

# 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

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

## Processamento do material biológico

Quantidade e qualidade do DNA

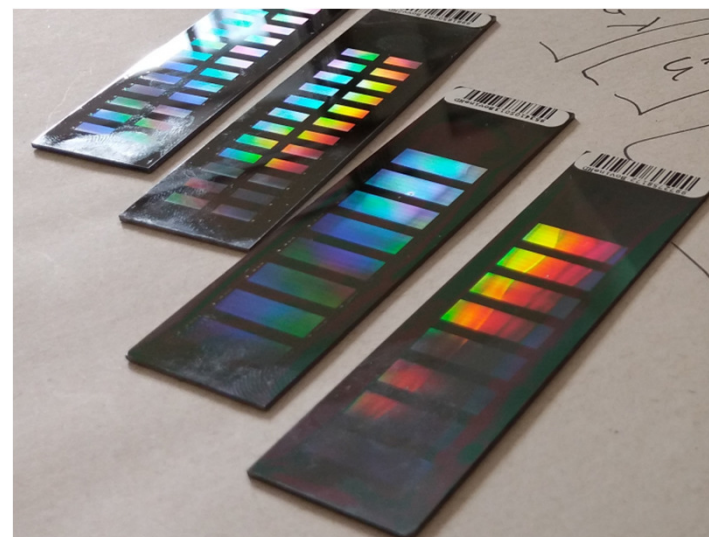




# Genotipagem

## Genotipagem

Escolha da plataforma: GGP50K Illumina





# Genotipagem

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



## Armazenamento das informações

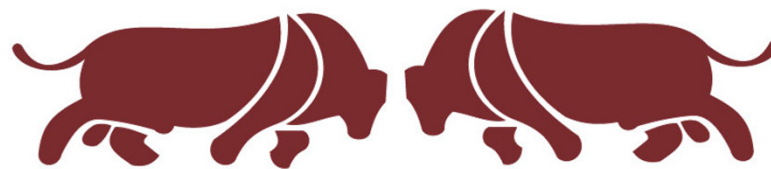






**SENEPOL**

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



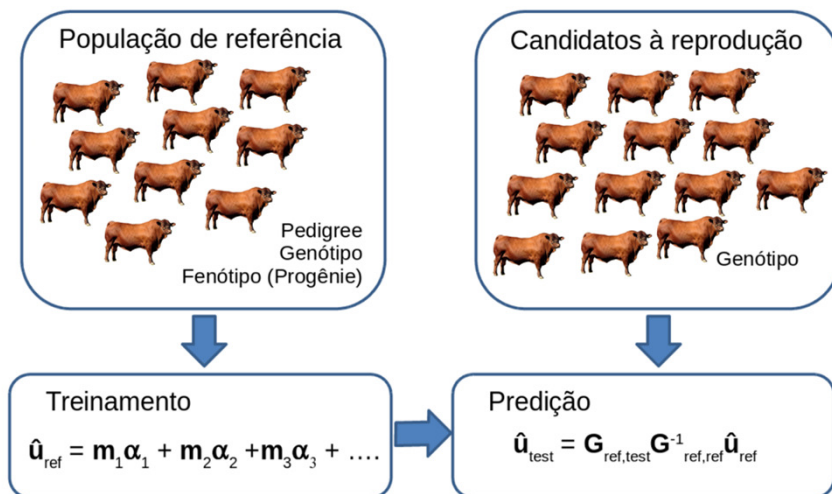
**1º CURSO PMGS  
PARA CRIADORES**  
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

# 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

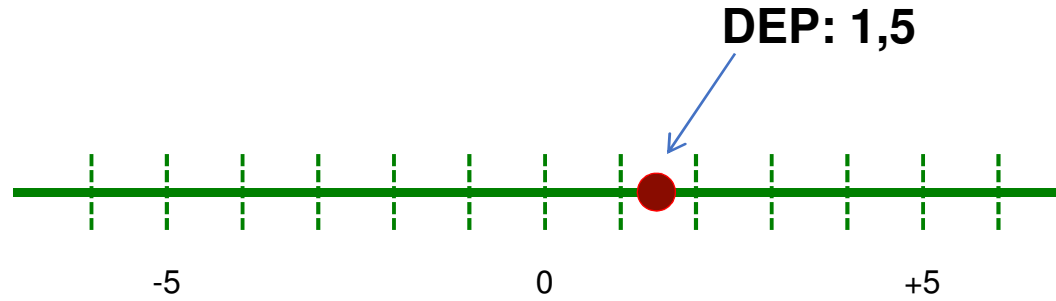
Diferença estimada da progênie

Acurácia

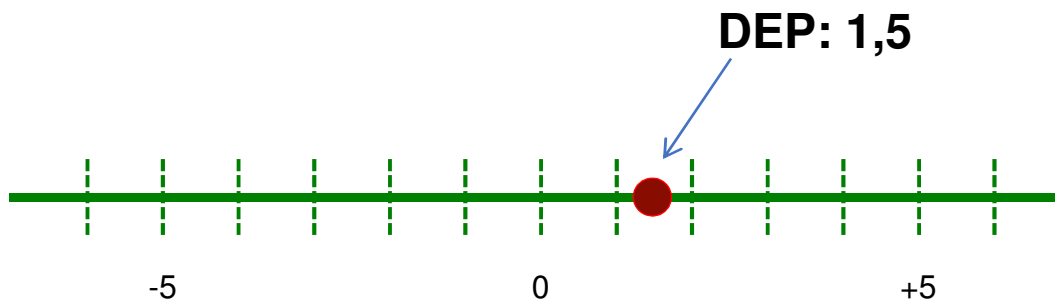


# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

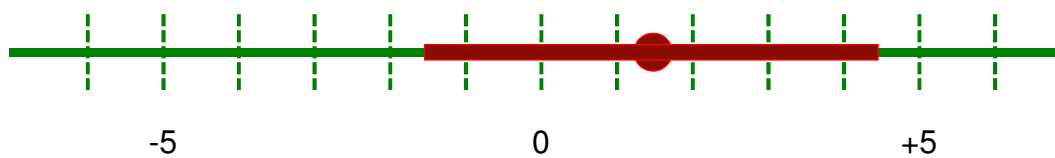
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



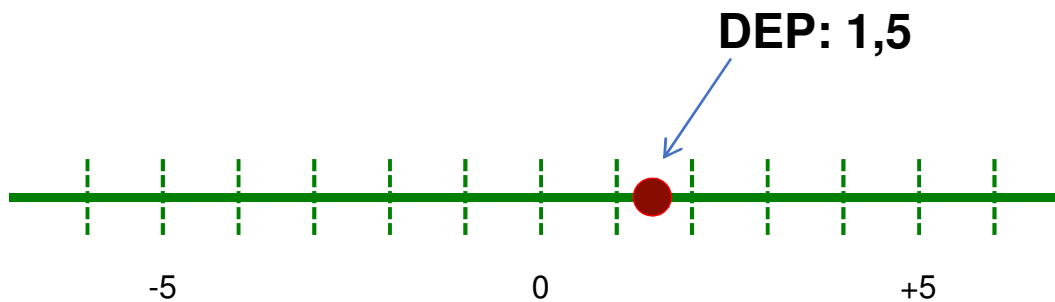




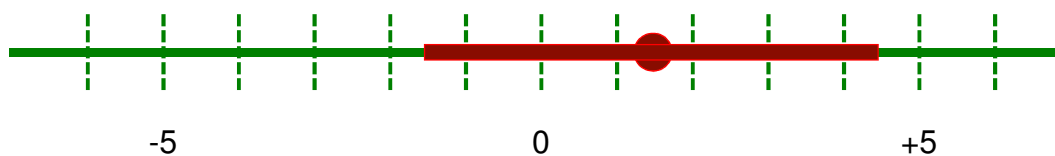
**Acurácia  
baixa**



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

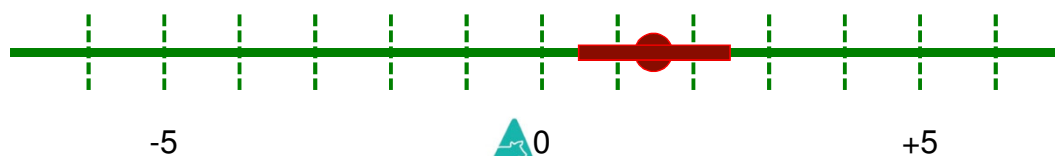


**Acurácia  
baixa**



Intervalo DEP  
-1,5 / 4,5

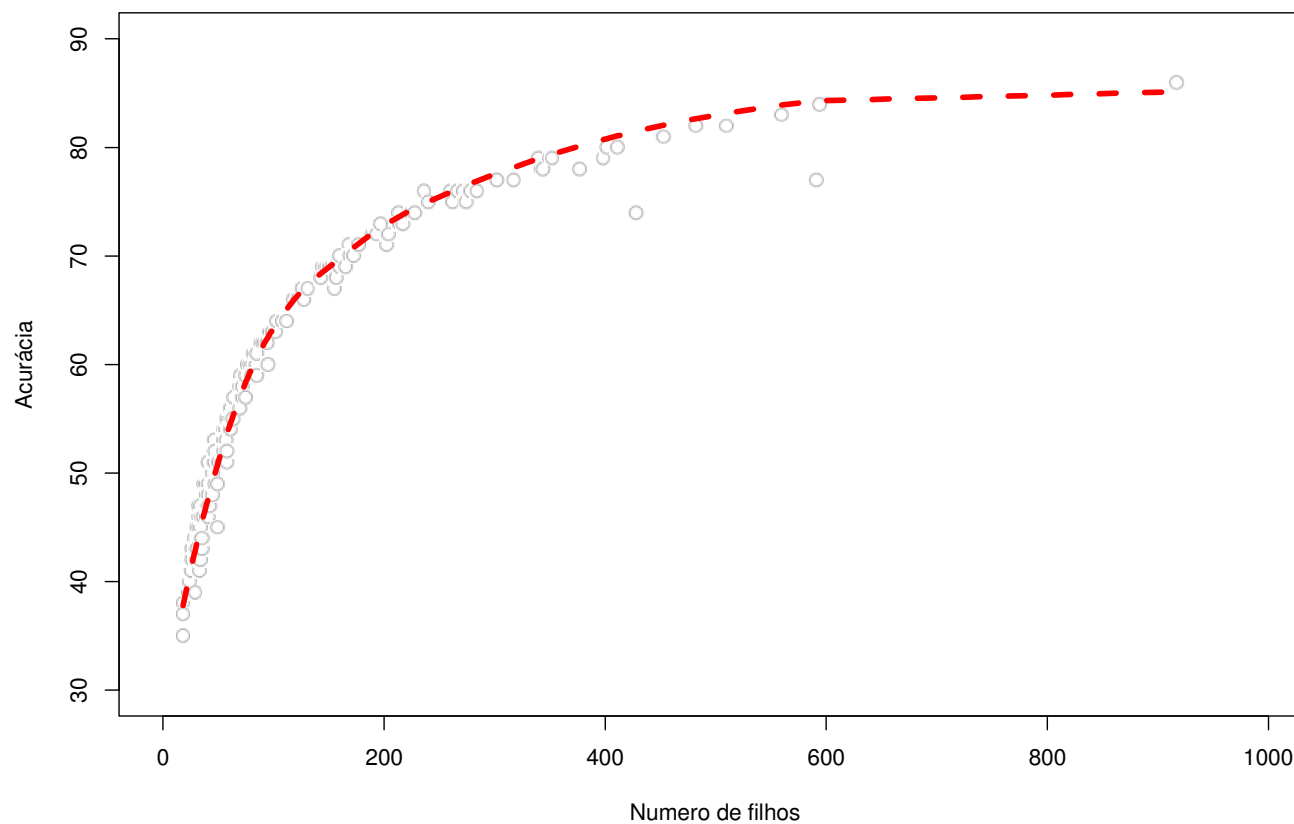
**Acurácia  
elevada**



Intervalo DEP  
0,5 / 2,5



## Como melhorar a acurácia?





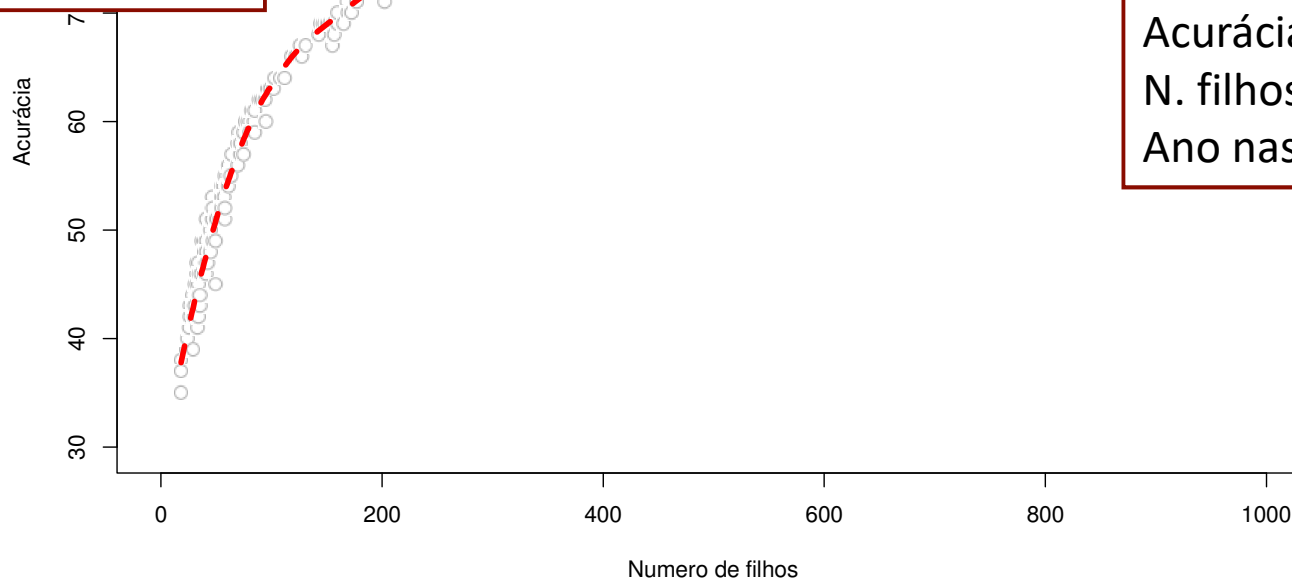
## Como melhorar a acurácia?

### BOTTOM10 Acurácia

Acurácia: 39

N. filhos: 24

Ano nascimento: 2005



### TOP10 Acurácia

Acurácia: 82

N. filhos: 468

Ano nascimento: 2000



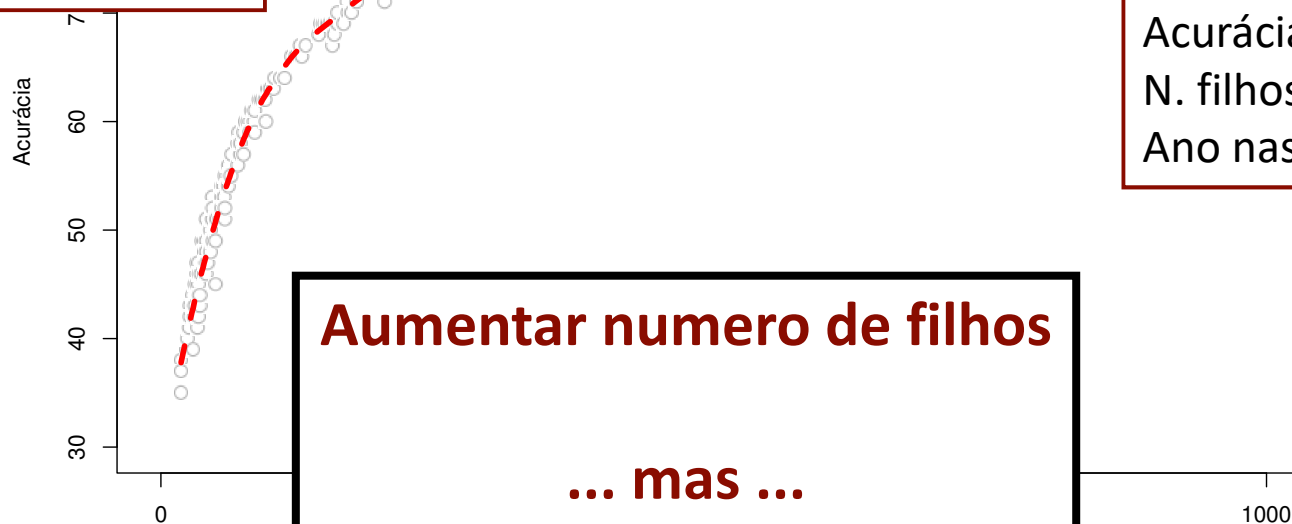
## Como melhorar a acurácia?

### BOTTOM10 Acurácia

Acurácia: 39

N. filhos: 24

Ano nascimento: 2005



### TOP10 Acurácia

Acurácia: 82

N. filhos: 468

Ano nascimento: 2000

**Aumentar numero de filhos**

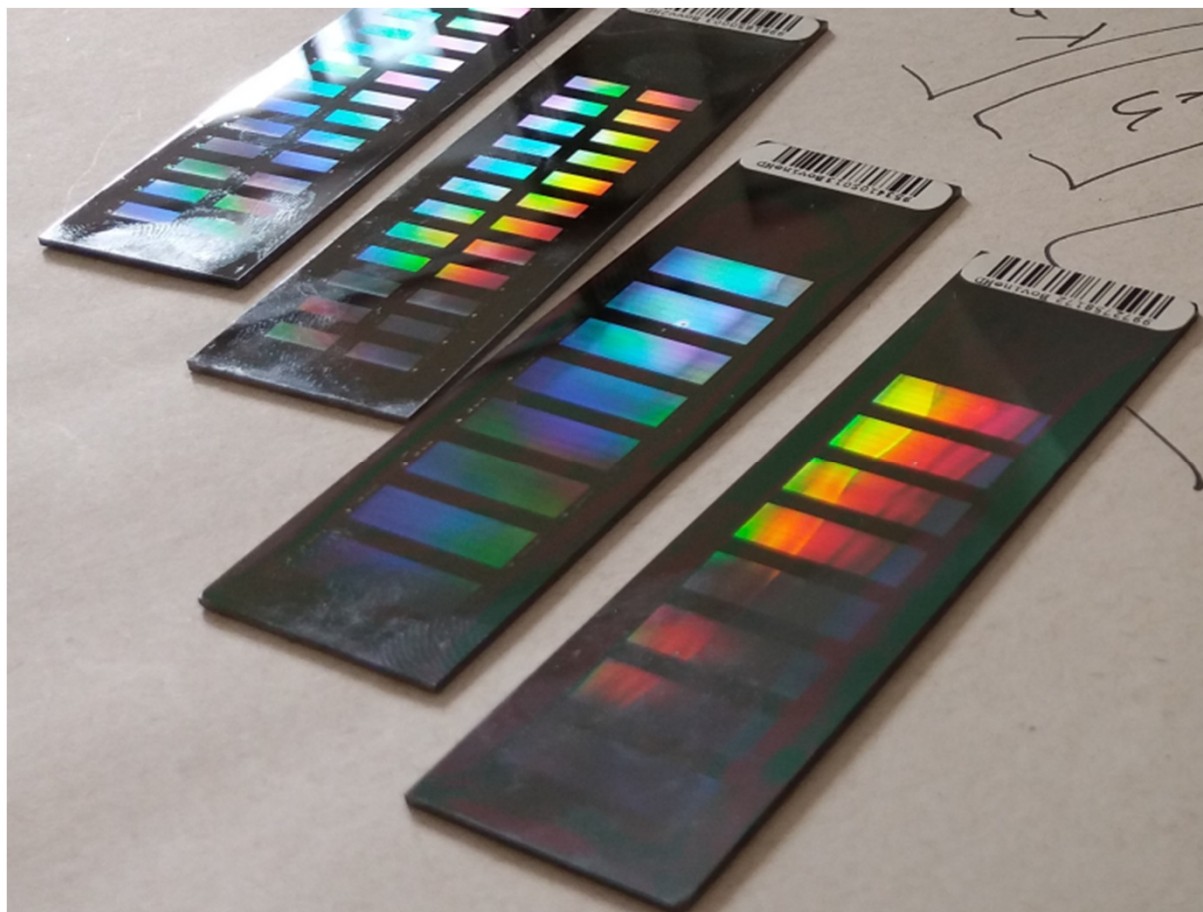
**... mas ...**

**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

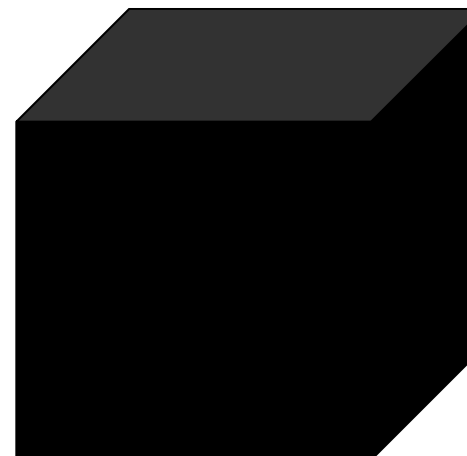
Animal	ID1	ID2	ID3	ID4
ID1	1	0	0	0
ID2	0	1	0,25	0
ID3	0	0,25	1	0
ID4	0	0	0	1

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

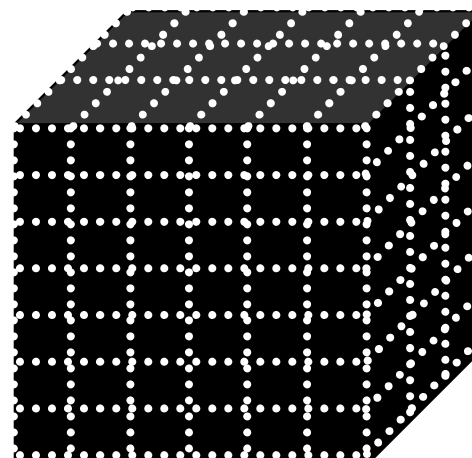


# Avaliação genômica



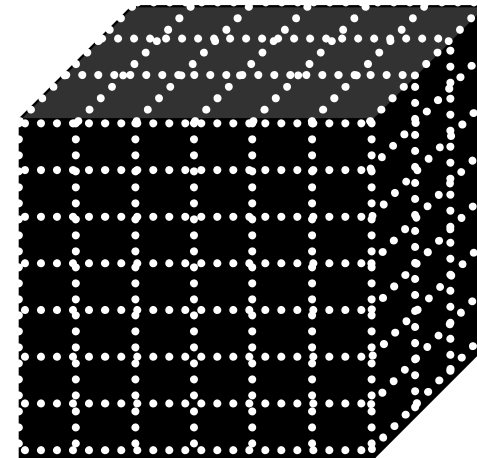
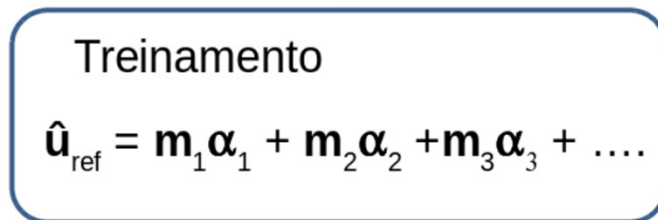


# Avaliação genômica





## Avaliação genômica

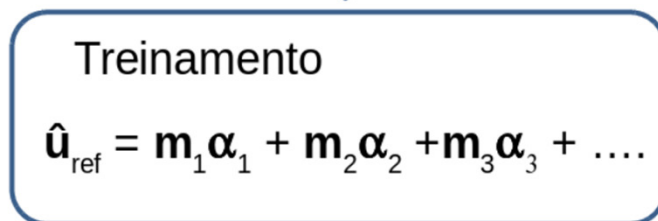
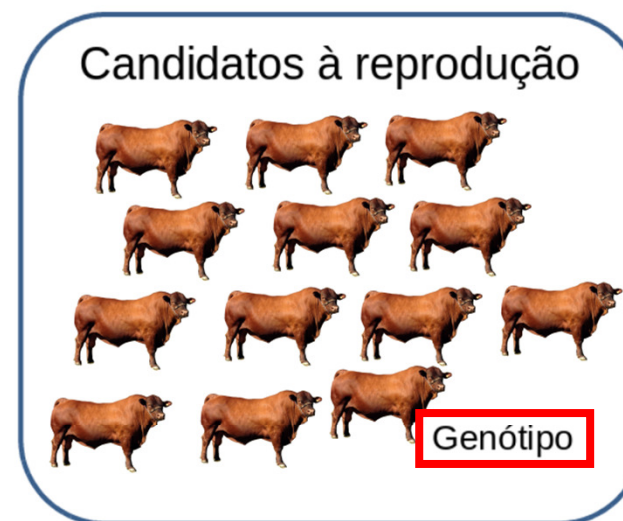


Modelo para descompor o valor da DEP em pequenas partes, correspondentes aos marcadores





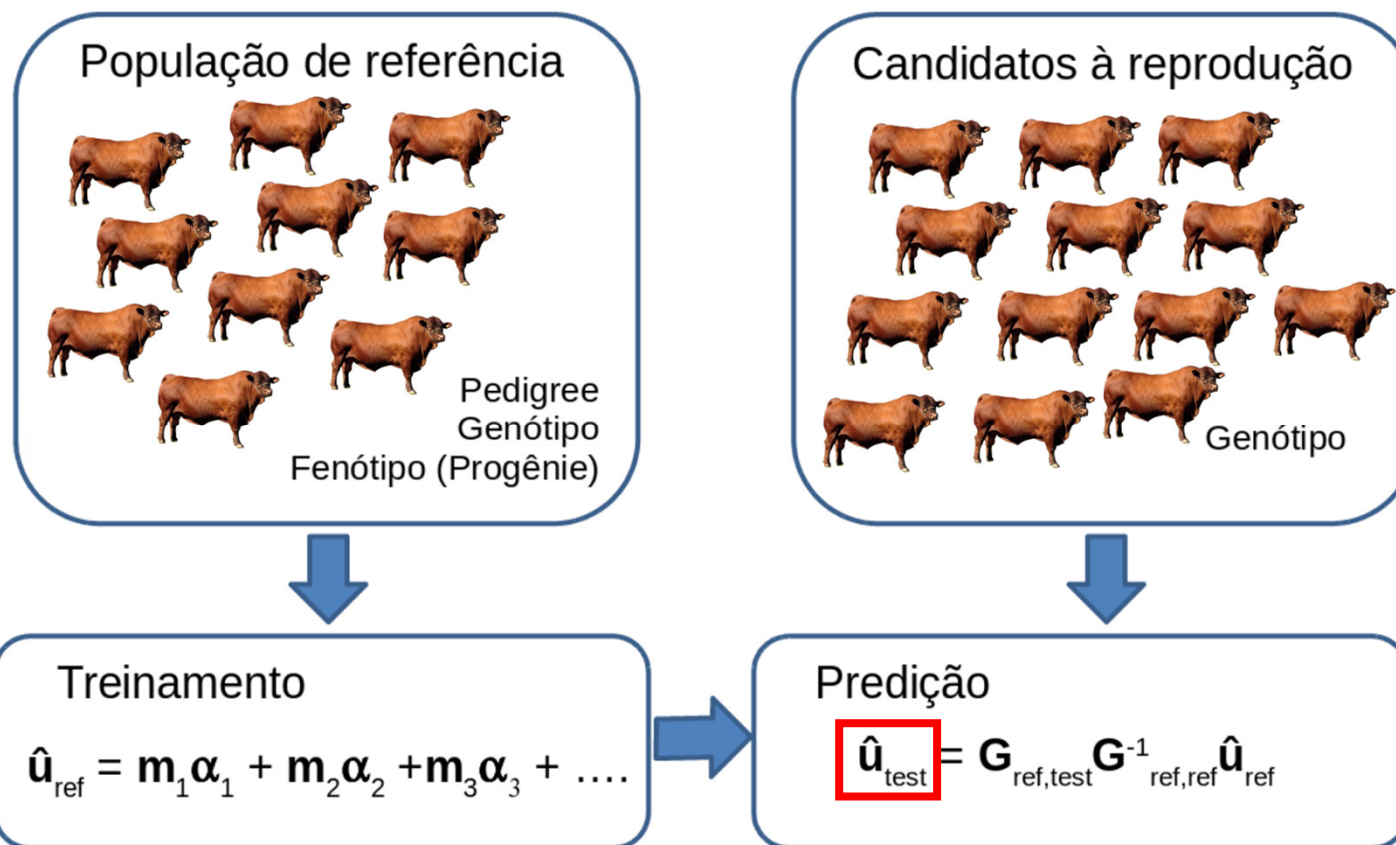
## Avaliação genômica



- Animais jovem
- Vacas
- Embriões



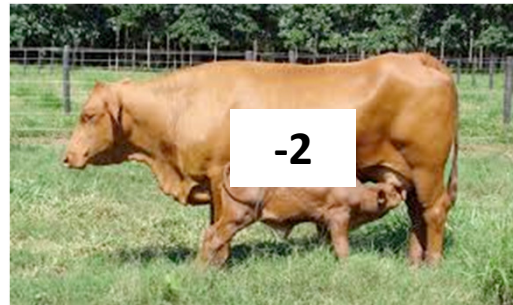
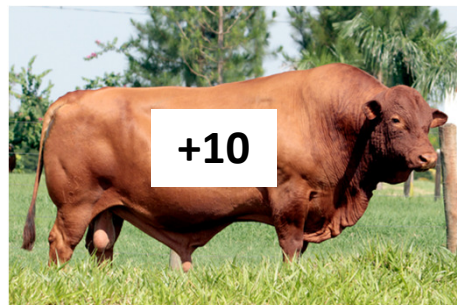
# Avaliação genômica





# 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**

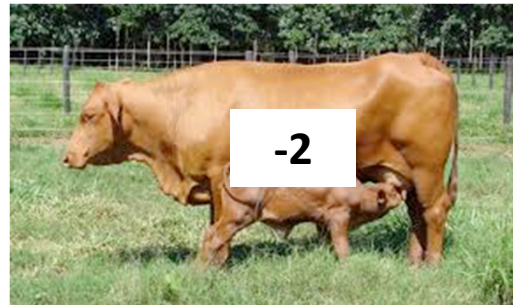
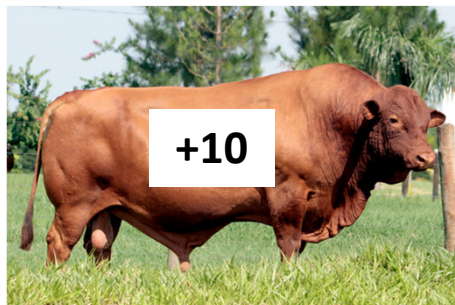


+4	0	+6
A	A	A
A	B	A

0	-2	0
A	B	A
B	B	B

# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



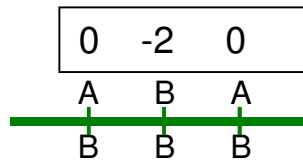
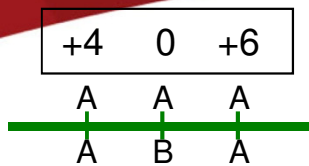
**DEP**

**+4**



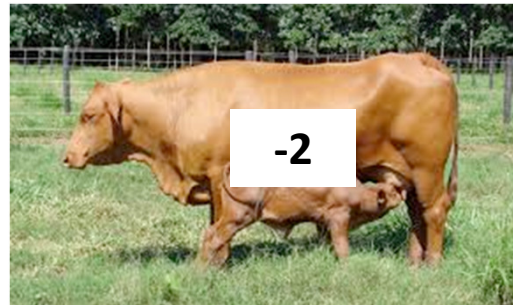
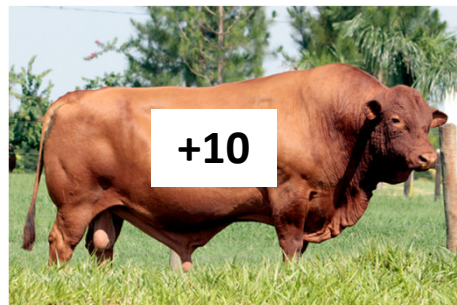
**+4**

**+4**

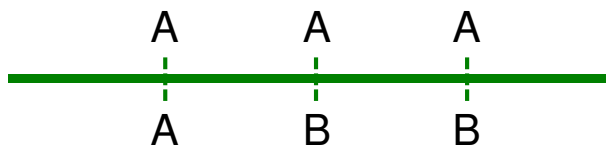


# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

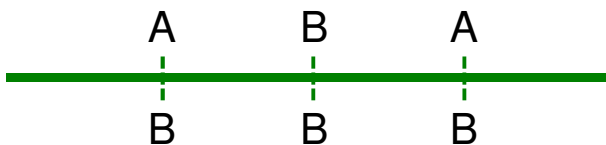
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



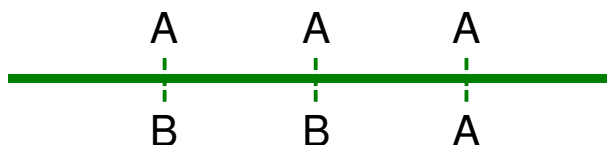
**DEP**



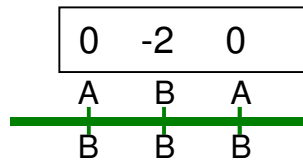
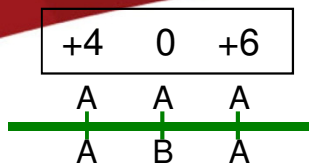
+4



+4

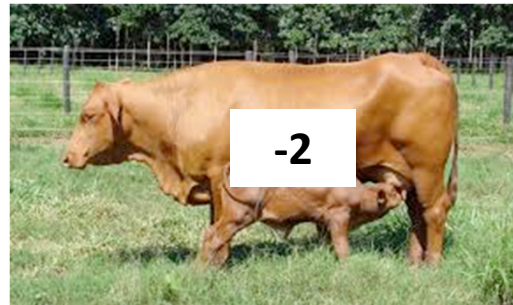
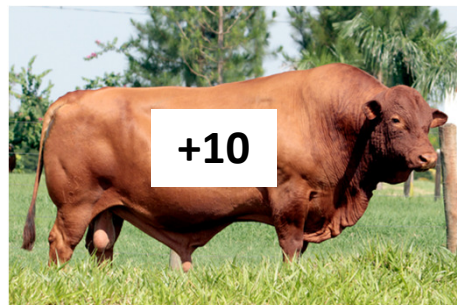


+4

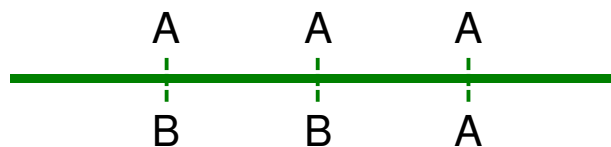
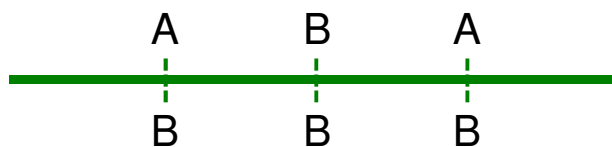
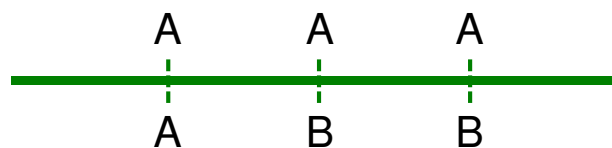


# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



**SENEPOL**  
Associação Brasileira dos Criadores  
de Bovinos Senepol

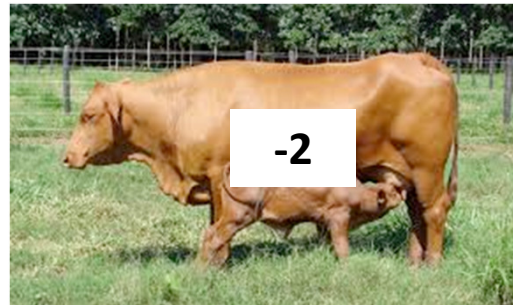
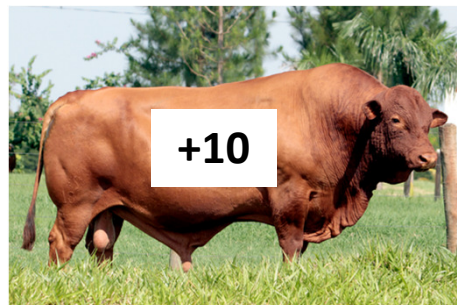
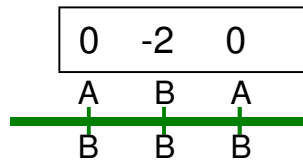
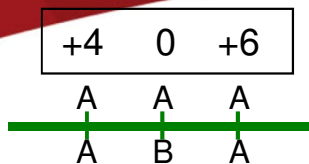


**DEP**    **DEPg**

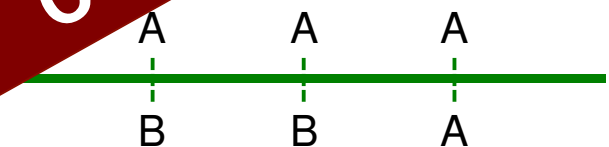
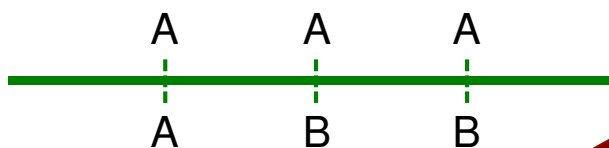
+4    +4

+4    -2

+4    +6



**SENEPOL**  
Associação Brasileira dos Criadores  
de Bovinos Senepol



**Com (bom) acurácia**

**DEP    DEP<sub>g</sub>**

**+4    +4**

**+4    -2**

**+4    +6**



## 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

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





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

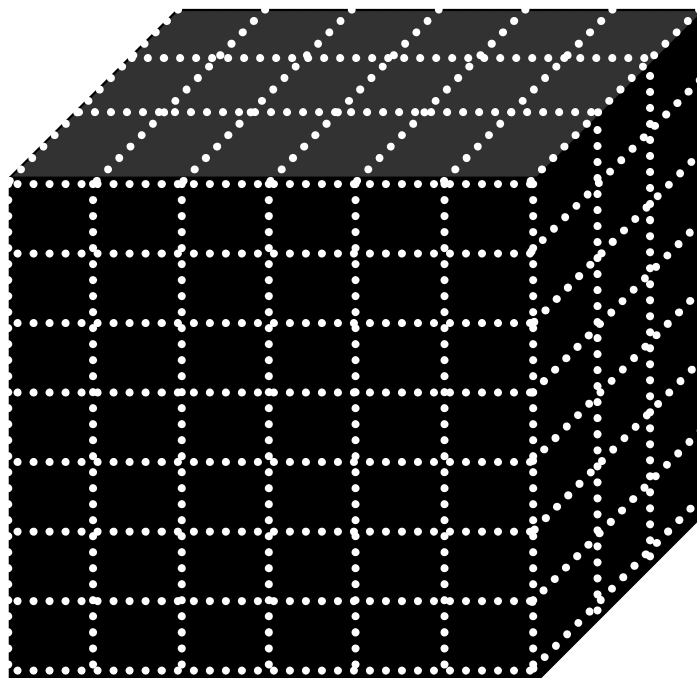


$$\Delta G = \frac{i * r * \sigma_a}{L}$$



# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

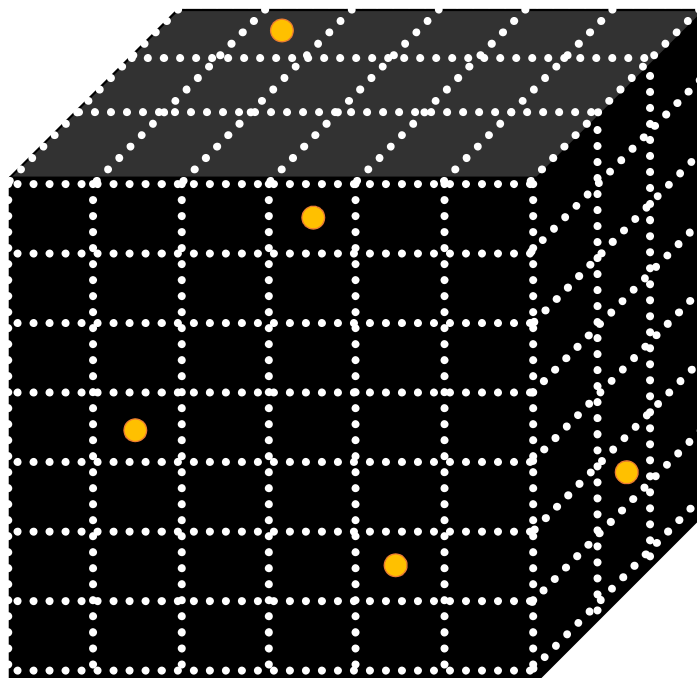
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL





# 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**



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

# 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)

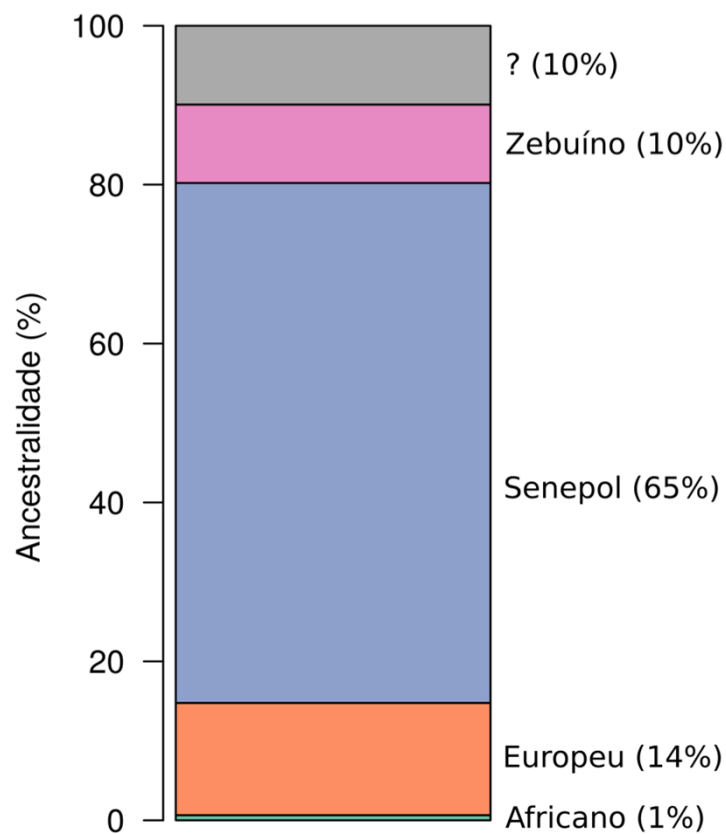
Faltam raças ibéricas (Espanha e Portugal), Criolas e Red Poll

- Problemas na correta identificação da origem



## Da onde vem essas características?

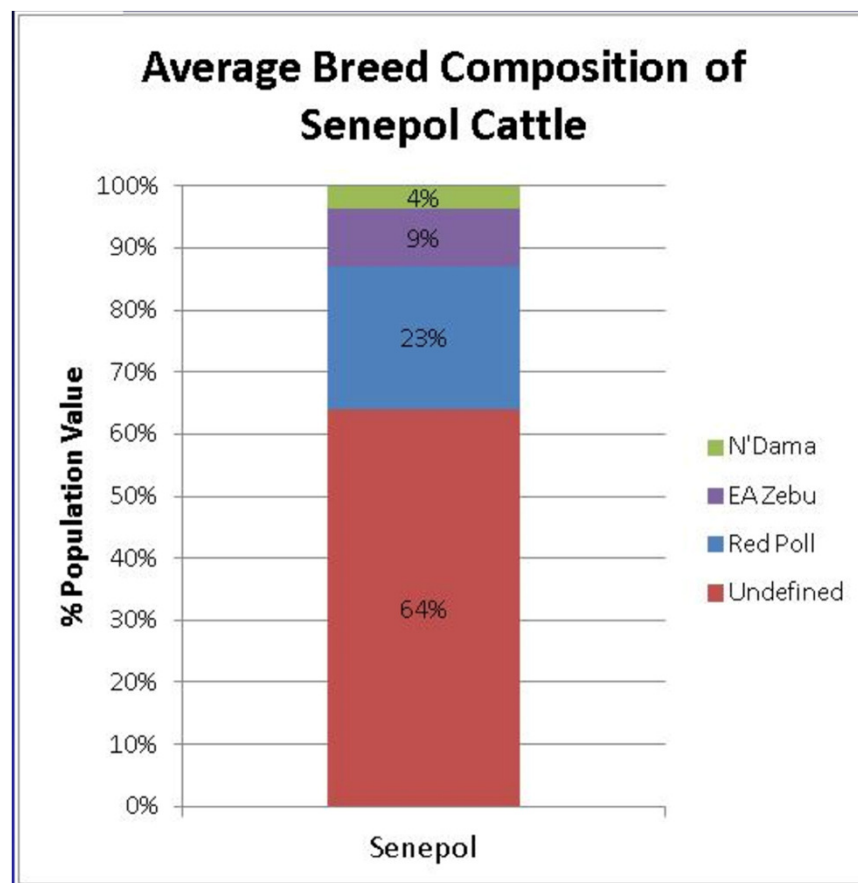
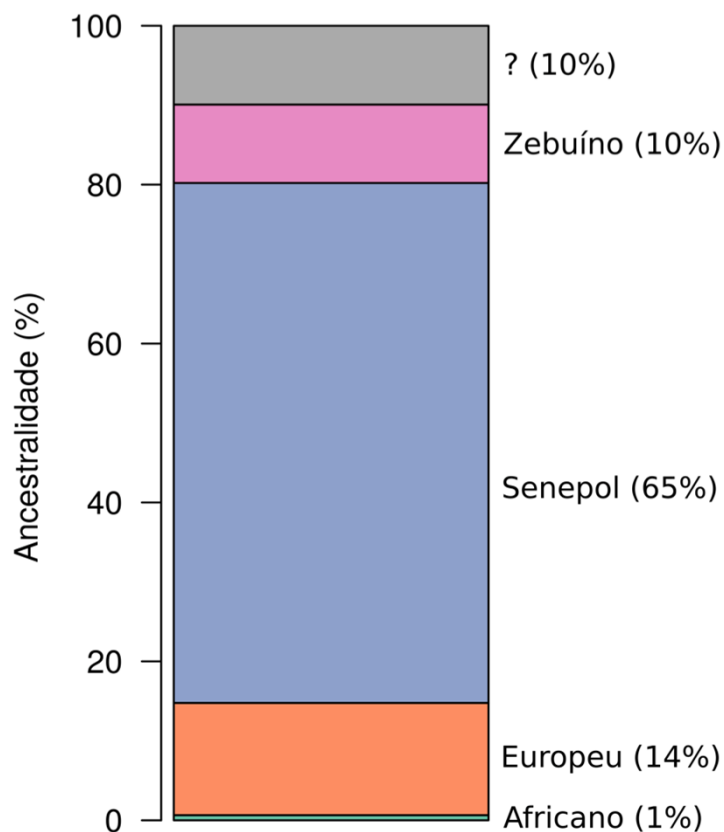
Admixture médio global





# Da onde vem essas características?

Admixture médio global

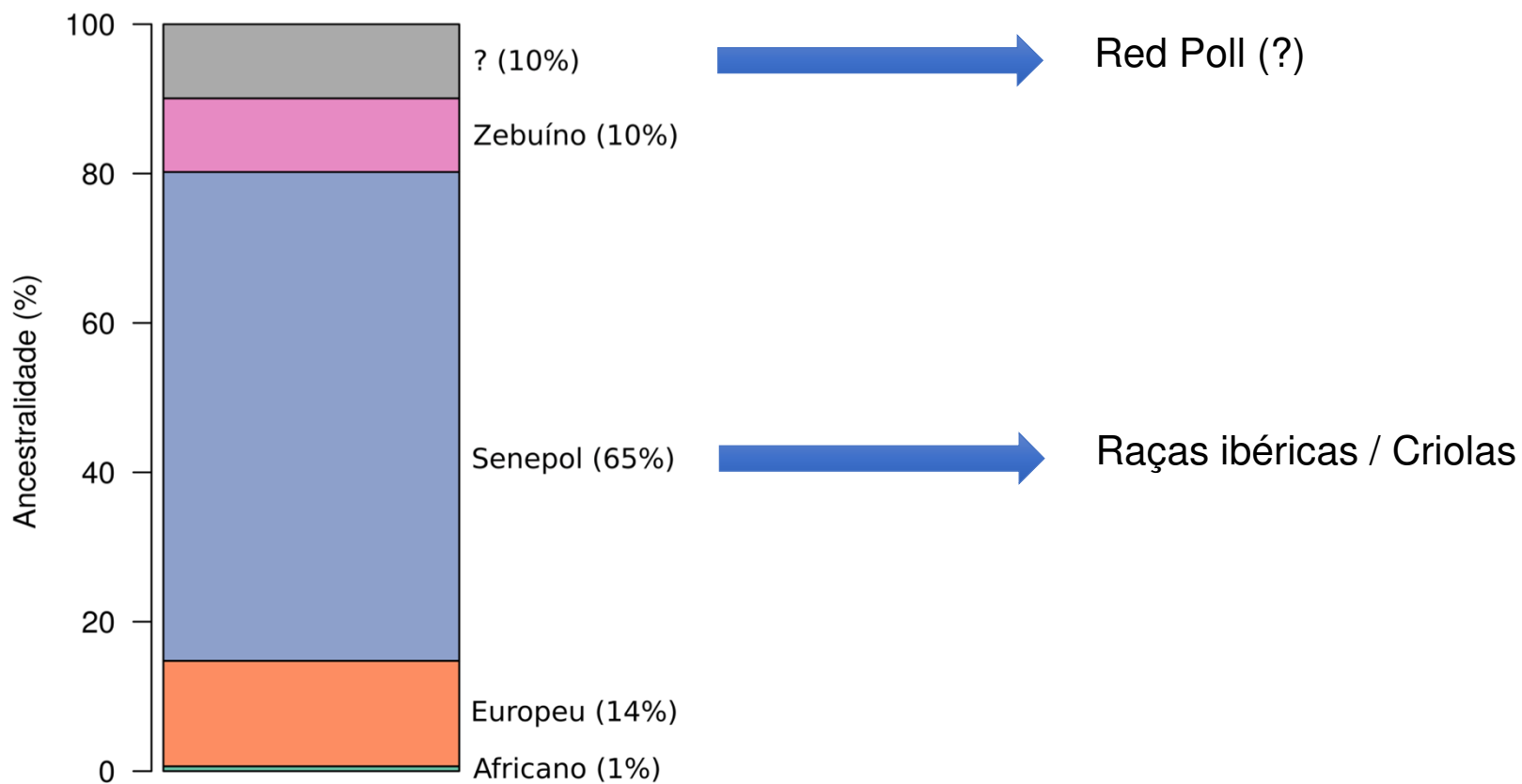


Créditos: Tad S. Sonstegard



# Da onde vem essas características?

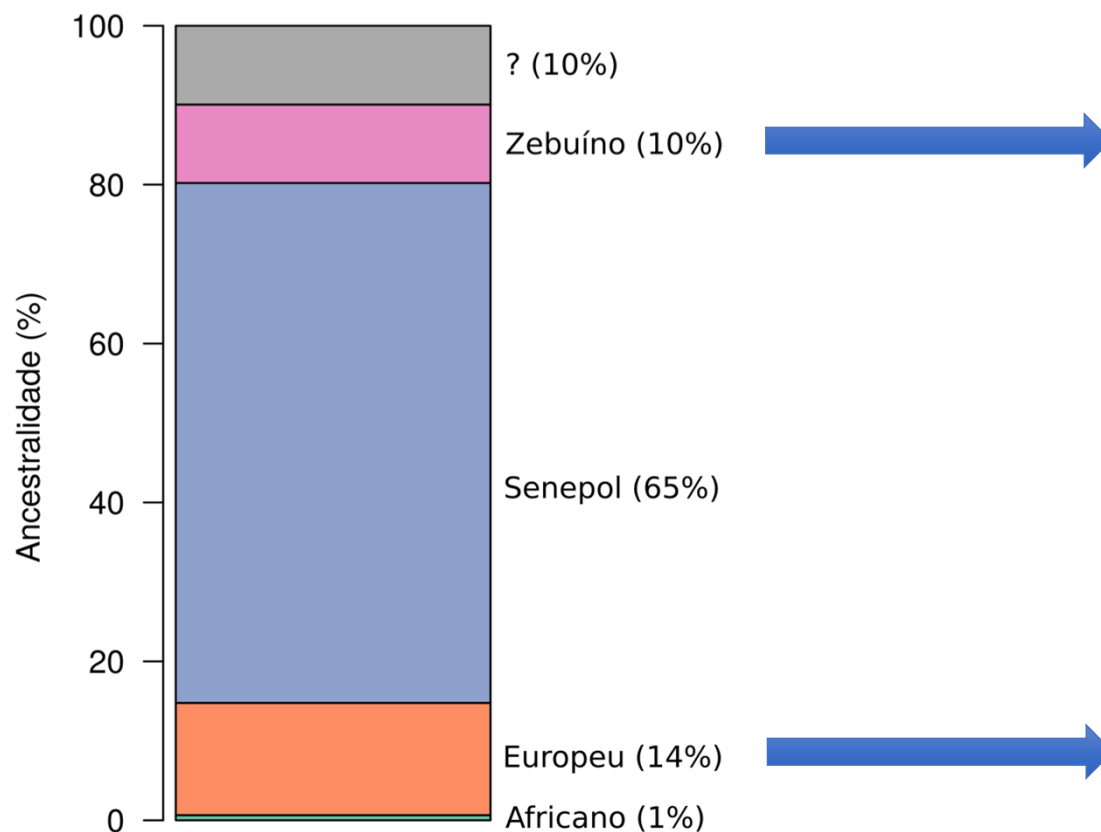
Admixture médio global





# Da onde vem essas características?

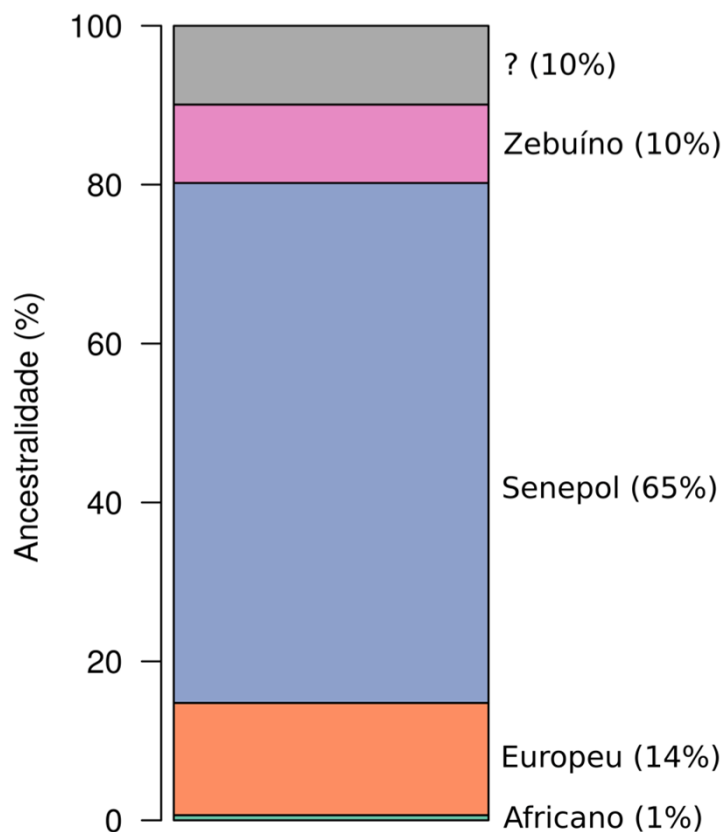
Admixture médio global





# Da onde vem essas características?

Admixture médio global





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

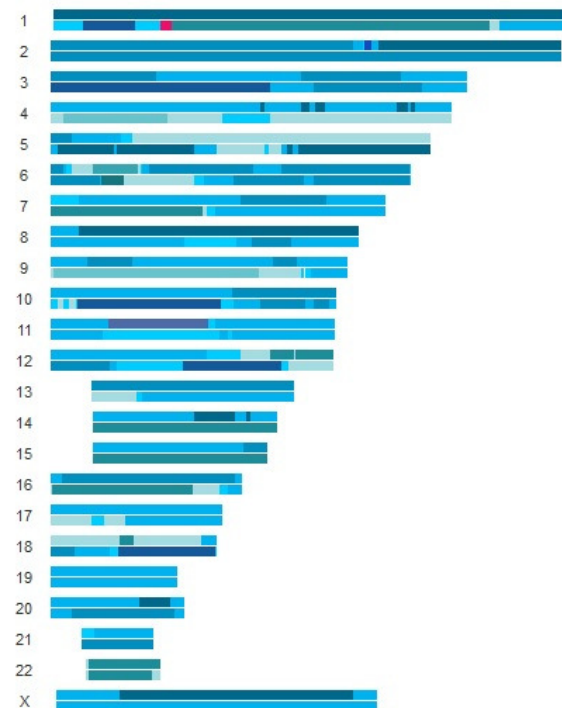


### ancestry composition

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
<b>100.0%</b>	<b>Kashmir Hill</b>





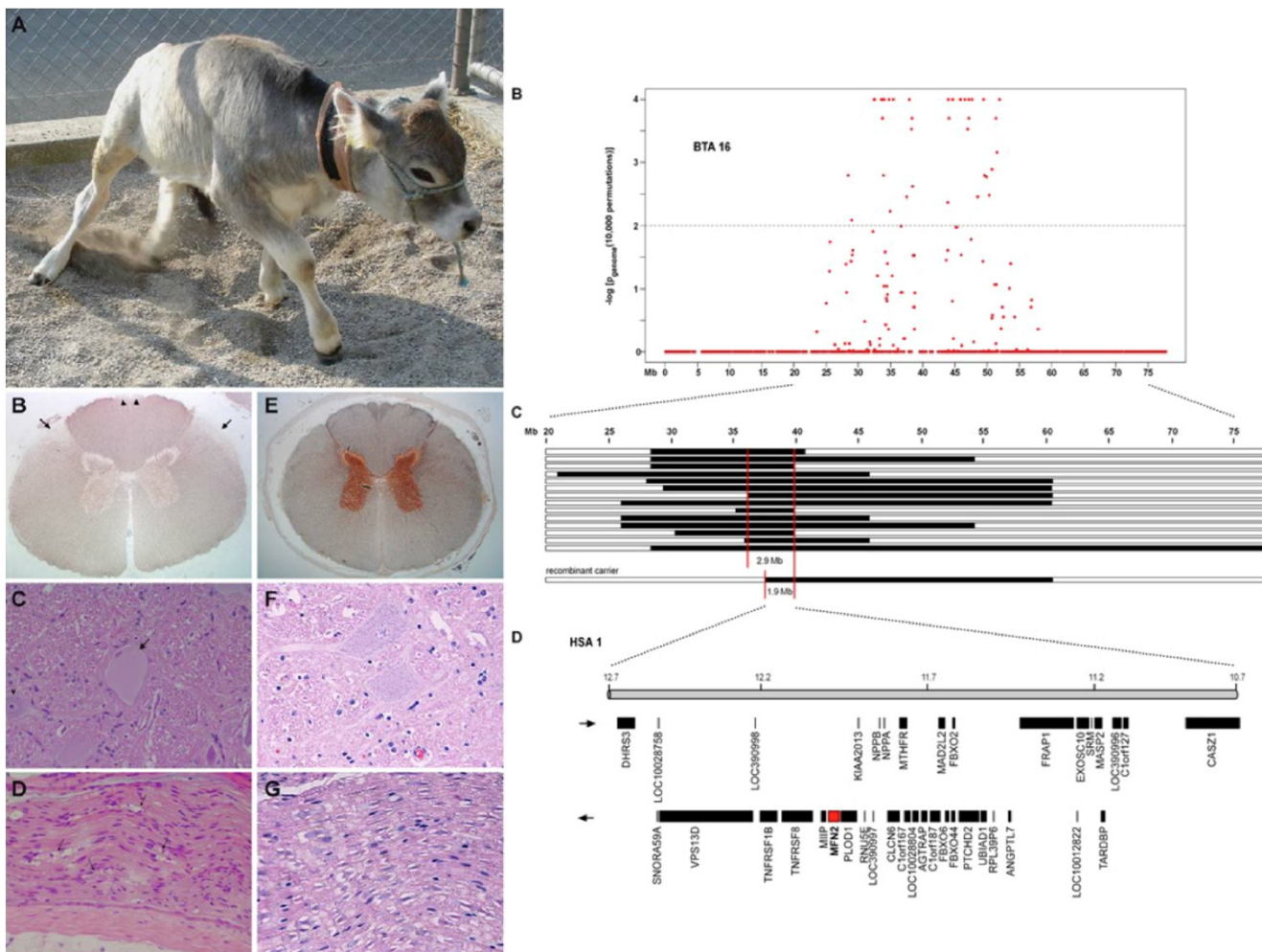
# Consanguinidade (resultados preliminares)



Tyrol Grey

# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

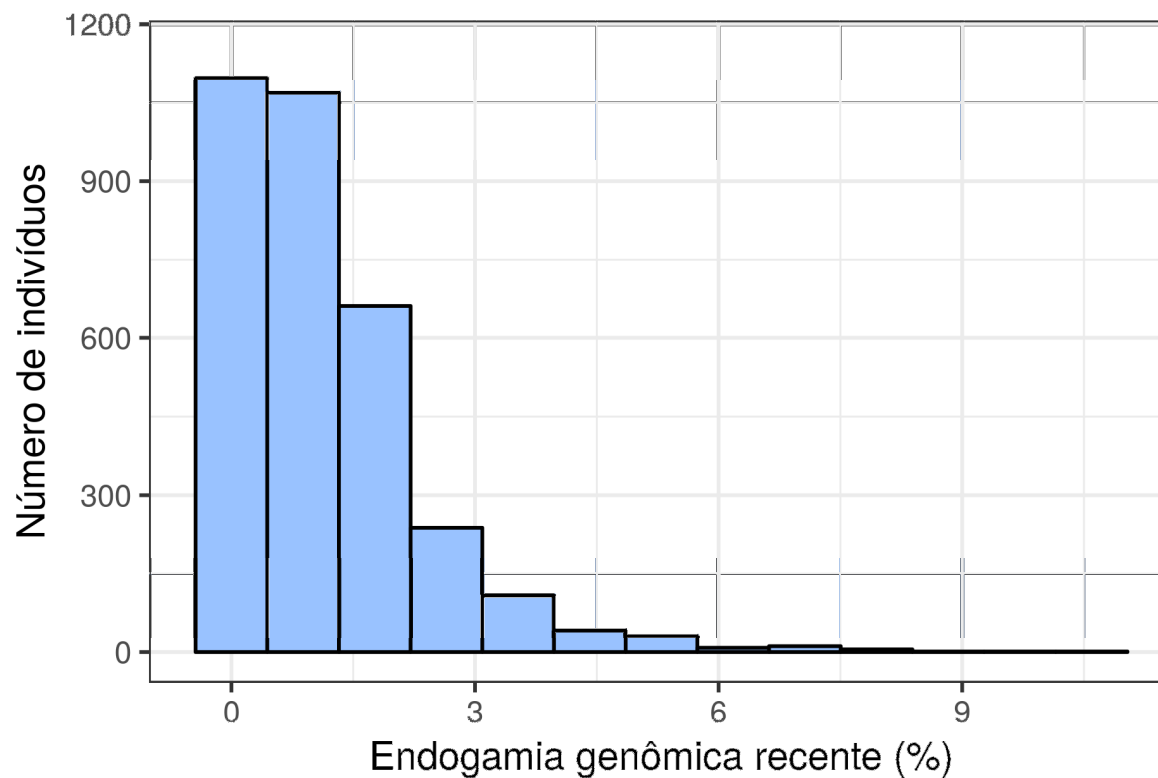
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



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



## Consanguinidade genômica recente (~3 gerações)





## Consanguinidade genômica recente (~3 gerações)

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

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%



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

# Variantes de alto impacto



# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

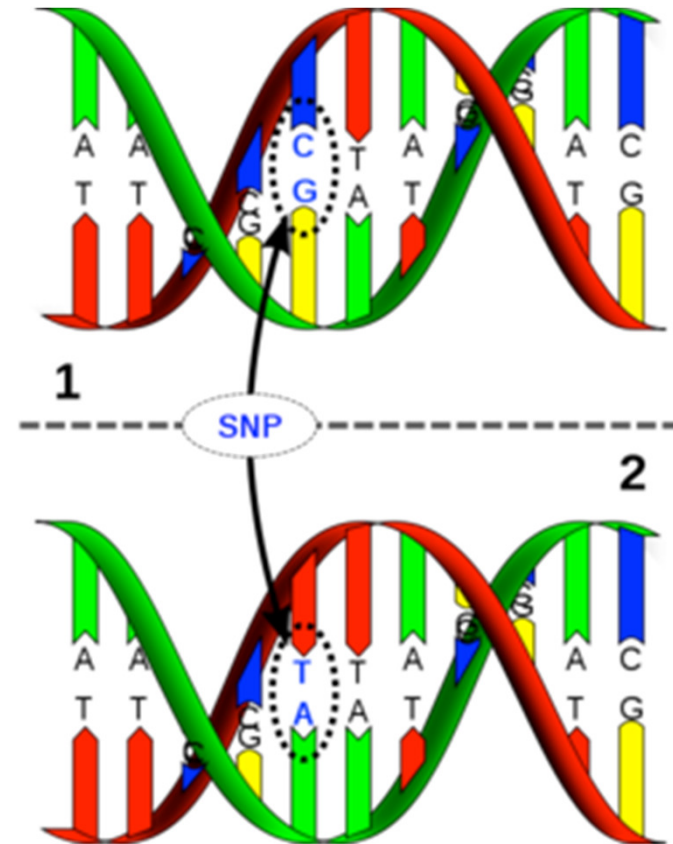
AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

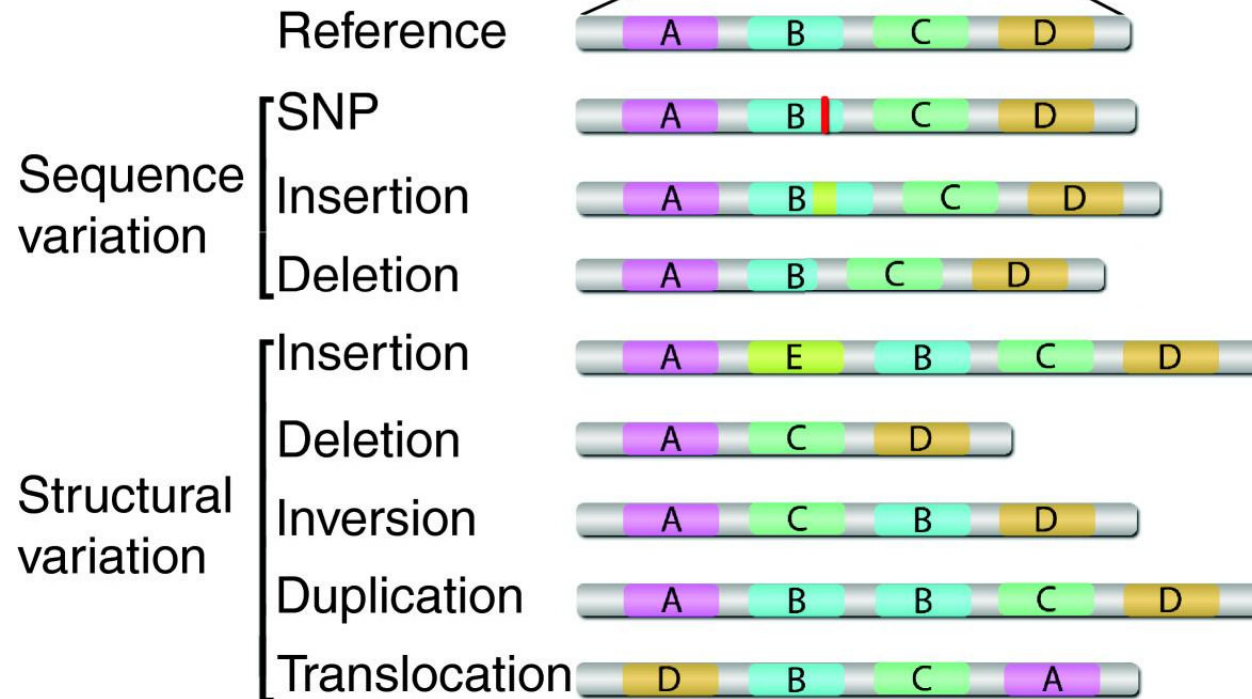




# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



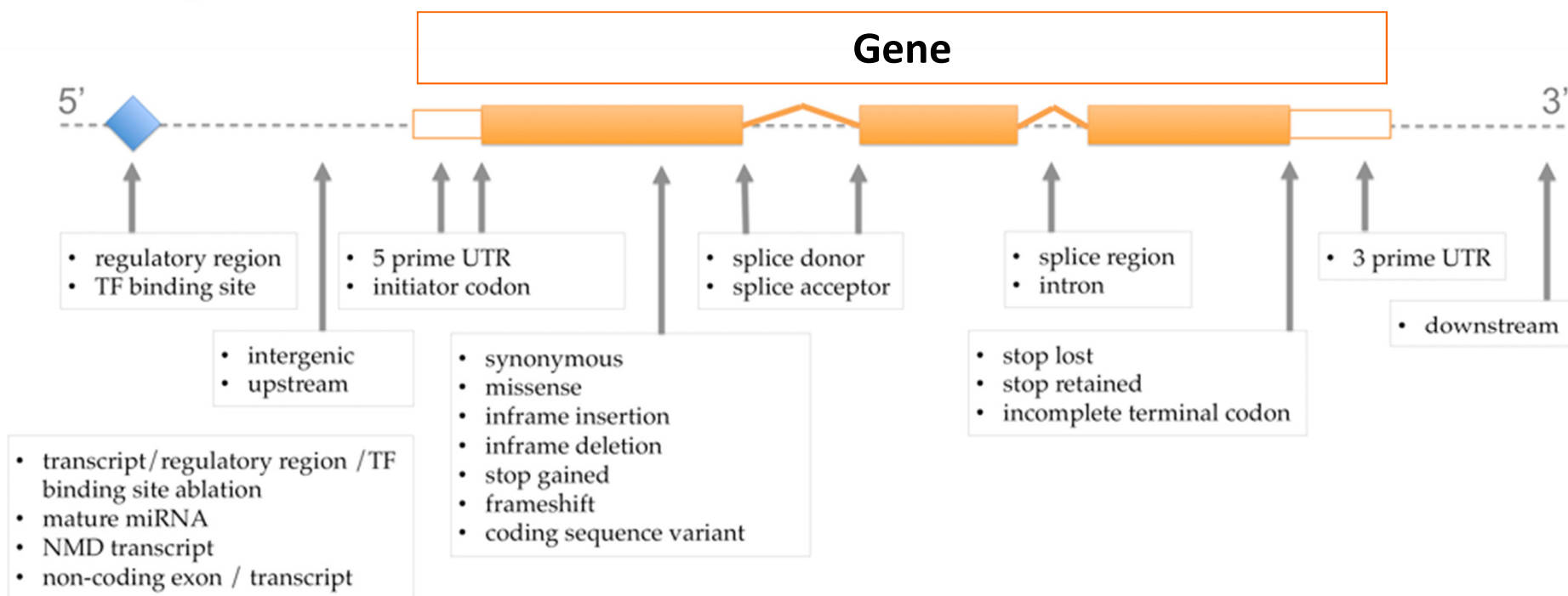






# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL



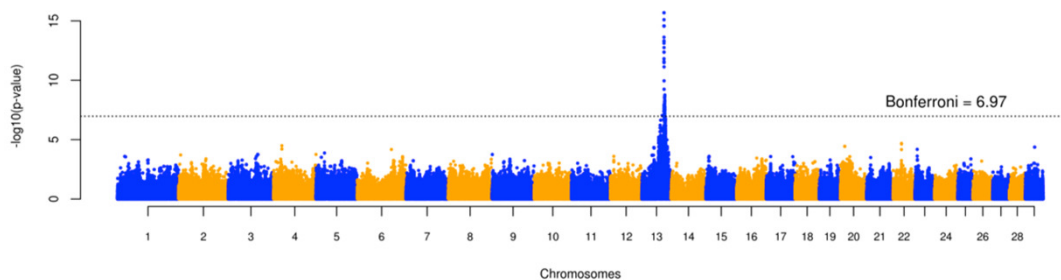


## Definição

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



Cor da pelagem





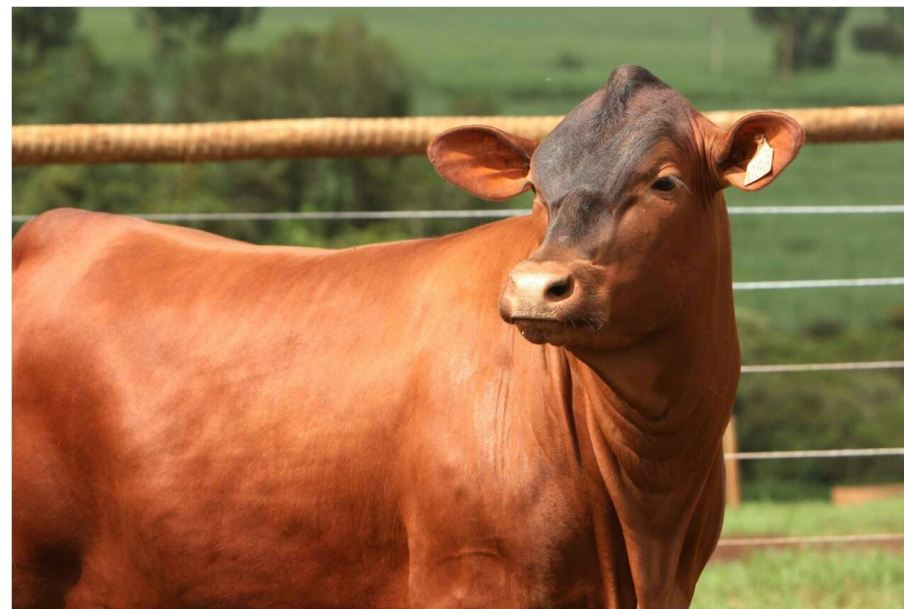
# Diagnostico de variantes conhecidas



## Dupla musculatura



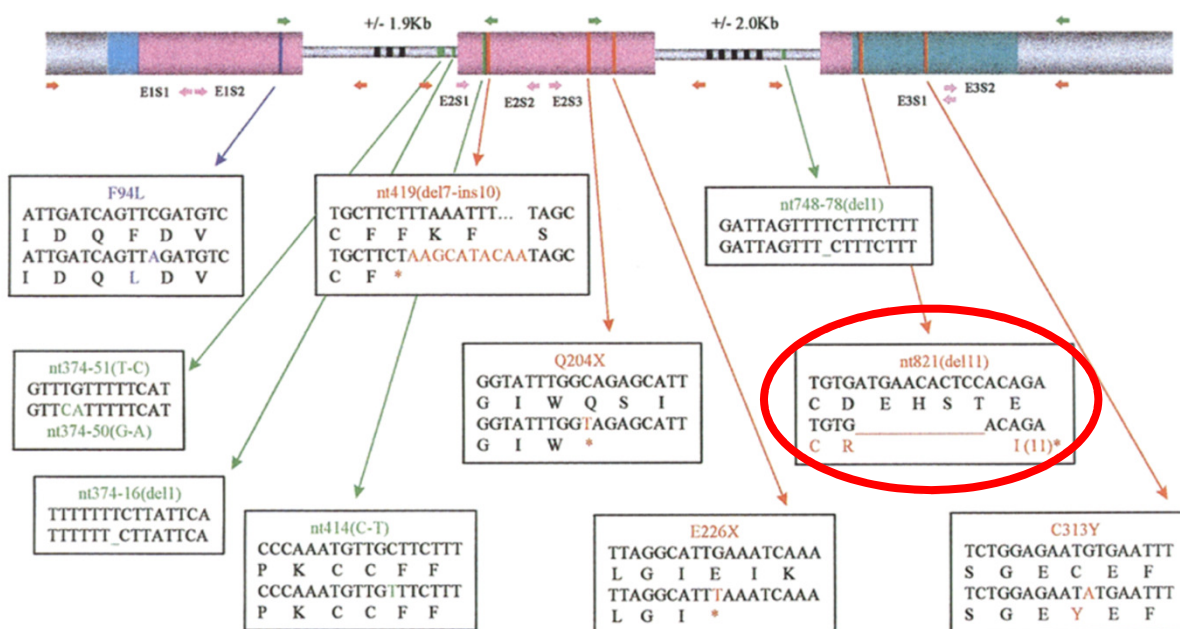
## “Slick”





# 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)





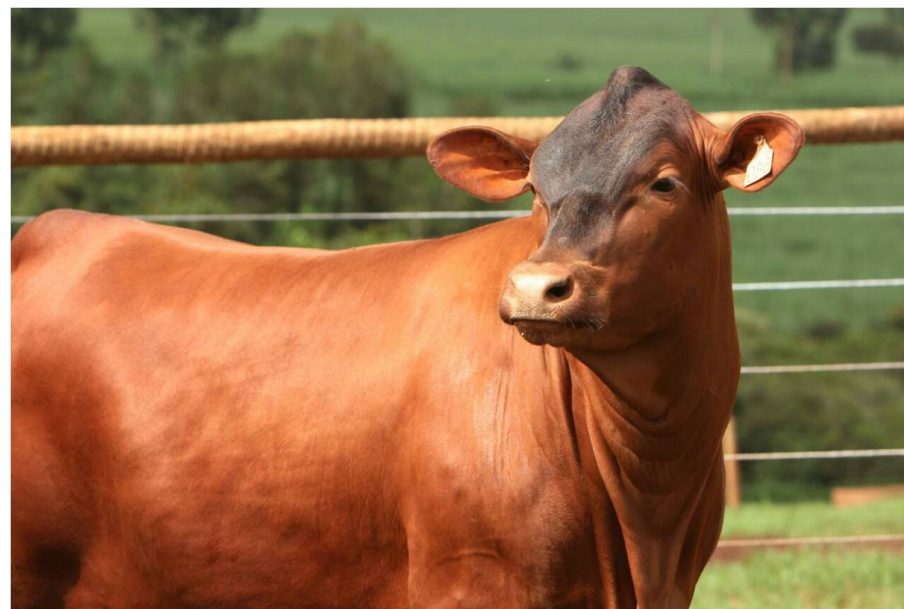


## Fenótipo “slick”

“SS”



“SS”



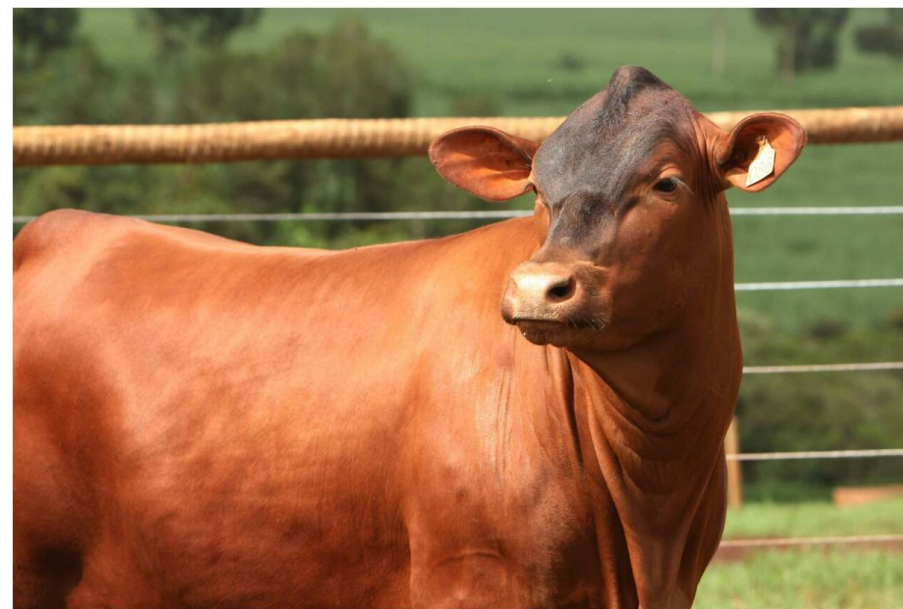


## Fenótipo “slick”

“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



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

# Mapeamento de variantes de alto impacto



## Em estudo

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

- 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

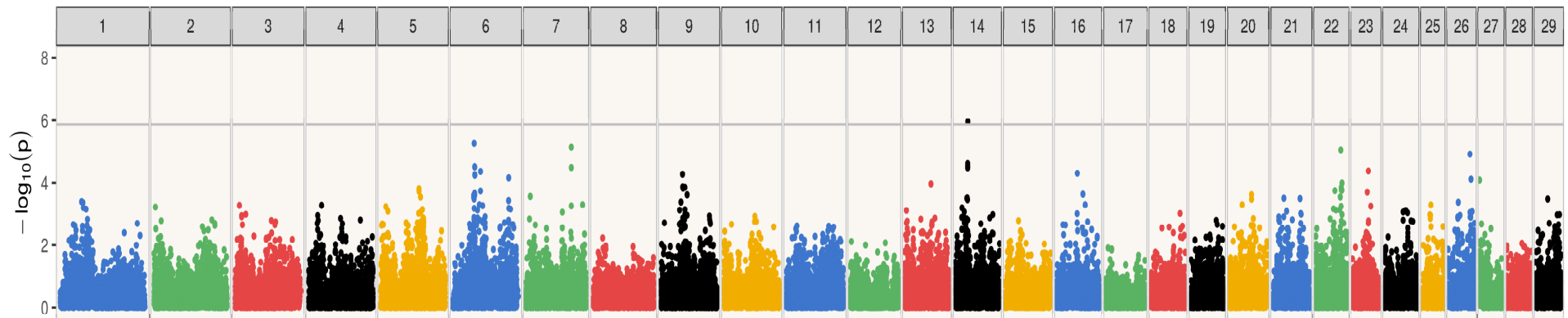
*Safiras* **TOPÁZIO**  
DO SENEPOL

**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 <sup>†</sup>, Adriana S do Carmo <sup>†</sup>, 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 <sup>†</sup>, Adriana S do Carmo <sup>†</sup>, 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<sup>1,2</sup>, Marco Milanesi<sup>2,3,4</sup>, Adam Taiti Harth Utsunomiya<sup>2,4</sup>, Rafaela Beatriz Pintor Torrecilha<sup>1,2</sup>, Eui-Soo Kim<sup>5</sup>, Márcio Silva Costa<sup>6</sup>, Tamiris Sayuri Aguiar<sup>1,2</sup>, Steven Schroeder<sup>7</sup>, Adriana Santana do Carmo<sup>8</sup>, Roberto Carvalheiro<sup>9</sup>, Haroldo Henrique Rezende Neves<sup>10</sup>, Romulo Cláudio Morozini Padula<sup>11</sup>, Thayla Souza Sussai<sup>11</sup>, Ludmilla Balbo Zavarez<sup>1,2</sup>, Rafael Silva Cipriano<sup>11</sup>, Maria Margareth Theodoro Caminhas<sup>4</sup>, George Hambrecht<sup>12</sup>, Licia Colli<sup>3</sup>, Elisa Eufemi<sup>3</sup>, Paolo Ajmone-Marsan<sup>3</sup>, Deneb Cesana<sup>13</sup>, Marco Sannazaro<sup>13</sup>, Maurizio Buora<sup>14</sup>, Michele Morgante<sup>15,16</sup>, George Liu<sup>7</sup>, Derek Bickhart<sup>7</sup>, Curtis Paul Van Tassell<sup>7</sup>, Johann Sölkner<sup>17</sup>, Tad Stewart Sonstegard<sup>5</sup> & José Fernando Garcia<sup>1,2,4</sup>

Received: 3 April 2017

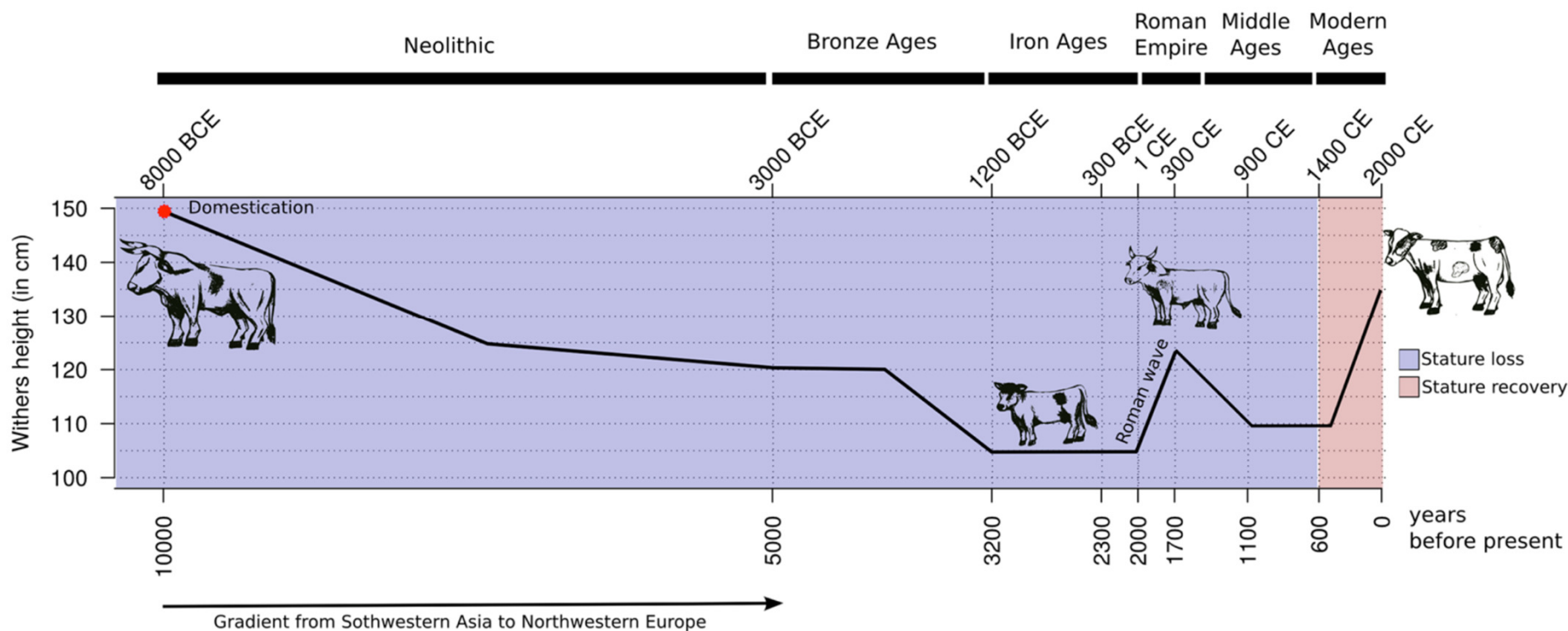
Accepted: 22 November 2017

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 16<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> centuries. Towards the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> 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.

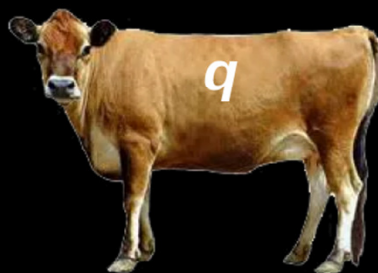


# SCIENTIFIC REPORTS





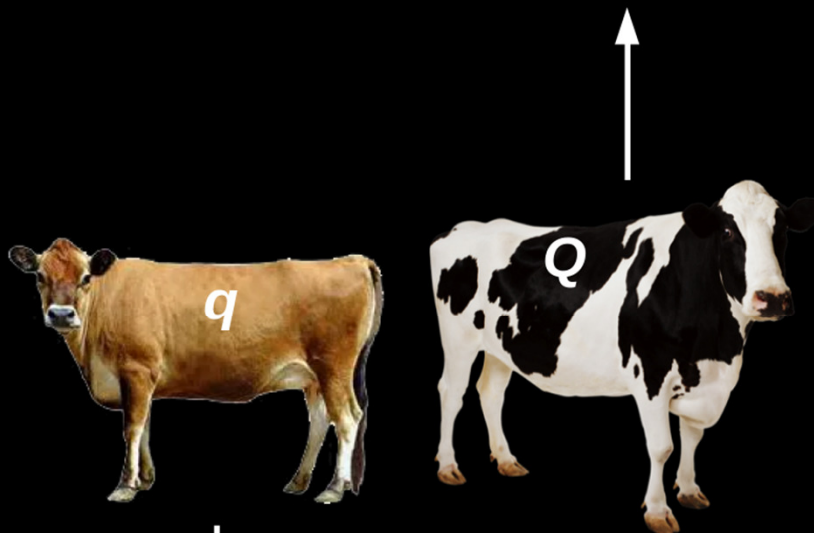
**Puberdade = 12 – 13 meses**



**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

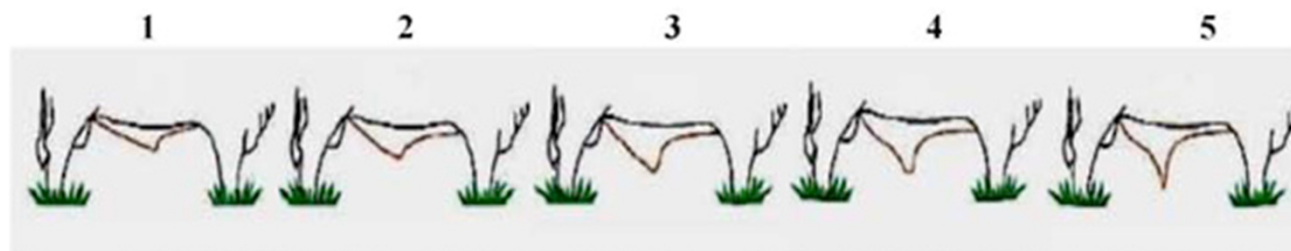
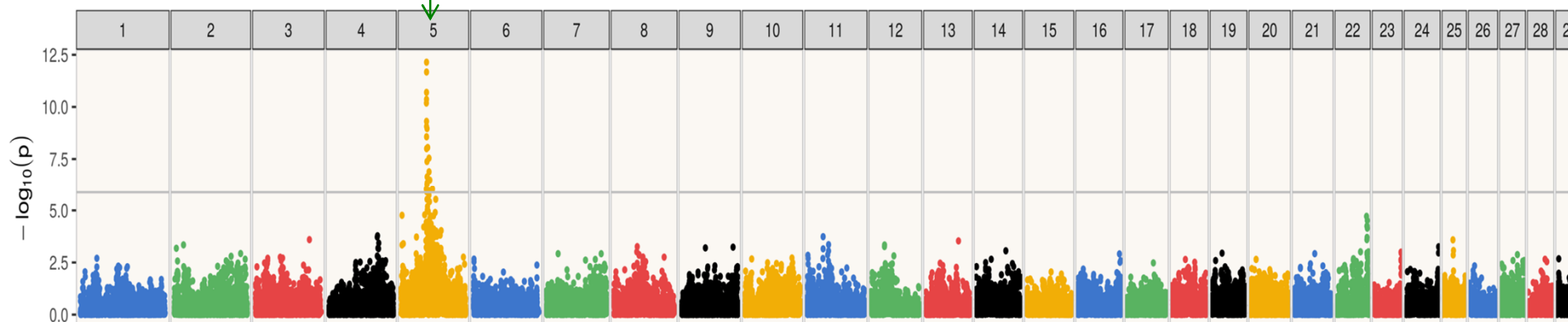


Figura 1. Referência de escore para umbigo na raça Nelore (adaptado de Koury Filho, 2005).

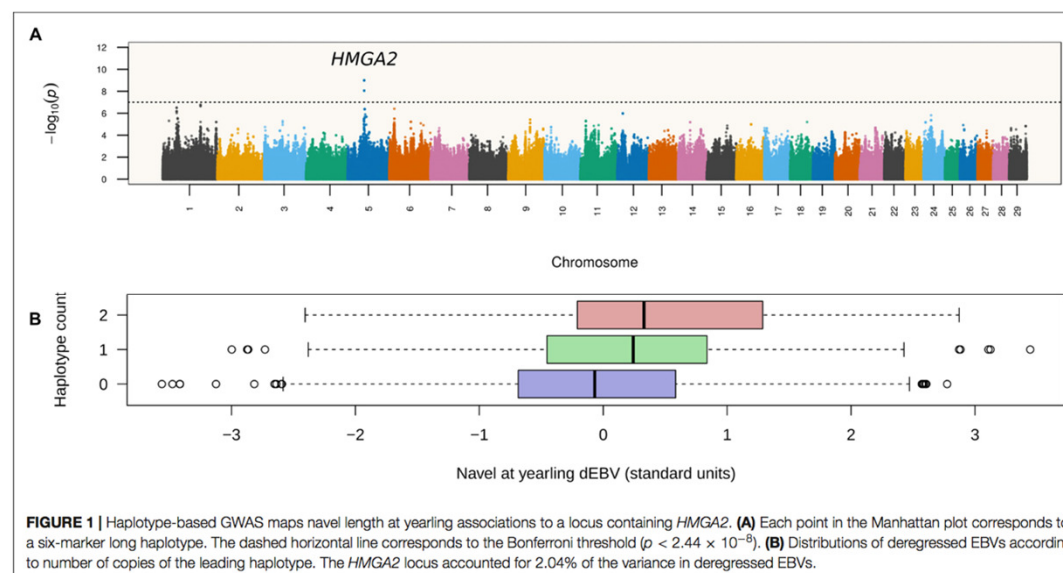




# Gene *HMGA2*

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

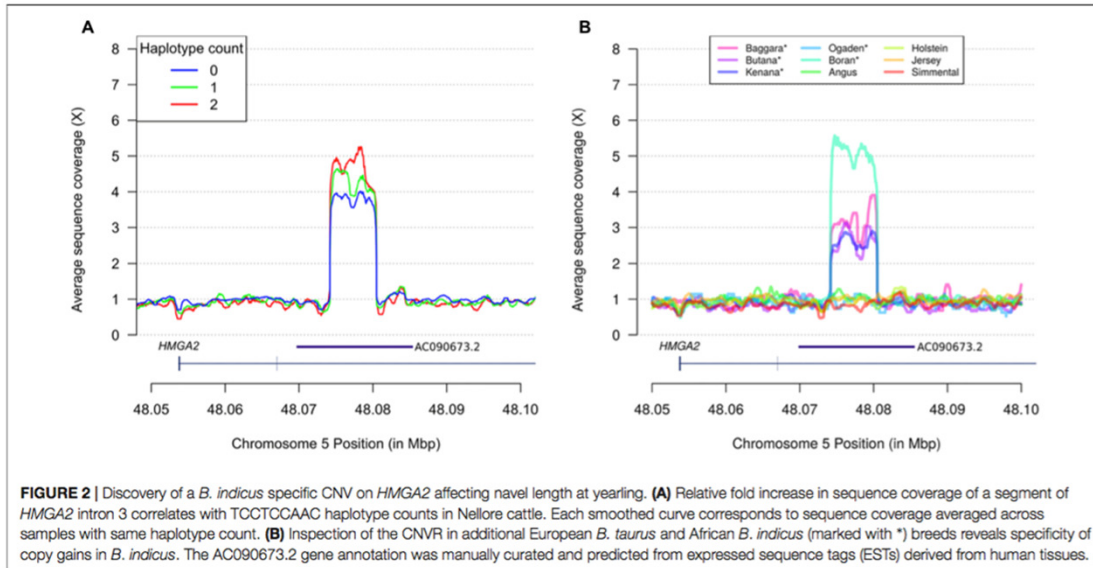
Tamiris Sayuri Aguiar<sup>1,2</sup>, Rafaela Beatriz Pintor Torrecilha<sup>1,2</sup>, Marco Milanesi<sup>2,3,4</sup>, Adam Taiti Harth Utsunomiya<sup>2,3</sup>, Beatriz Batista Trigo<sup>2,3</sup>, Abdulfatai Tijjani<sup>5</sup>, Hassan Hussein Musa<sup>6</sup>, Flávia Lombardi Lopes<sup>3</sup>, Paolo Ajmone-Marsan<sup>4</sup>, Roberto Carneiro<sup>7</sup>, Haroldo Henrique de Rezende Neves<sup>8</sup>, Adriana Santana do Carmo<sup>9</sup>, Olivier Hanotte<sup>5,10</sup>, Tad Stewart Sonstegard<sup>11</sup>, José Fernando Garcia<sup>1,2,3</sup> and Yuri Tani Utsunomiya<sup>2,3\*</sup>





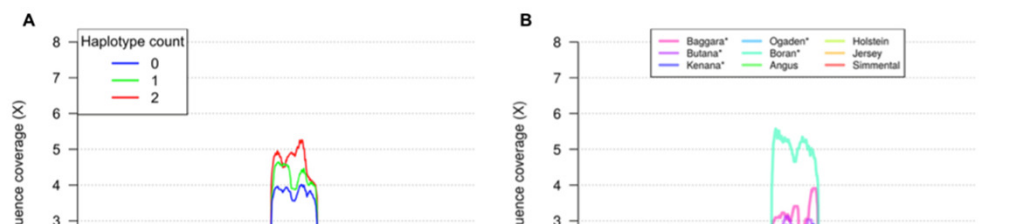


# Gene *HMGA2*





# 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 <sup>a</sup>			Weighted regression <sup>b</sup>		
		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
<b>Visual score for precocity</b>	<b>2,022</b>	<b>-0.045</b>	<b>0.026</b>	<b>0.084</b>	<b>-0.055</b>	<b>0.026</b>	<b>0.036</b>
<b>Visual score for muscling</b>	<b>2,020</b>	<b>-0.060</b>	<b>0.025</b>	<b>0.017</b>	<b>-0.070</b>	<b>0.025</b>	<b>0.005</b>
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.

<sup>a</sup>Simple linear regression analysis; <sup>b</sup>Weighted 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!

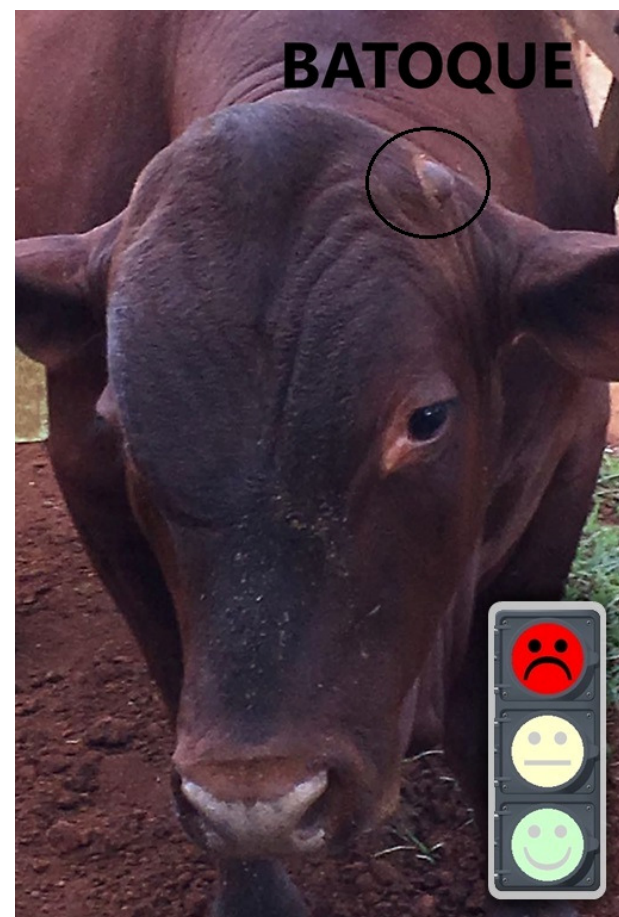
A mesma variante:

- 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

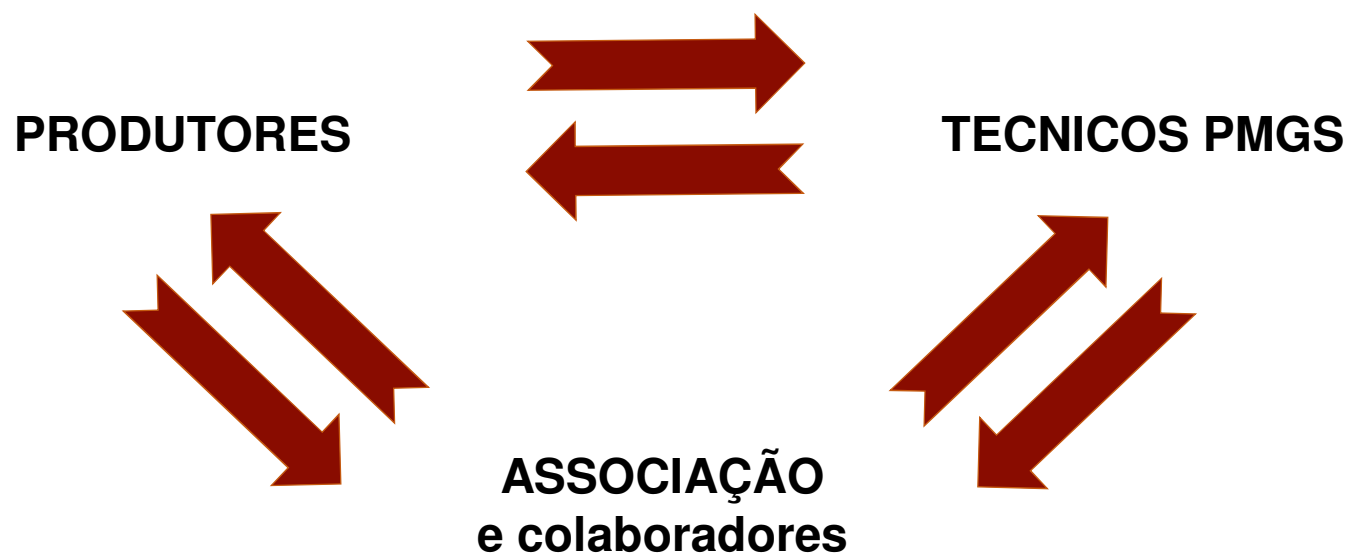
- Qualidade da carne
- Eficiência alimentar
- Fertilidade
- Etc.



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



# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

AS TECNOLOGIAS PARA EVOLUÇÃO DA RAÇA SENEPOL

# 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 <sup>+</sup>  
de águas

# Genômica “funcional”





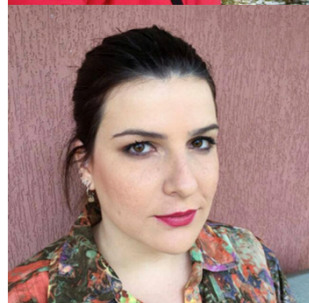
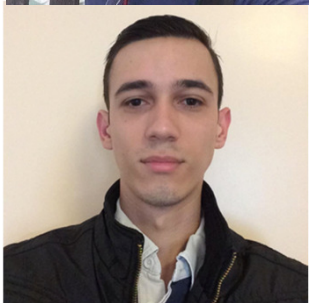
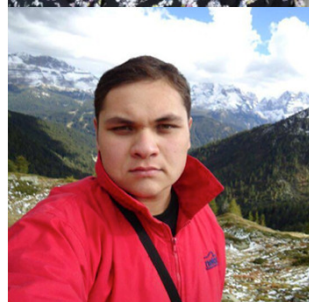
# 1º CURSO PMGS PARA CRIADORES

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](mailto:contato@agropartners.com.br)

18 3304 1120

[agropartners.com.br](http://agropartners.com.br)

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

