

# HERANÇA MULTIFATORIAL

# MENDEL

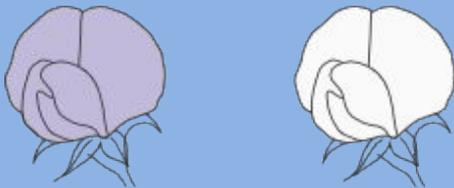
## Caracteres discretos



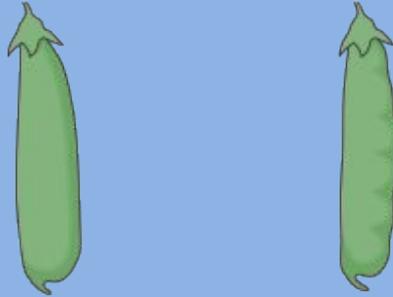
Textura das sementes  
lisas ou rugosas



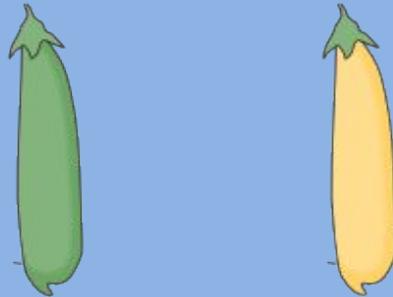
Cor das sementes  
verdes ou amarelas



Cor das pétalas  
roxas ou brancas



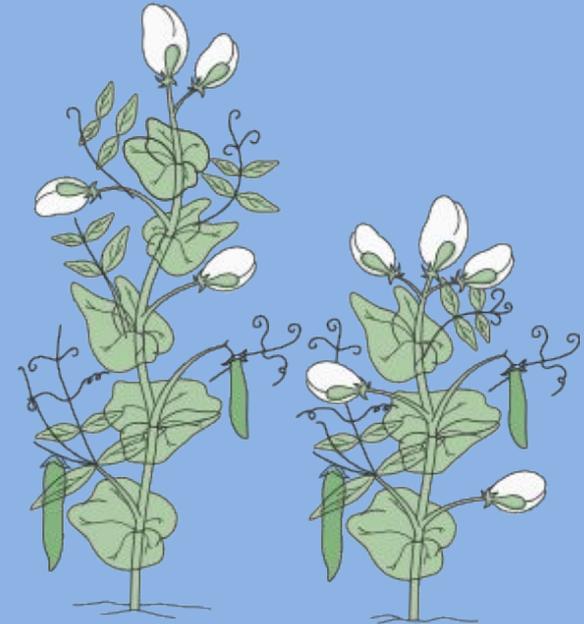
Textura das vagens  
infladas ou comprimidas



Cor das vagens  
verdes ou amarelas



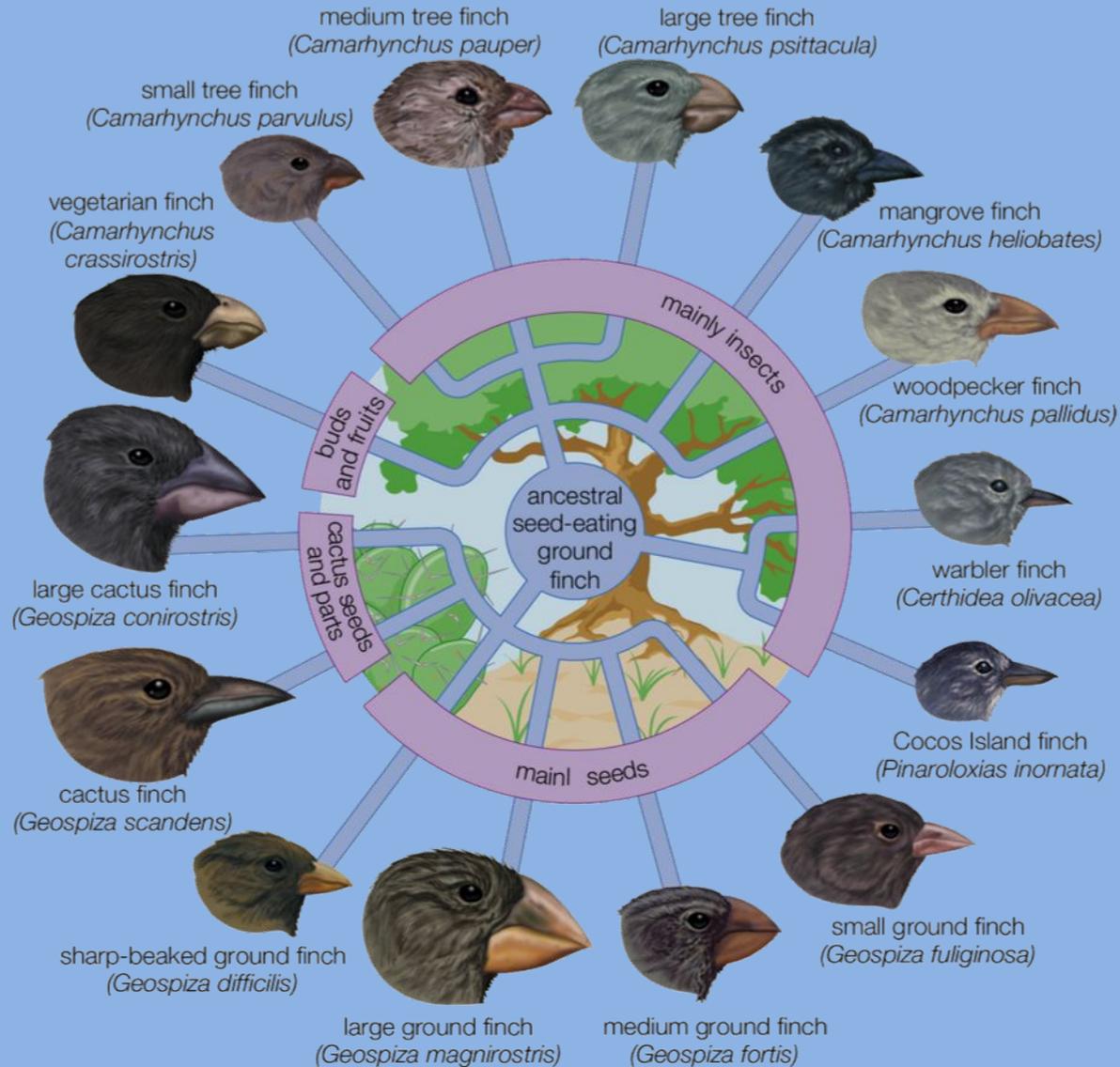
Posição das flores  
axial ou terminal



Comprimento do caule  
longo ou curto

# DARWIN

## Caracteres com variação contínua



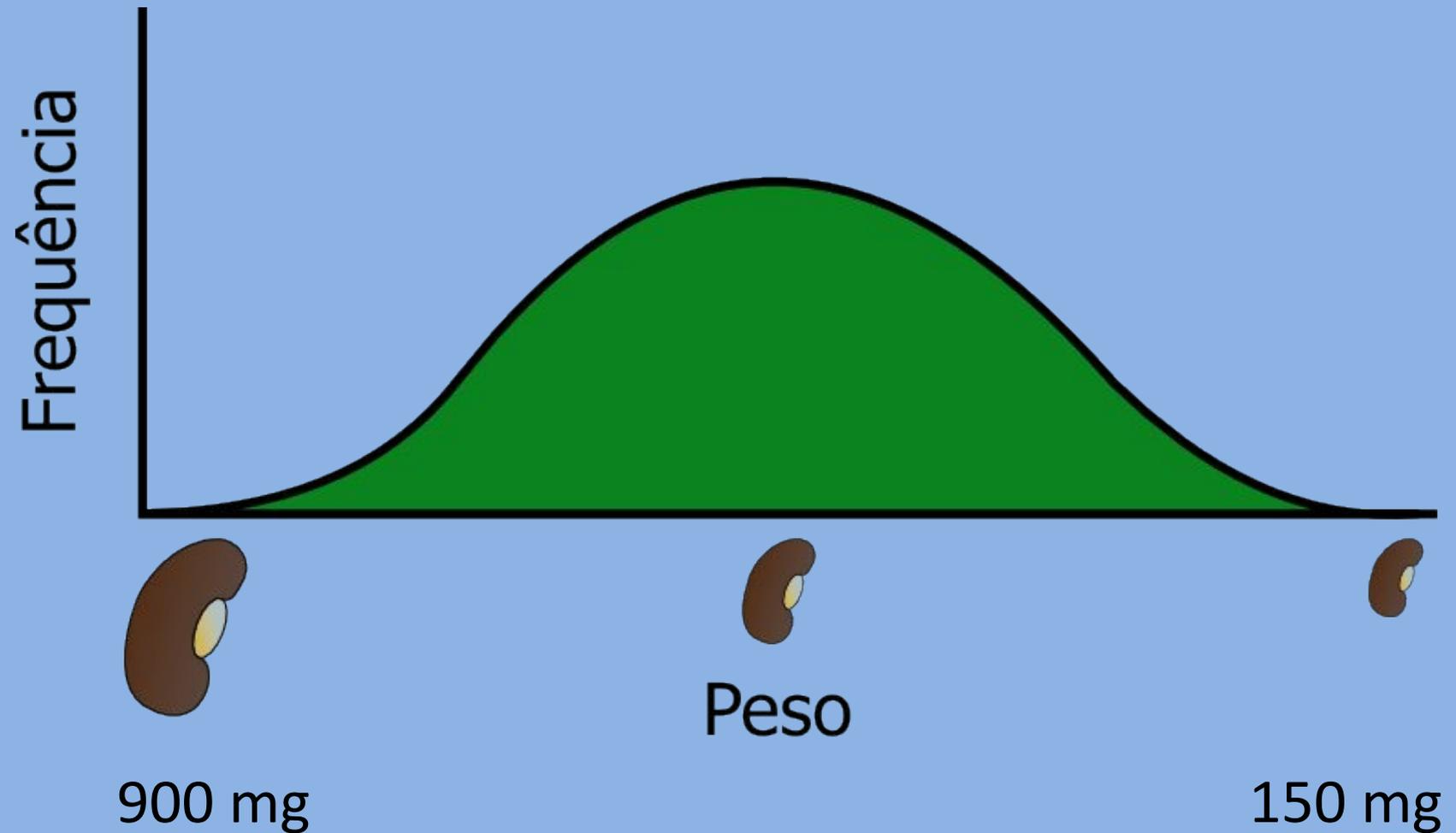
# DARWIN

## Caracteres com variação contínua

*"Vendo esta gradação e diversidade de estrutura em um grupo pequeno, intimamente relacionado de pássaros, pode-se imaginar que a partir da pequena quantidade original de pássaros neste arquipélago, uma espécie foi escolhida e modificada para diferentes finalidades."*

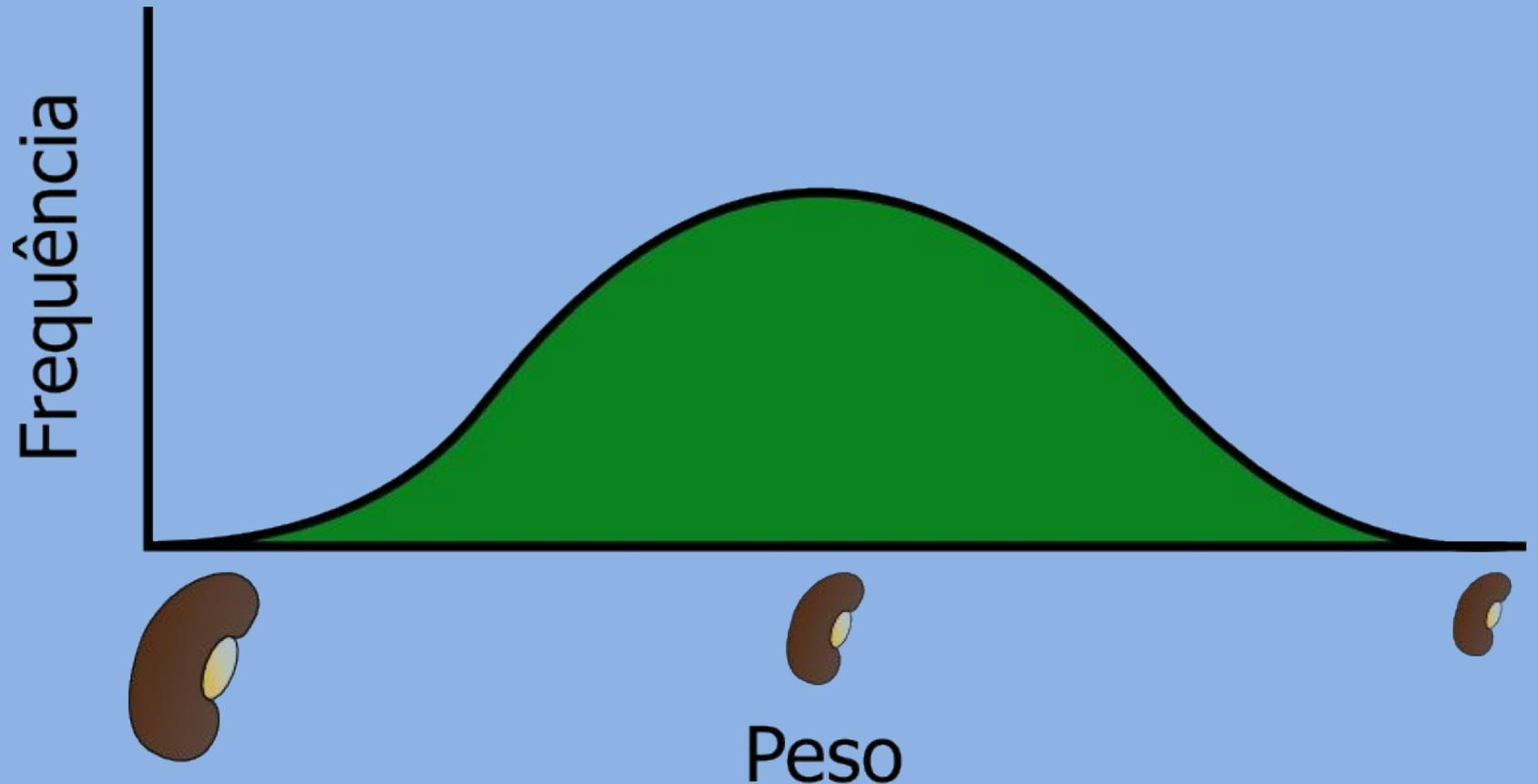
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

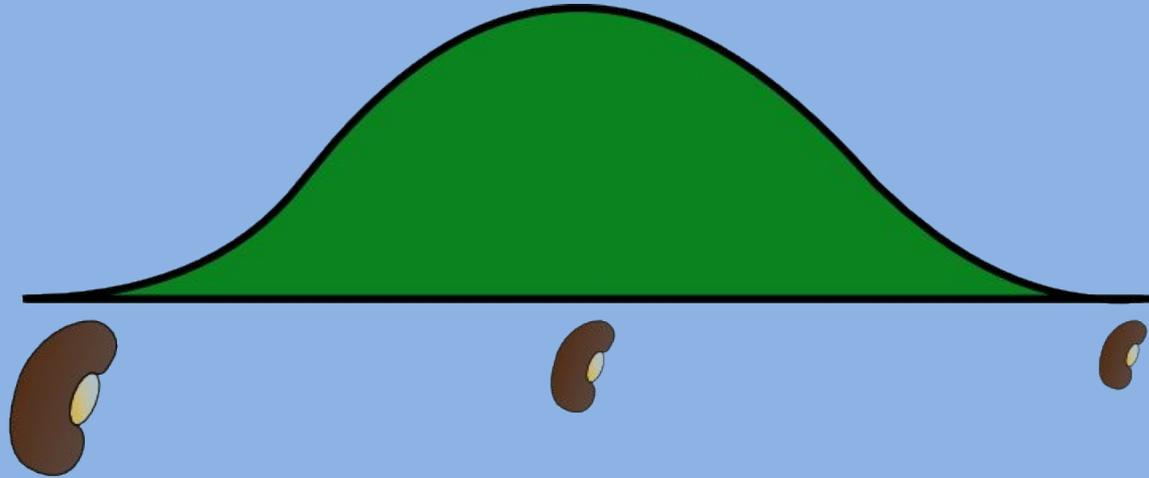
Wilhelm Johannsen



Seleção dos feijões maiores OU menores

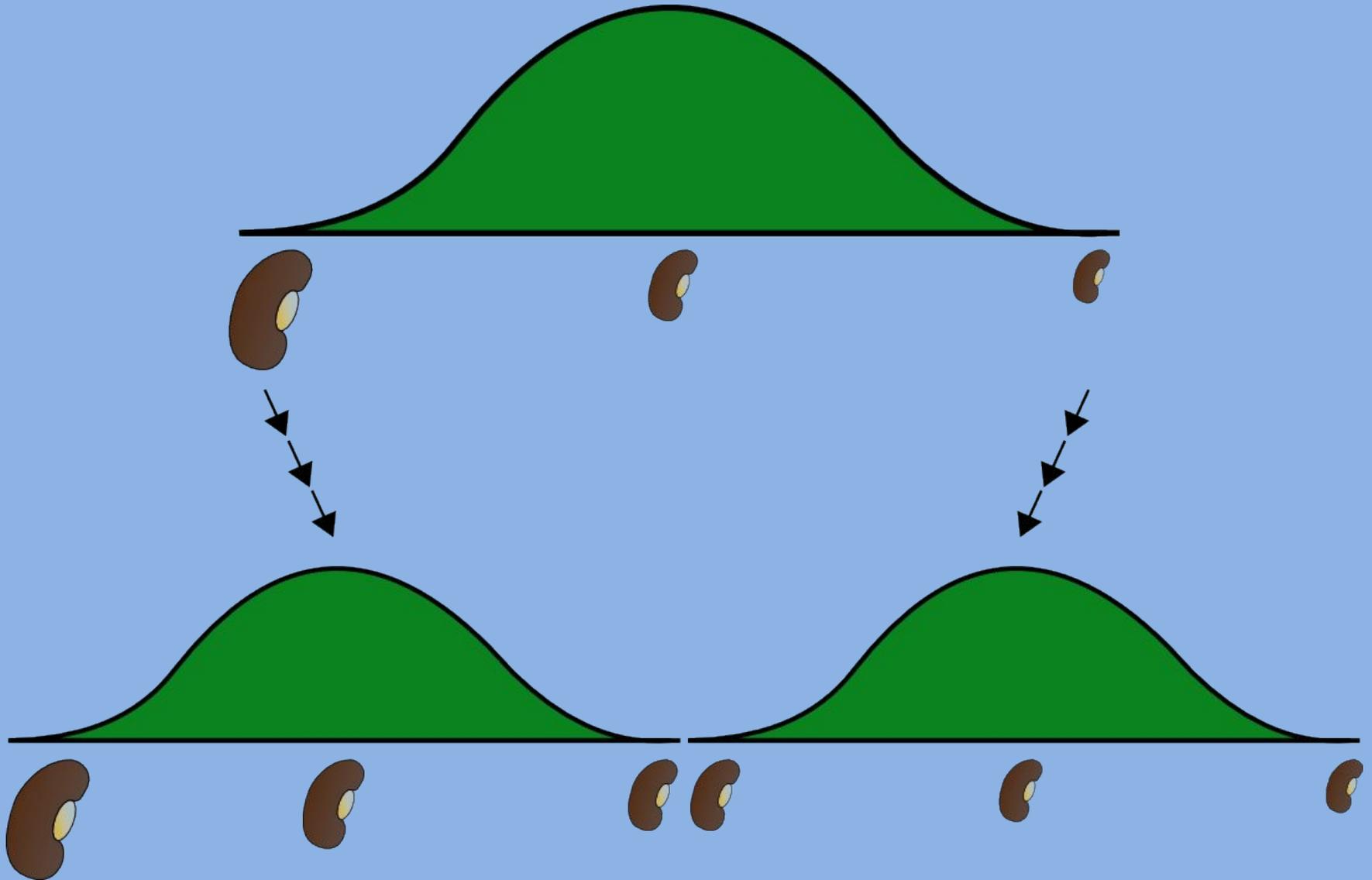
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



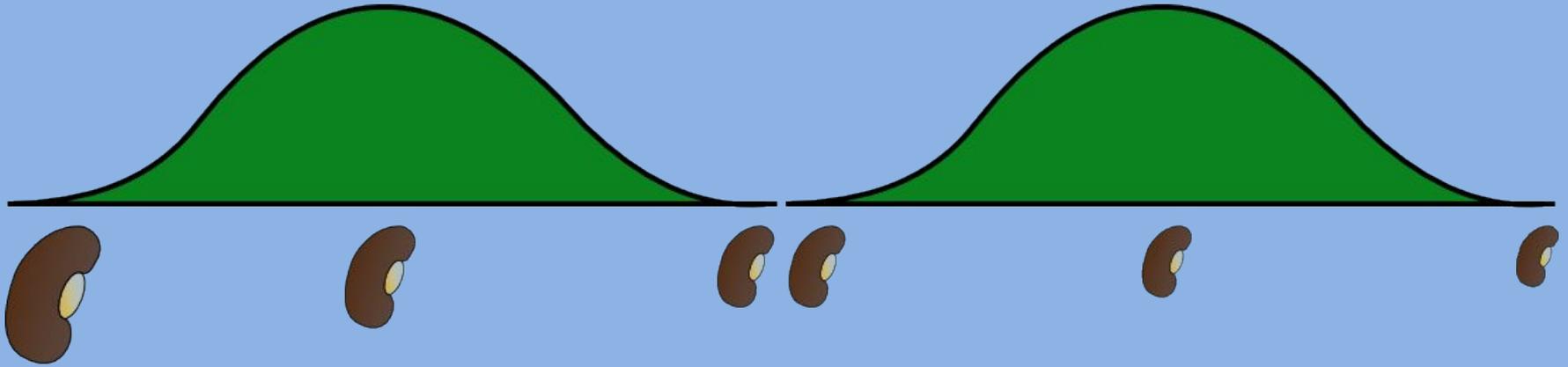
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



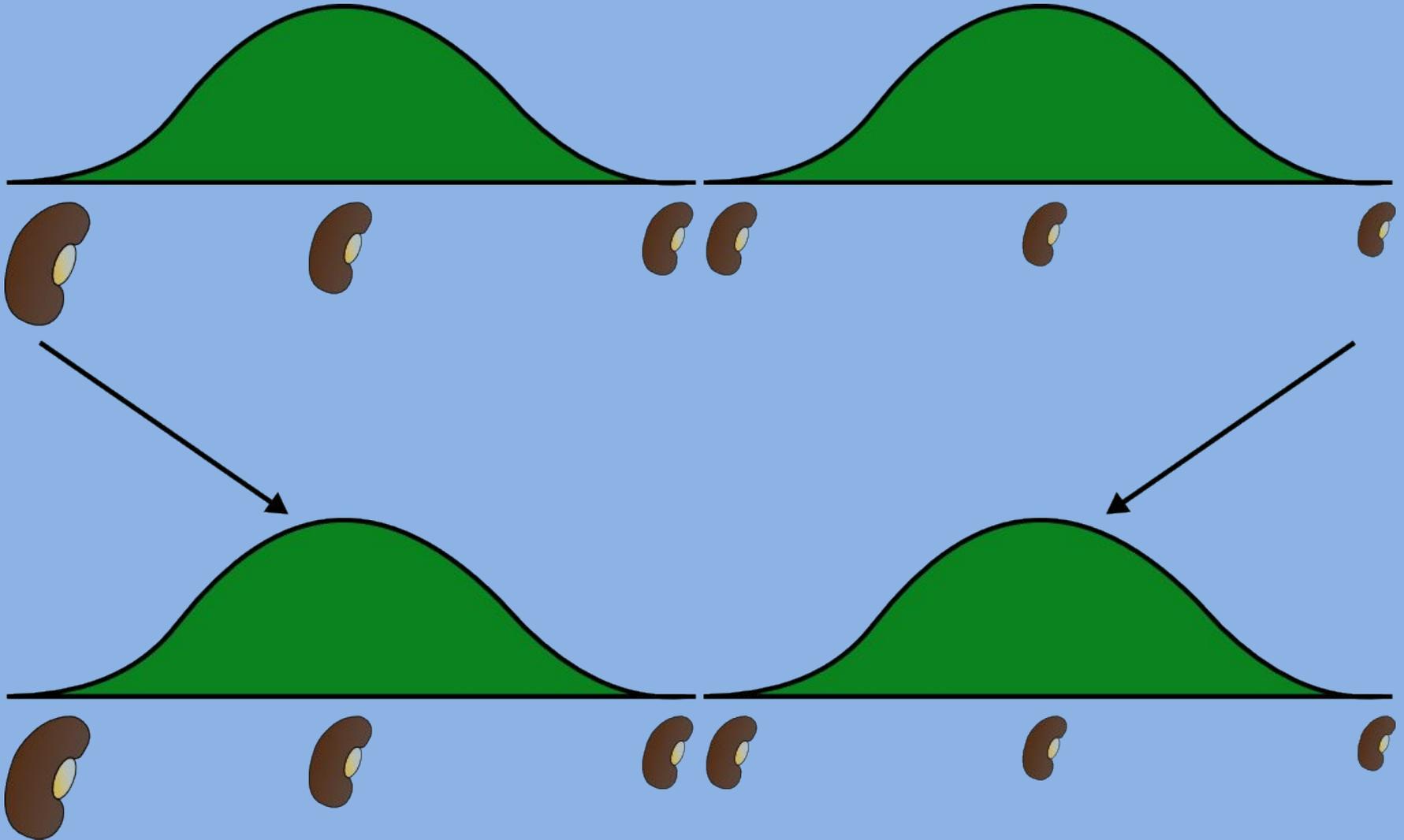
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



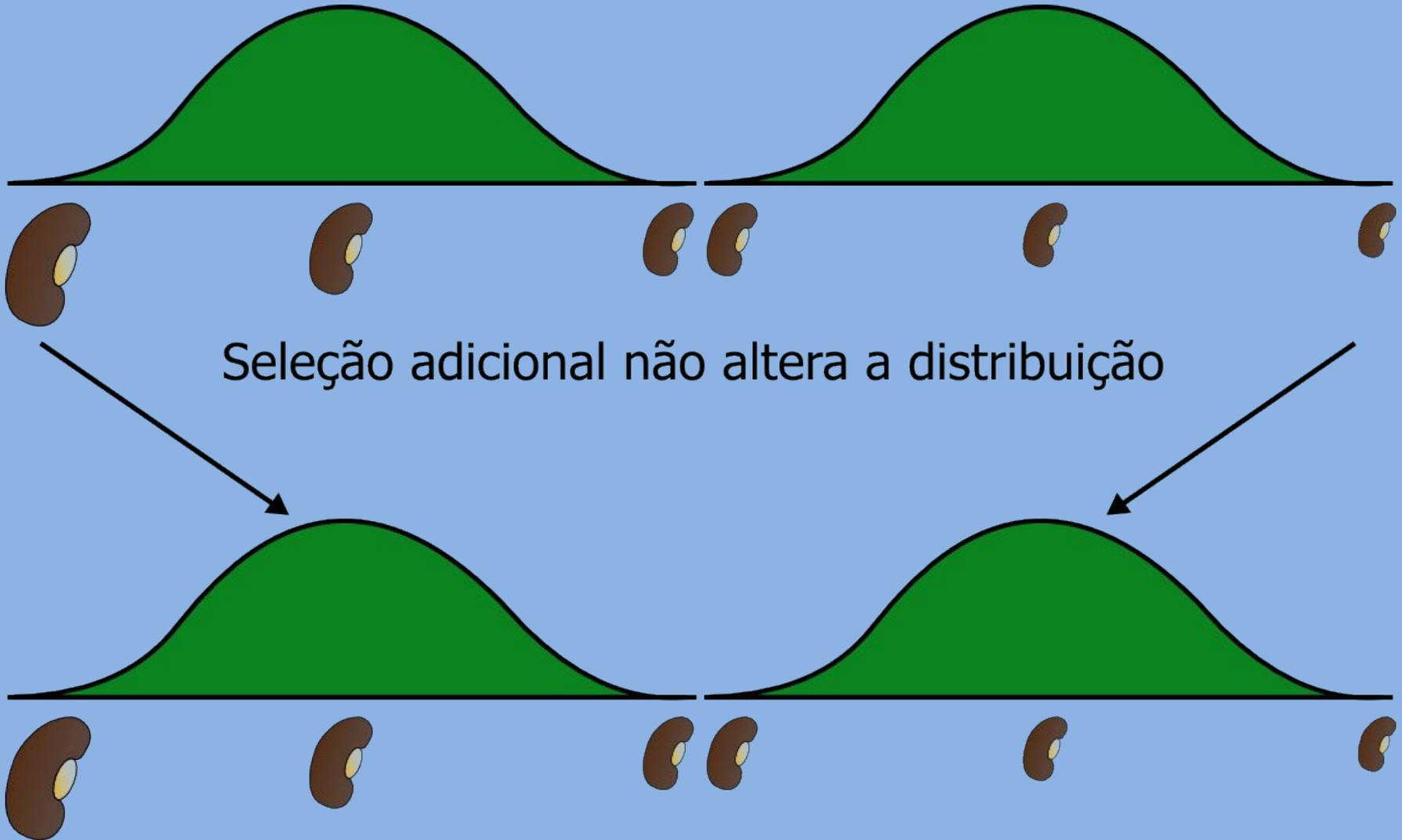
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



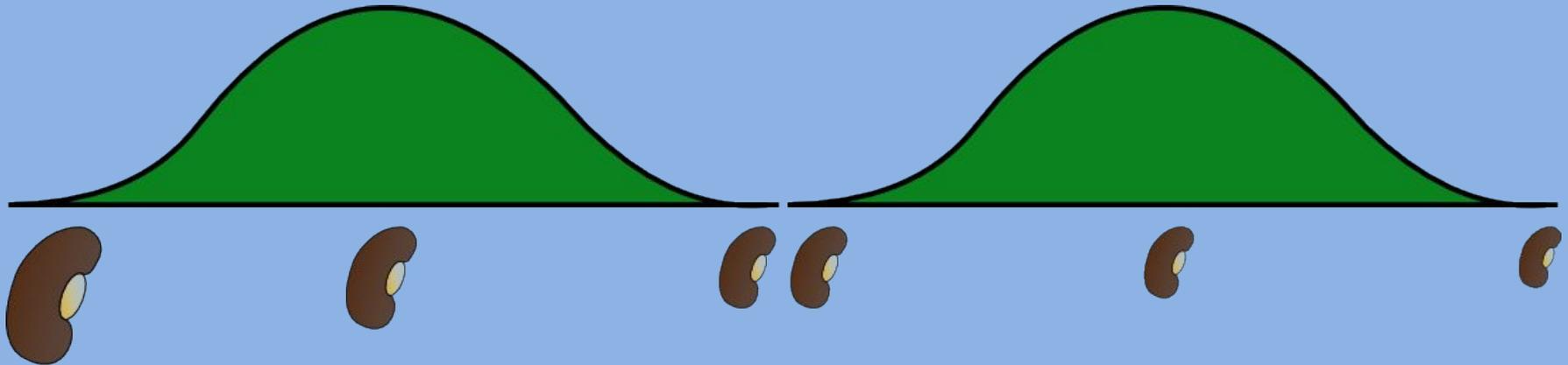
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen

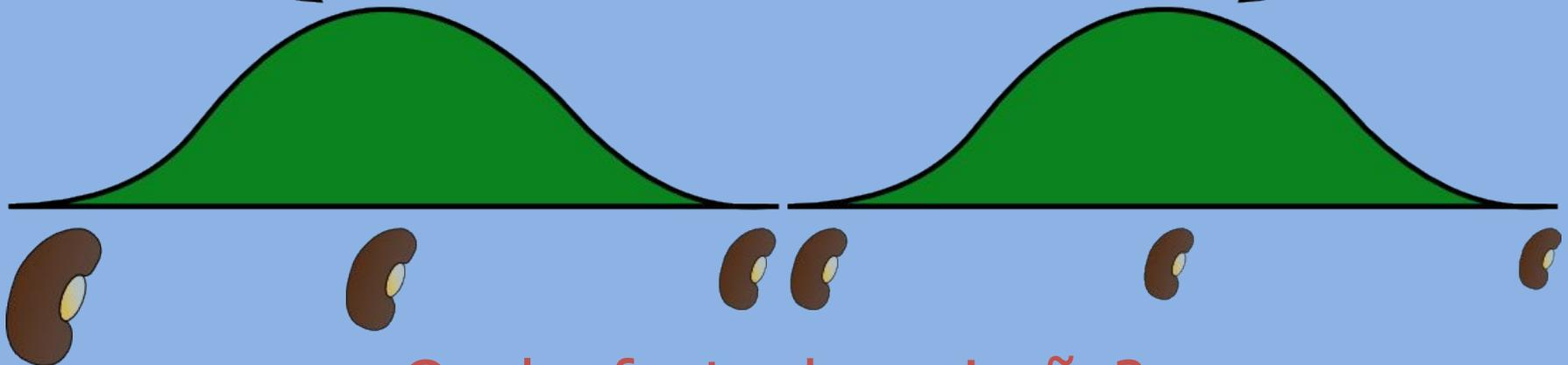


# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



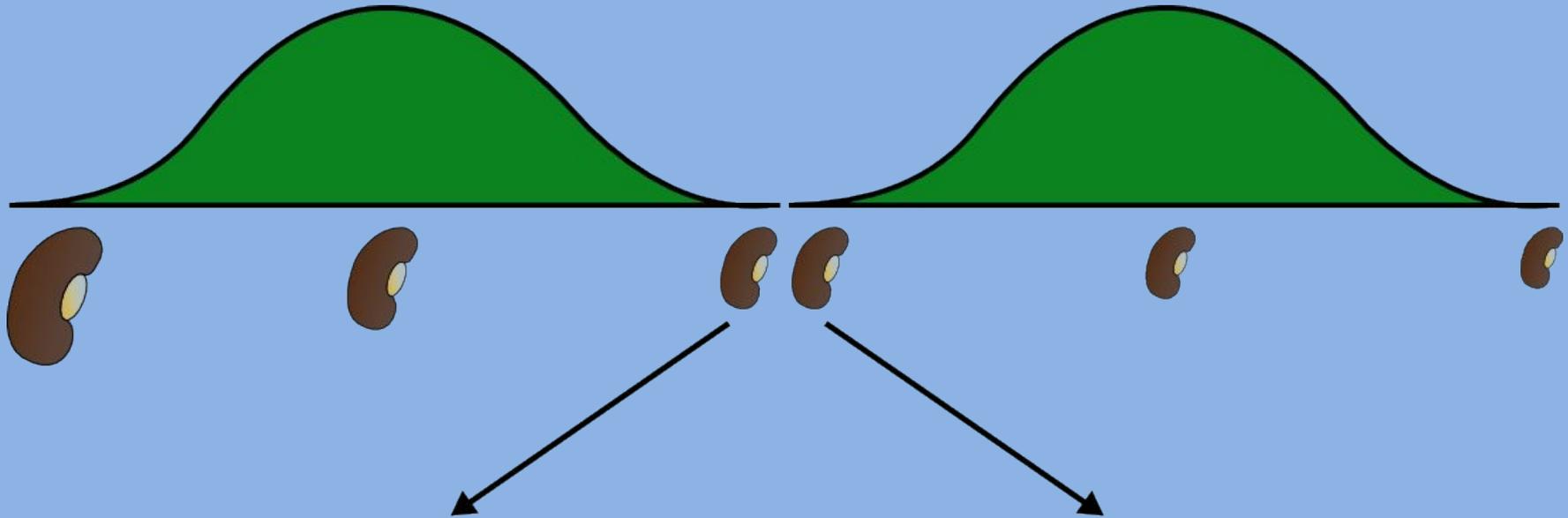
Seleção adicional não altera a distribuição



Qual a fonte da variação?

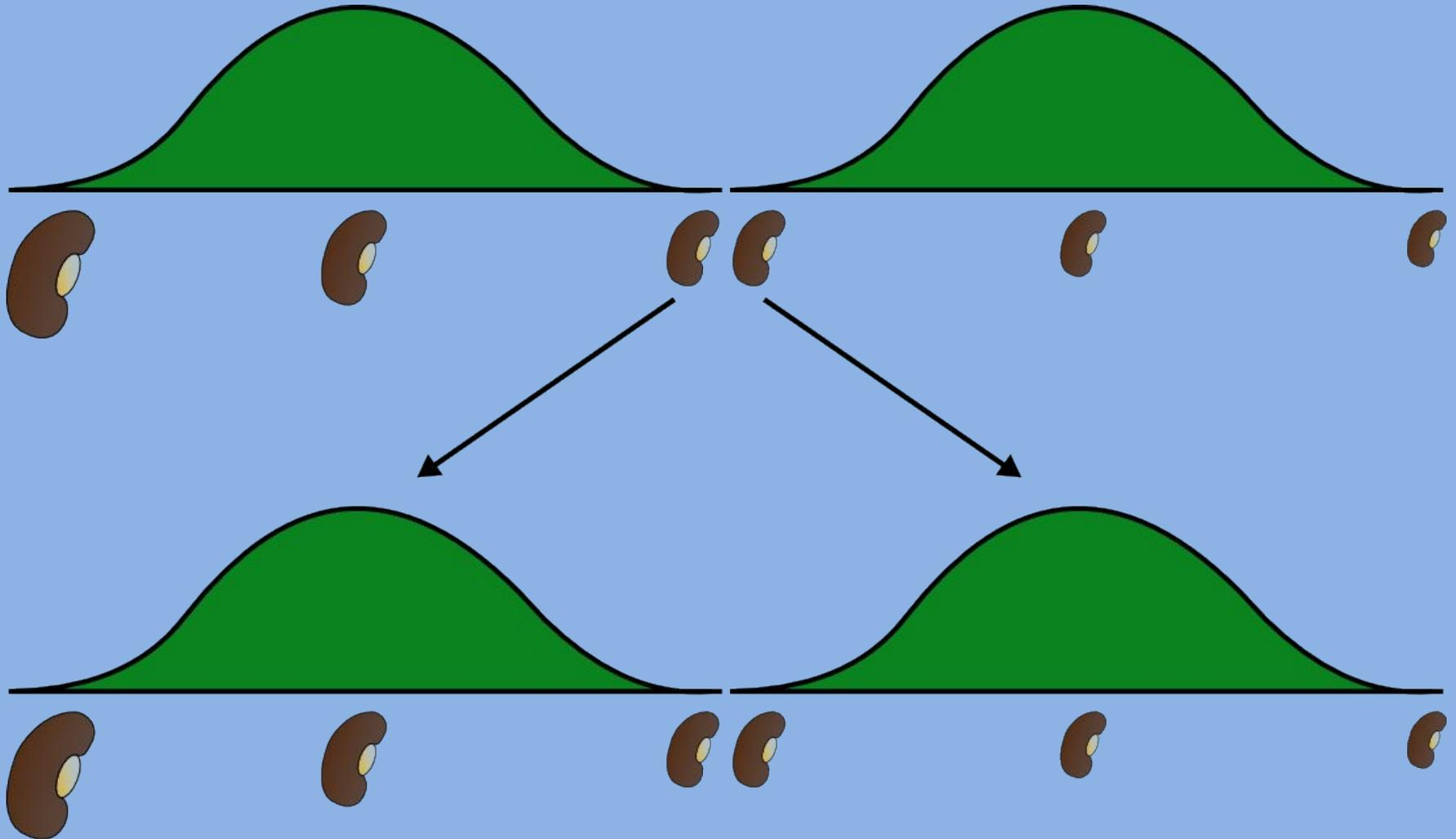
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



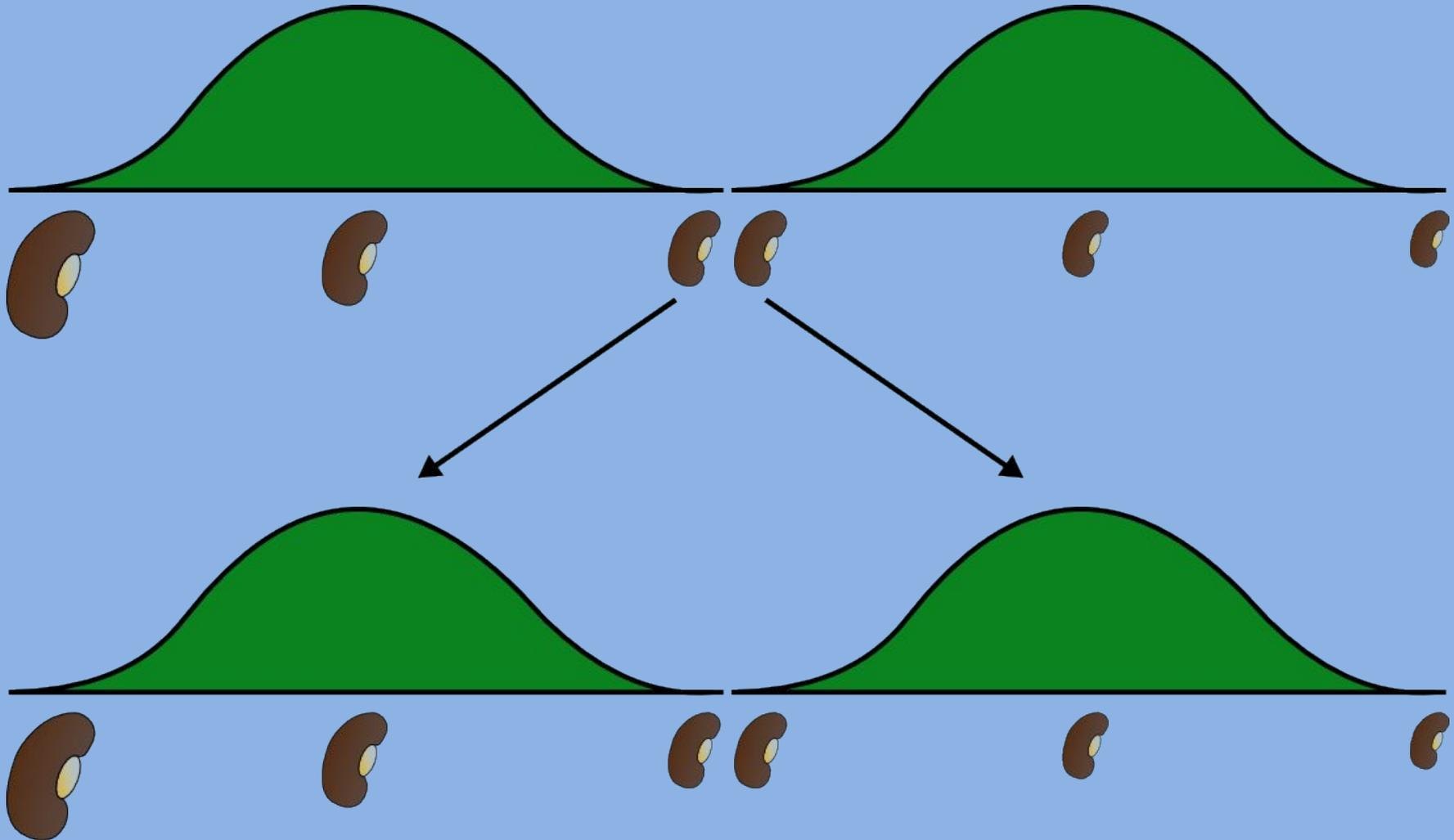
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

Wilhelm Johannsen



# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

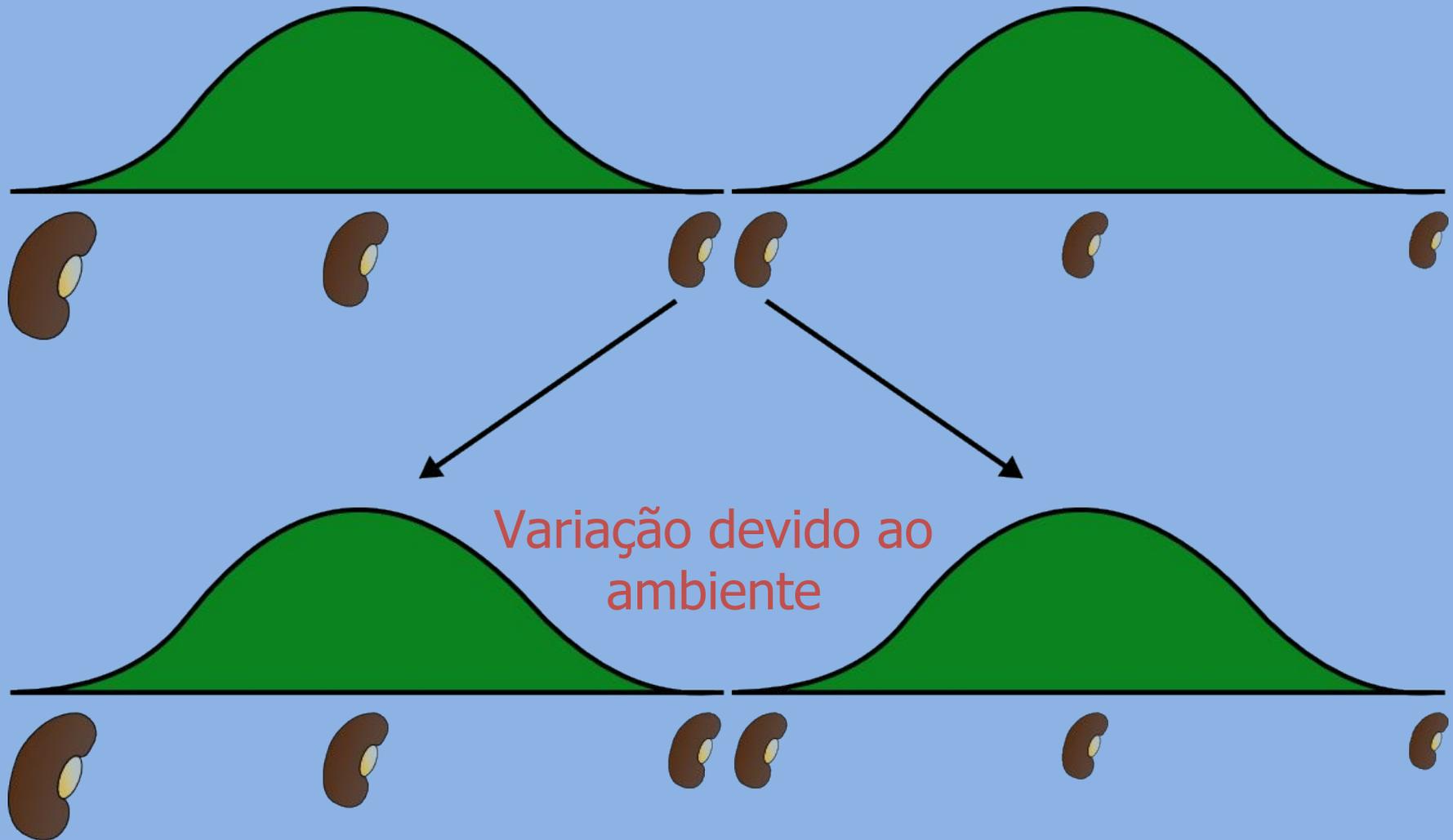
Wilhelm Johannsen



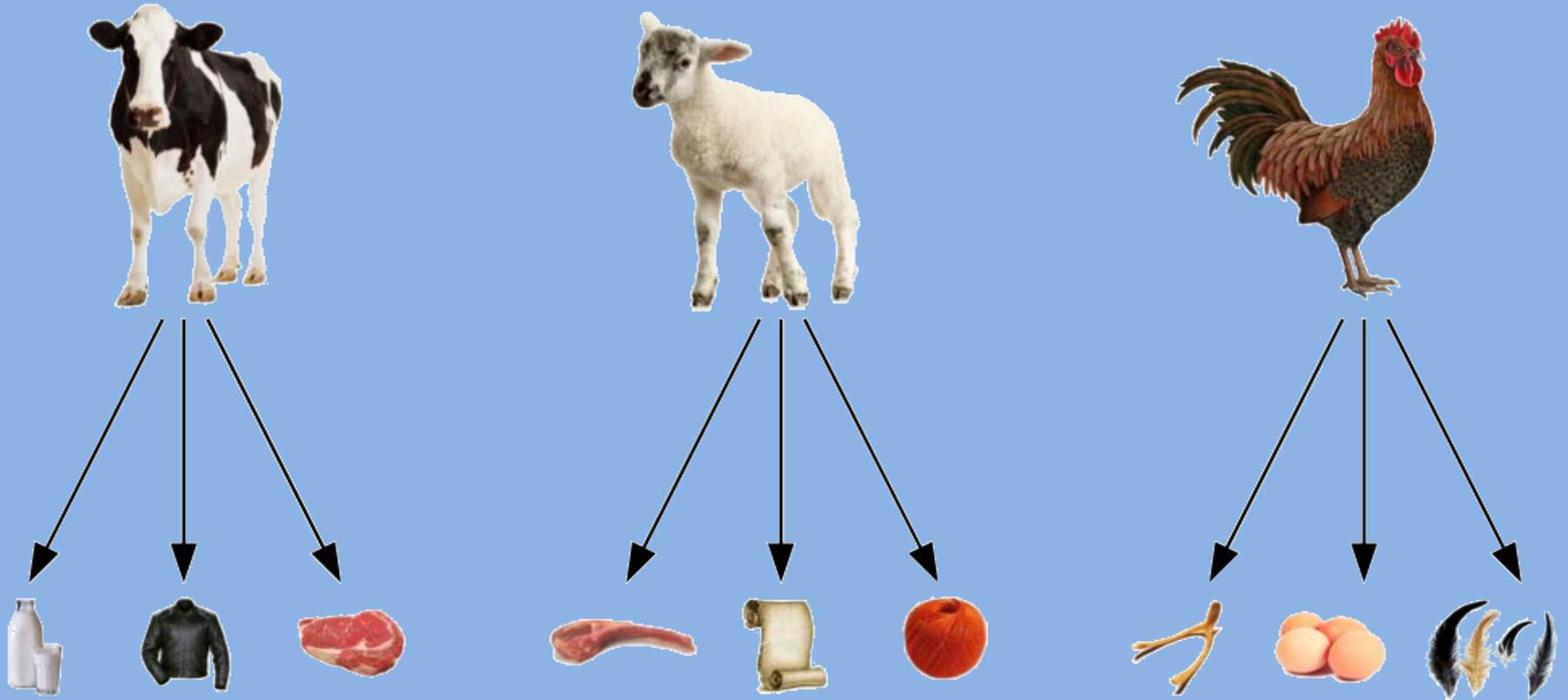
Qual a fonte da variação?

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

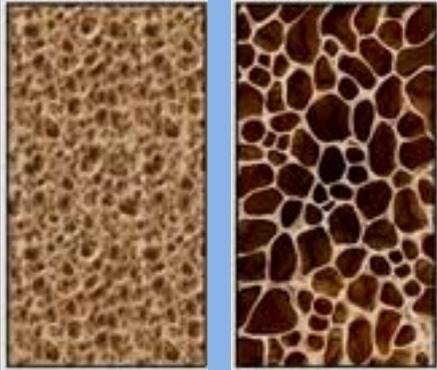
Wilhelm Johannsen



# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS



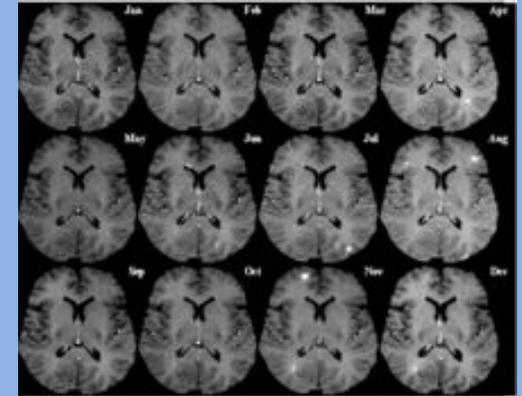
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS



osteoporos  
e



lupus



esclerose  
múltipla



asma



Alzheimer'  
s



escleroderm  
a

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## ALTURA DA TURMA

- É uma característica herdável?
- Existe variação ambiental?
- Como podemos explicar essa grande variação das características quantitativas?

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Características

Influência Ambiental

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Características

### Influência Ambiental



# HERANÇA QUANTITATIVA

## Características

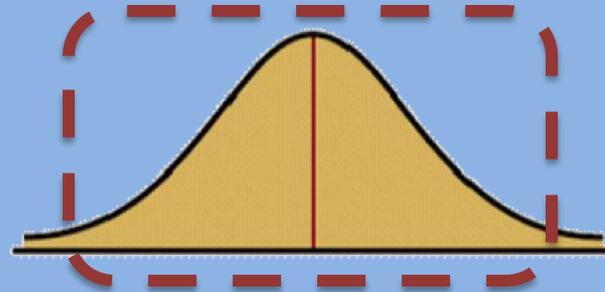
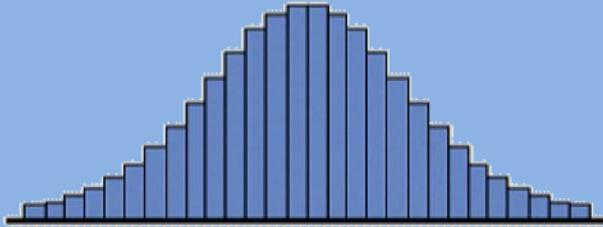
Influência Ambiental



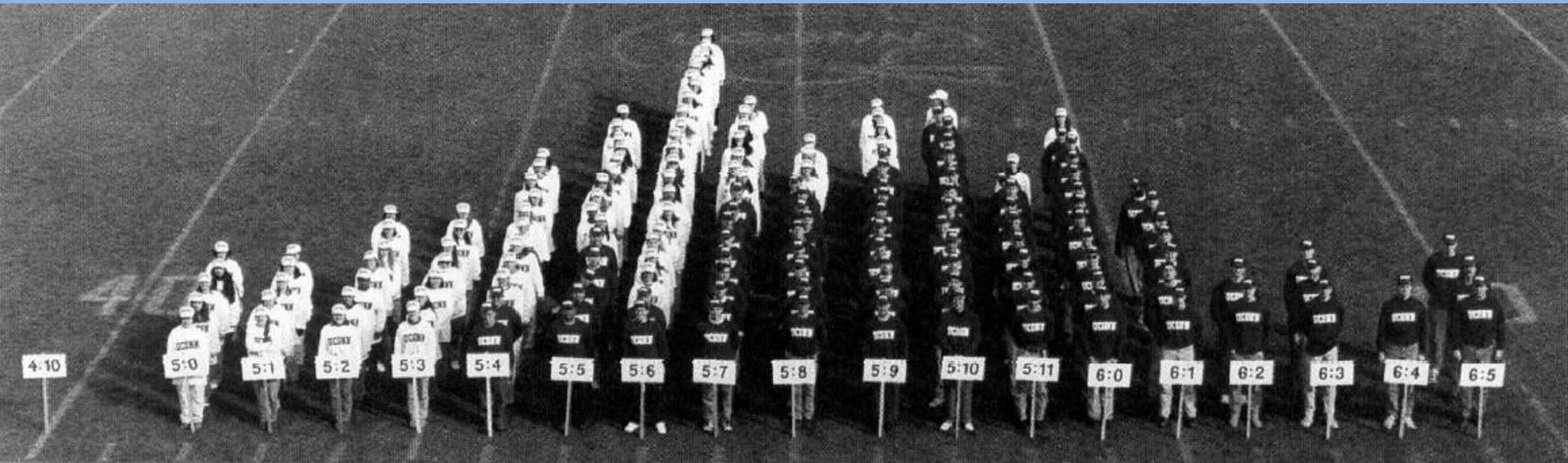
# HERANÇA QUANTITATIVA

## Características

Variação contínua



Estatura é “anormal” quando a medida é mais de 2 desvios padrões acima ou abaixo da média populacional  
Média +2 e -2 desvios padrão inclui ~95% da população



# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

Quantos genes estão envolvidos em determinadas características?

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

P



Linhagem com grãos  
brancos



Linhagem com grãos  
vermelho-escuros

F<sub>1</sub>



100% dos indivíduos com grãos  
vermelho-intermediários

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

P



Linhagem com grãos  
brancos



Linhagem com grãos  
vermelho-escuros

F<sub>1</sub>



100% dos indivíduos com grãos  
vermelho-intermediários

F<sub>2</sub>



0



1



2



3



4



5



6

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

No caso de um gene condicionando a característica quantas classes fenotípicas seriam esperadas?

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança Aditiva Simples

O efeito total de um conjunto de genes será igual a soma dos efeitos de cada gene

A -> gene envolvido na produção do pigmento

**A** = contribui com a cor

**a** = não contribui com a cor

P                      **AA**   x   **aa**  
                         *Escura*    *clara*

F1                      **Aa**  
                         *Intermediária*

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

No caso de um gene condicionando a característica quantas classes fenotípicas seriam esperadas?

1/4 de grãos brancos :

2/4 de grãos de cor intermediária :

1/4 de grãos vermelho-escuros.

Fenótipo igual a um dos parentais = 1/4, e não 1/64.

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança Aditiva Simples

O efeito total de um conjunto de genes será igual a soma dos efeitos de cada gene

A e B -> genes envolvidos na produção do pigmento

**A** = contribui com a cor

**a** = não contribui com a cor

**B** = contribui com a cor

**b** = não contribui com a cor

**P**                    **AABB** x **aabb**  
                          *Escura*    *clara*

**F1**                    **AaBb**  
                          *Intermediária*

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

E caso de dois genes?

1/16 de grãos brancos,  
1/16 de grãos vermelho-escuros.

Fenótipo igual a um dos parentais = 1/16, e não 1/64.

O que estaria acontecendo?

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

P



Linhagem com grãos  
brancos  
(aabbcc)



Linhagem com grãos  
vermelho-escuros  
(AABBCC)

F<sub>1</sub>



100% dos indivíduos com grãos  
vermelho-intermediários  
(AaBbCc)

F<sub>2</sub>



0



1



2



3



4



5

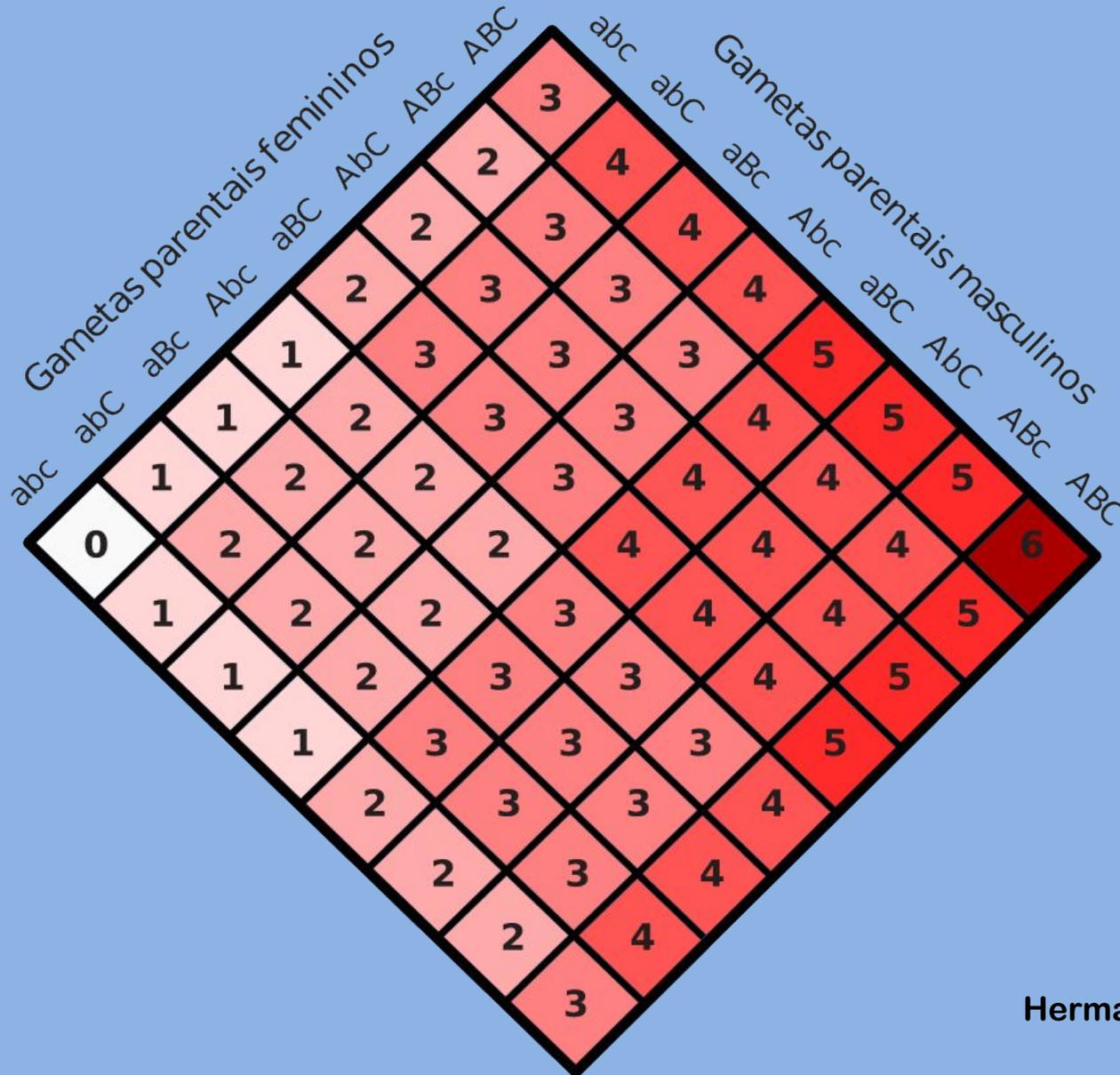


6

# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa

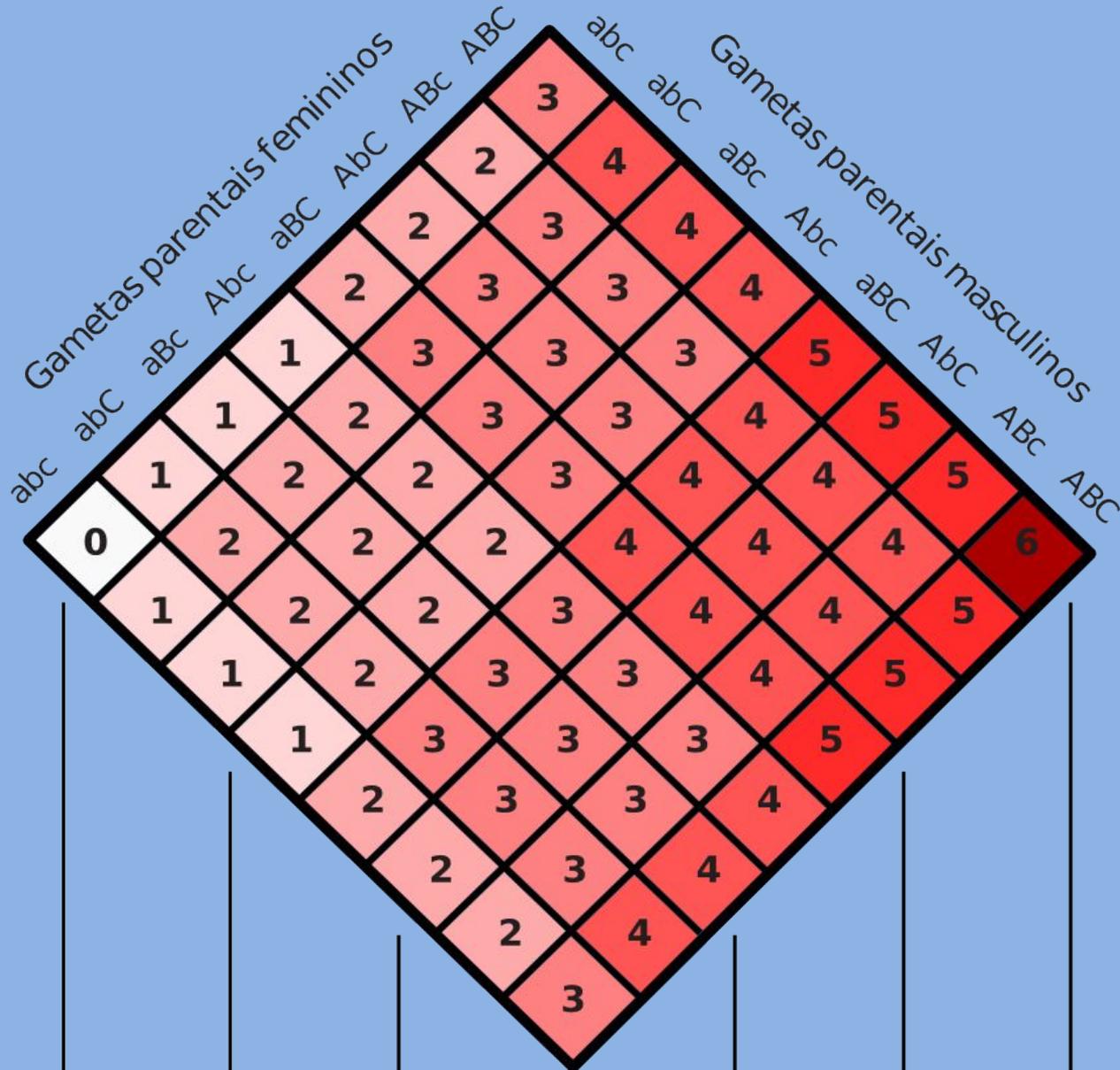
$F_2$



# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

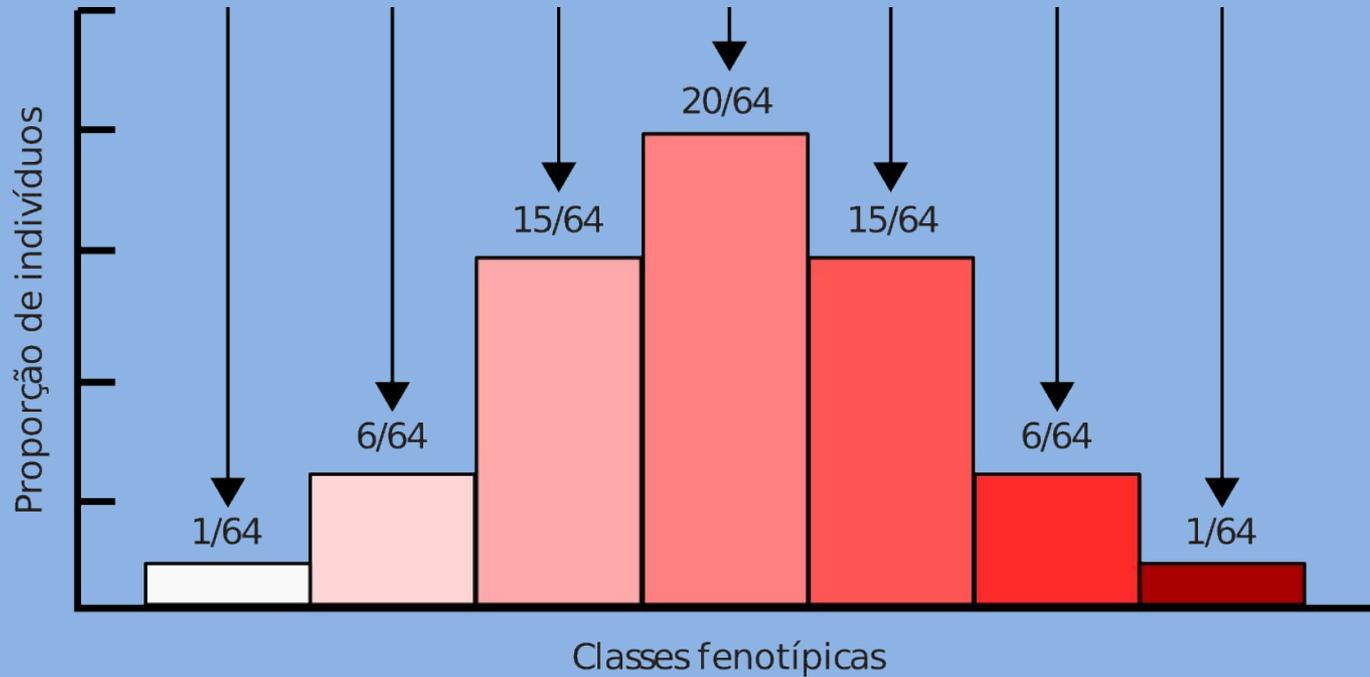
## Herança quase-quantitativa

$F_2$



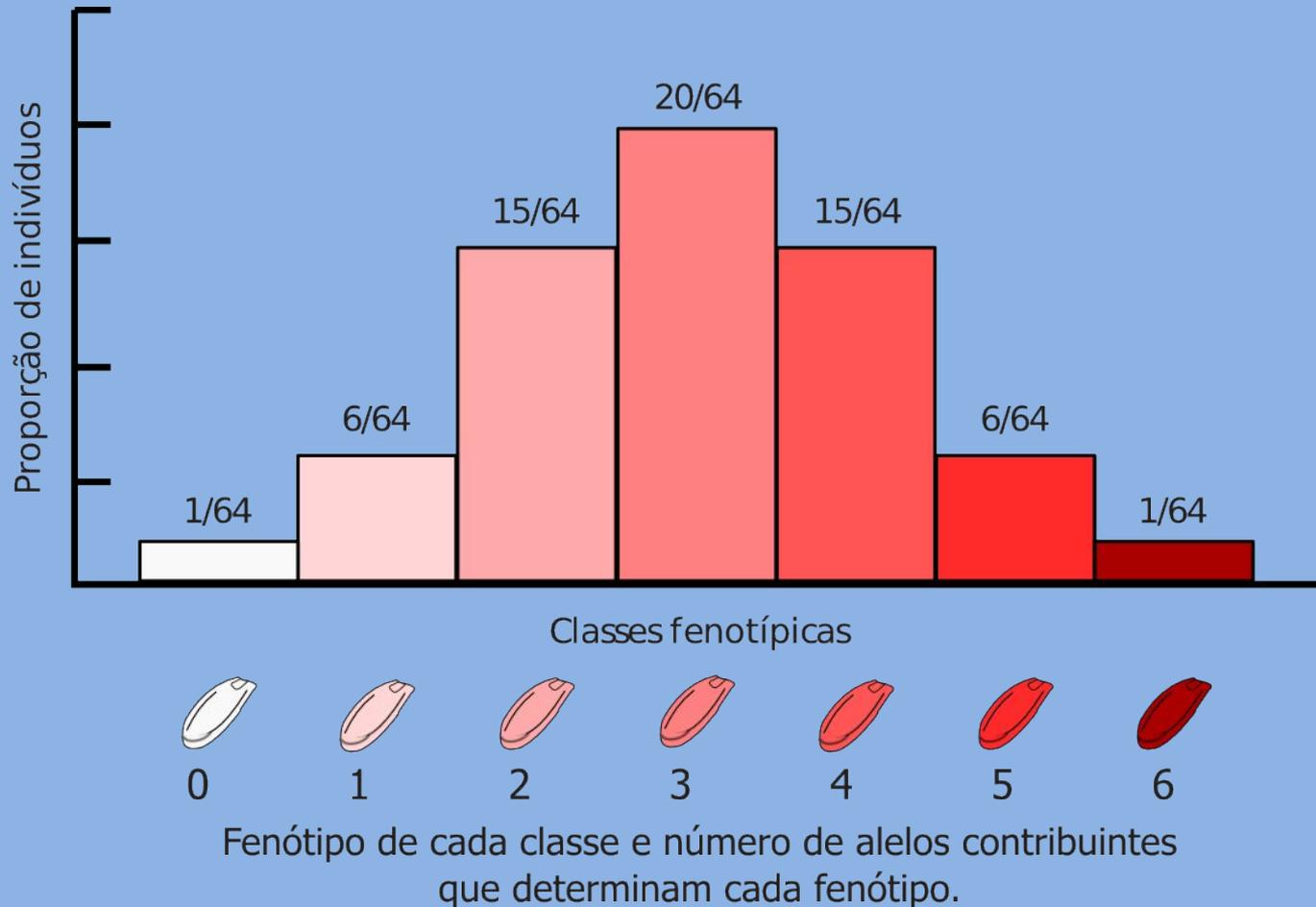
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa



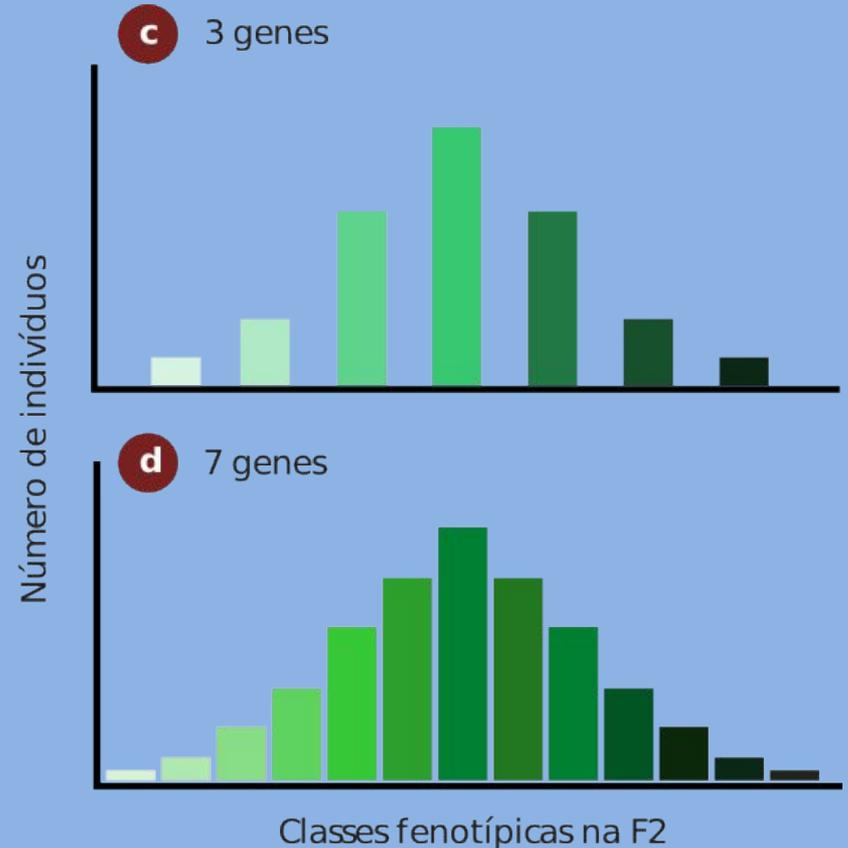
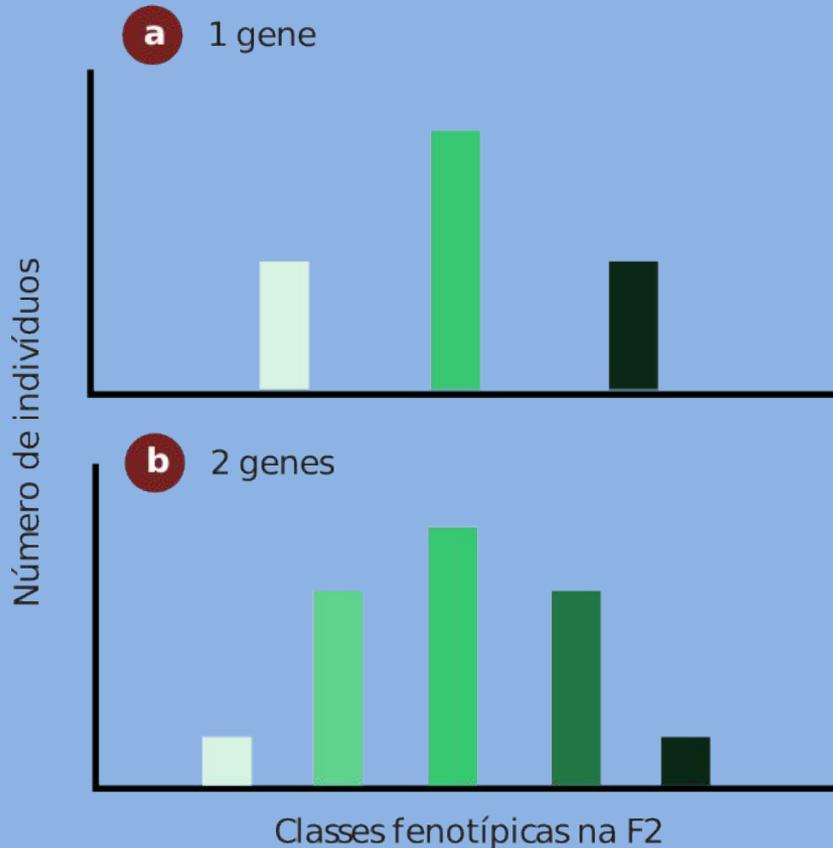
# HERANÇA DE CARACTERES CONTÍNUOS

## Herança quase-quantitativa



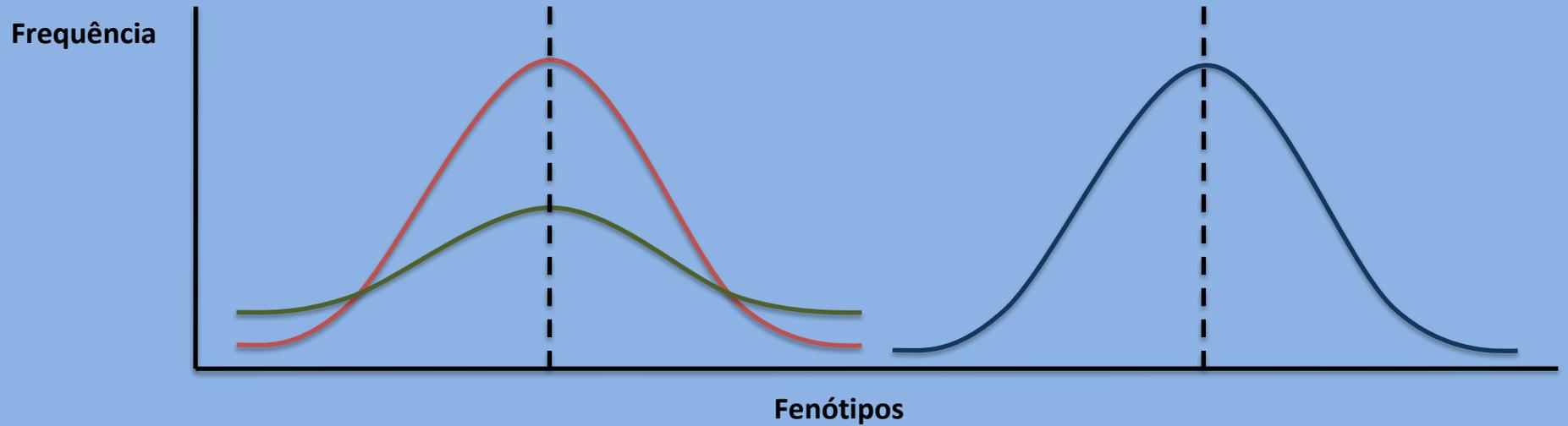
# HERANÇA QUANTITATIVA

## Grande Número de Locos Envolvidos



# HERANÇA QUANTITATIVA

## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO



# HERANÇA QUANTITATIVA

## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

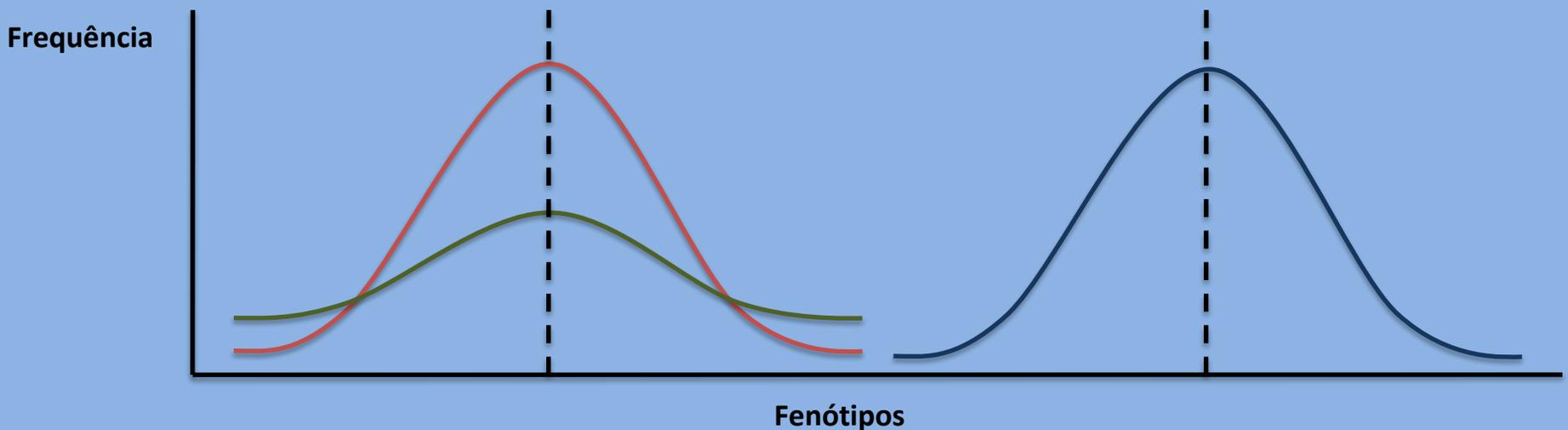
# HERANÇA QUANTITATIVA

## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$



# HERANÇA QUANTITATIVA

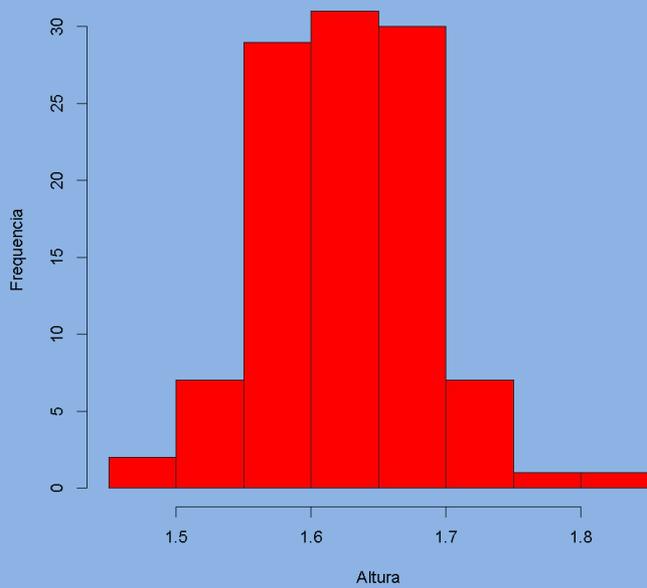
## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

# HERANÇA QUANTITATIVA

## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

### ALTURA

Histograma das alturas F

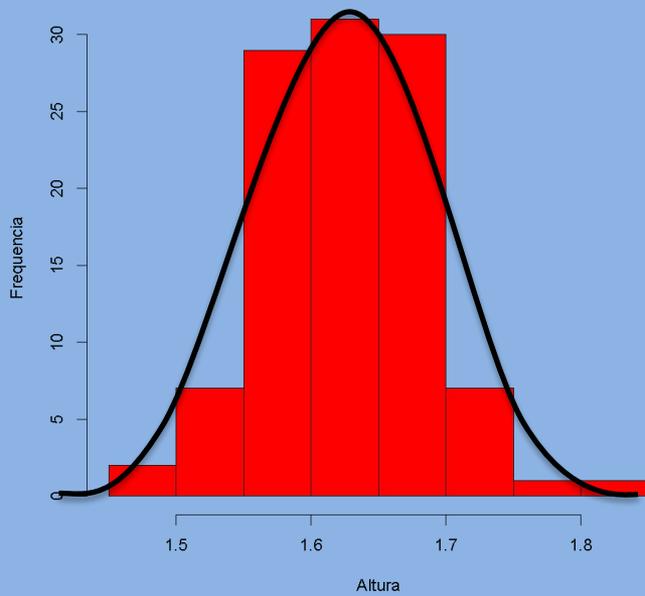


# HERANÇA QUANTITATIVA

## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

ALTURA

Histograma das alturas F

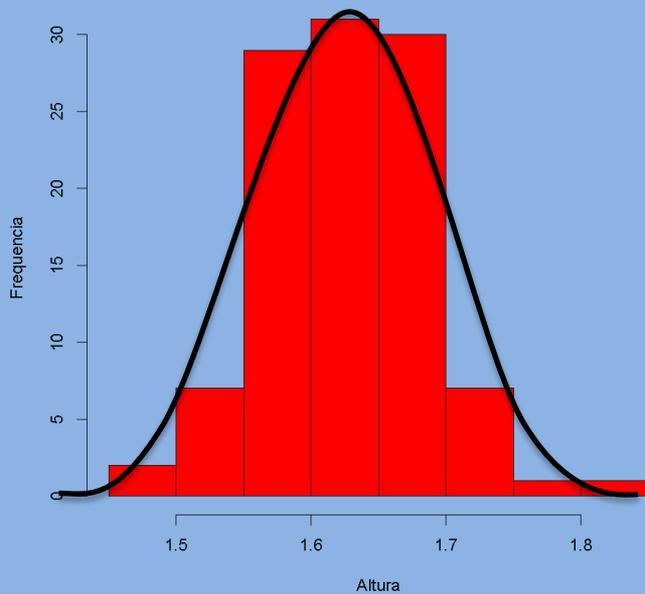


# HERANÇA QUANTITATIVA

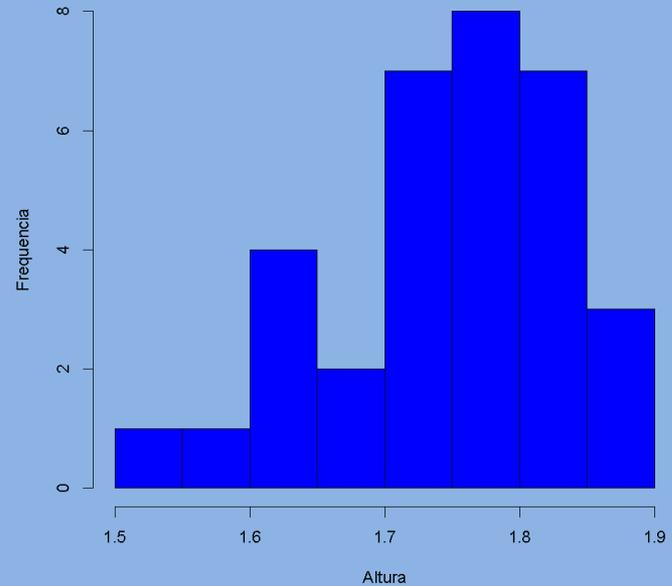
## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

### ALTURA

Histograma das alturas F



Histograma das alturas M

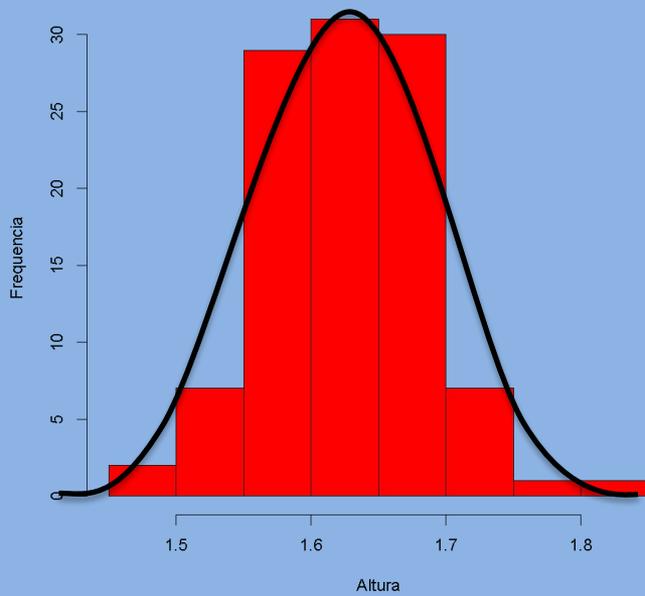


# HERANÇA QUANTITATIVA

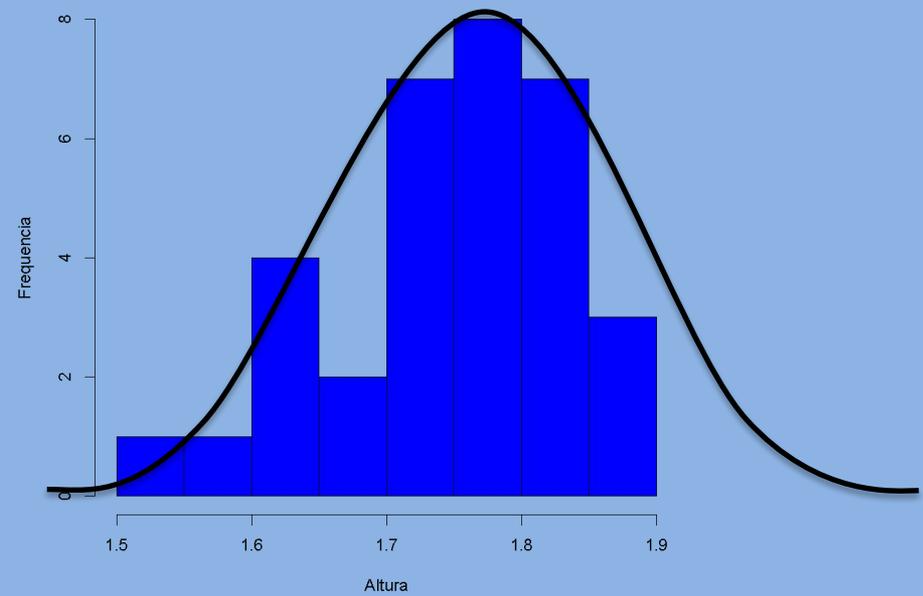
## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

### ALTURA

Histograma das alturas F



Histograma das alturas M

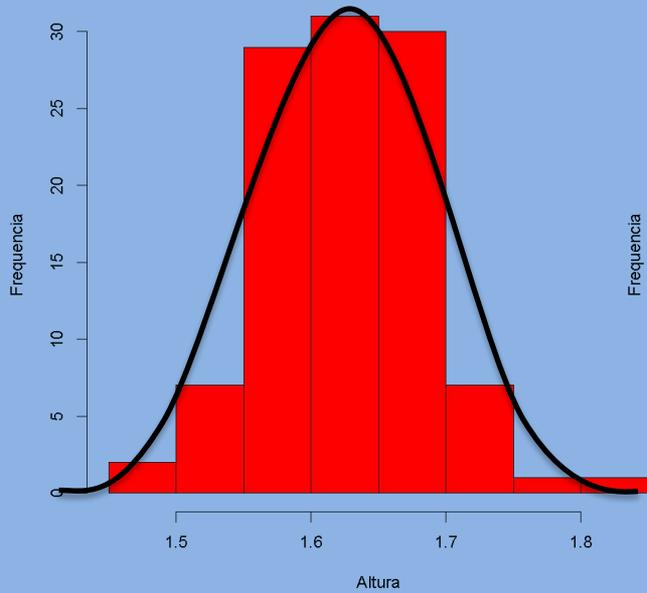


# HERANÇA QUANTITATIVA

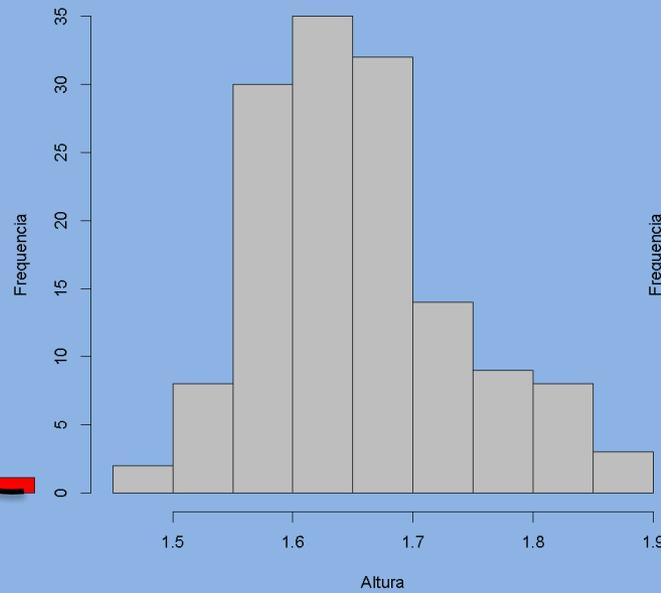
## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

### ALTURA

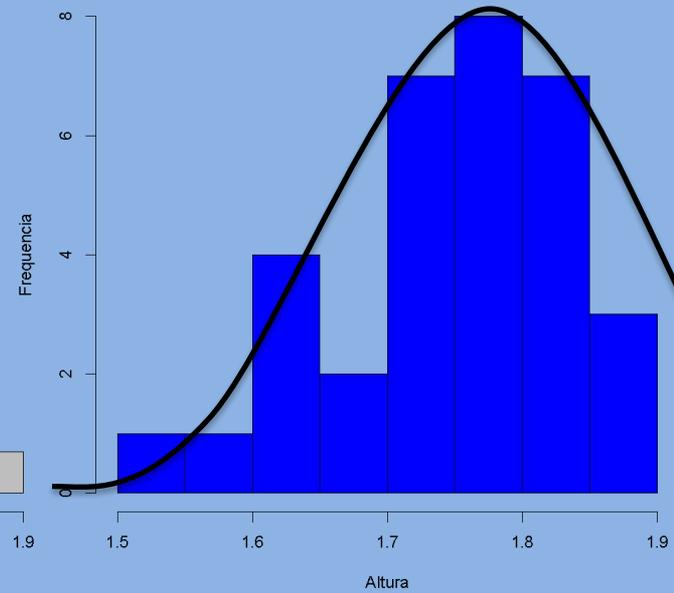
Histograma das alturas F



Histograma das alturas



Histograma das alturas M

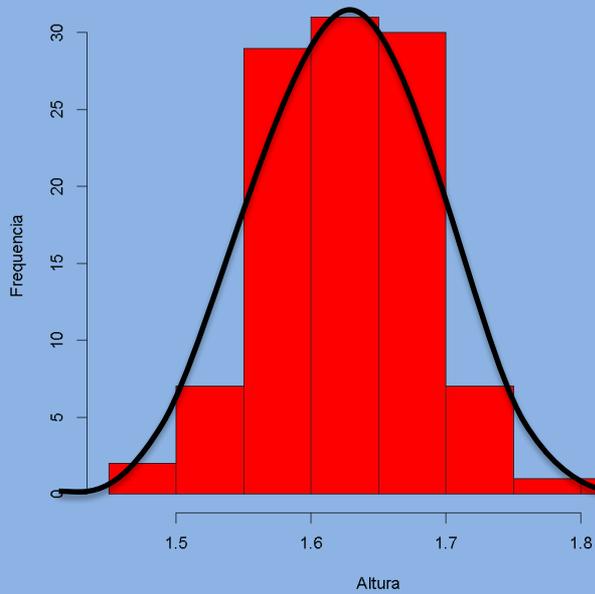


# HERANÇA QUANTITATIVA

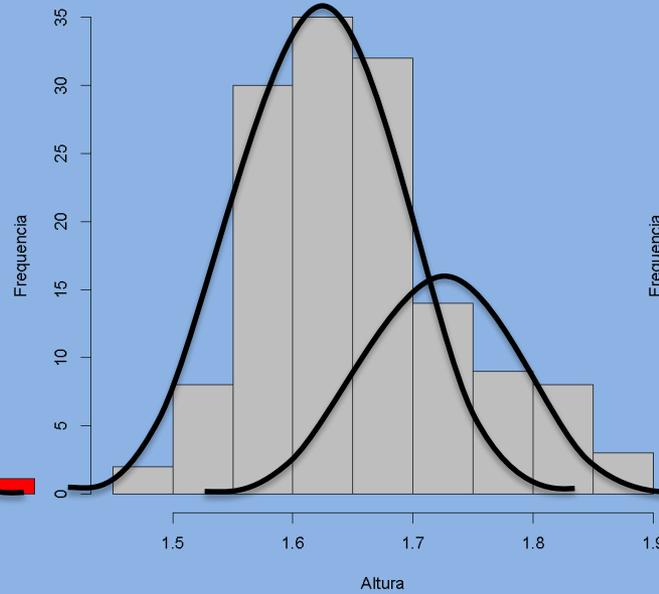
## AMOSTRAGEM E A ANÁLISE DO FENÓTIPO

### ALTURA

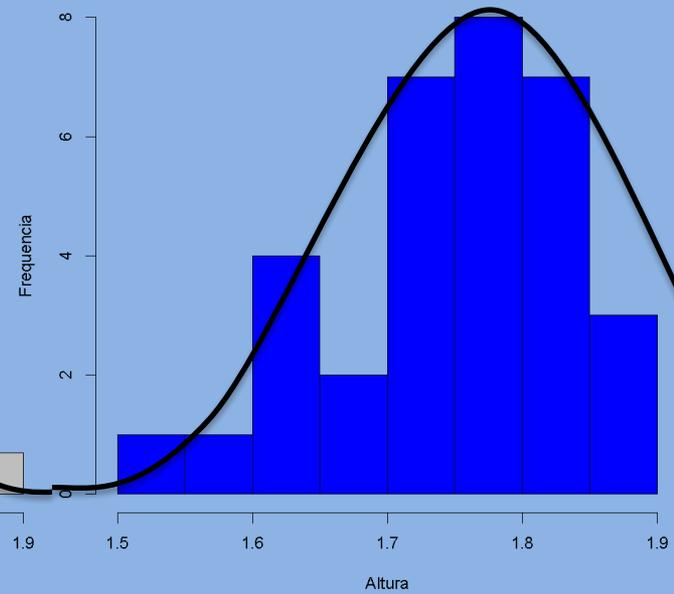
Histograma das alturas F



Histograma das alturas



Histograma das alturas M

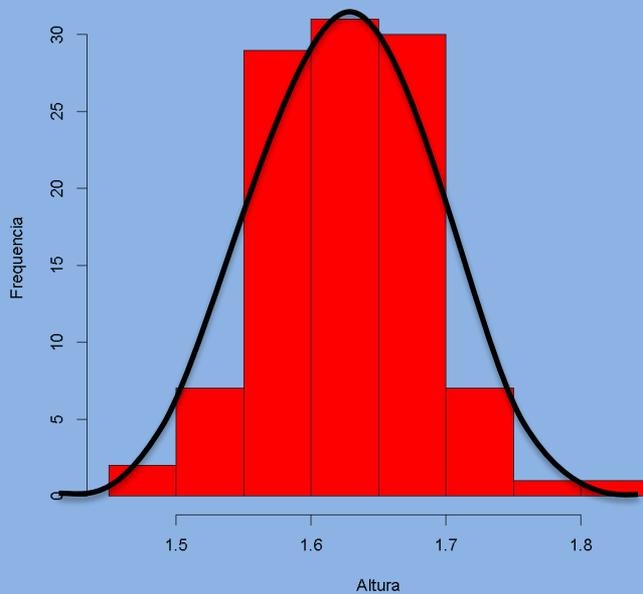


# HERANÇA QUANTITATIVA

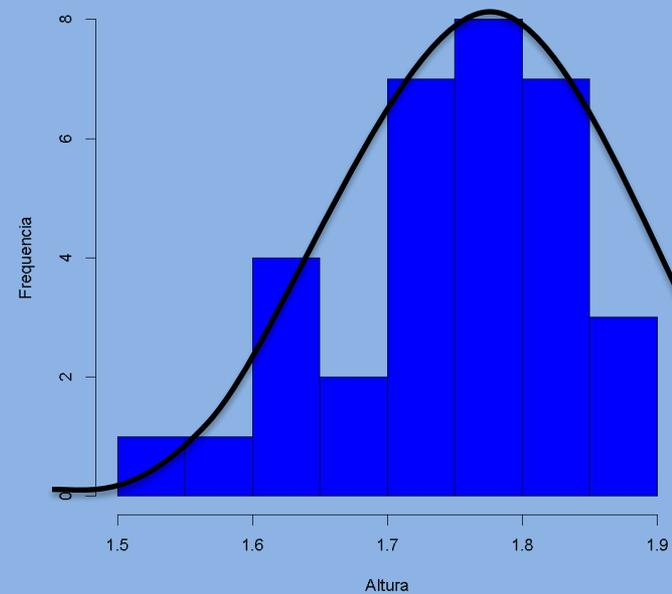
Média

ALTURA

Histograma das alturas F



Histograma das alturas M



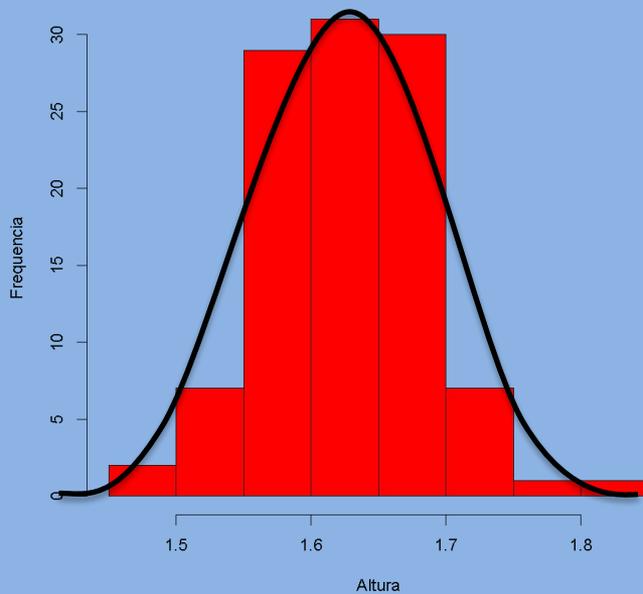
$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n \rightarrow \bar{x} = \sum x_i / n.$$

# HERANÇA QUANTITATIVA

Média

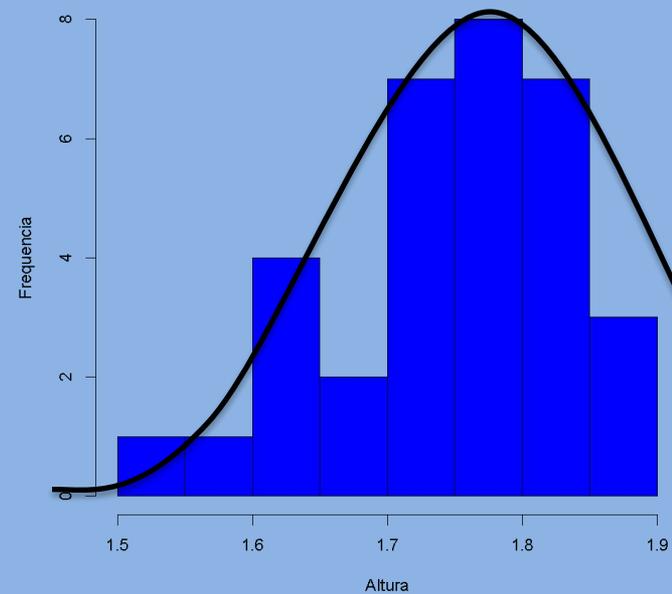
ALTURA

Histograma das alturas F



1.63537

Histograma das alturas M



1.75424

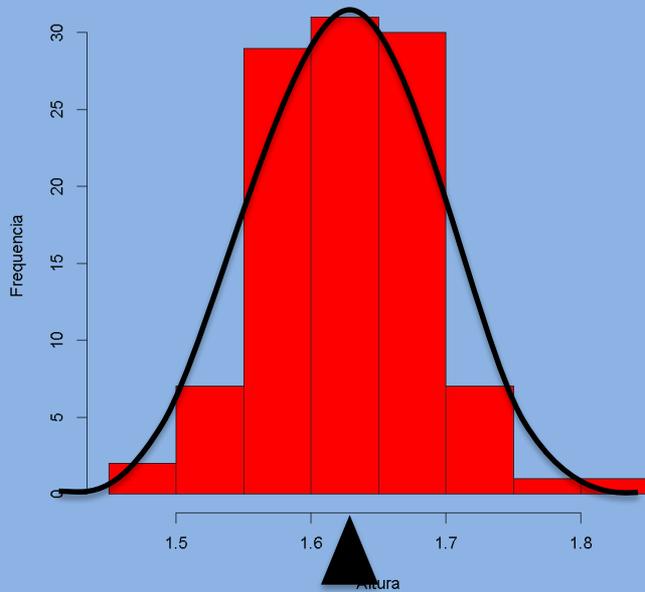
$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n \rightarrow \bar{x} = \sum_i x_i / n.$$

# HERANÇA QUANTITATIVA

Média

ALTURA

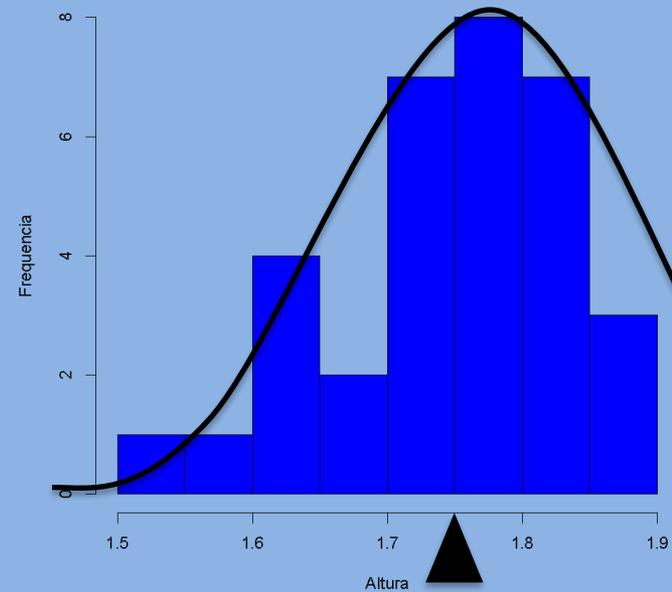
Histograma das alturas F



1.63537

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Histograma das alturas M



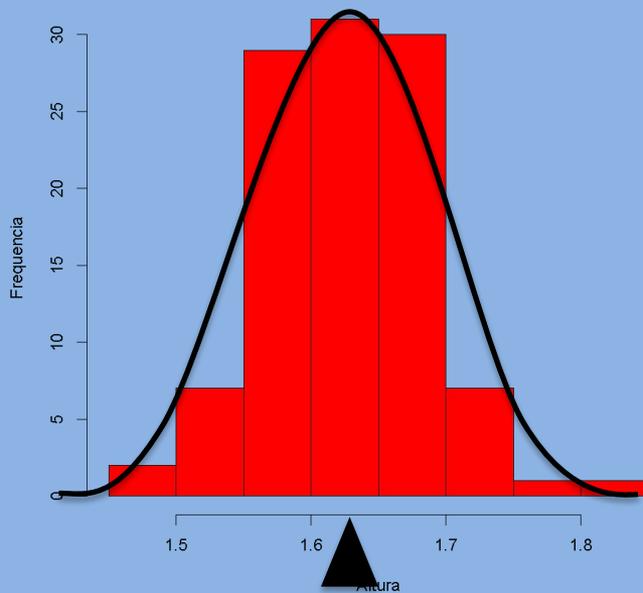
1.75424

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Classe Modal

ALTURA

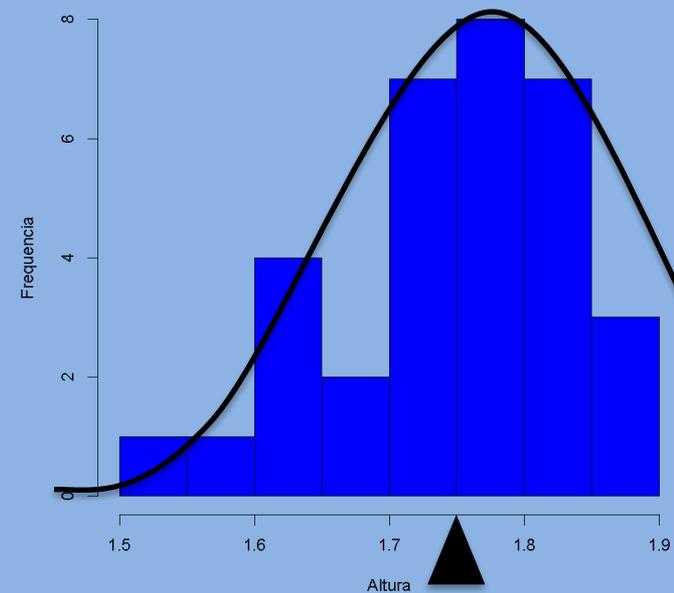
Histograma das alturas F



1.63537

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Histograma das alturas M

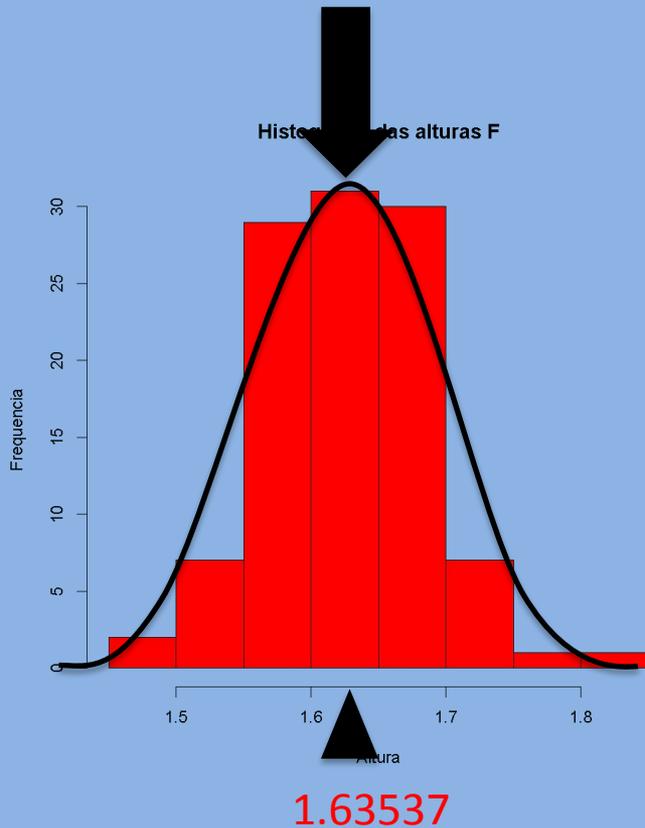


1.75424

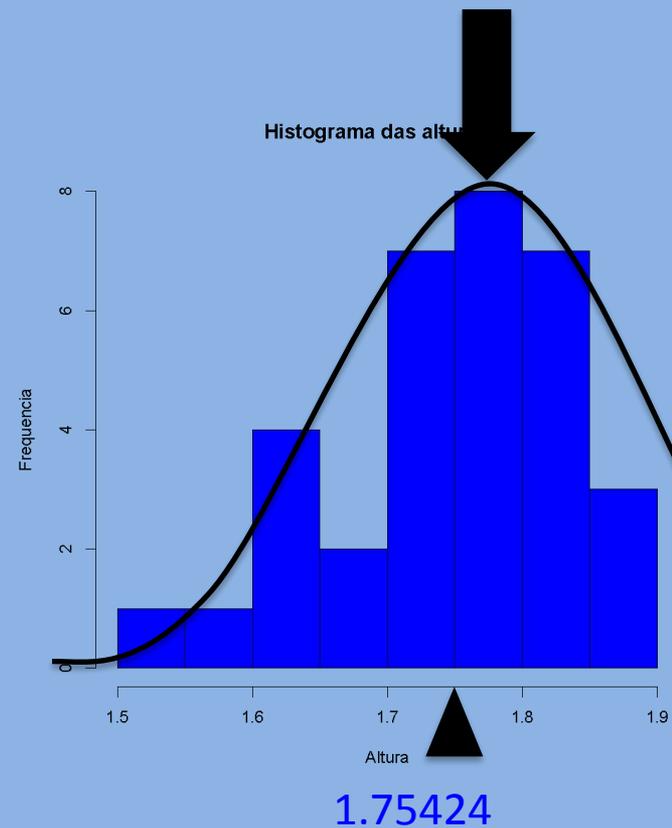
# HERANÇA QUANTITATIVA

## Classe Modal

ALTURA



$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

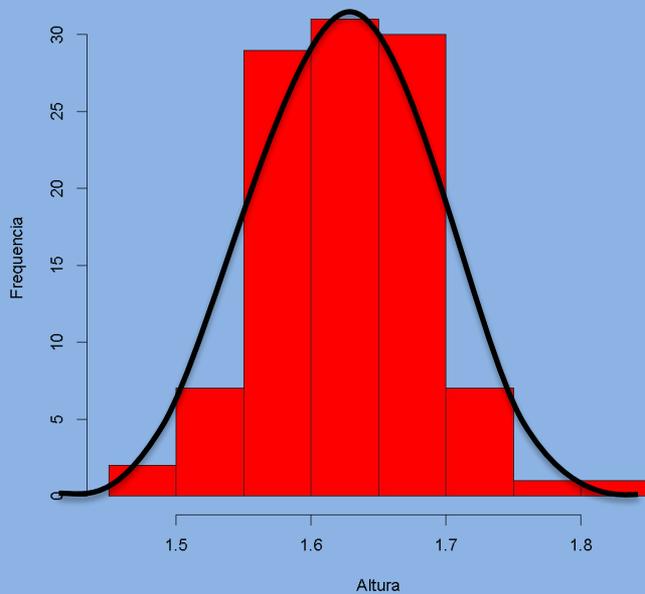


# HERANÇA QUANTITATIVA

## Variância

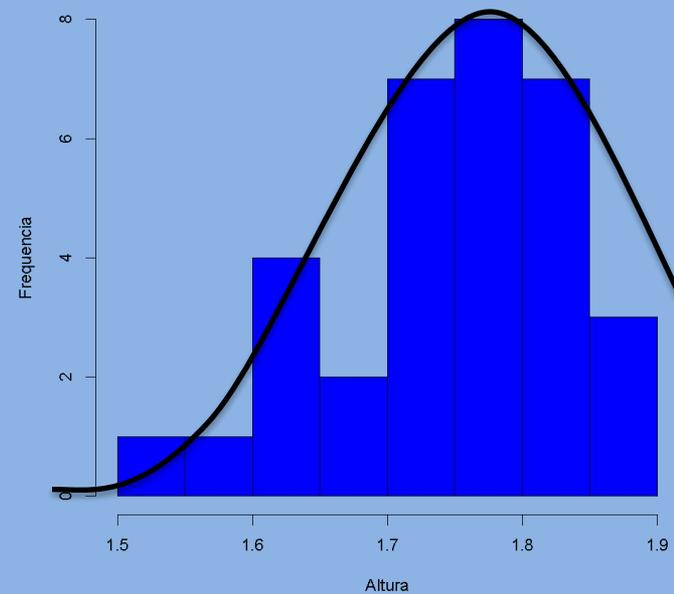
### ALTURA

Histograma das alturas F



1.63537

Histograma das alturas M



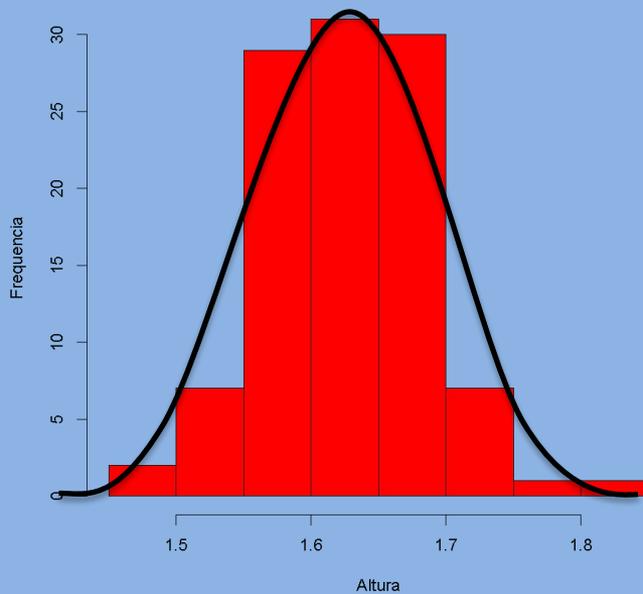
1.75424

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Variância

### ALTURA

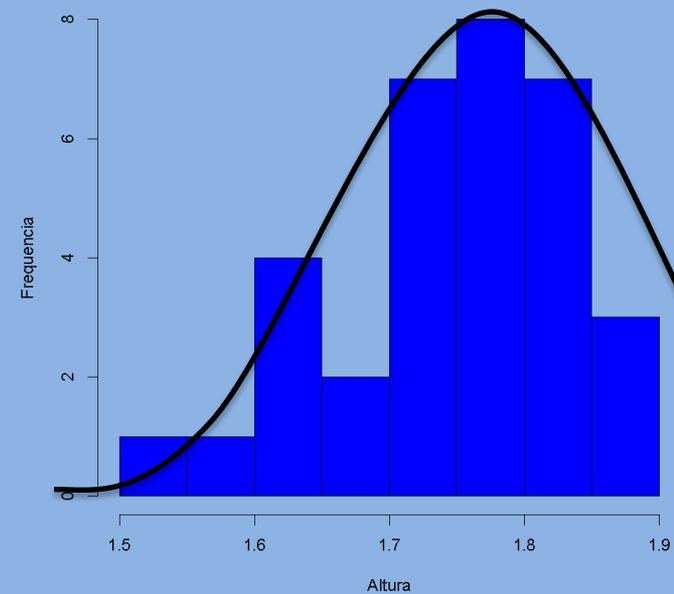
Histograma das alturas F



1.63537

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Histograma das alturas M



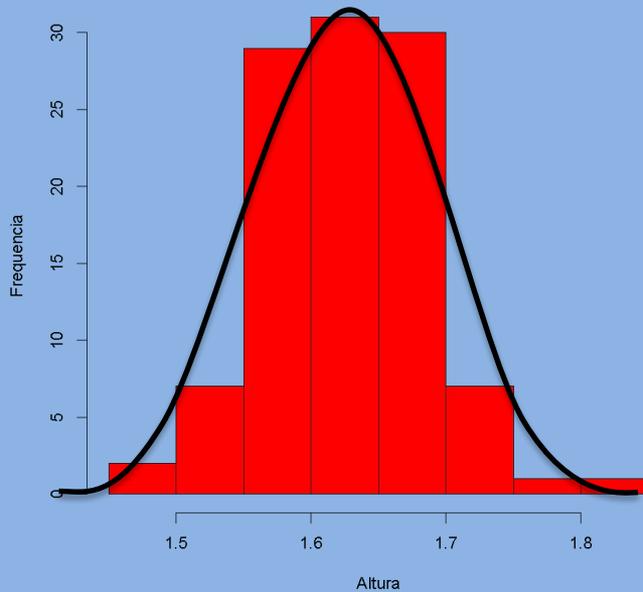
1.75424

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Variância

### ALTURA

Histograma das alturas F



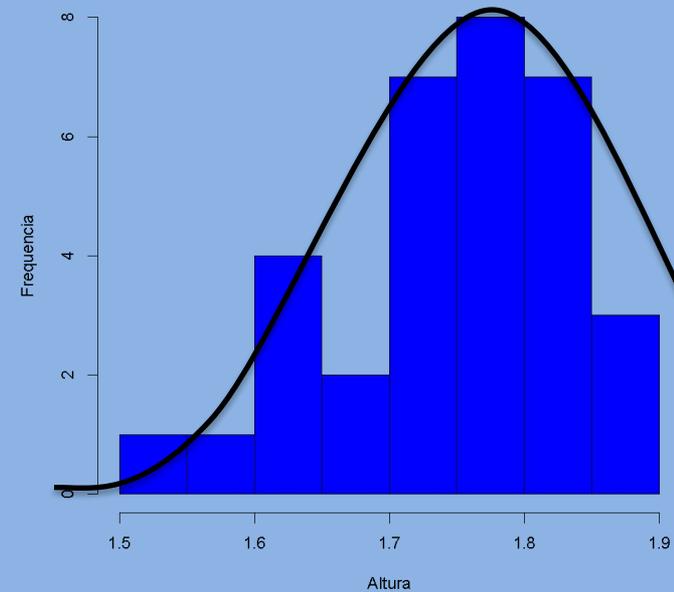
1.63537

0.00349

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Sempre positiva

Histograma das alturas M



1.75424

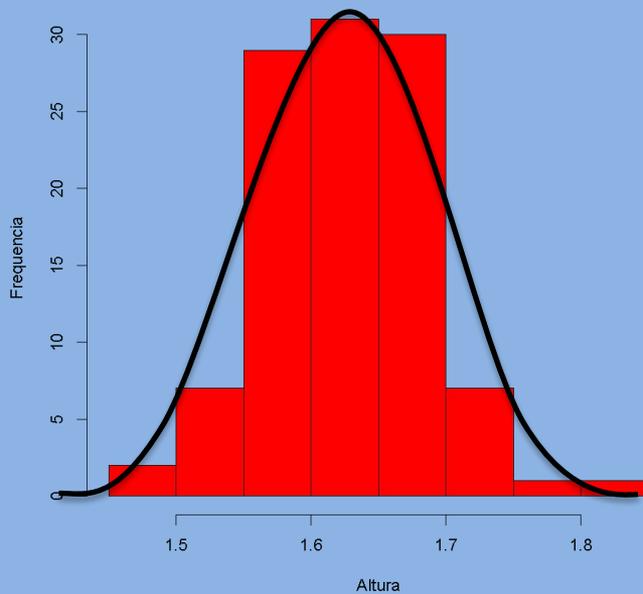
0.00726

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Desvio Padrão

### ALTURA

Histograma das alturas F

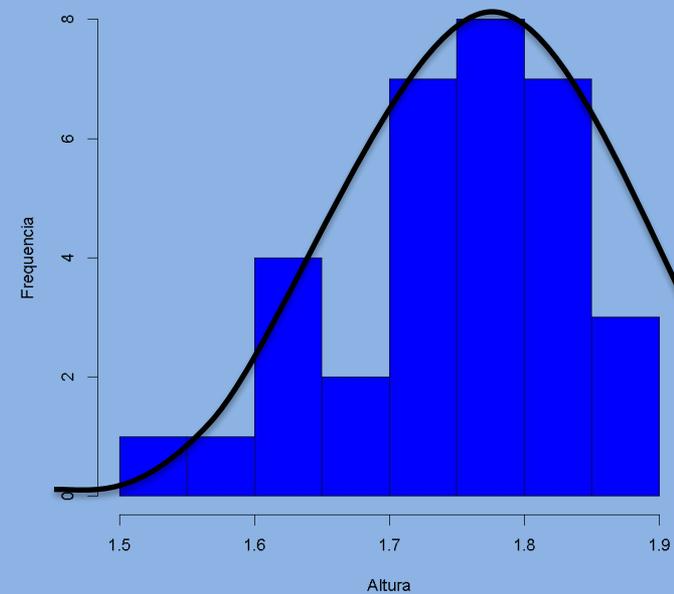


1.63537

0.00349

$$s = \sqrt{s^2}$$

Histograma das alturas M



1.75424

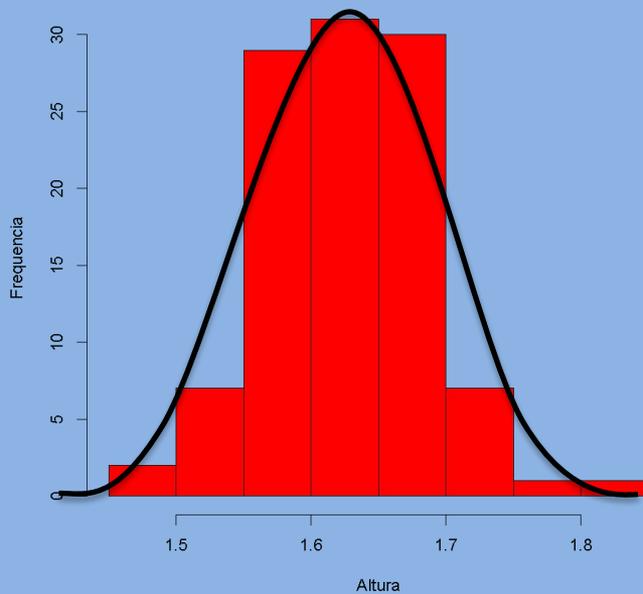
0.00726

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Desvio Padrão

### ALTURA

Histograma das alturas F



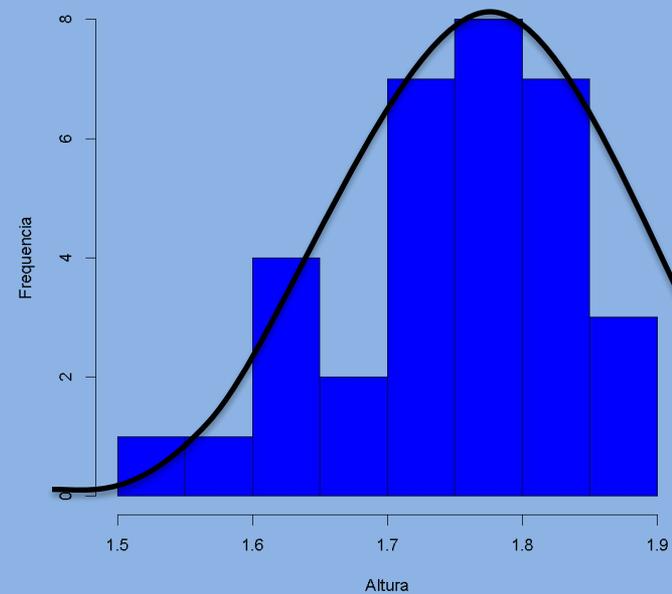
1.63537

0.00349

0.05908

$$s = \sqrt{s^2}$$

Histograma das alturas M



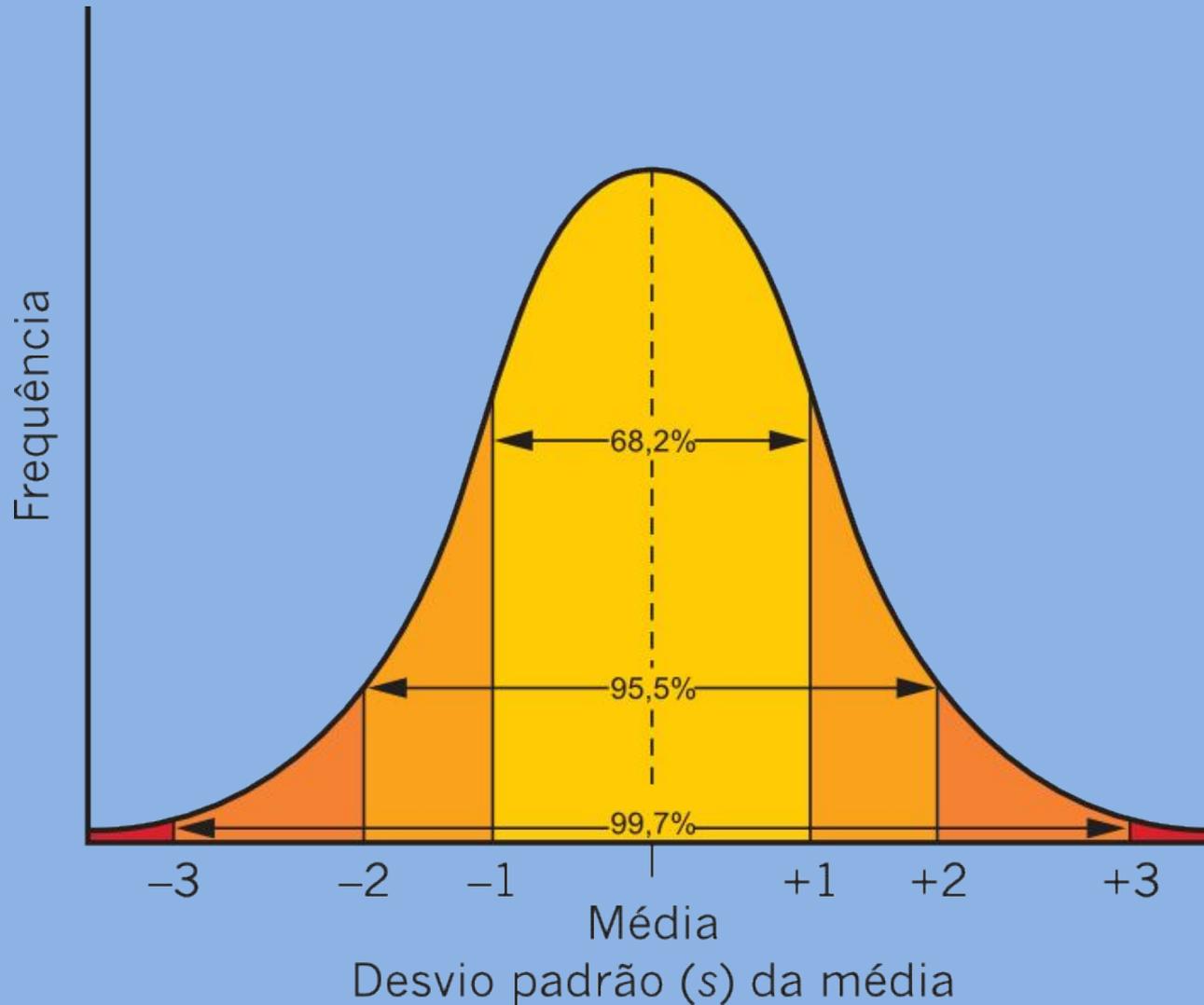
1.75424

0.00726

0.08525

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Desvio Padrão

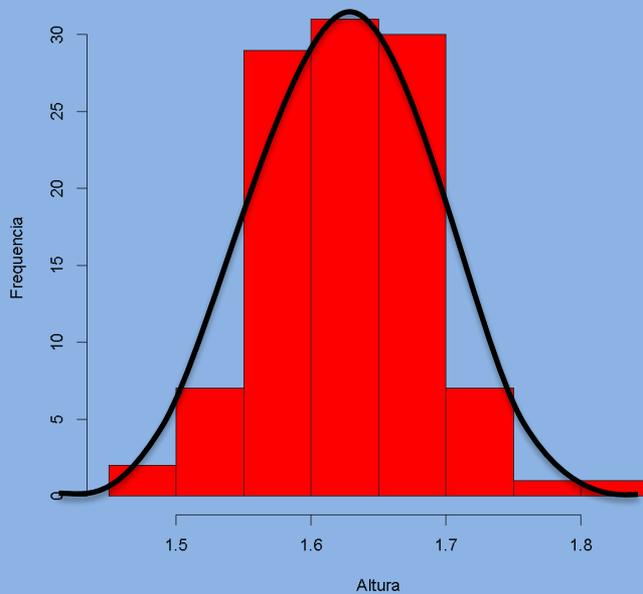


# HERANÇA QUANTITATIVA

## Desvio Padrão

### ALTURA

Histograma das alturas F



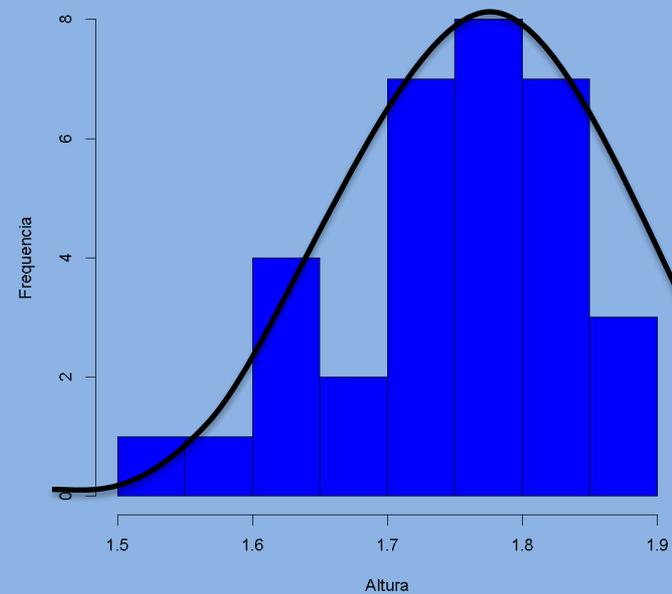
1.63537

0.00349

0.05908

São diferentes?

Histograma das alturas M



1.75424

0.00726

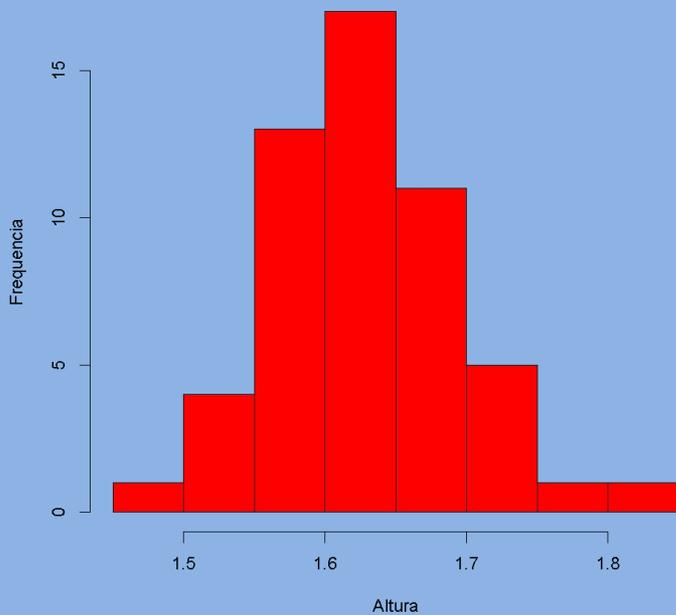
0.08525

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Desvio Padrão

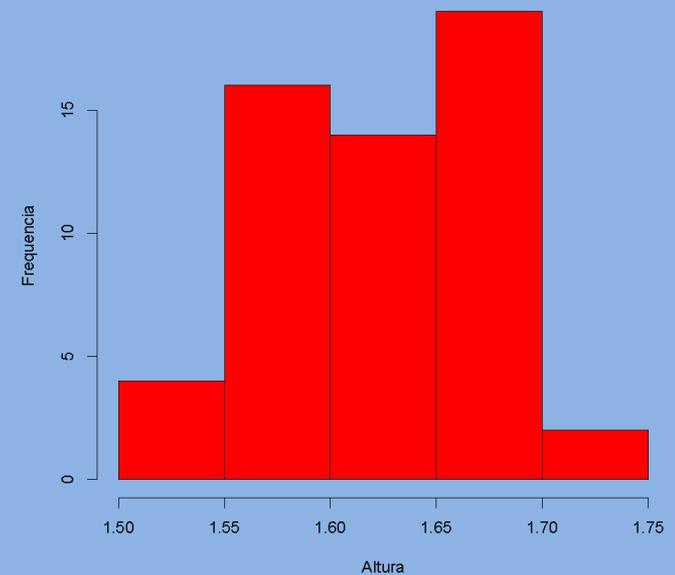
### ALTURA

Histograma das alturas 2011



1.636981

Histograma das alturas 2012



1.633818

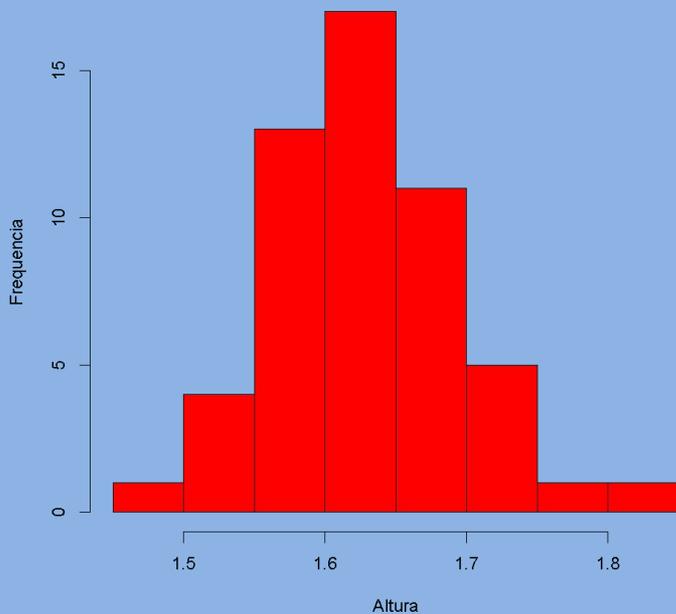
São diferentes?

# HERANÇA QUANTITATIVA

## Desvio Padrão

### ALTURA

Histograma das alturas 2011

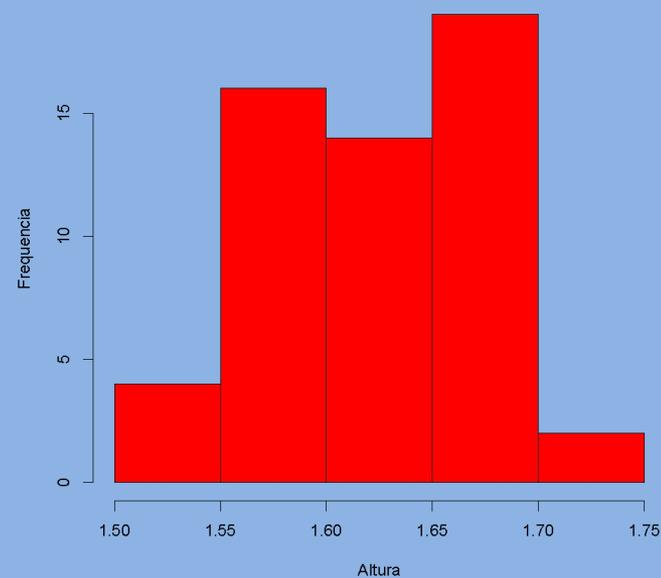


1.636981

0.004048

0.063627

Histograma das alturas 2012



1.633818

0.003012

0.054890

São diferentes?