IQG das últimas cinco safras, 2015 – 2019) foi eficiente para identificar um conjunto de rebanhos (Elite Geneplus) que obteve ganhos anuais maiores para todas as características componentes do IQG.

**Próxima etapa:** identificar as causas dessa superioridade.

\*Cores diferentes na mesma linha representam que a diferença entre as médias é estatisticamente significativa ( $P < 0,10$ )

É possível acelerar o ganho genético sem prejudicar a média do coeficiente de consanguinidade por meio de acasalamentos adequados

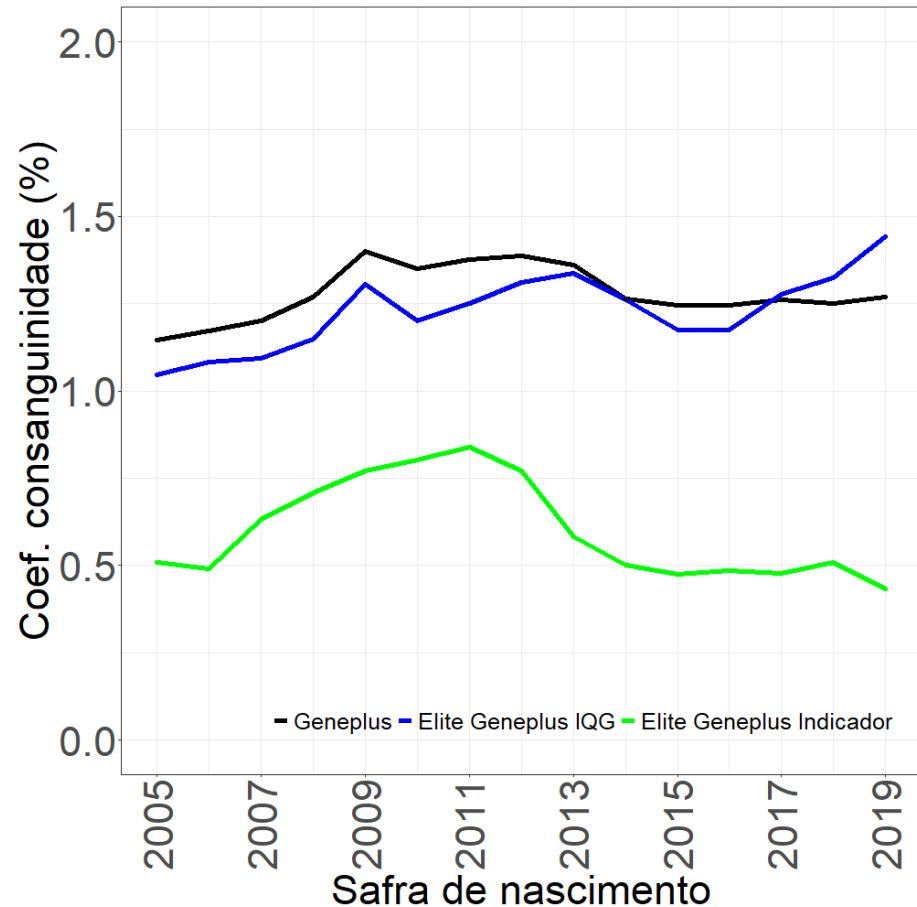


Figura 1. Médias dos coeficientes de endogamia em função da safra de nascimento.

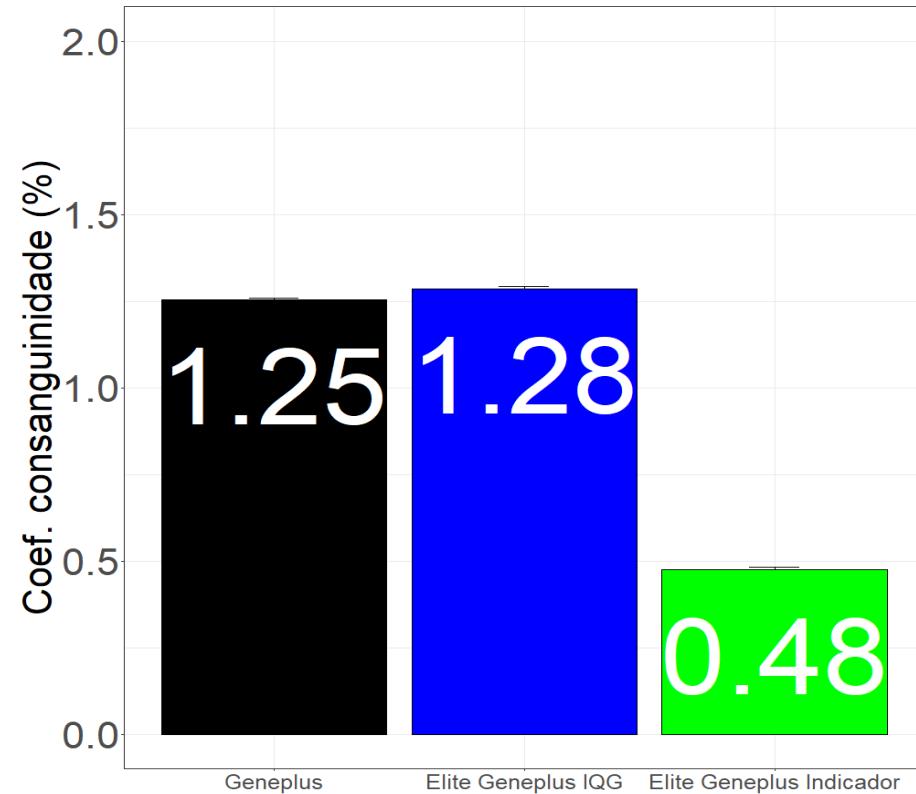


Figura 2. Médias dos coeficientes de endogamia nas safras 2015 – 2019. ( $P<0,1$ ).

O intercâmbio de material genético de touros, produzidos em outros rebanhos Geneplus, é valorizado pelos selecionadores

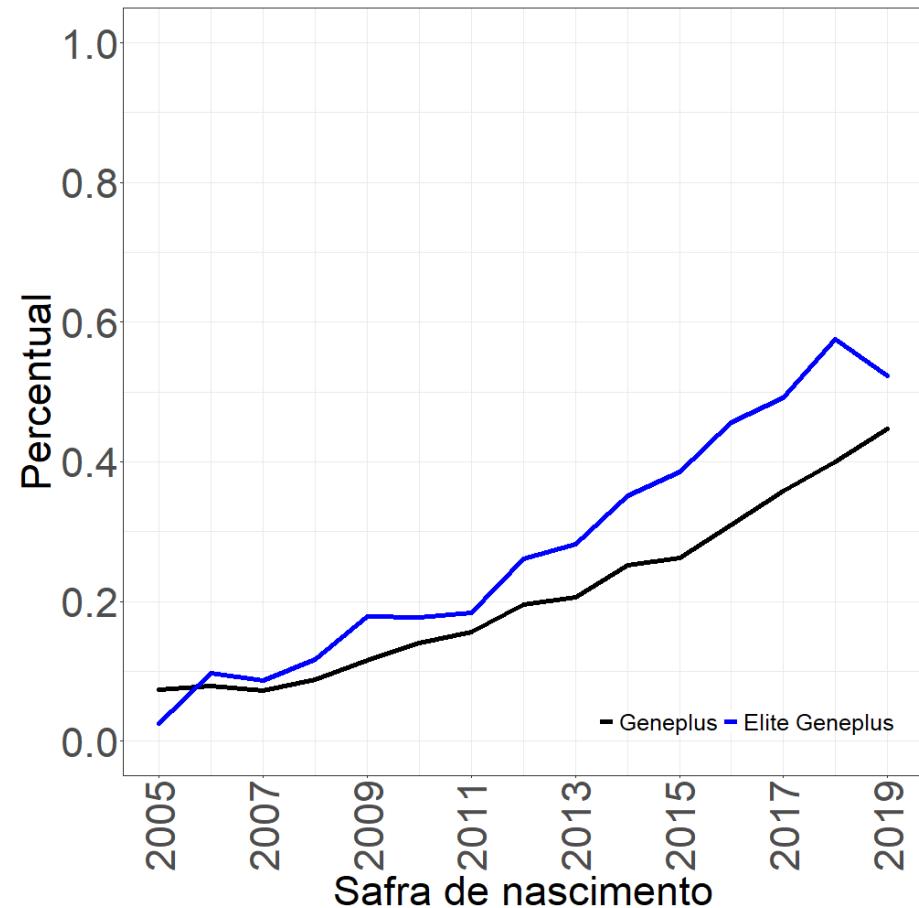


Figura 3. Médias do percentual de touros externos em função da safra de nascimento.

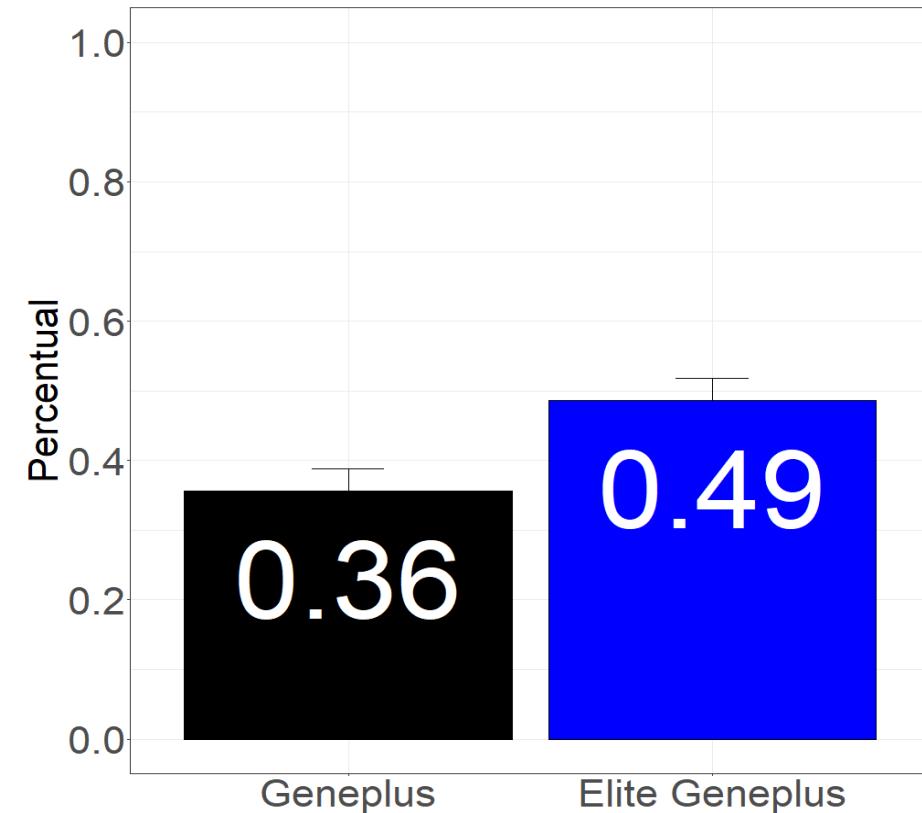


Figura 4. Médias do percentual de touros externos utilizados nas safras 2015 – 2019. ( $P<0,1$ ). 21

# Aumentar a contribuição de touros inéditos

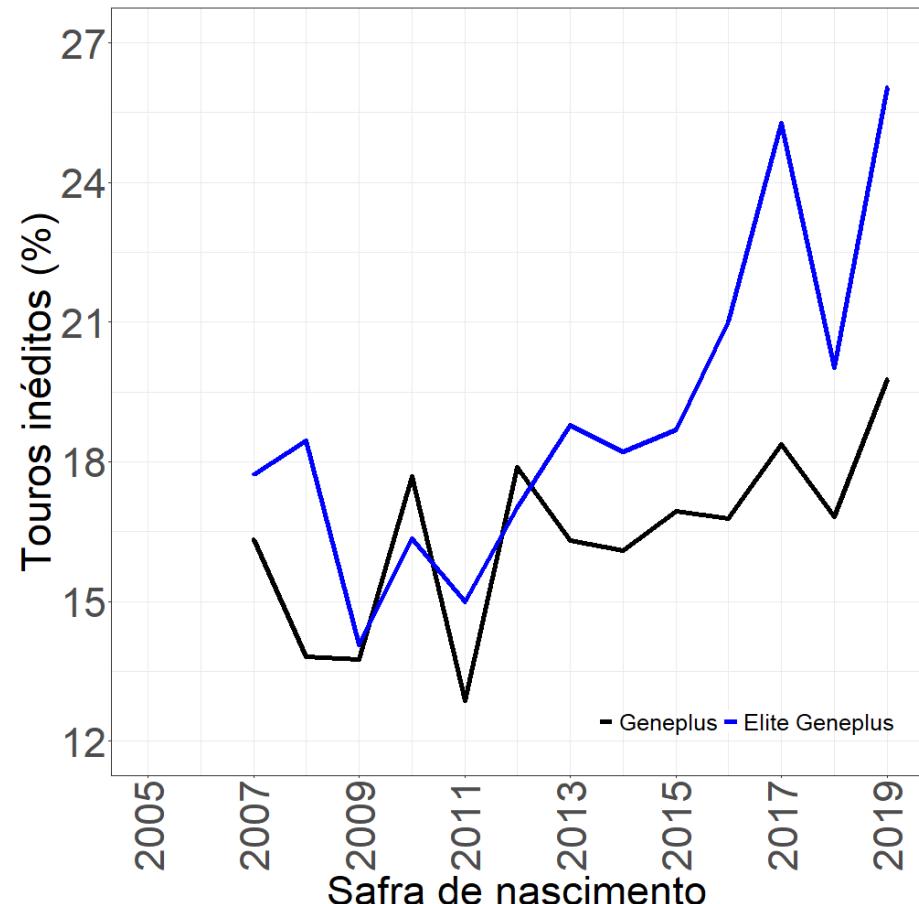


Figura 5. Médias do percentual de touros inéditos utilizados ao longo das safras.

- Indicativo do aumento da taxa de substituição de touros.
- Permite testar mais animais.
- Permite incorporar variabilidade genética no rebanho.
- Permite reduzir a idade média dos touros do rebanho.

# Touros mais jovens -> maiores médias das DEPs e tendências genéticas

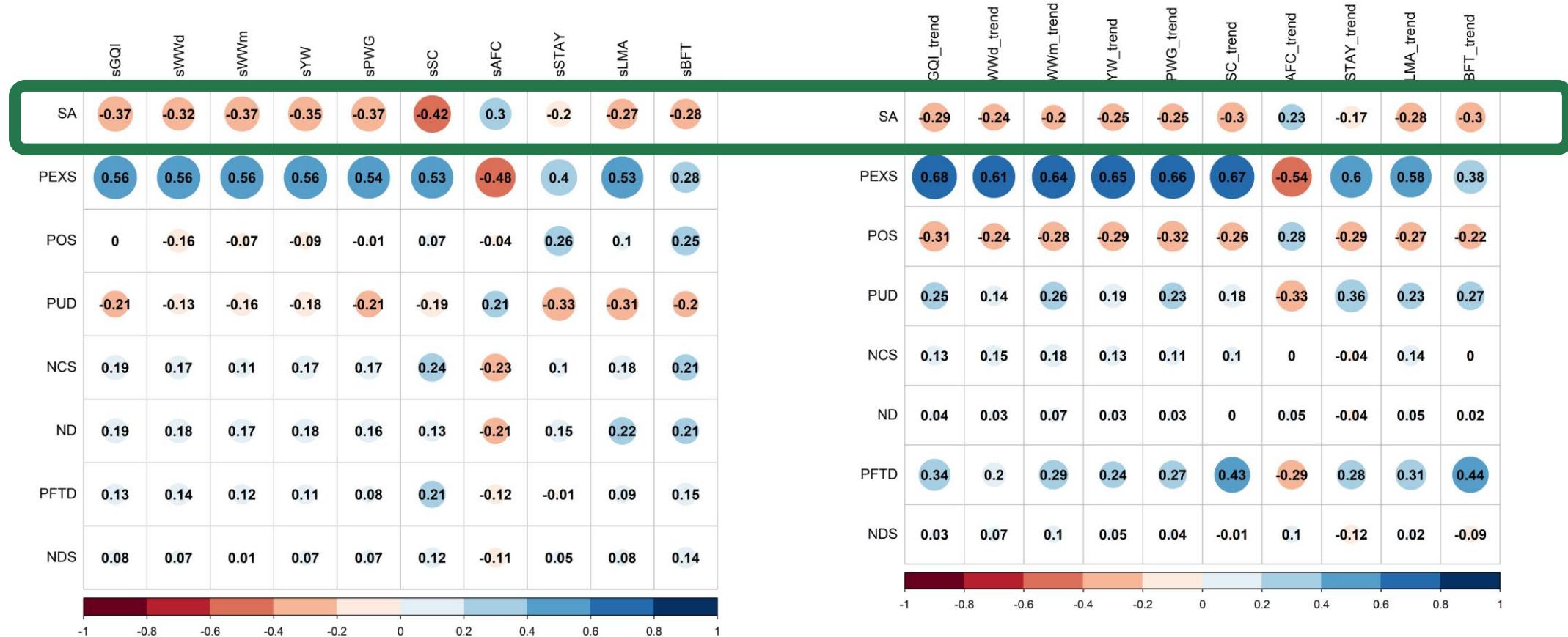


Figura 6. Correlações entre indicadores de utilização de recursos genéticos e tecnológicos e médias das DEPs e tendências genéticas. Fonte: Adaptado de Monteiro et al. (2024).

# Touros externos (variabilidade) -> maiores médias das DEPs e tendências genéticas

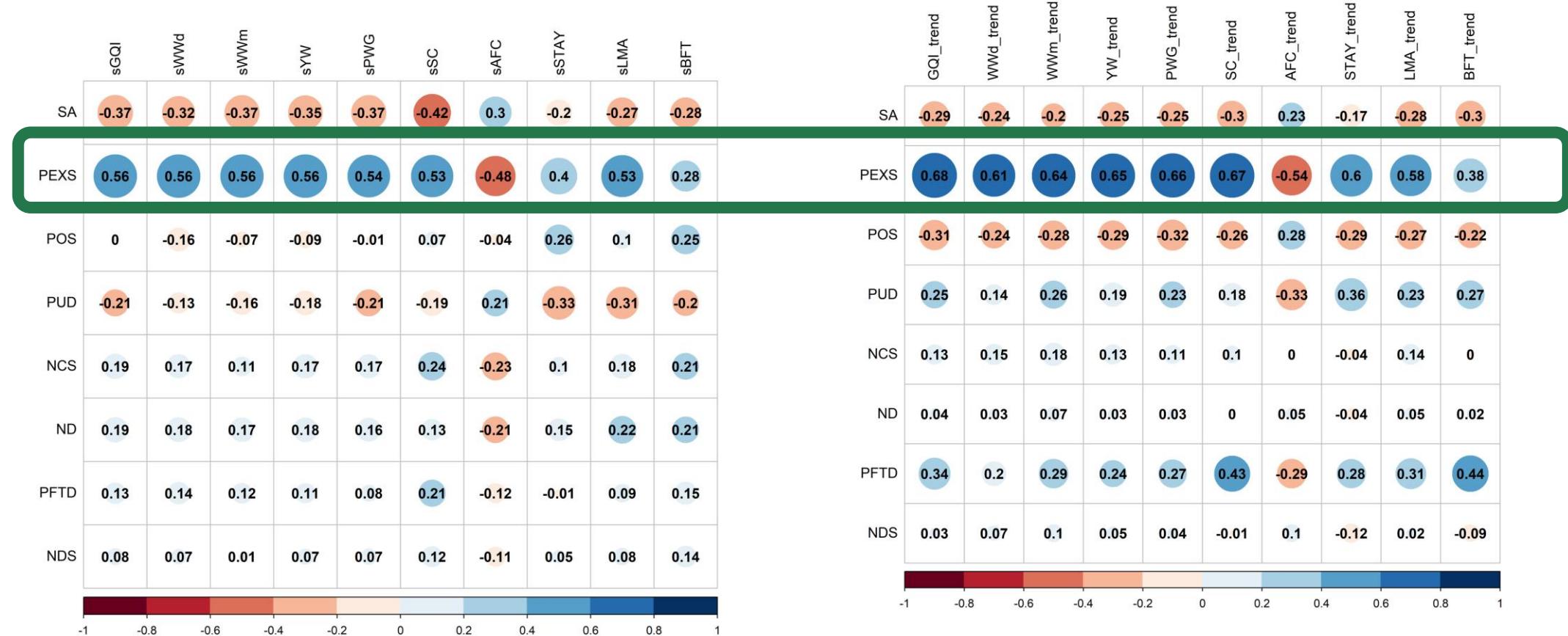
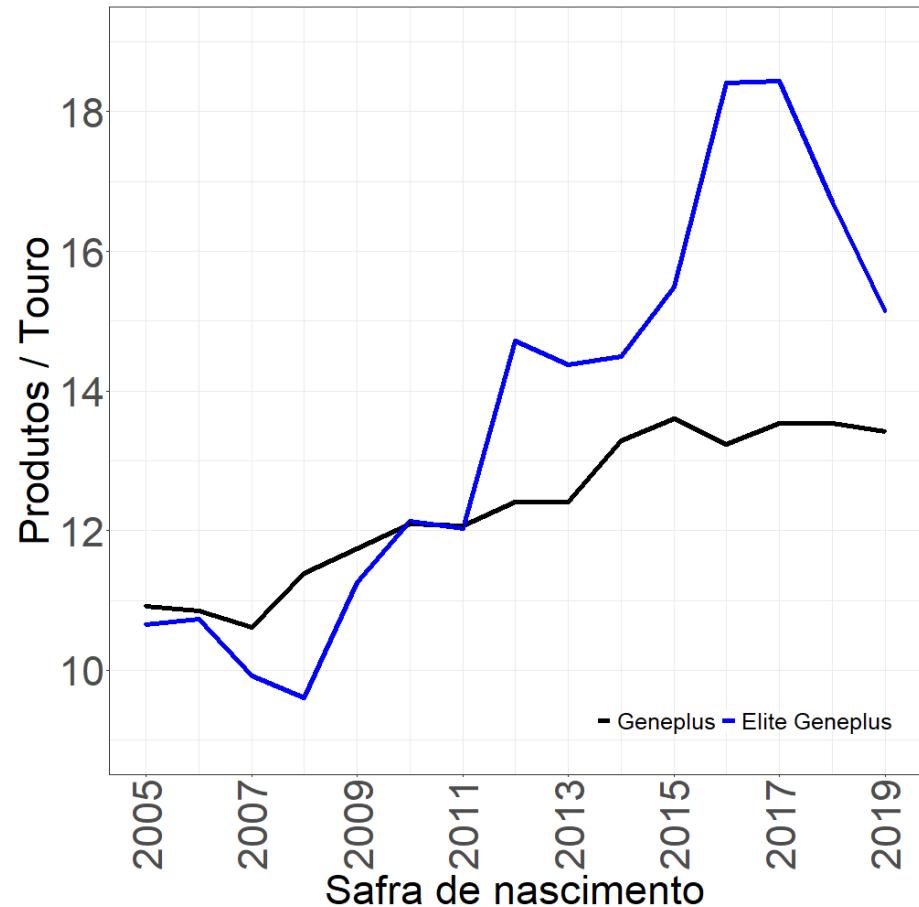


Figura 6. Correlações entre indicadores de utilização de recursos genéticos e tecnológicos e médias das DEPs e tendências genéticas. Fonte: Adaptado de Monteiro et al. (2024).

O touro jovem é a mola propulsora  
do melhoramento genético de  
bovinos

Não há evolução genética sem programas de  
identificação de touros jovens melhoradores

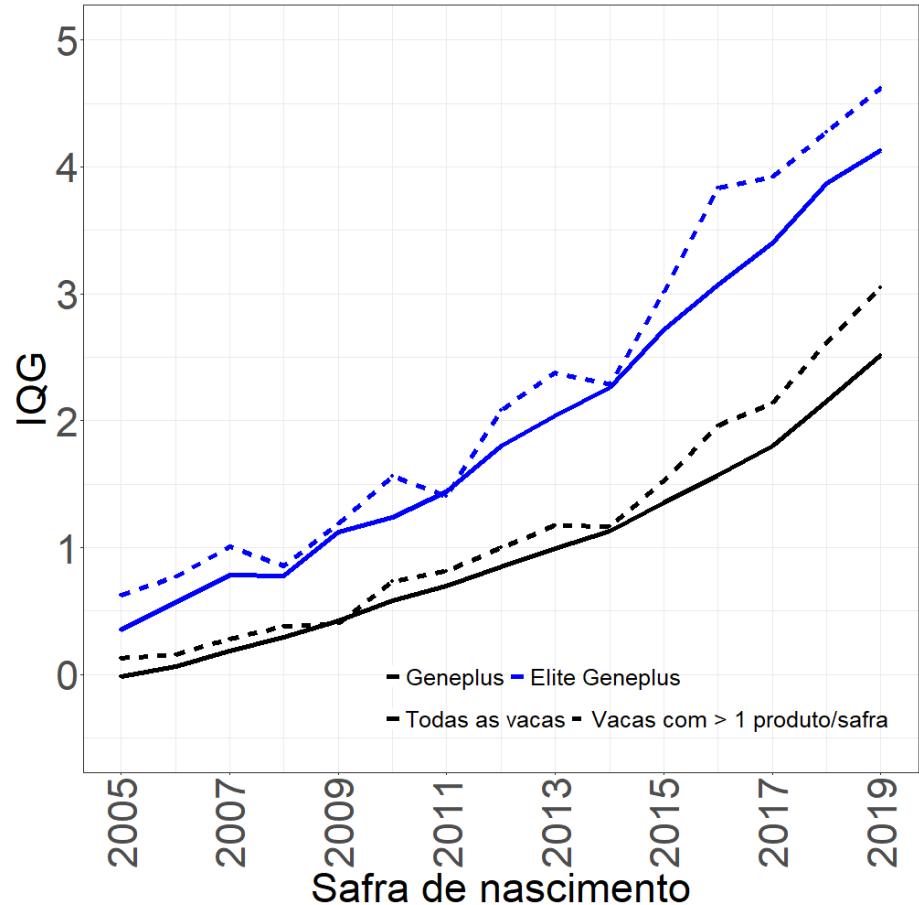
# Aumentar o número de produtos / touro



- Avaliar maior número de combinações genéticas.
- Aumentar a chance de encontrar as melhores combinações genéticas.

Figura 7. Médias do número de produtos / touro ao longo das safras.

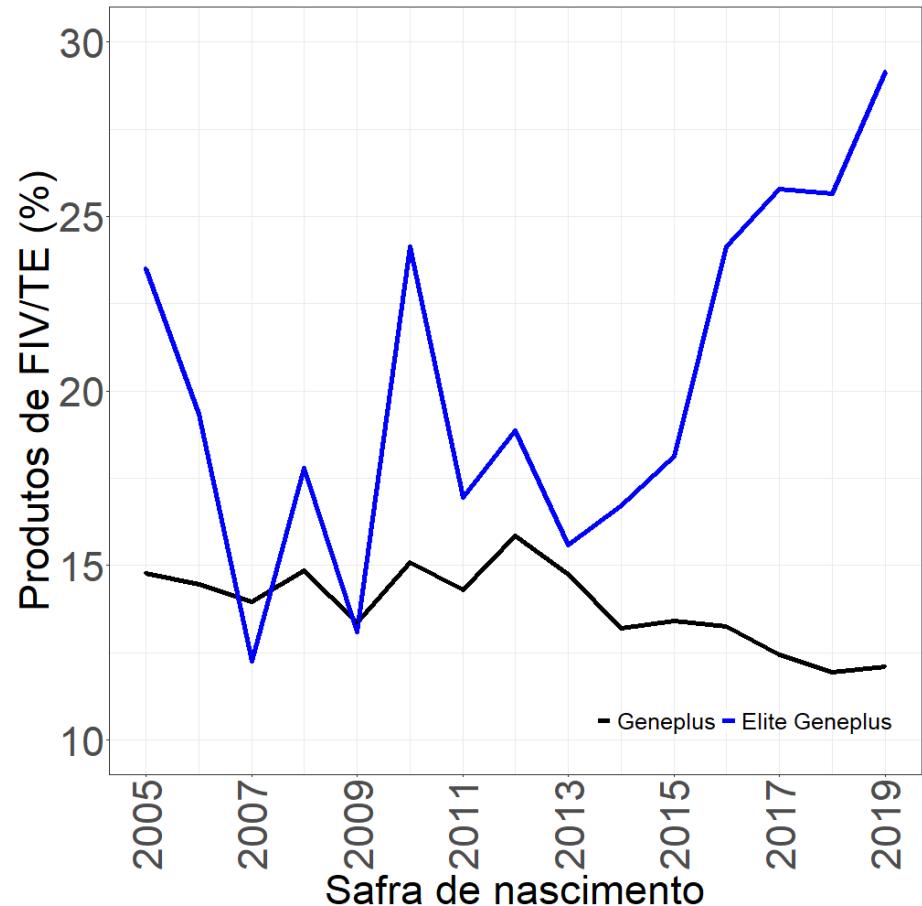
# Identificar fêmeas jovens de maior potencial genético e intensificar sua utilização



- A média do IQG das vacas dos rebanhos elite é maior que a média geral do IQG.
- A média do IQG das doadoras é maior que a média do IQG das vacas
- A superioridade das doadoras está aumentando ao longo do tempo.

Figura 8. Médias do índice de qualificação genética das vacas ativas e das doadoras em função da safra de nascimento.

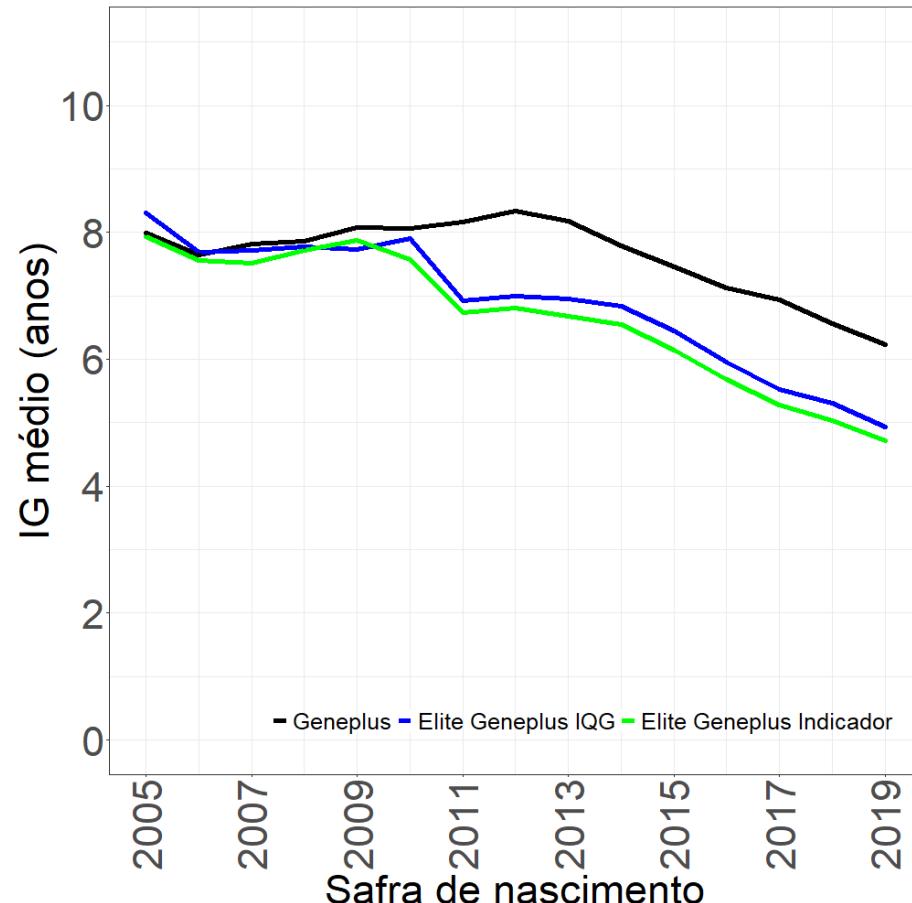
# Utilizar biotécnicas reprodutivas para multiplicar fêmeas de alto mérito genético



- A contribuição da FIV/TE está aumentando.
- Redobrar a atenção na seleção de doadoras.
- Usar fêmeas de baixo mérito genético como receptoras.

Figura 9. Médias do percentual de produtos de FIV/TE em função da safra de nascimento.

# Prática de sucesso: Reduzir o intervalo de gerações

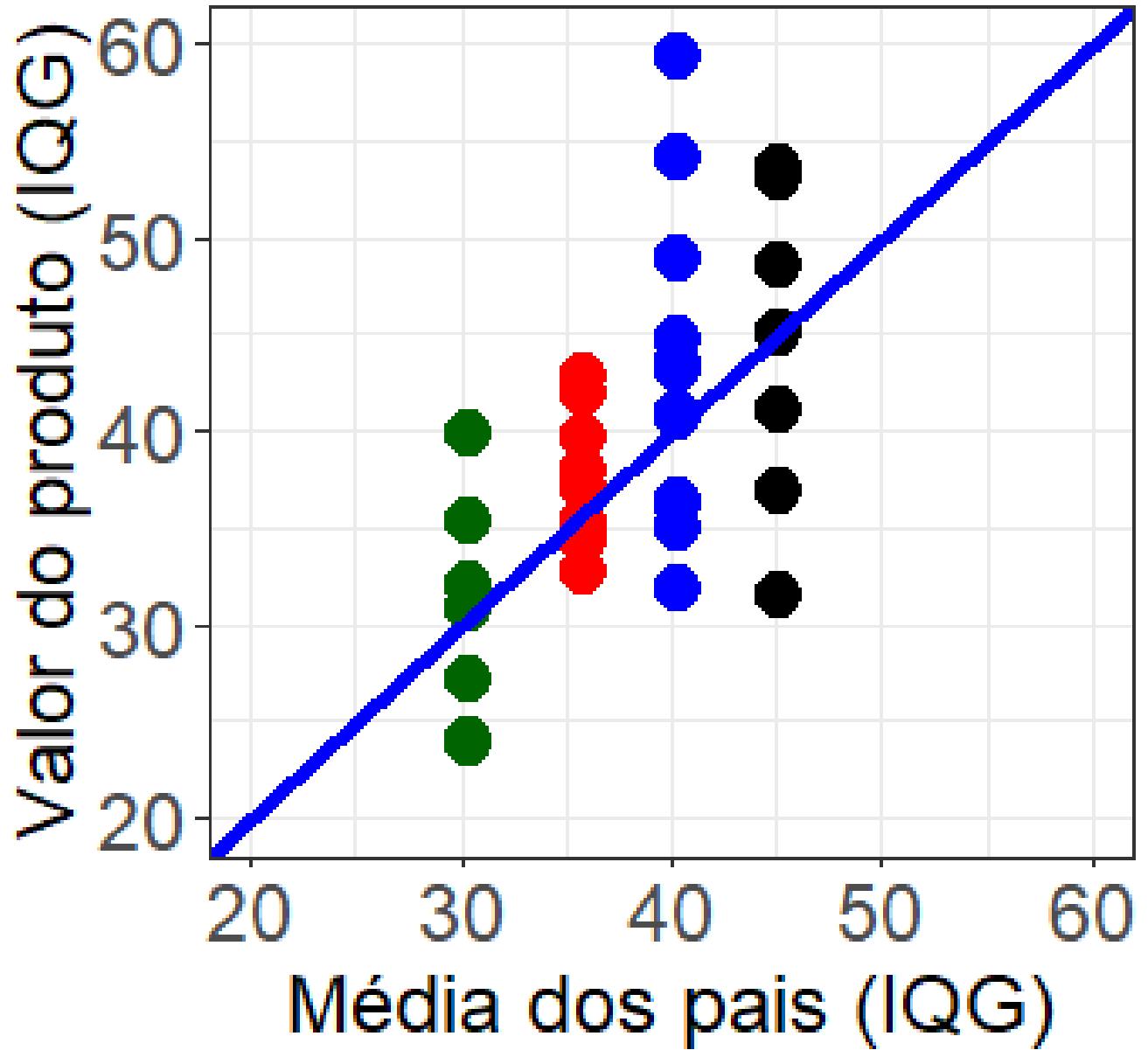


- Ferramentas:
  - Padronização das condições de manejo dos candidatos à seleção
  - Predição do valor genético dos candidatos precocemente, com acurácia satisfatória (avaliação genômica)
- Desafio de precocidade

Figura 10. Médias do intervalo de gerações do pai médio em função da safra de nascimento.



Explorar a variabilidade genética entre e dentro de famílias





Fazer seleção para características de grande valor econômico e difícil mensuração

Antecipar  
decisões/ações  
de seleção e  
manejo



Tendência Genética &amp; Médias Gerais

[Sumários](#)[Açasalamentos](#)[Outros](#)[Ajuda](#)[Sair](#)Fazenda  
Papagaio

- [Touros](#)
- [Touros do Futuro](#)
- [Matrizes](#)
- [Produtos](#)
- [Todos](#)
- [Criar Sumário](#)

# DADOS DA AVALIAÇÃO GENÉTICA GENÔMICA

## Fazenda: PAPAGAIO

### Edição/Ano: Julho/2024



Tendência Genética &amp; Médias Gerais

[Sumários](#)[Açasalamentos](#)[Outros](#)[Ajuda](#)[Sair](#)

Procurar :

Nome :

Identidade :

 Agrupar pesquisa
[Anterior](#)[Localizar](#)[Próximo](#)

Pesos			Carcaça		Ganho - Conformação		Reprodução			Eficiência Alimentar			Índice IQGg/GP			P12	
Ord	A	M	G	Ident	Nome	Nascimento	Sx	Cl	Cc	PN (kg)							
	Dep	Acc								Dep	Acc	%	Classe	Dep	Acc	%	Cl
1				GRIC6946	C6946 DA S.NICE	08/12/2023	M		3.35	-1.856	36.0	0.1	E	6.558	26.0	0.1	
2				GRIC6934	C6934 DA S.NICE	08/12/2023	M		4.85	-1.739	35.0	0.1	E	6.759	26.0	0.1	
3				JRPF4207	4207 FIV DA RIO BONI	01/10/2023	M		1.99	-1.731	39.0	0.1	E	2.138	29.0	15	
4				GRIC6975	C6975 DA S.NICE	08/12/2023	M		4.63	-1.660	37.0	0.1	E	3.036	28.0	6	
5				GRIC6929	C6929 DA S.NICE	08/12/2023	M		1.69	-1.651	37.0	0.1	E	2.576	29.0	10	
6				CSCN22489	NAVIRAI 22489-23	17/09/2023	M		2.73	-1.563F	43.0	0.1	E	3.299F	30.0	5	
7				GCGF0259	259 FIV GRUPO COSTA	07/09/2023	M		2.74	-1.553	39.0	0.1	E	2.167	29.0	15	
8				ABRA0595	595 DO ABRA	07/10/2023	M		2.13	-1.515F	43.0	0.1	E	2.250F	30.0	14	
9				GRIC6493	C6493 DA S.NICE	06/11/2023	M		4.85	-1.479	35.0	0.1	E	6.752	26.0	0.1	
10				XRGM5244	M5244 DA XARAES	11/08/2023	M		3.99	-1.445	37.0	0.1	E	2.830	28.0	8	
11				FGPA4447	A4447 FIV GUADALUPE	19/07/2023	M		2.23	-1.437	40.0	0.1	E	4.152	30.0	2	
12				CJCJ15988	MARACAI SANT ANNA	07/11/2023	M		3.12	-1.430F	44.0	0.1	E	5.212F	30.0	0.5	
13				FGPA4448	A4448 FIV GUADALUPE	19/07/2023	M		2.23	-1.430	40.0	0.1	E	4.183	30.0	2	
14				JBJ3015	3015 JBJ	09/11/2023	M		1.84	-1.366F	42.0	0.1	E	4.932F	30.0	0.5	
15				GRIC6454	C6454 DA S.NICE	05/11/2023	M		4.32	-1.363	41.0	0.1	E	1.890	30.0	19	

Animal

Pai

Avô Mat.

# Explorar os benefícios da genômica

- Fazer parte de um programa de melhoramento
- Colher, identificar e enviar as amostras de DNA para o laboratório
- **Pagar** pelo serviço
- Receber os resultados das avaliações
- **USAR OS RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES**
- E transformar o **custo** em **INVESTIMENTO**

**A utilização de uma tecnologia, de forma isolada, não garante o sucesso e a melhoria da competitividade**

**O valor de uma tecnologia pode estar na NOSSA CAPACIDADE de incorporá-la aos processos**

**Se você está disposto a investir em uma  
TECNOLOGIA, também esteja disposto a fazer as  
MUDANÇAS necessárias para explorar todos os  
seus BENEFÍCIOS**

# Questões operacionais relacionadas com a seleção genômica

- Coleta / identificação das amostras
- Tempo de envio / processamento e disponibilização dos genótipos
- Controle de qualidade e utilização dos genótipos nas predições genéticas
- Divulgação e utilização dos resultados das avaliações genéticas para tomadas de decisões

# Principais conclusões

- Reduzir o intervalo de gerações
  - Utilizar mais fêmeas e machos jovens
  - Aumentar a substituição de reprodutores

A utilização de machos e fêmeas jovens não é a causa do ganho genético. A utilização de machos e fêmeas jovens é a consequência de um processo de seleção eficiente, um fato que implica na superioridade da média do mérito genético dos animais de gerações mais avançadas em relação a média dos animais de gerações anteriores.

# Principais conclusões

- Reduzir o intervalo de gerações
  - Utilizar mais fêmeas e machos jovens
  - Aumentar a substituição de reprodutores
- Utilizar biotécnicas reprodutivas
  - Intensificar a multiplicação de fêmeas de maior potencial genético
  - Aumentar a preocupação com a avaliação genética precoce
- Estimular o surgimento de mais combinações genéticas favoráveis
  - Testar mais animais
  - Aumentar o número de produtos / pai
- Novas tecnologias no processo
  - Custo
  - Logística
  - Transformação



# Obrigado!

Fabio Luiz Buranelo Toral  
Professor Titular UFMG  
Coord. P, D & I Embrapa Geneplus

**Explorando recursos genéticos e tecnológicos para acelerar o ganho genético  
em programas de melhoramento de bovinos de corte**