

1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL





A evolução e as novidades do programa de avaliação genômica na raça Senepol

Aplicação prática da genômica com foco no
estudo de marcadores inéditos e exclusivos da
raça Senepol



**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

O IMPACTO DA GENÔMICA NA RAÇA SENEPOL

Entendendo, fortalecendo e expandindo
o 4º pilar do PMGS



Marco Milanese





**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

Genotipagem



Genotipagem

Coleta do material biológico (pelo, sêmen, sangue, etc.)

Identificação e individualização

Conservação





Genotipagem

Processamento do material biológico

Quantidade e qualidade do DNA



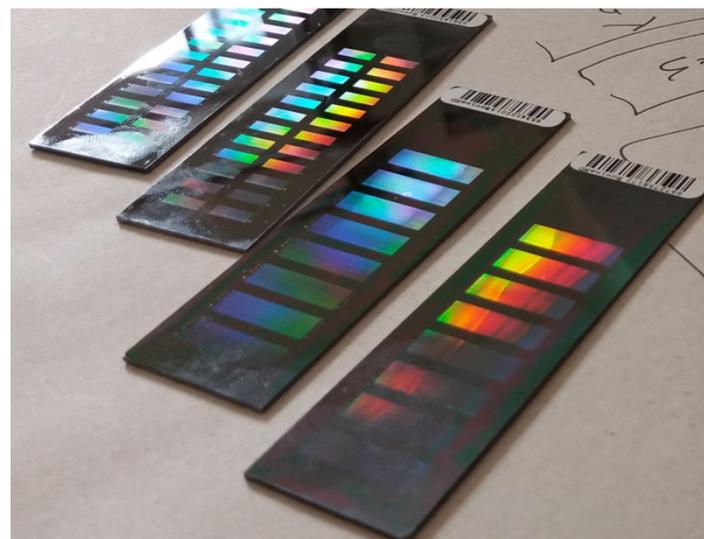


Genotipagem

**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

Genotipagem

Escolha da plataforma: GGP50K Illumina





Genotipagem

**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



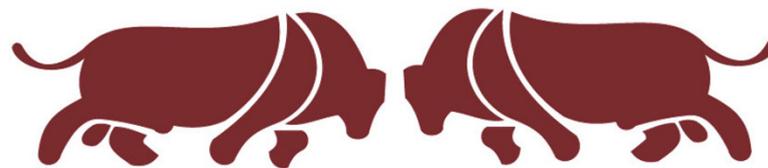
Armazenamento das informações





SENEPOL

Associação Brasileira dos Criadores
de Bovinos Senepol



PMGS

Programa de Melhoramento Genético do Senepol

~3500 genótipos GGP50K (Illumina)

Embrapa



**AGRO
PARTNERS**
CONSULTING



AGRO
PARTNERS
CONSULTING



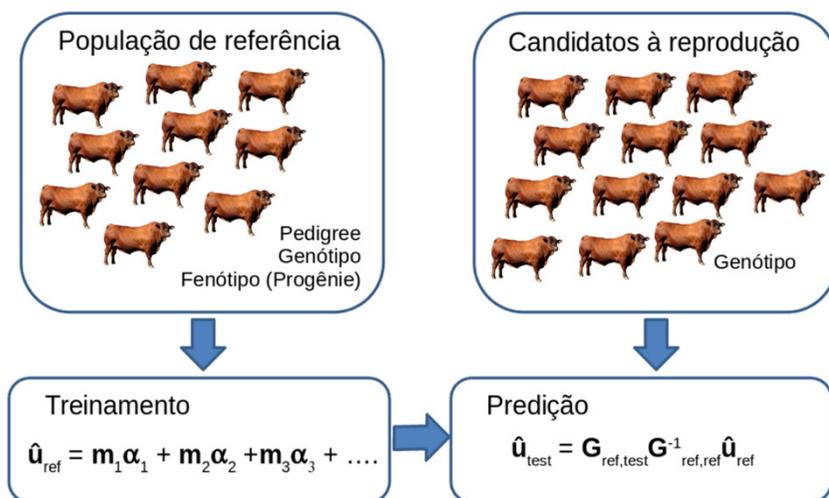
**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

Aplicações



Avaliação genômica

Genômica funcional





Avaliação genômica



Embrapa



Glossário dos termos

BLUP = *Best Linear Unbiased Predictor* (Melhor Preditor Linear Não-Viesado)

Fração genética do desempenho médio do animal.

Apenas metade é transmitida para a progênie, por isso, nos sumários, a estimativa é dividida por dois (**DEP**).



Glossário dos termos

BLUP = *Best Linear Unbiased Predictor* (Melhor Preditor Linear Não-Viesado)

Fração genética do desempenho médio do animal.

Apenas metade é transmitida para a progênie, por isso, nos sumários, a estimativa é dividida por dois (**DEP**).

BLUP → Fenótipos + Pedigree

GBLUP → Fenótipos + Genótipos

Single-Step GBLUP → Fenótipos + Pedigree + Genótipos



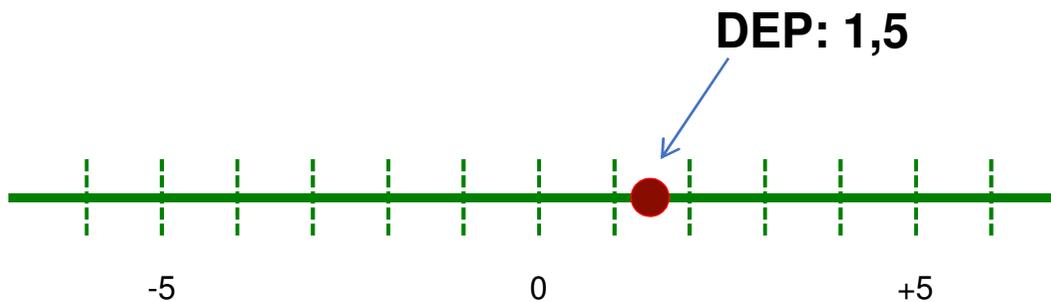
No sumario

	PN	PD	TMD	CFD	GPD	PS	PES	CAR	CFS	AOL	EGS	MAR
IQG	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP	DEP
(%)	AC (%)	AC (%)	(%)	AC (%)	AC (%)	AC (%)	AC (%)	AC (%)	AC (%)	AC (%)	AC (%)	AC (%)
3,93	0,51	11,19	6,63	0,48	4,11	15,30	1,15	0,01	0,52	0,25	0,33	-0,03
(0,1)	30 (97)	42 (0,1)	(0,1)	45 (0,1)	32 (12)	56 (0,5)	42 (0,1)	6 (60)	51 (0,1)	43 (34)	48 (13)	30 (64)

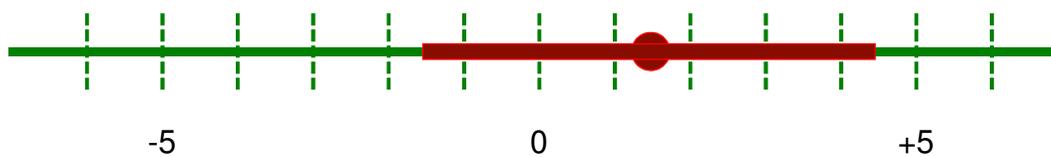
Característica

Diferença estimada da progênie

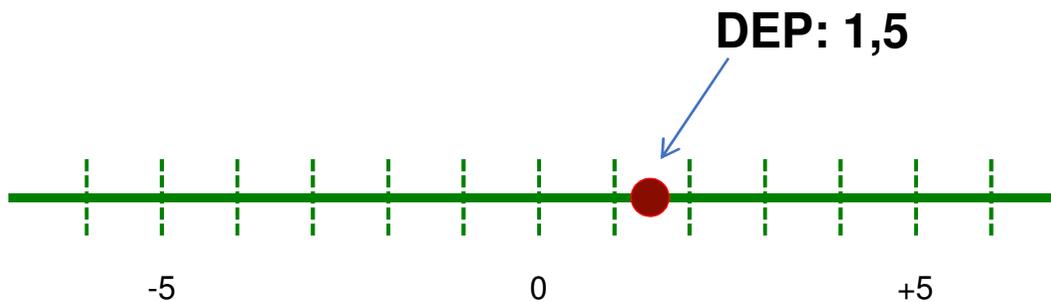
Acurácia



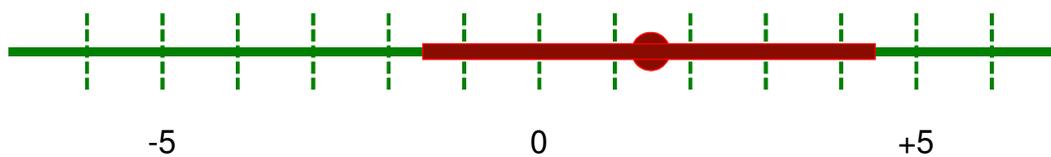
**Acurácia
baixa**



**Intervalo DEP
-1,5 / 4,5**

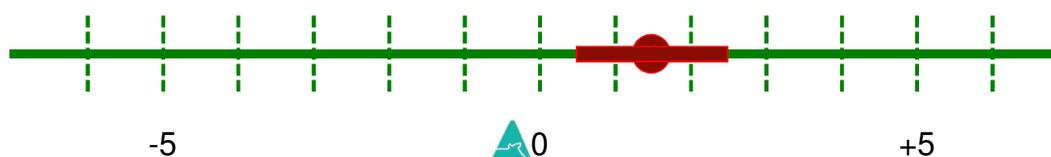


**Acurácia
baixa**



Intervalo DEP
-1,5 / 4,5

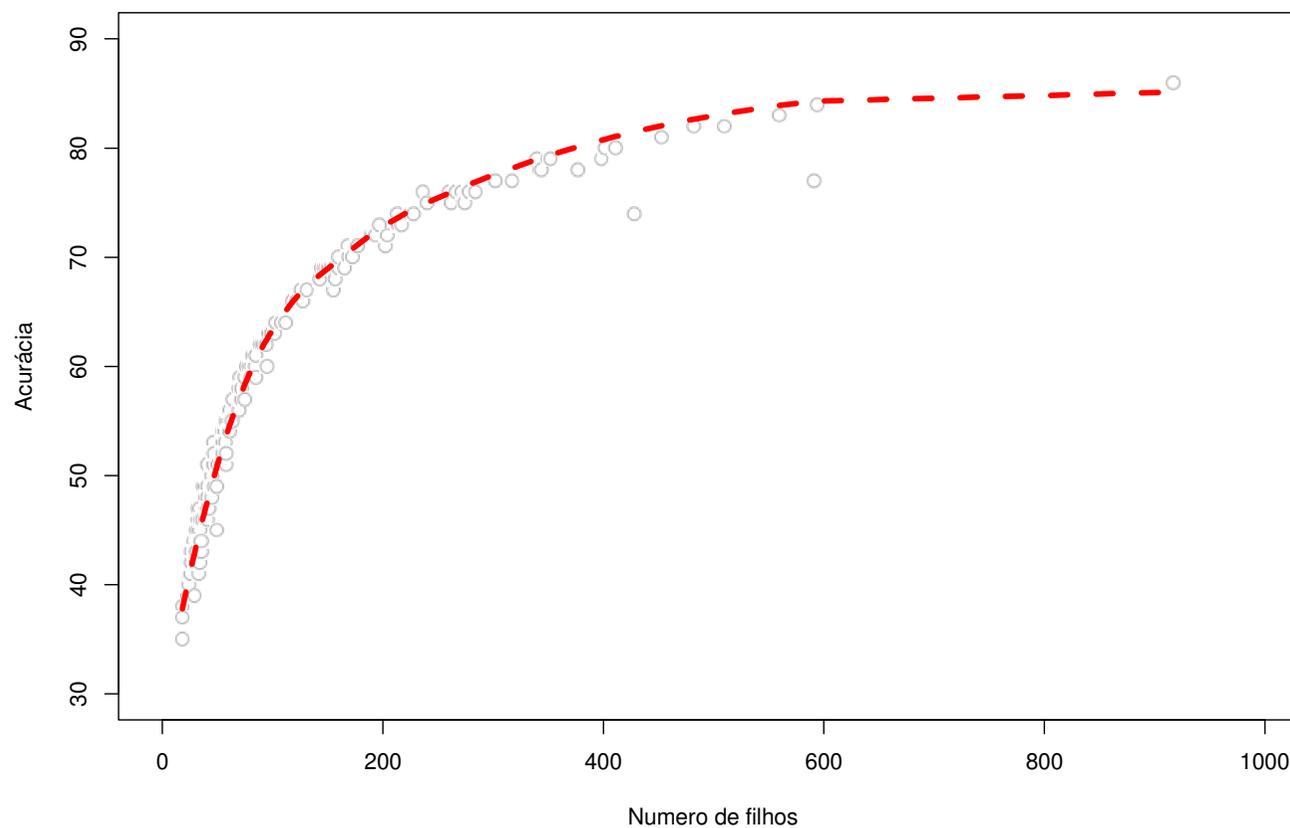
**Acurácia
elevada**



Intervalo DEP
0,5 / 2,5



Como melhorar a acurácia?





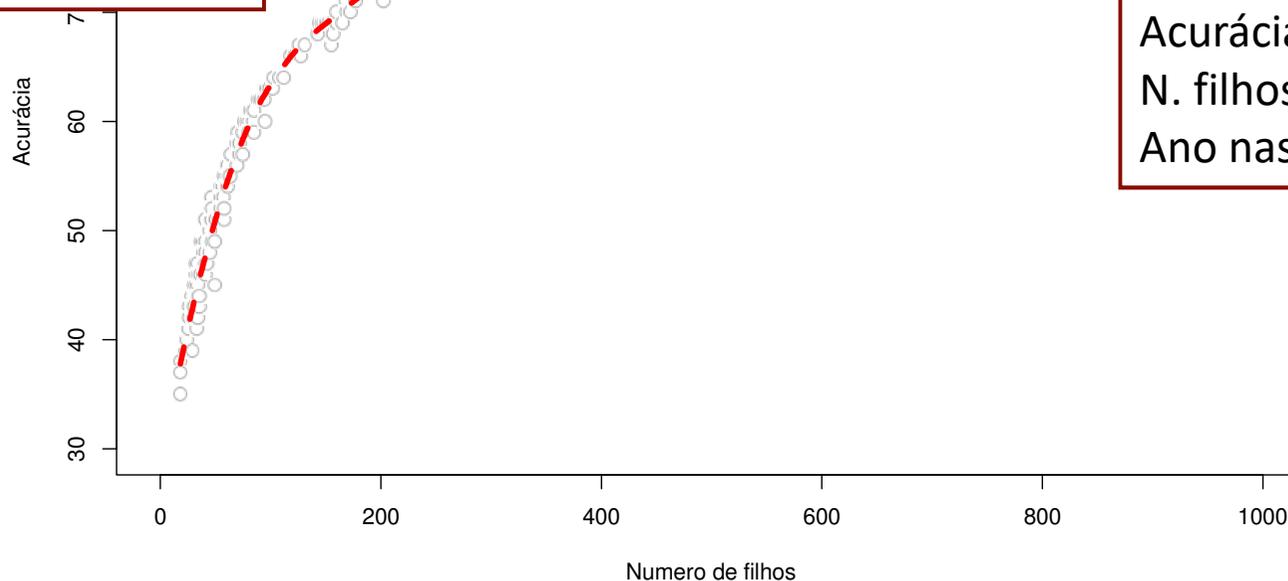
Como melhorar a acurácia?

BOTTOM10 Acurácia

Acurácia: 39

N. filhos: 24

Ano nascimento: 2005



TOP10 Acurácia

Acurácia: 82

N. filhos: 468

Ano nascimento: 2000



Como melhorar a acurácia?

BOTTOM10 Acurácia

Acurácia: 39

N. filhos: 24

Ano nascimento: 2005

Acurácia

7
60
50
40
30

0

1000

TOP10 Acurácia

Acurácia: 82

N. filhos: 468

Ano nascimento: 2000

Aumentar numero de filhos

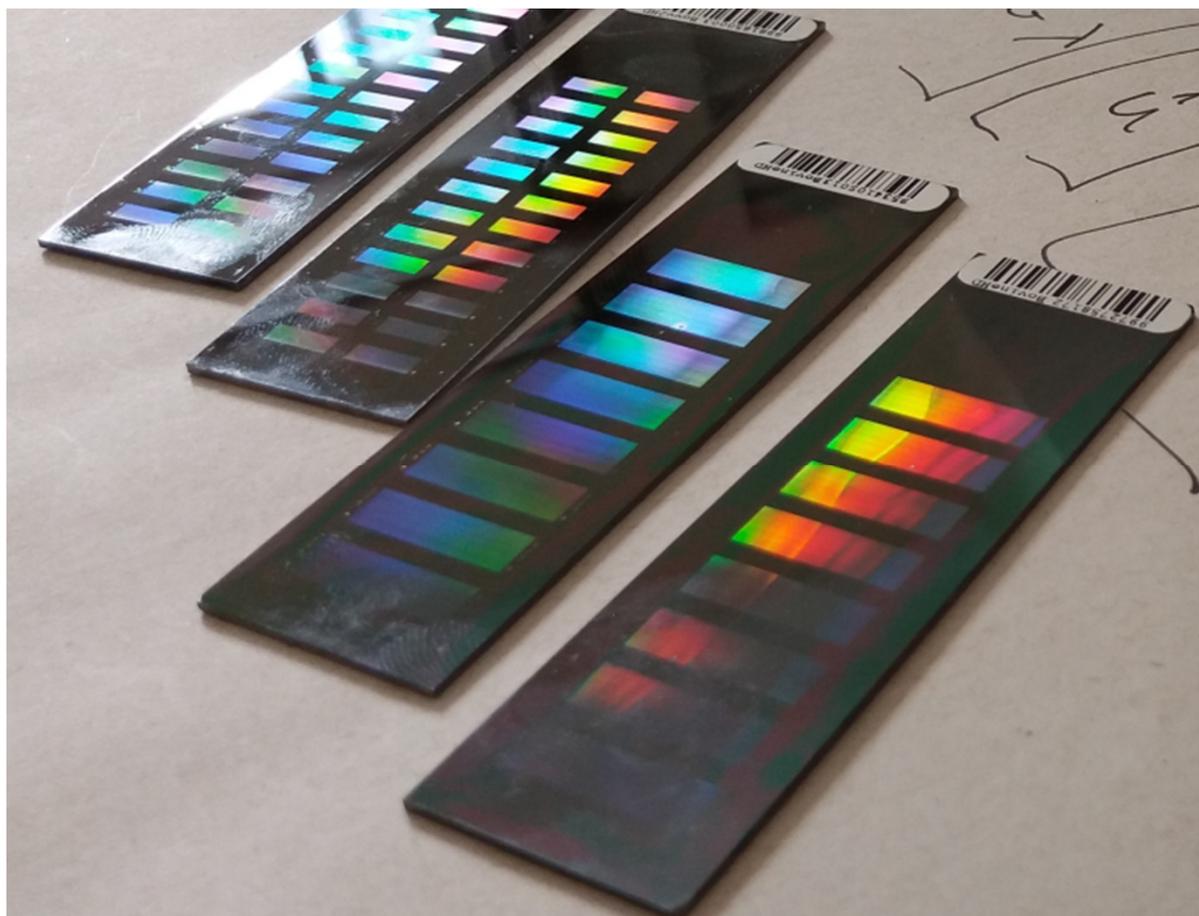
... mas ...

precisa de muito tempo!



1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL





Avaliação genômica





Correção de parentesco

Em um sistema de registro genealógico de excelência erros ocorrem em percentuais expressivos



Correção de parentesco

Em um sistema de registro genealógico de excelência erros ocorrem em percentuais expressivos

Table 1: Overview of percentage of wrong parent information.

Population	Estimated percentage	# animals	Reference
German dairy cattle	7%	805	[8]
Israeli Holstein cows	12%	6040	[17]
Israeli Holstein cows (same pop.)	6%	249	[16]
Sheep, USA (mismothing)	10%	79	[9]
Lipizzaner Horses (mismothing)	11%	212	[10]
UK dairy cattle (misfathering)	10%	568	[11]
New Zealand dairy cattle	12–15%	several studies	[12]
Sheep, New Zealand (misfathering)	1–15%	776	[13]
Dutch dairy cows (misfathering)	9–12%	10731	[15]
Sheep, USA (misfathering)	9%	120	[14]



Correção de parentesco

10% de erros de genealogia

correspondem

a uma **redução de 15%** no **progresso genético**



Correção de parentesco

- Comparação entre pedigree e parentesco genômico para detectar problemas de registro
- Com a genômica é possível avaliar o parentesco entre todos os animais genotipados



Correção de parentesco

- Comparação entre pedigree e parentesco genômico para detectar problemas de registro
- Com a genômica é possível avaliar o parentesco entre todos os animais genotipados

Matriz de pedigree

Animal	ID1	ID2	ID3	ID4
ID1	1	0	0	0
ID2	0	1	0,25	0
ID3	0	0,25	1	0
ID4	0	0	0	1



Correção de parentesco

- Comparação entre pedigree e parentesco genômico para detectar problemas de registro
- Com a genômica é possível avaliar o parentesco entre todos os animais genotipados

Matriz de pedigree

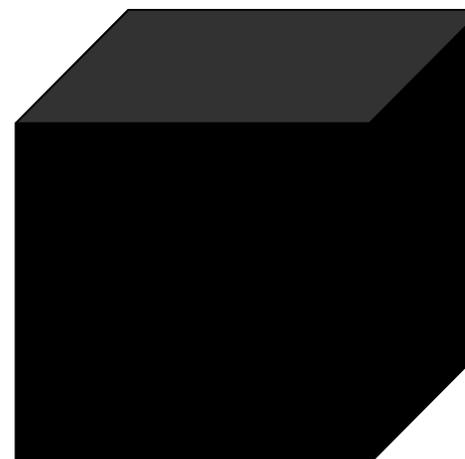
Animal	ID1	ID2	ID3	ID4
ID1	1	0	0	0
ID2	0	1	0,25	0
ID3	0	0,25	1	0
ID4	0	0	0	1

Matriz genômica

Animal	ID1	ID2	ID3	ID4
ID1	1,05	0,05	0,03	0,01
ID2	0,05	1,1	0,35	-0,05
ID3	0,03	0,35	1,01	0,52
ID4	0,01	-0,05	0,52	1

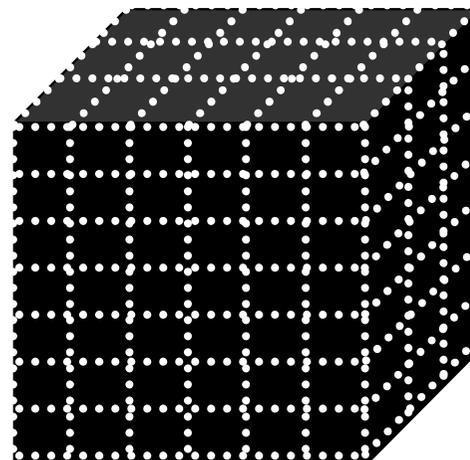


Avaliação genômica



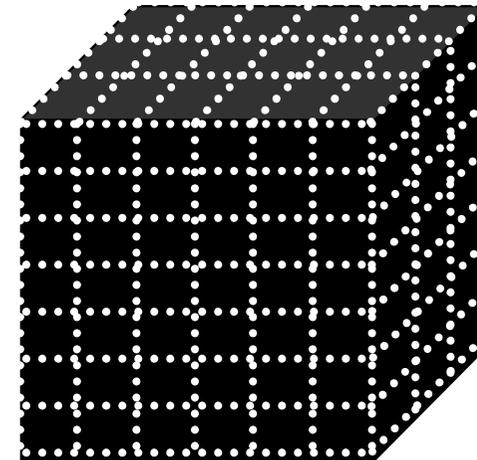
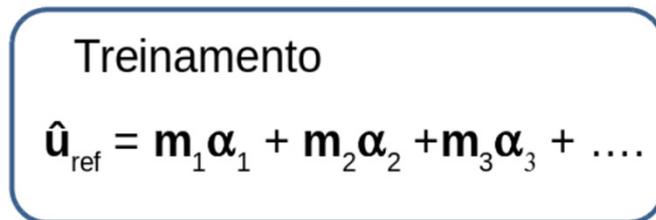


Avaliação genômica





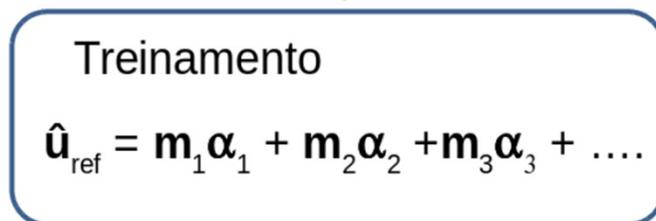
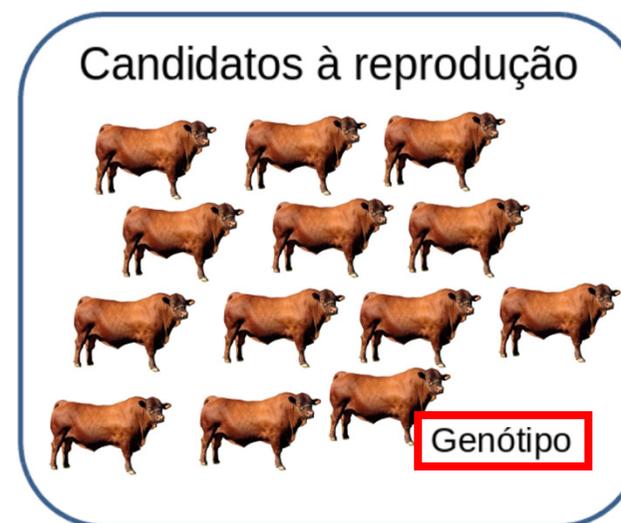
Avaliação genômica



Modelo para descompor o valor da DEP em pequenas partes, correspondentes aos marcadores



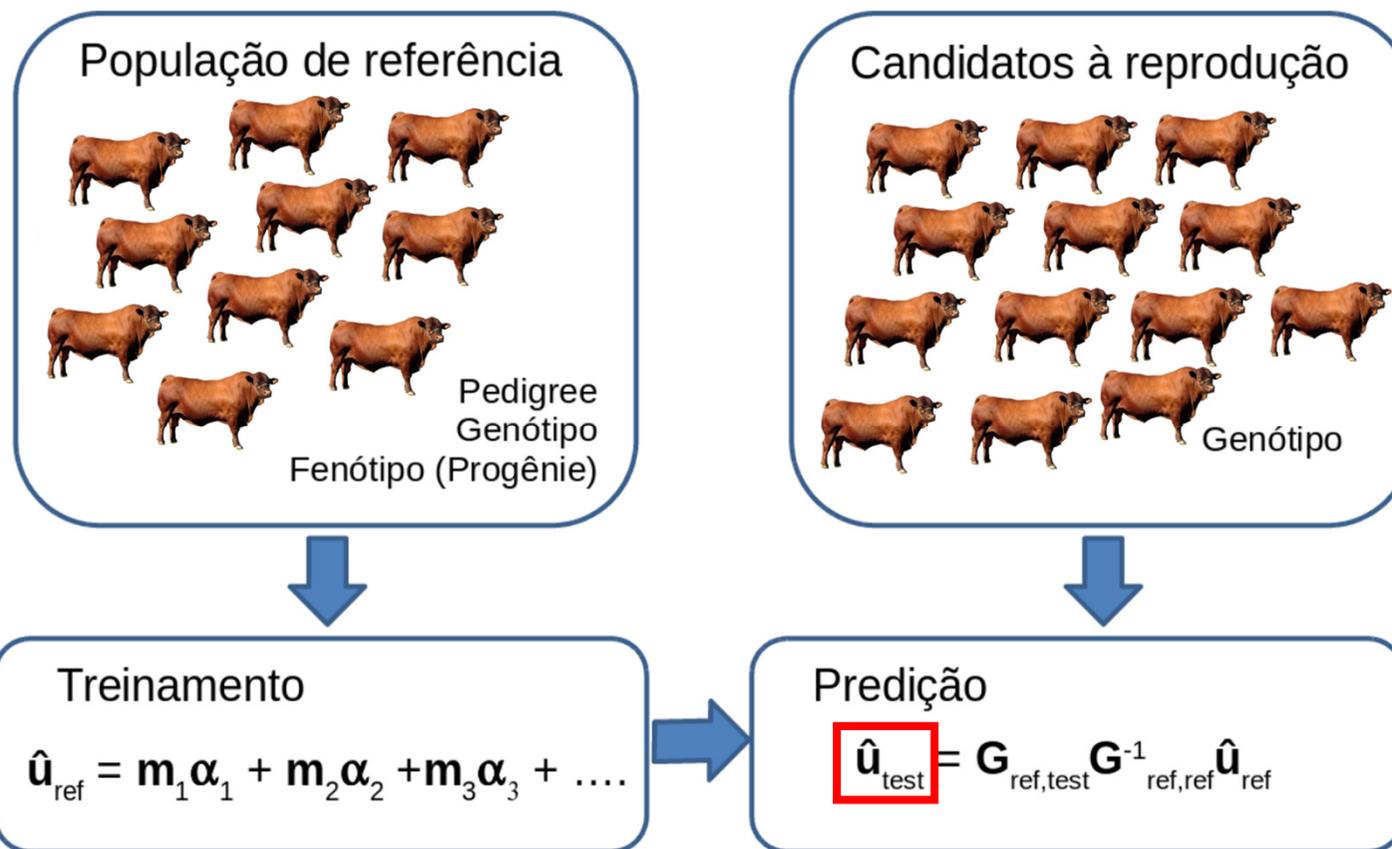
Avaliação genômica



- Animais jovem
- Vacas
- Embriões



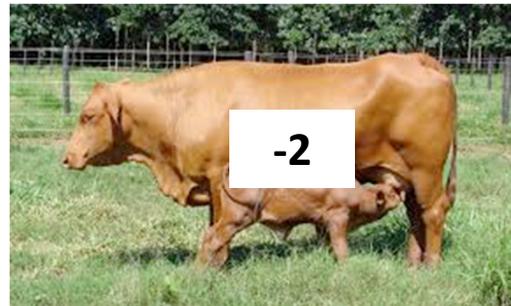
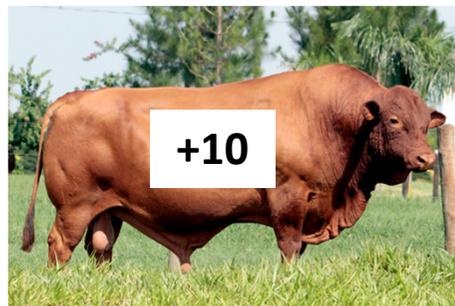
Avaliação genômica





1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



DEP

+4



+4

+4

SENEPOL
Associação Brasileira dos Criadores
de Bovinos Senepol

**AGRO
PARTNERS**
CONSULTING

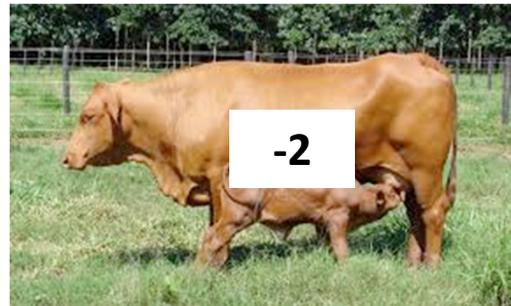
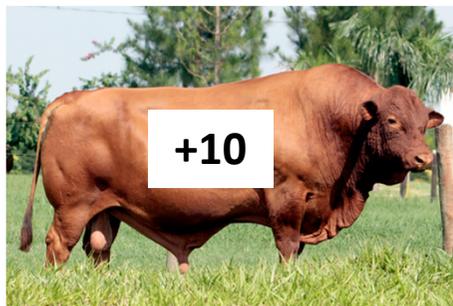
Programa de
Melhoramento
Genético do
Senepol **PMGS**



+4	0	+6
A	A	A
A	B	A

0	-2	0
A	B	A
B	B	B

**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



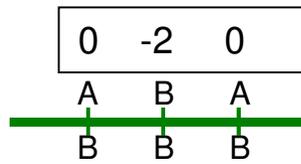
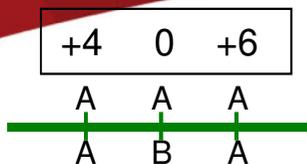
SENEPOL
Associação Brasileira dos Criadores
de Bovinos Senepol

DEP

+4

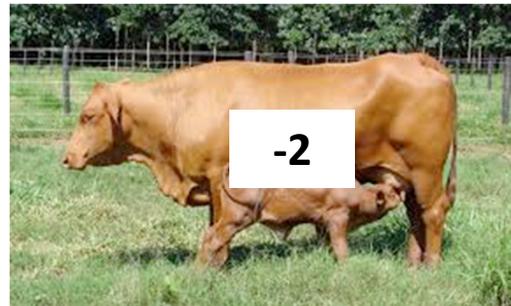
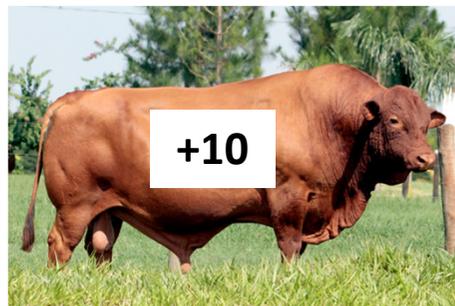
+4

+4

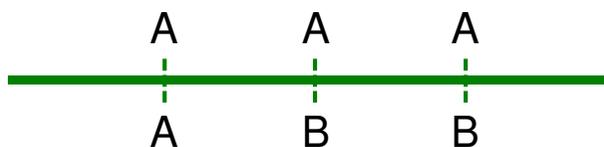


1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

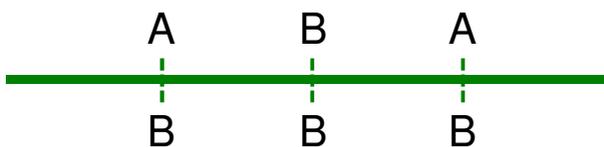
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



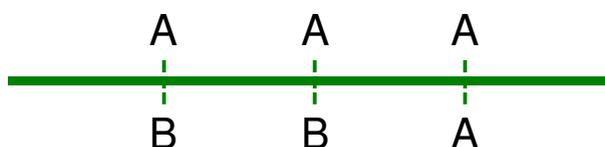
DEP



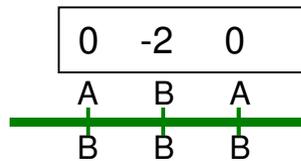
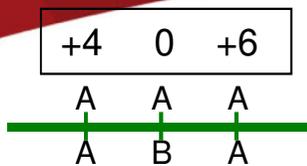
+4



+4

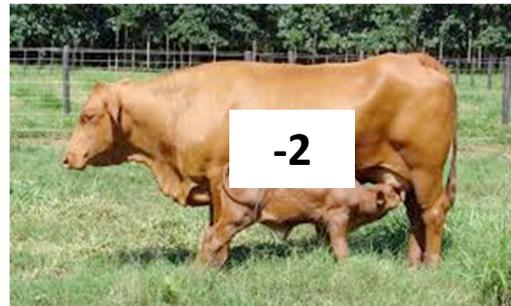
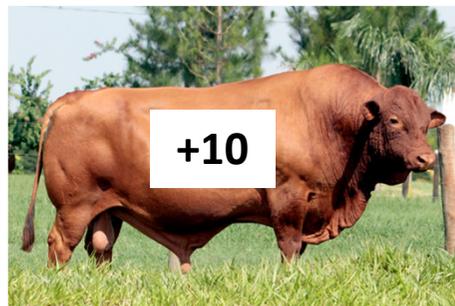


+4

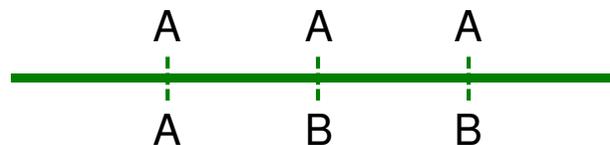


1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

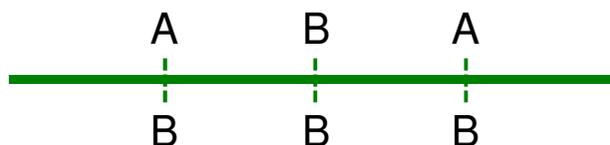


SENEPOL
Associação Brasileira dos Criadores
de Bovinos Senepol

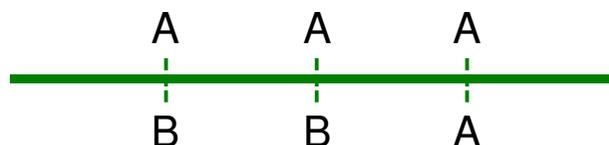


DEP **DEPg**

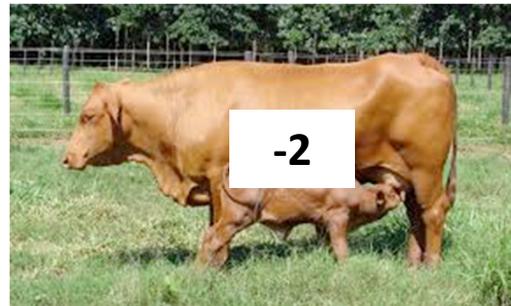
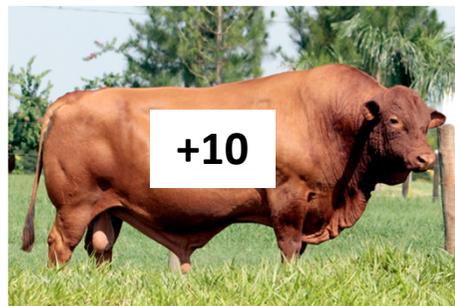
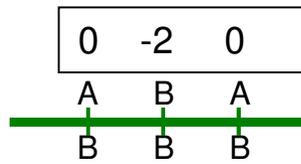
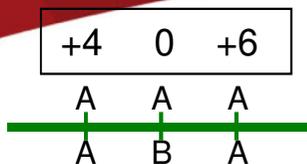
+4 +4



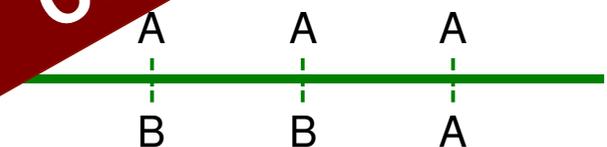
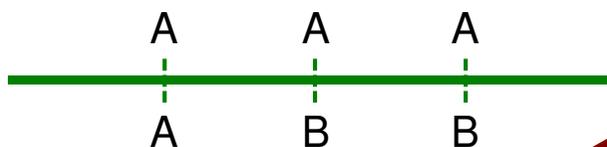
+4 -2



+4 +6



SENEPOL
Associação Brasileira dos Criadores
de Bovinos Senepol



Com (bom) acurácia

DEP DEP_g

+4 +4

+4 -2

+4 +6



1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

$$\Delta G = \frac{i * r * \sigma_a}{L}$$



$$\Delta G = \frac{i * \uparrow r * \sigma_a}{L}$$

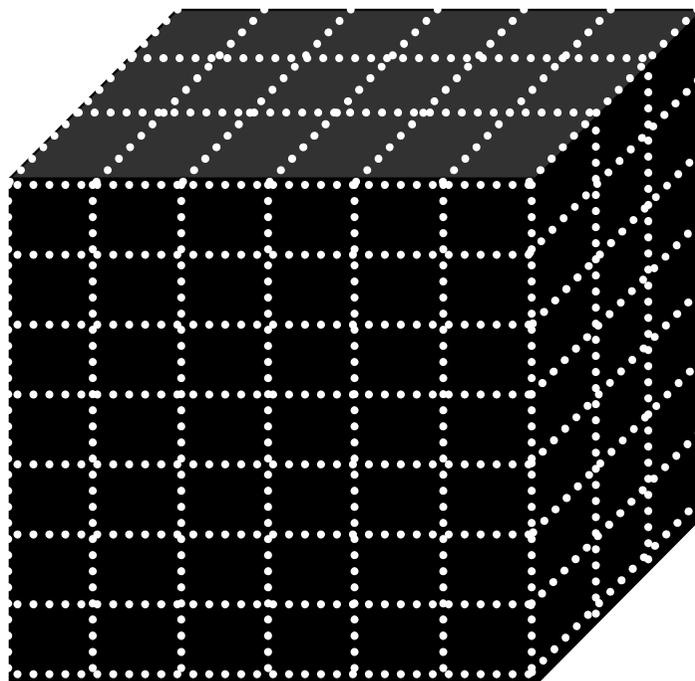


$$\Delta G = \frac{i * r * \sigma_a}{L}$$



1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

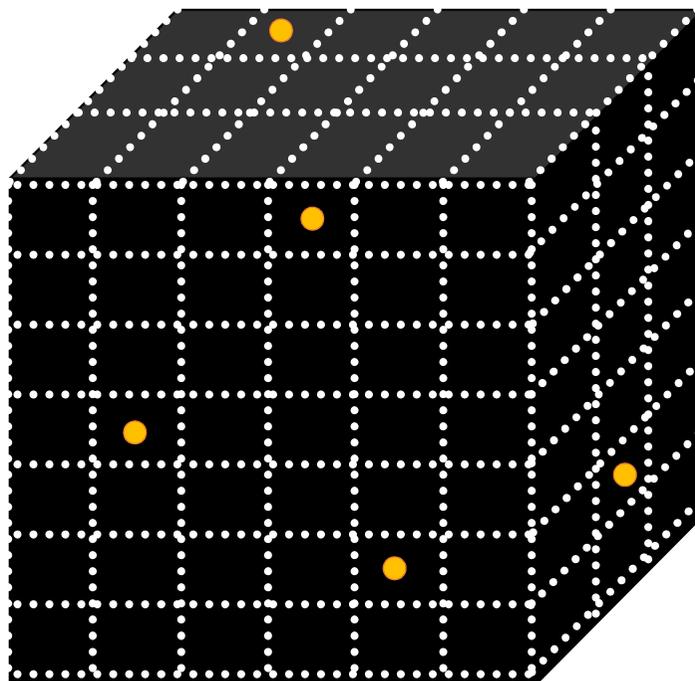
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL





1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL





**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

Genômica funcional



Aplicações

- **Ancestralidade**
- **Consanguinidade**
- **Mapeamento e diagnóstico de variantes de alto impacto**



Ancestralidade (resultados preliminares)



Quem é o Senepol?

Raça **taurina adaptada** ao clima tropical





Quem é o Senepol?

Raça **taurina adaptada** ao clima tropical





De onde vem essas características?

Análise de **ancestralidade** do Senepol brasileiro

Comparação com **populações de referência** de **taurino europeu**, **taurino africano** e **zebu**.

Uso de dados públicos (HapMap)

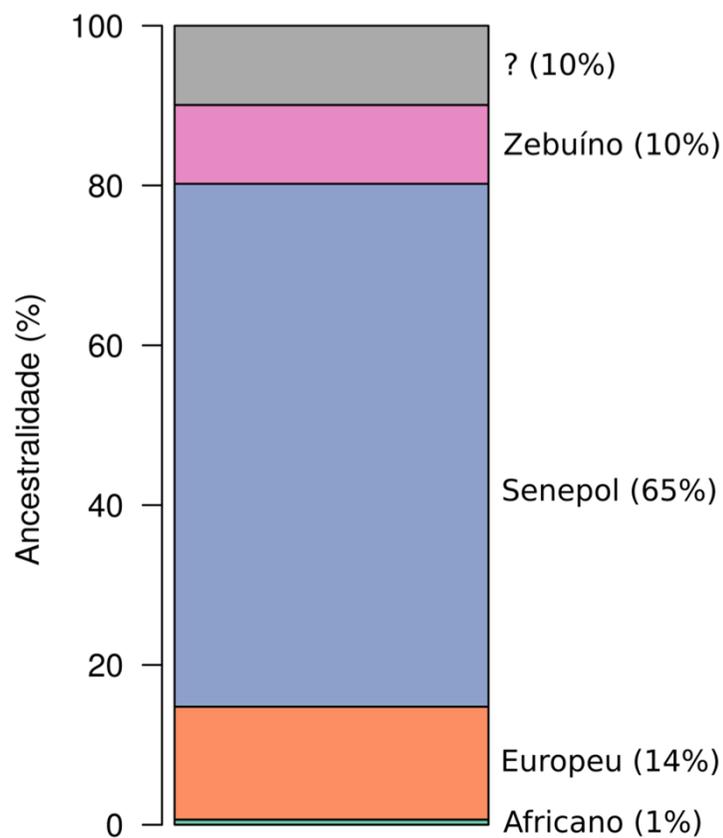
Faltam raças ibéricas (Espanha e Portugal), Criolas e Red Poll

- Problemas na correta identificação da origem



Da onde vem essas características?

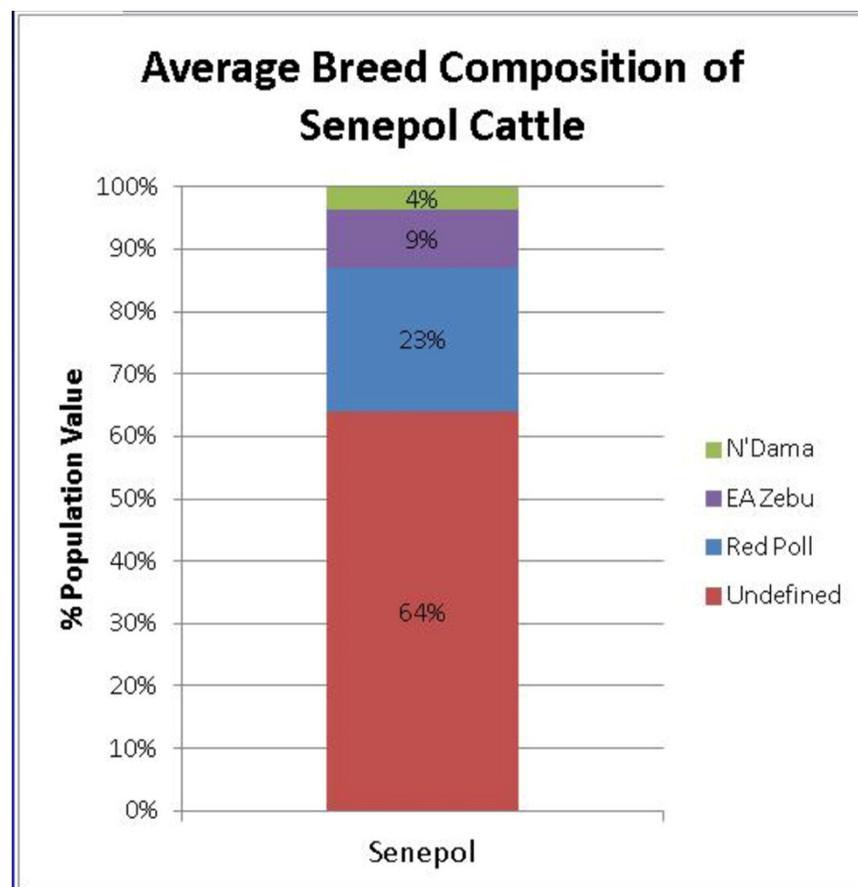
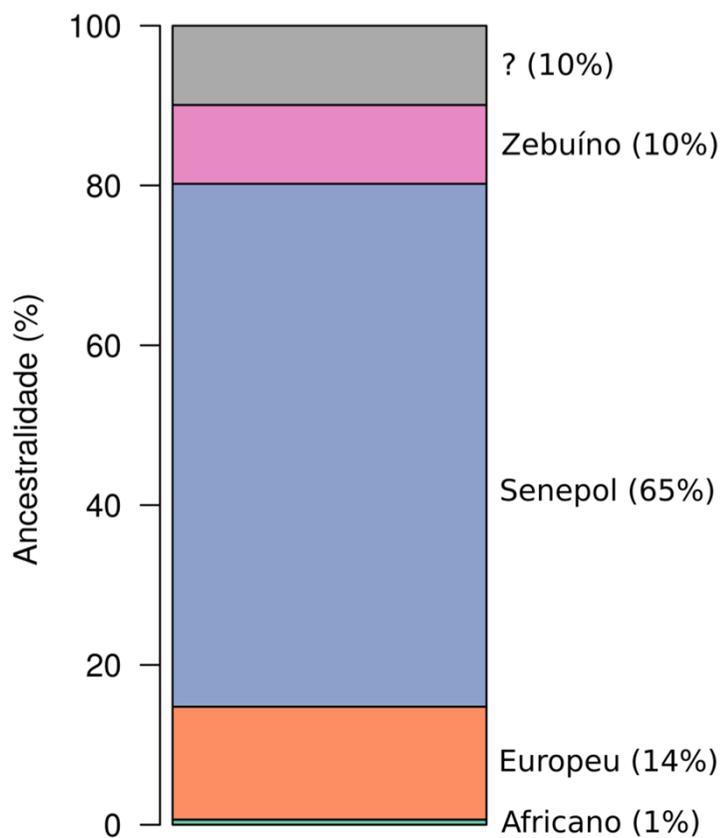
Admixture médio global





Da onde vem essas características?

Admixture médio global

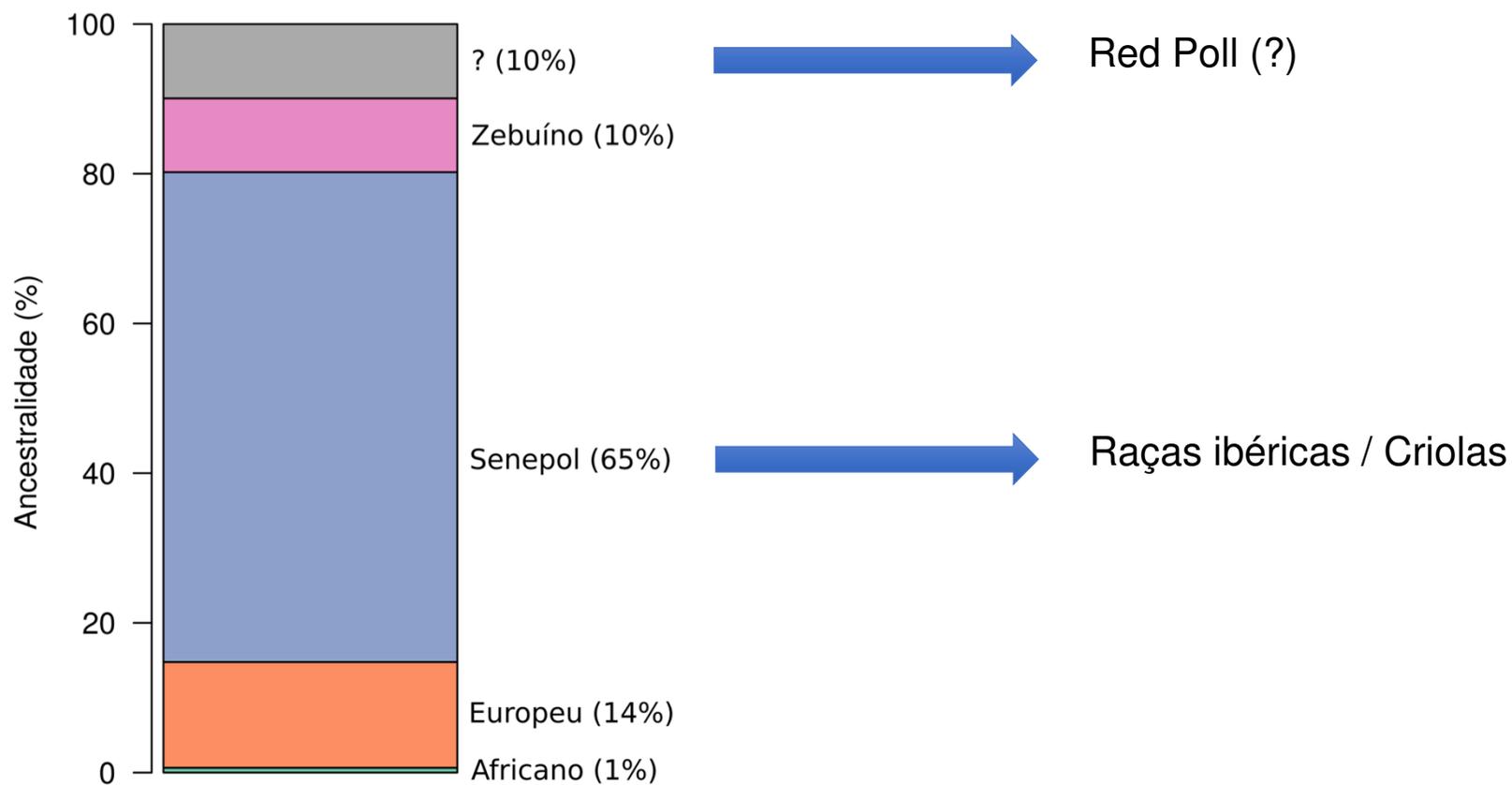


Créditos: Tad S. Sonstegard



Da onde vem essas características?

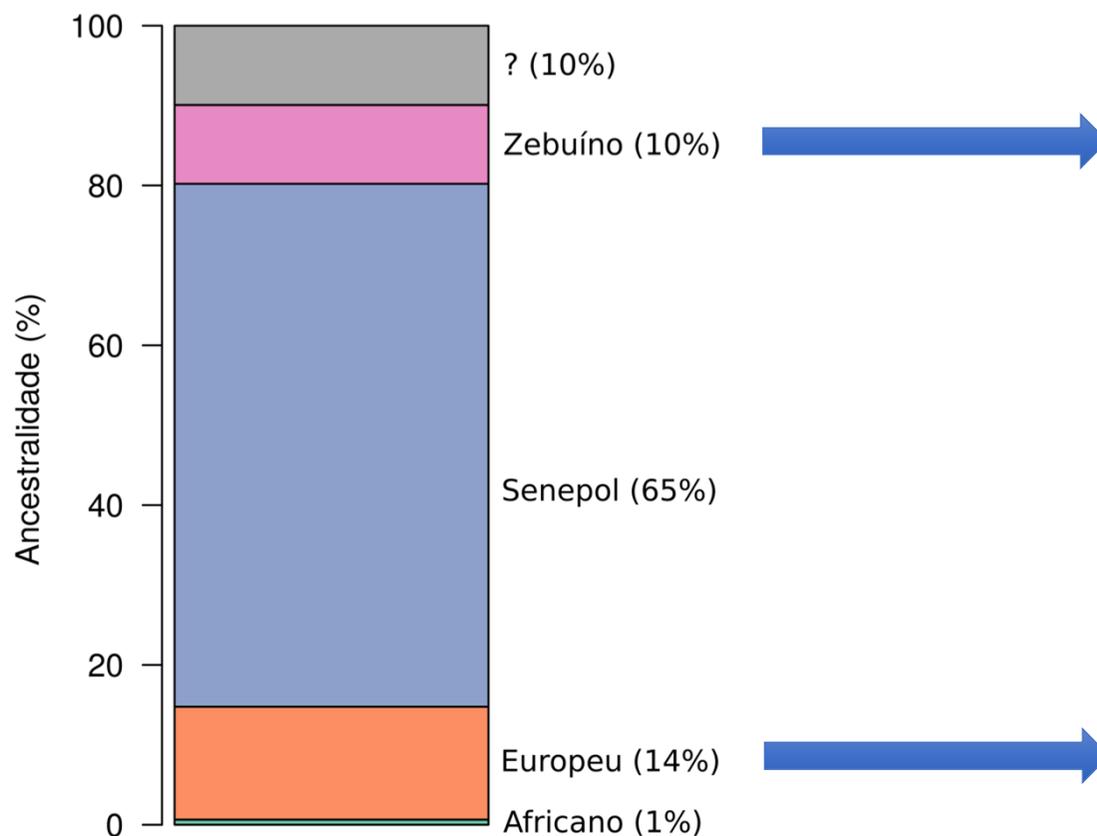
Admixture médio global





Da onde vem essas características?

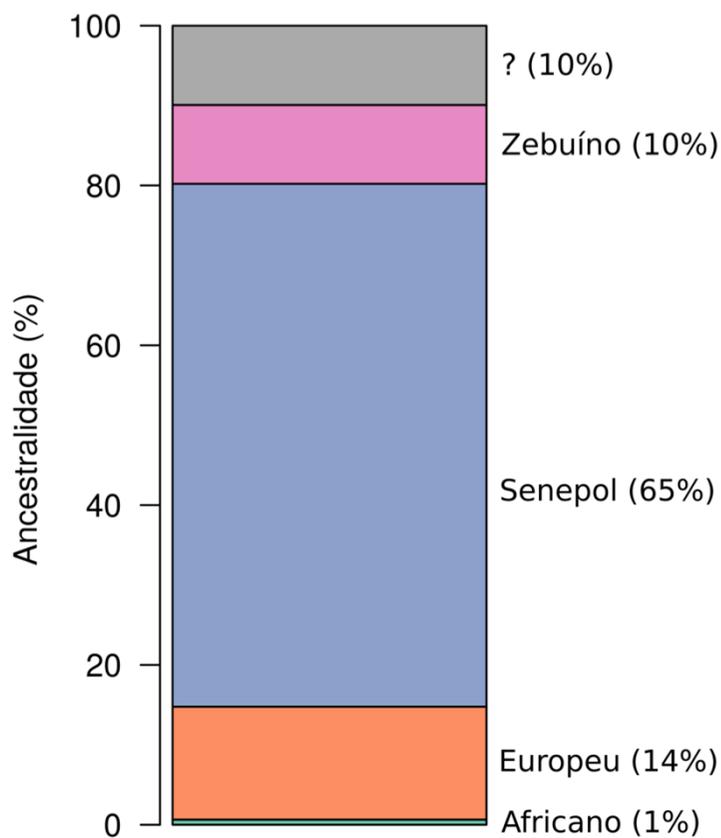
Admixture médio global





Da onde vem essas características?

Admixture médio global





Utilização de uma **nova metodologia** que aplica **aprendizado de máquina** (AgroPartners)

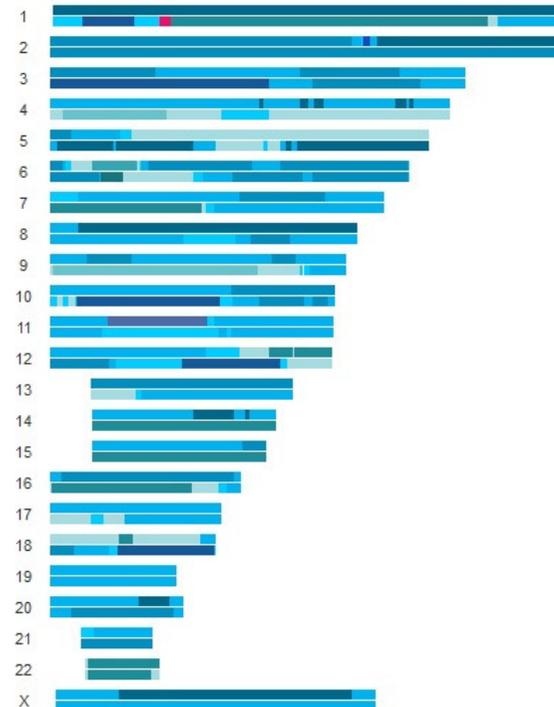


ancestry composition

Kashmir Hill Speculative Estimate

Chromosome View - Sub-regional Resolution

Ancestry Composition tells you what percent of your DNA comes from each of 22 populations worldwide. The analysis includes DNA you received from all of your ancestors, on both sides of your family. The results reflect where your ancestors lived 500 years ago, before ocean-crossing ships and airplanes came on the scene.



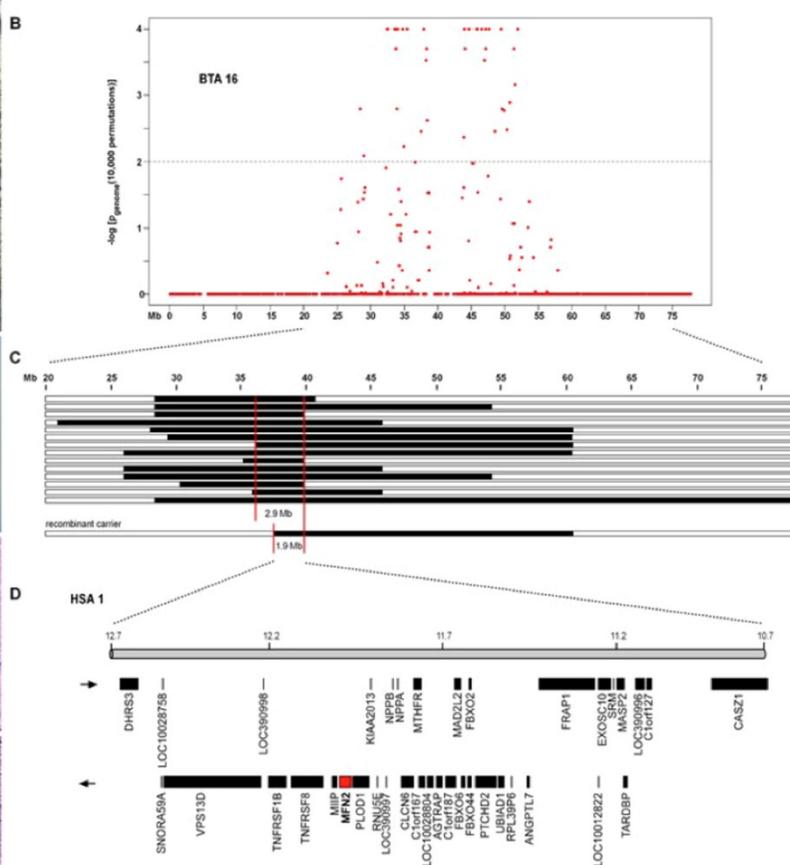
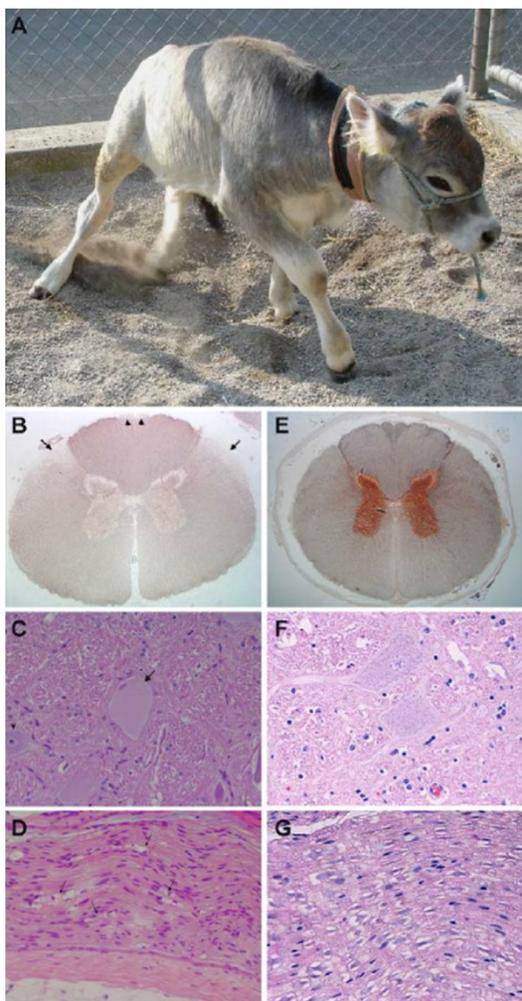
99.0%	European
	Northern European
20.8%	British and Irish
12.7%	French and German
34.2%	Nonspecific Northern Euro...
	Southern European
9.4%	Italian
2.5%	Balkan
0.3%	Iberian
0.2%	Sardinian
9.0%	Nonspecific Southern Eur...
4.8%	Eastern European
5.1%	Nonspecific European
0.8%	Middle Eastern & North African
0.8%	Middle Eastern
< 0.1%	North African
< 0.1%	Nonspecific Middle Eastern & N...
0.1%	Sub-Saharan African
0.1%	Unassigned
100.0%	Kashmir Hill



Consanguinidade (resultados preliminares)



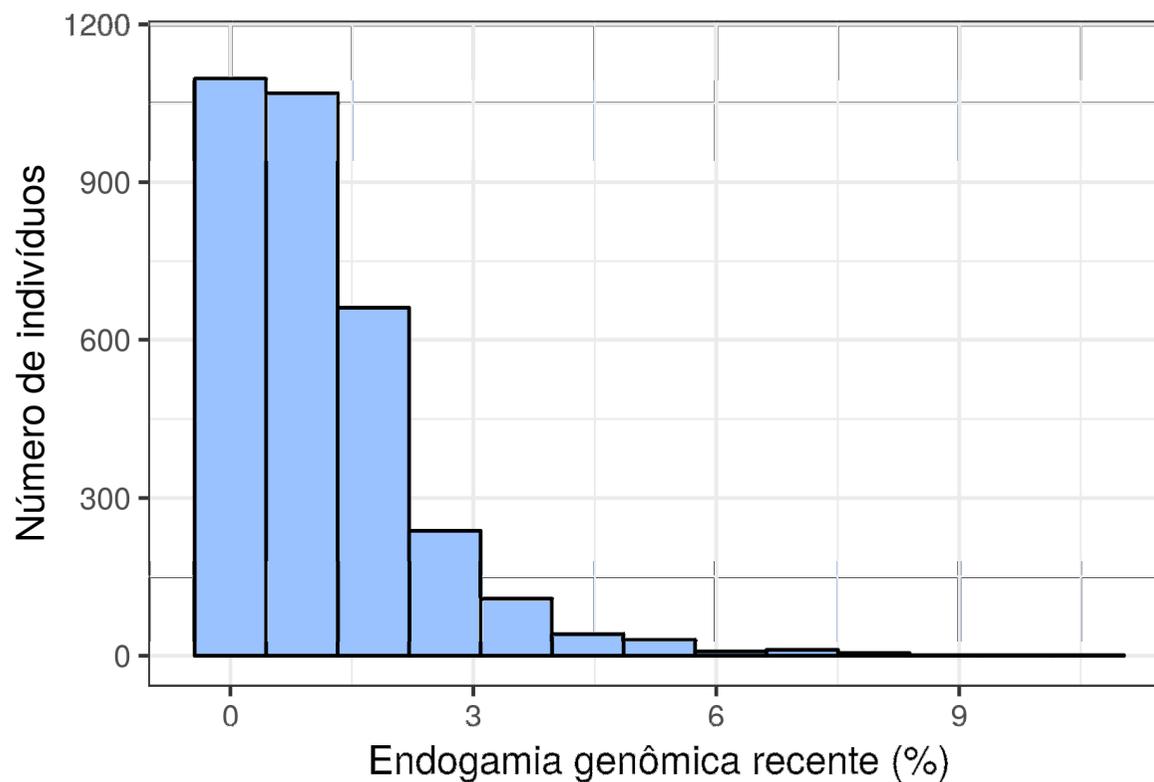
Tyrol Grey



Drogemüller et al. (2011) - DOI: 10.1371/journal.pone.0018931



Consanguinidade genômica recente (~3 gerações)





Consanguinidade genômica recente (~3 gerações)

Nelore	<	Senepol	<	Raças taurinas Europeia
0,4% ⁽¹⁾		1%		1,3-3,6% ⁽²⁾

Média reportada por populações.

(1) Zavarez et al. (2015)

(2) Ferenčaković, Sölkner & Curik (2013). Brown Swiss 3,6%; Pinzgauer 1,3%, Tyrol Grey 1,5%



Variantes de alto impacto



1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

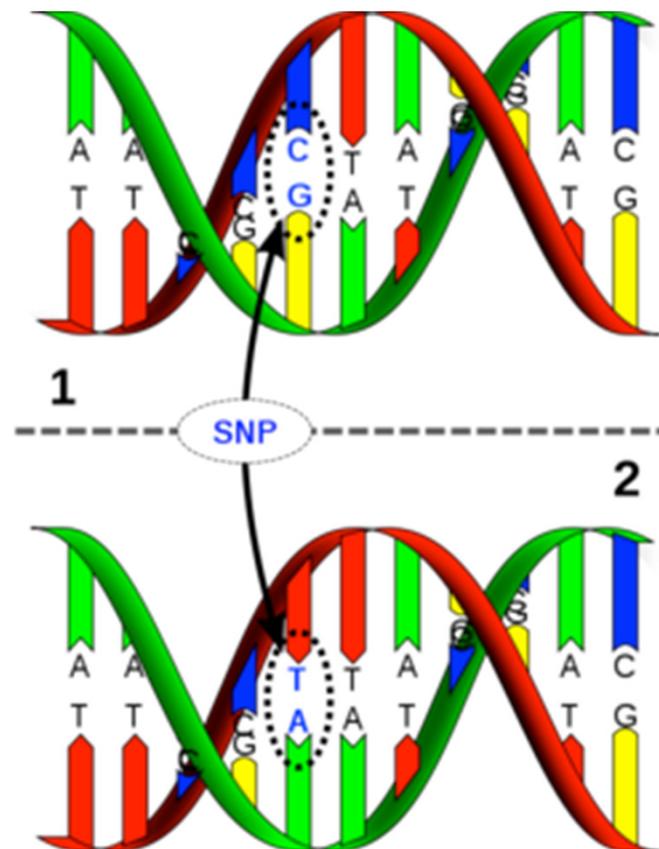
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

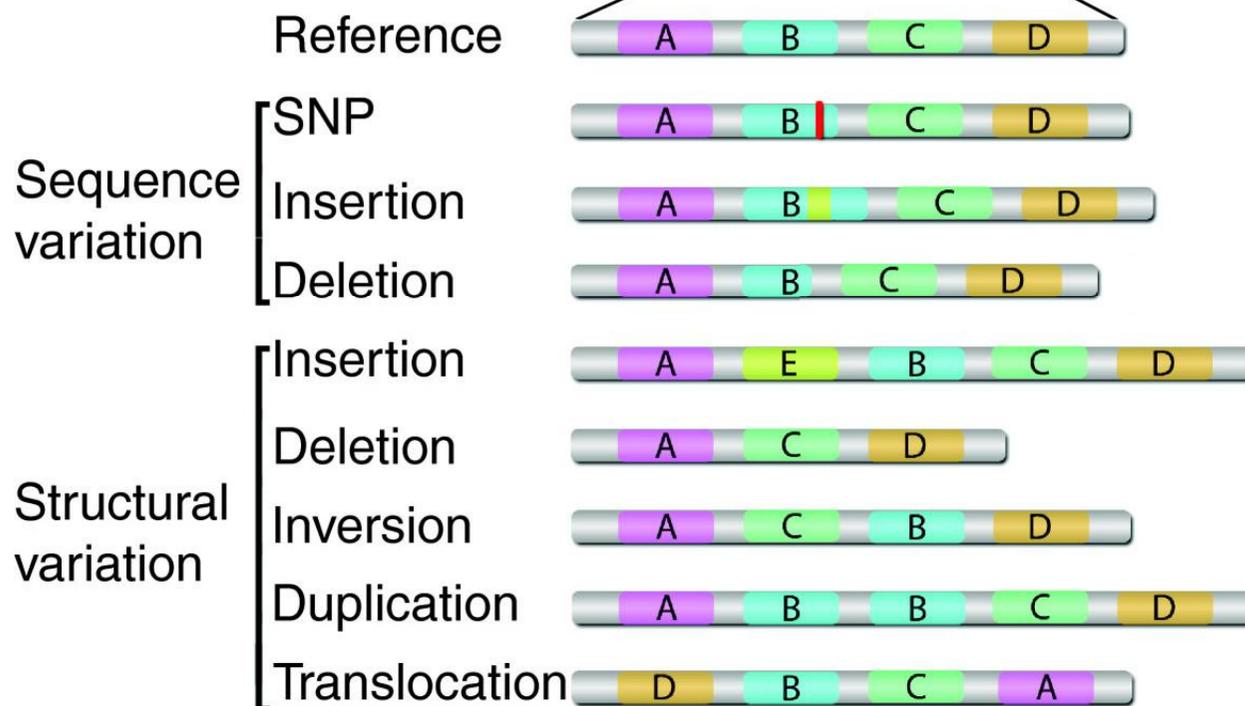




1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

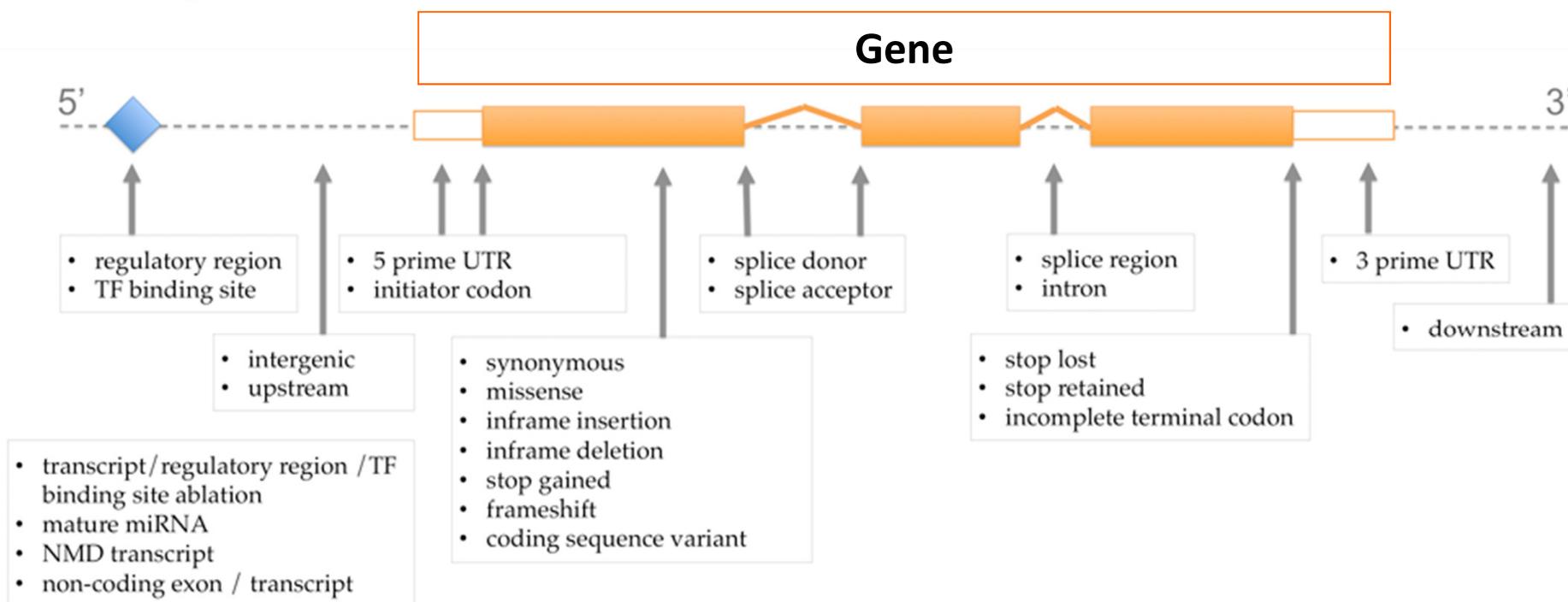






1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



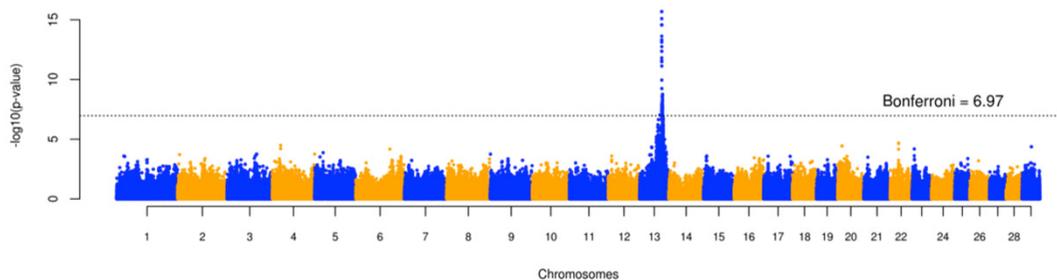


Definição

- Variante monogênica ou oligogênica
- Fenótipo dominante, recessivo ou aditivo



Cor da pelagem





Diagnostico de variantes conhecidas



Dupla musculatura



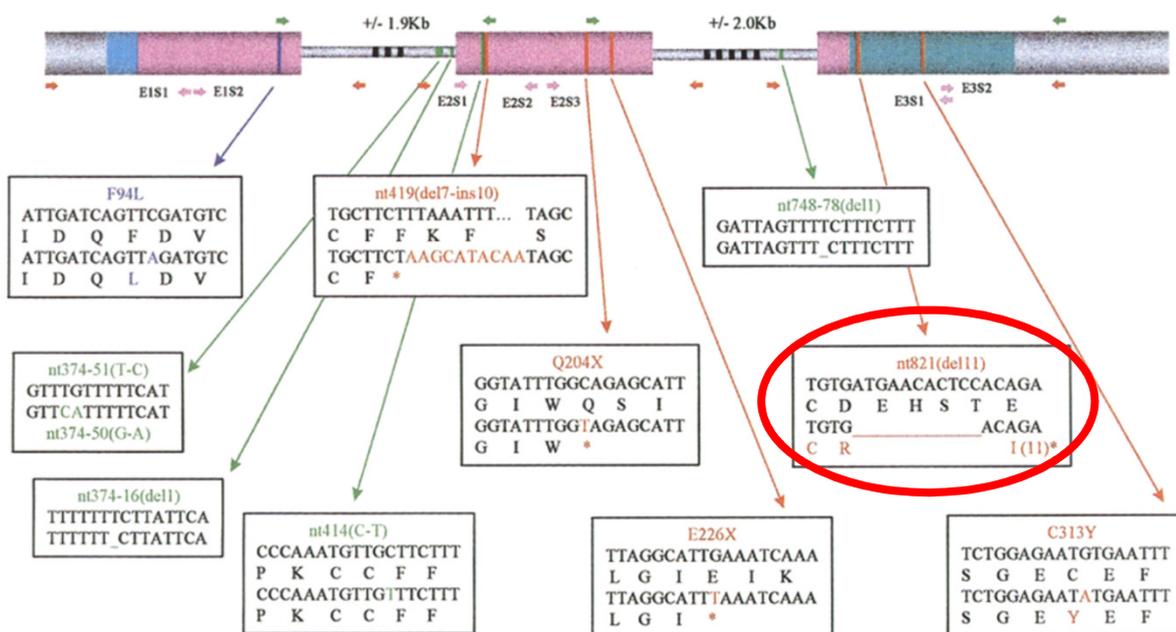
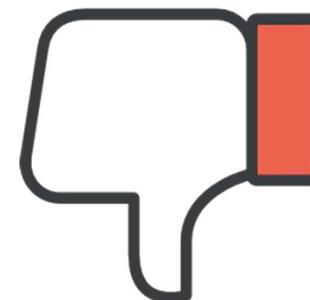
“Slick”





Dupla musculatura

- Truncamento da miostatina (*GDF8*)
- Existem mais de 10 variantes conhecidas
 - Mutação avaliada (“DM”): nt821





Dupla musculatura

“dmdm”



“DMDM”





Dupla musculatura

“dmdm”



“DMDM”





Fenótipo “slick”

- Truncamento do receptor da prolactina (*PRLR*)
- 3 mutações descobertas:
 - cp.L462 (g.39136558:GC>G) - Littlejohn *et al.* (2014)
 - Mutação hoje testada no Senepol por meio de marcador indireto (“S”)
 - p.S465 (g.39136571:C>A) & p.R497 (g.39136666:C>T) - Porto-Neto *et al.* (2018)



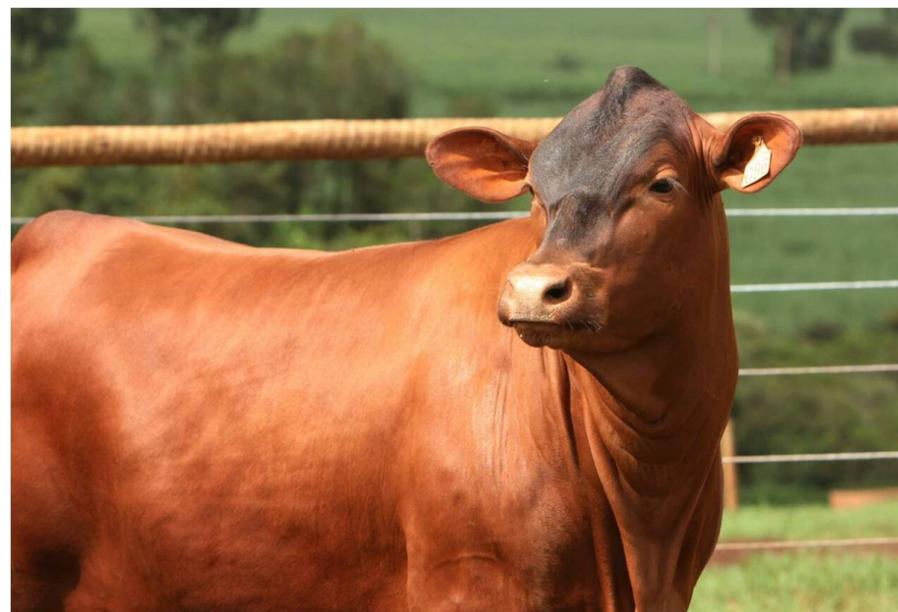


Fenótipo “slick”

“SS”



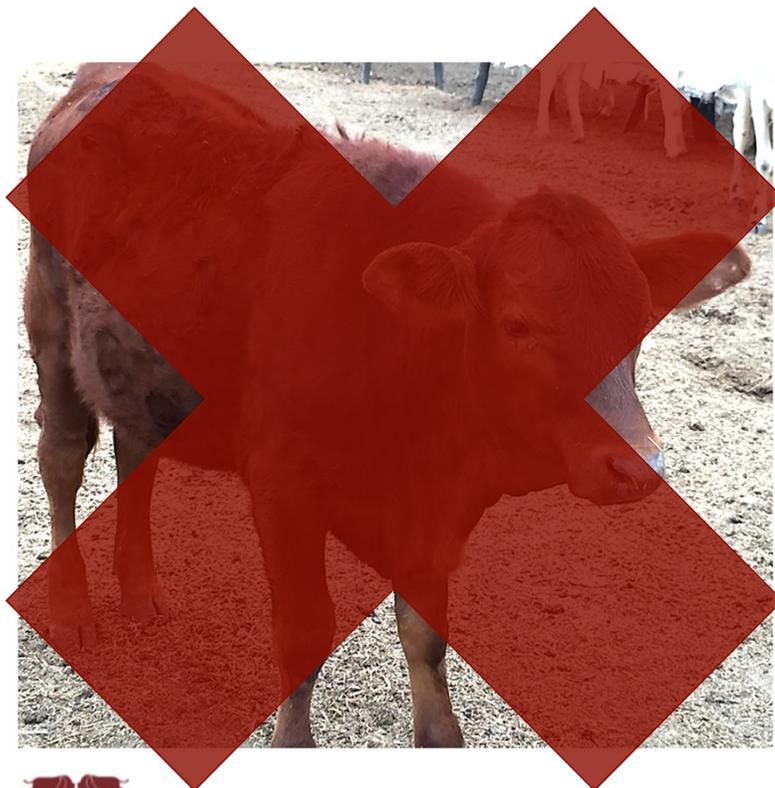
“SS”





Fenótipo “slick”

“SS”



“SS”





Rebanho Senepol

		SLICK			
		SS	Ss	ss	NR
DUPLA MUSCULATURA	<i>dmdm</i>	52,61%	25,55%	2,29%	2,08%
	<i>DMdm</i>	10,82%	5,63%	0,33%	0,39%
	<i>DMDM</i>	0,12%	0,03%	0,00%	0,00%
	<i>NR</i>	0,06%	0,06%	0,03%	0,00%

Frequência de *dm*: 0.91

Frequência de *S*: 0.81



Rebanho Senepol

		SLICK			
		SS	Ss	ss	NR
DUPLA MUSCULATURA	<i>dmdm</i>	52,61%	25,55%	2,29%	2,08%
	<i>DMdm</i>	10,82%	5,63%	0,33%	0,00%
	<i>DMDM</i>	0,12%	0,03%	0,00%	0,00%
	<i>NR</i>	0,06%	0,00%	0,03%	0,00%

~95% dos animais analisados

Frequência de *dm*: 0.91

Frequência de *S*: 0.81



Rebanho Senepol – touros (260)

		SLICK			
		SS	Ss	ss	NR
DUPLA MUSCULATURA	<i>dmdm</i>	45,77%	31,15%	1,15%	1,15%
	<i>DMdm</i>	11,54%	6,92%	0,38%	0,77%
	<i>DMDM</i>	0,77%	0,00%	0,00%	0,00%
	<i>NR</i>	0,00%	0,38%	0,00%	0,00%

Frequência de *dm*: 0.90

Frequência de *S*: 0.79



Mapeamento de variantes de alto impacto



Em estudo

- Colaboração com programa Safiras
- Fenótipos de qualidade da carne, eficiência alimentar, reprodução, etc.
- Base de dados para descoberta de novas variantes de alto impacto

GRAMA
SENEPOL

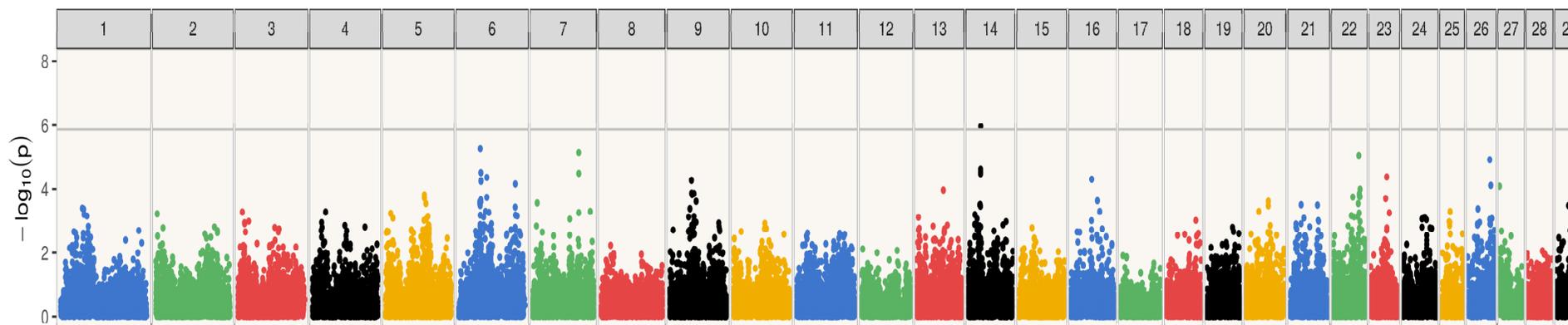
Safiras **TOPÁZIO**
DO SENEPOL

Embrapa



Peso

PLAG1





Gene *PLAG1*

Pleiotropic Genes Affecting Carcass Traits in *Bos indicus* (Nellore) Cattle Are Modulators of Growth

Anirene G. T. Pereira , Yuri T. Utsunomiya , Marco Milanesi, Rafaela B. P. Torrecilha, Adriana S. Carmo, Haroldo H. R. Neves, Roberto Carvalheiro, Paolo Ajmone-Marsan, Tad S. Sonstegard, Johann Sölkner, Carmen J. Contreras-Castillo, José F. Garcia 

Published: July 13, 2016 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158165>

Genome-wide association study for birth weight in Nellore cattle points to previously described orthologous genes affecting human and bovine height

Yuri T Utsunomiya [†], Adriana S do Carmo [†], Roberto Carvalheiro, Haroldo HR Neves, Márcia C Matos, Ludmilla B Zavarez, Ana M Pérez O'Brien, Johann Sölkner, John C McEwan, John B Cole, Curtis P Van Tassell, Flávio S Schenkel, Marcos VGB da Silva, Laercio R Porto Neto, Tad S Sonstegard and José F Garcia 

Genome-Wide Mapping of Loci Explaining Variance in Scrotal Circumference in Nellore Cattle

Yuri T. Utsunomiya, Adriana S. Carmo, Haroldo H. R. Neves, Roberto Carvalheiro, Márcia C. Matos, Ludmilla B. Zavarez, Pier K. R. K. Ito, Ana M. Pérez O'Brien, Johann Sölkner, Laercio R. Porto-Neto, Flávio S. Schenkel, John McEwan, John B. Cole, [...], José Fernando Garcia  [view all]



Gene *PLAG1*

Pleiotropic Genes Affecting **Carcass Traits** in *Bos indicus* (Nellore) Cattle Are Modulators of Growth

Anirene G. T. Pereira , Yuri T. Utsunomiya , Marco Milanesi, Rafaela B. P. Torrecilha, Adriana S. Carmo, Haroldo H. R. Neves, Roberto Carvalheiro, Paolo Ajmone-Marsan, Tad S. Sonstegard, Johann Sölkner, Carmen J. Contreras-Castillo, José F. Garcia 

Published: July 13, 2016 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158165>

Genome-wide association study for **birth weight** in Nellore cattle points to previously described orthologous genes affecting human and bovine height

Yuri T Utsunomiya [†], Adriana S do Carmo [†], Roberto Carvalheiro, Haroldo HR Neves, Márcia C Matos, Ludmilla B Zavarez, Ana M Pérez O'Brien, Johann Sölkner, John C McEwan, John B Cole, Curtis P Van Tassell, Flávio S Schenkel, Marcos VGB da Silva, Laercio R Porto Neto, Tad S Sonstegard and José F Garcia 

Genome-Wide Mapping of Loci Explaining Variance in **Scrotal Circumference** in Nellore Cattle

Yuri T. Utsunomiya, Adriana S. Carmo, Haroldo H. R. Neves, Roberto Carvalheiro, Márcia C. Matos, Ludmilla B. Zavarez, Pier K. R. K. Ito, Ana M. Pérez O'Brien, Johann Sölkner, Laercio R. Porto-Neto, Flávio S. Schenkel, John McEwan, John B. Cole, [...], José Fernando Garcia  [view all]



SCIENTIFIC REPORTS

OPEN A *PLAG1* mutation contributed to stature recovery in modern cattle

Yuri Tani Utsunomiya^{1,2}, Marco Milanesi^{2,3,4}, Adam Taiti Harth Utsunomiya^{2,4}, Rafaela Beatriz Pintor Torrecilha^{1,2}, Eui-Soo Kim⁵, Márcio Silva Costa⁶, Tamiris Sayuri Aguiar^{1,2}, Steven Schroeder⁷, Adriana Santana do Carmo⁸, Roberto Carneiro⁹, Haroldo Henrique Rezende Neves¹⁰, Romulo Cláudio Morozini Padula¹¹, Thayla Souza Sussai¹¹, Ludmilla Balbo Zavarez^{1,2}, Rafael Silva Cipriano¹¹, Maria Margareth Theodoro Caminhas⁴, George Hambrecht¹², Licia Colli³, Elisa Eufemi³, Paolo Ajmone-Marsan³, Deneb Cesana¹³, Marco Sannazaro¹³, Maurizio Buora¹⁴, Michele Morgante^{15,16}, George Liu⁷, Derek Bickhart⁷, Curtis Paul Van Tassell⁷, Johann Sölkner¹⁷, Tad Stewart Sonstegard⁵ & José Fernando Garcia^{1,2,4}

Received: 3 April 2017

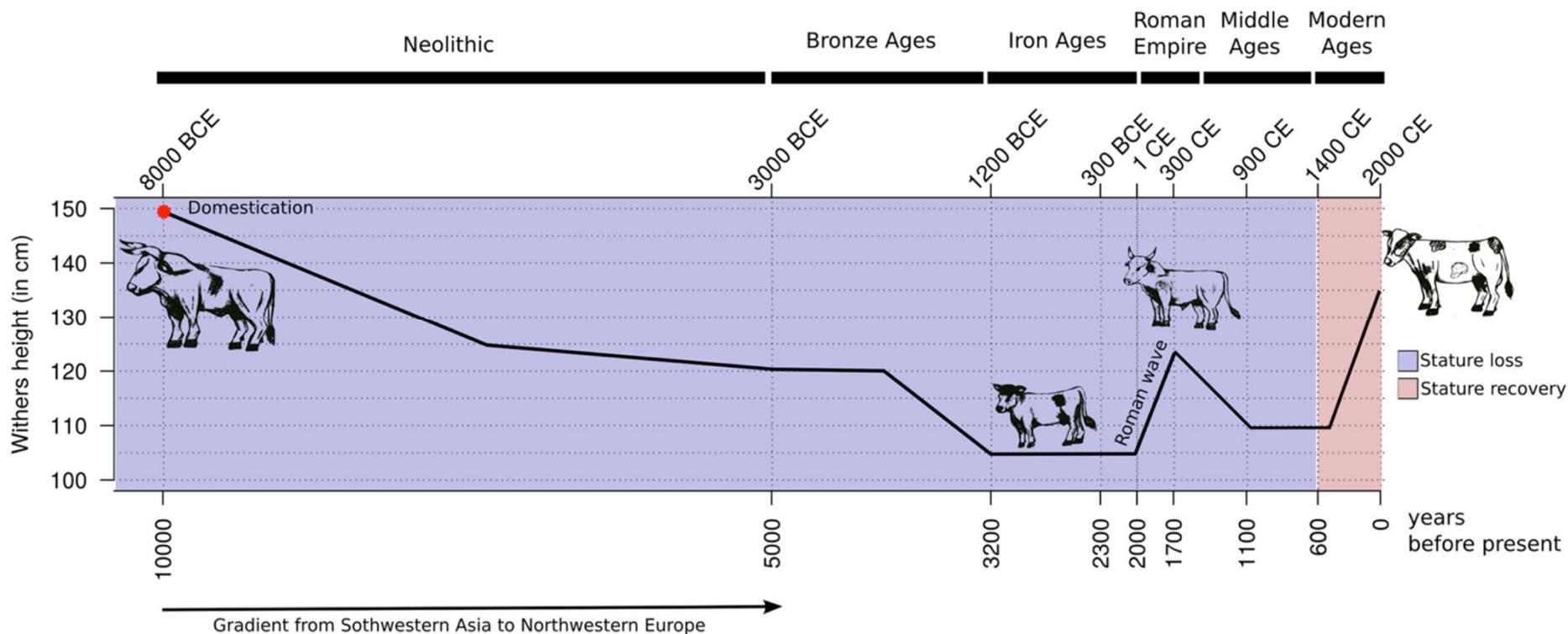
Accepted: 22 November 2017

Published online: 07 December 2017

The recent evolution of cattle is marked by fluctuations in body size. Height in the *Bos taurus* lineage was reduced by a factor of ~1.5 from the Neolithic to the Middle Ages, and increased again only during the Early Modern Ages. Using haplotype analysis, we found evidence that the bovine *PLAG1* mutation (*Q*) with major effects on body size, weight and reproduction is a >1,000 years old derived allele that increased rapidly in frequency in Northwestern European *B. taurus* between the 16th and 18th centuries. Towards the 19th and 20th centuries, *Q* was introgressed into non-European *B. taurus* and *Bos indicus* breeds. These data implicate a major role of *Q* in recent changes in body size in modern cattle, and represent one of the first examples of a genomic sweep in livestock that was driven by selection on a complex trait.

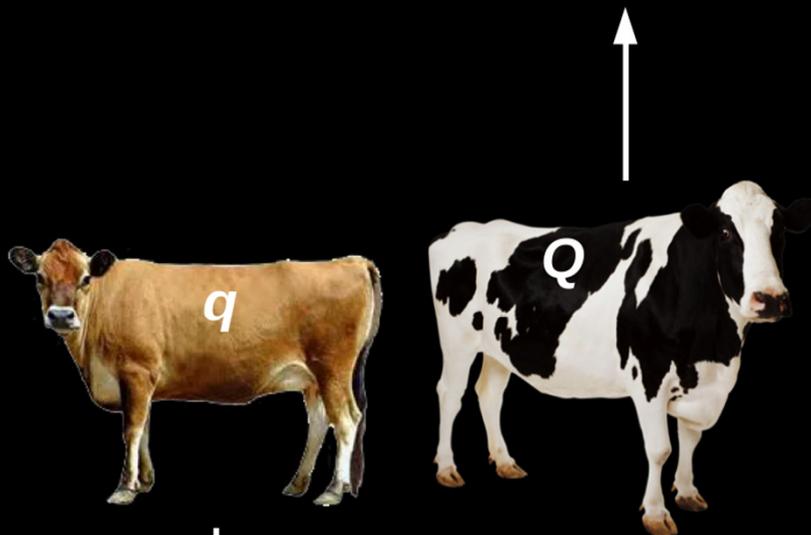


SCIENTIFIC REPORTS





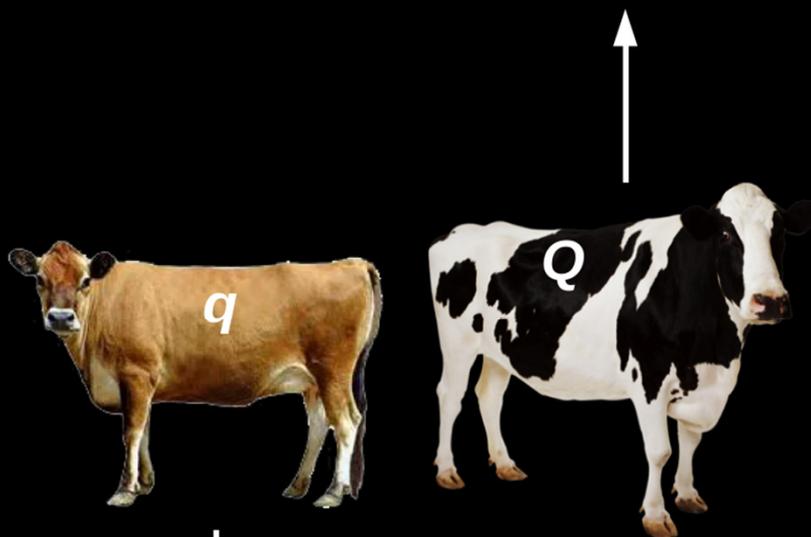
Puberdade = 12 – 13 meses



Puberdade = 8 – 10 meses



Puberdade = 12 – 13 meses



Puberdade = 8 – 10 meses

Variante Q com efeitos maior em estatura e reprodução

QQ	Qq	qq
11.9%	47.9%	40.2%



Umbigo

HMGA2

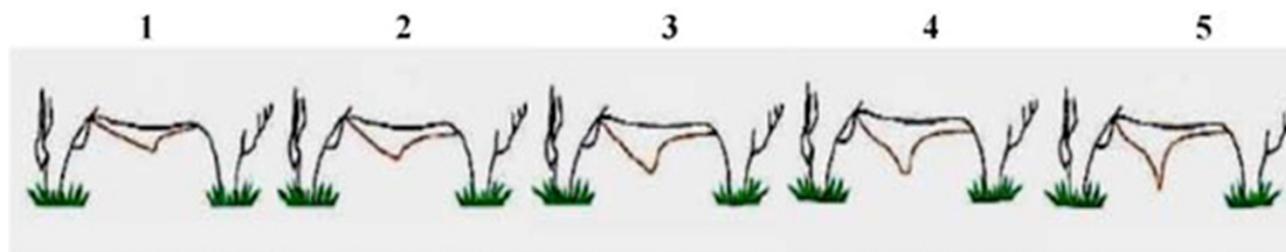
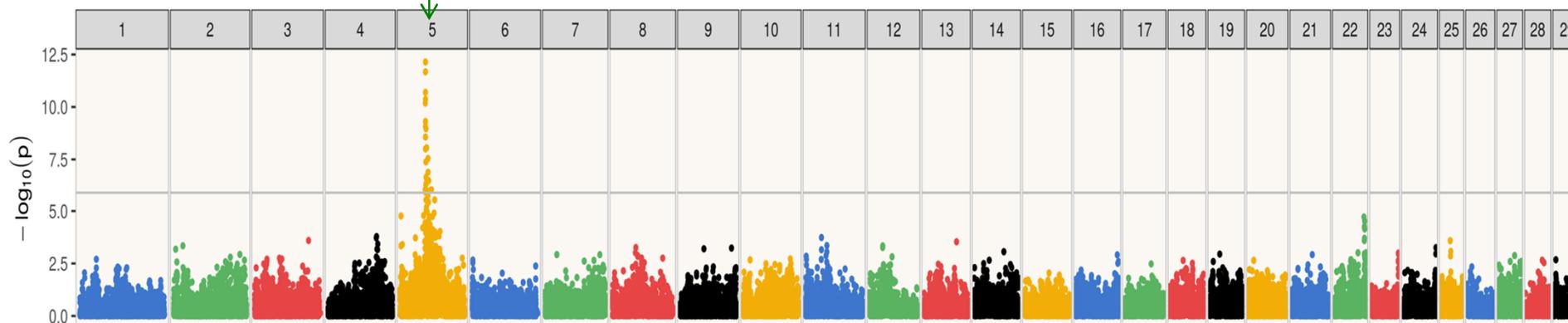


Figura 1. Referência de escore para umbigo na raça Nelore (adaptado de Koury Filho, 2005).

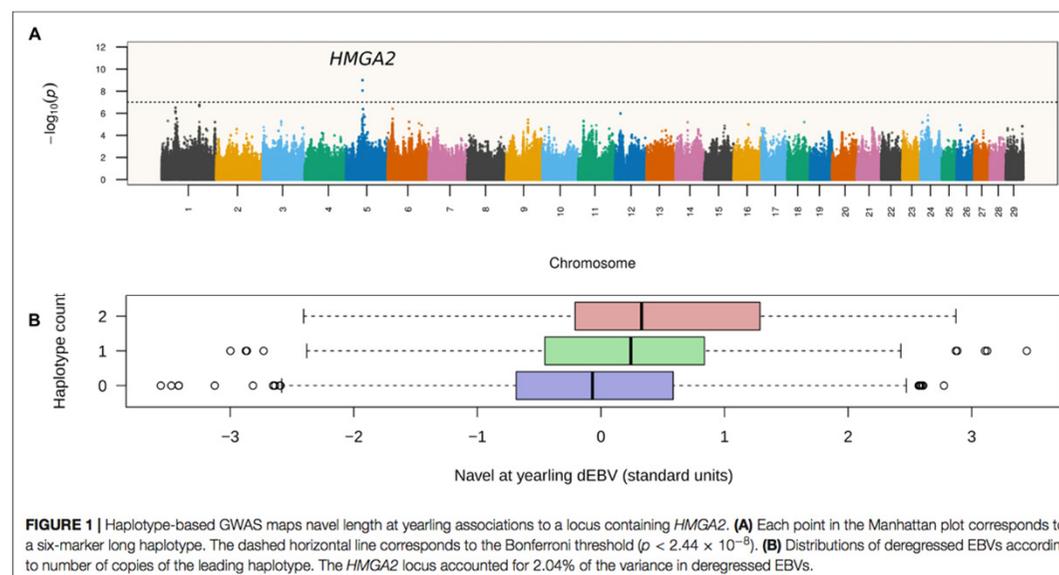




Gene *HMGA2*

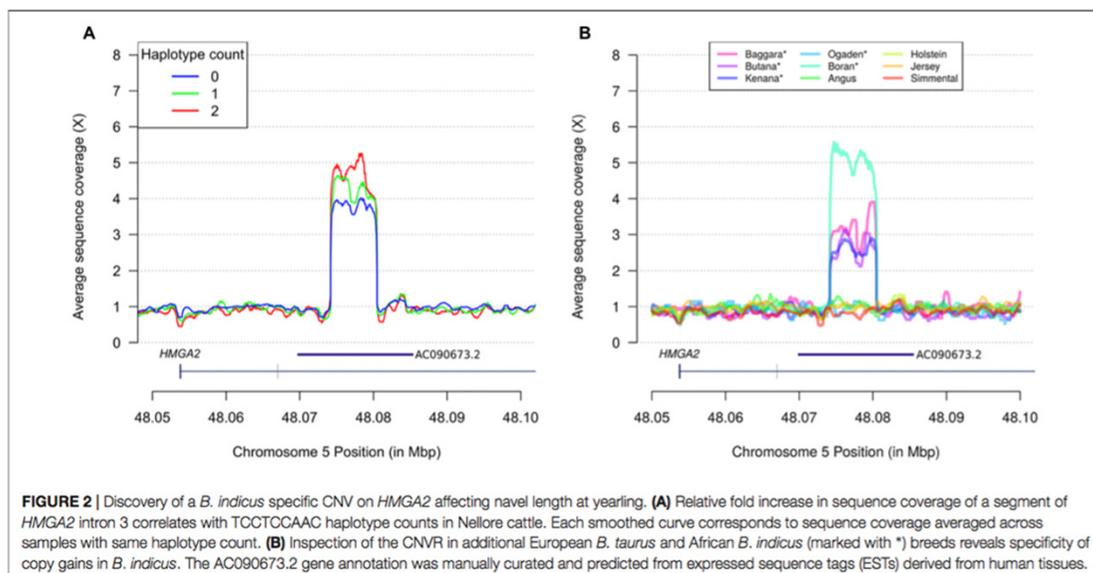
Association of Copy Number Variation at Intron 3 of *HMGA2* With Navel Length in *Bos indicus*

Tamiris Sayuri Aguiar^{1,2}, Rafaela Beatriz Pintor Torrecilha^{1,2}, Marco Milanesi^{2,3,4}, Adam Taiti Harth Utsunomiya^{2,3}, Beatriz Batista Trigo^{2,3}, Abdulfatai Tijjani⁵, Hassan Hussein Musa⁶, Flávia Lombardi Lopes³, Paolo Ajmone-Marsan⁴, Roberto Carneiro⁷, Haroldo Henrique de Rezende Neves⁸, Adriana Santana do Carmo⁹, Olivier Hanotte^{5,10}, Tad Stewart Sonstegard¹¹, José Fernando Garcia^{1,2,3} and Yuri Tani Utsunomiya^{2,3*}





Gene *HMGA2*





Gene *HMGA2*

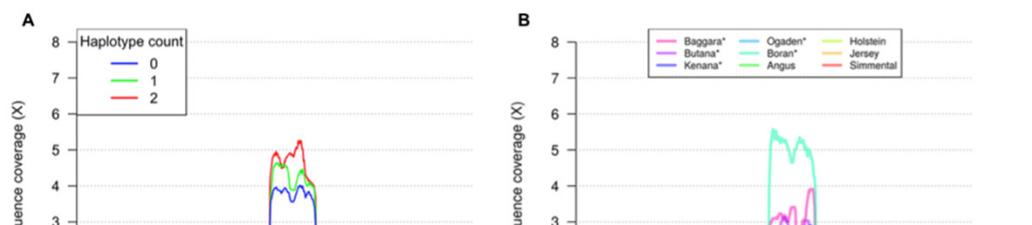


TABLE 1 | Effects of the *HMGA2*-CNVR tag haplotype on deregressed estimated breeding values of nine traits in Nellore cattle.

Trait	Sample size	Unweighted regression ^a			Weighted regression ^b		
		Coefficient	SE	p-value	Coefficient	SE	p-value
Birth weight	1,993	0.037	0.055	0.505	0.047	0.052	0.362
Weight gain from birth to weaning	2,108	0.325	0.262	0.215	0.309	0.264	0.241
Weight gain from weaning to yearling	2,052	-0.243	0.355	0.494	-0.221	0.356	0.536
Visual score for conformation	2,023	0.030	0.019	0.116	0.026	0.019	0.166
Visual score for precocity	2,022	-0.045	0.026	0.084	-0.055	0.026	0.036
Visual score for muscling	2,020	-0.060	0.025	0.017	-0.070	0.025	0.005
Scrotal circumference	1,627	-0.041	0.058	0.474	-0.050	0.058	0.396
Age at first calving	636	0.417	0.526	0.429	0.455	0.445	0.307
Gestation length	1,951	0.077	0.133	0.561	0.145	0.130	0.263

Significant effects ($p < 0.05$) are marked in bold.

^aSimple linear regression analysis; ^bWeighted regression using weights proposed by Garrick et al. (2009).

FIGURE 2 | Discov *HMGA2* intron 3 cc samples with same copy gains in *B. indicus*



IMPORTANTE!

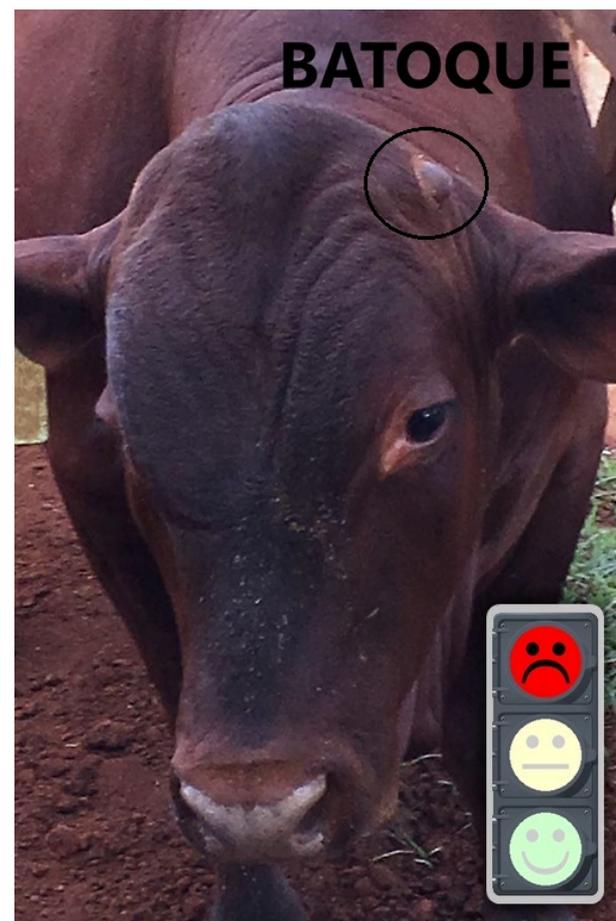
A mesma variante:

- Afeita diferentes fenótipos → variante **PLEIOTROPICA**
- O tamanho do efeito depende do fenótipo → fenótipos **OLIGOGÊNICOS**

Possível uso na seleção
MAS
com cuidados!



Novos fenótipos





Novos fenótipos

MANCHA BRANCA DESCLASSIFICATÓRIA NOS MACHOS



MANCHA BRANCA EM ÁREA NÃO SOMBREADA É DESCLASSIFICATÓRIA



MANCHA PRETA DESCLASSIFICATÓRIA:
MAIOR QUE METADE DE UMA FOLHA A4.





Novos fenótipos

- Qualidade da carne
- Eficiência alimentar
- Fertilidade
- Etc.



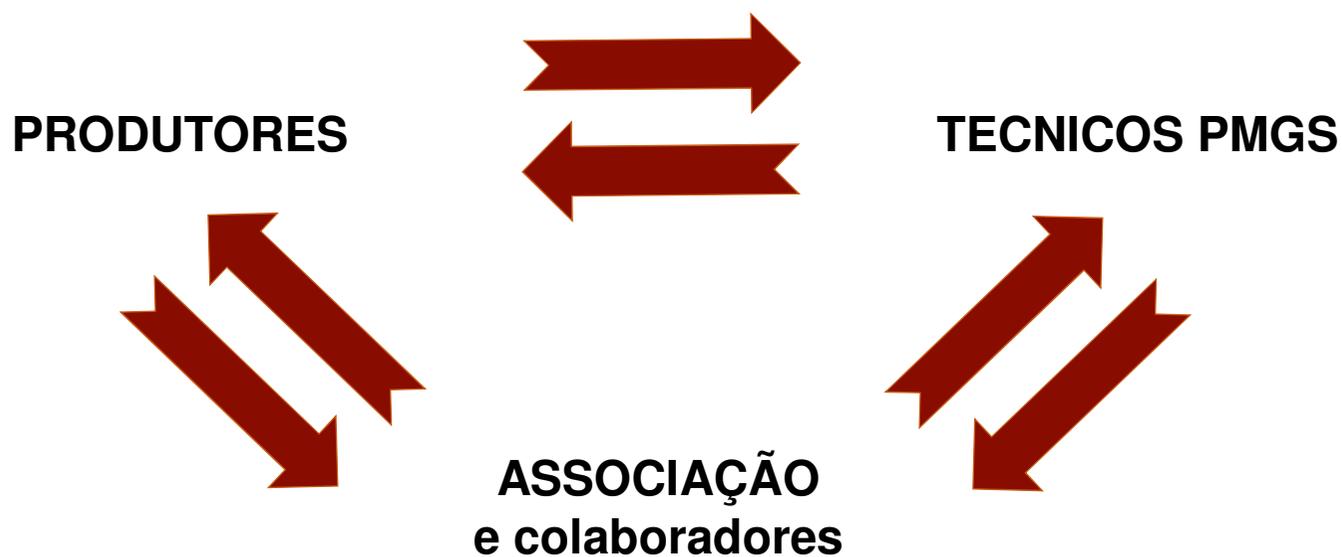
1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

Mais descobertas deste tipo só serão possível se
cada um desempenhar bem o seu papel



Mais descobertas deste tipo só serão possível se
cada um desempenhar bem o seu papel





3 alicerces

1. Registro de animais

. O elo de todas as informações

2. Fenotipagem

. Fenótipo é ouro, genótipo é prata

3. Coleta de amostras biológicas

. Cada amostra deve ser identificada, individualizada e conservada corretamente



Concluindo



**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

Sumário de Touros **Senepol**

Edição 2019

Primeiro Sumário Oficial
com DEPs Genômicas

Programa de
Melhoramento
Genético do
Senepol

Seleção Genômica “Tradicional”

Um divisor ⁺
de águas

Genômica “funcional”

Programa de Melhoramento Genético do Senepol **PMGS** **GENE PLUS** **Embrapa** **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO** **PÁTRIA AMADA BRASIL**



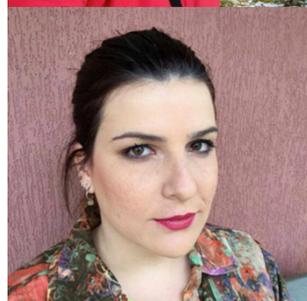
1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL





Equipe AgroPartners



- Prof. José Fernando Garcia, Ph.D.
- Adam T.H. Utsunomiya, Ph.D.
- Lucas A. Da Silva, T.I.
- Marco Milanesi, Ph.D.
- Silvana de C. Paulan, Ph.D.
- Rafaela B.P. T. Torrecilha, Ph.D.
- Yuri T. Utsunomiya, Ph.D.





**1º CURSO PMGS
PARA CRIADORES**
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

Obrigado!



AGROPARTNERS
CONSULTING

contato@agropartners.com.br

18 3304 1120

agropartners.com.br

Rua Floriano Peixoto, 120
Sala 43 - Centro, Araçatuba/SP
CEP 16010-220

