



MUTAÇÃO



## Importância da Mutação

---

- Fonte de variabilidade genética, matéria prima para a *evolução*
- Sem a mutação não existiriam tantos alelos, e os organismos não seriam capazes de se adaptar às mudanças ambientais que ocorrem ao longo do tempo

As mutações podem ser de 2 tipos:

---

*Mutação gênica ou mutação de ponto:*

Alterações muito pequenas em um número reduzido de nucleotídeos da molécula de DNA.

*Mutação cromossômica ou aberração cromossômica:*

Mutações que alteram, de maneira visível ao microscópio, o número ou a estrutura dos cromossomos.

**Mutações cromossômicas** -> ocorrem ao nível do cromossomo

---

**→ Mutações *numéricas***

(aberrações numéricas) -> variações no número de cromossomos

**→ Mutações *estruturais***

(aberrações estruturais) -> variações na estrutura dos cromossomos

# Mutação cromossômica ou Aberração cromossômica

---

1. Numéricas: envolvem alterações no número cromossômico.

*Euploidias* - células ou organismos nos quais o número de genomas ( $n$ ) ocorre em múltiplos inteiros ( $n, 3n, 4n, 5n, \text{etc.}$ ).

*Aneuploidias* - o indivíduo tem cromossomos a mais ou a menos em um dos pares, mas não em todos.

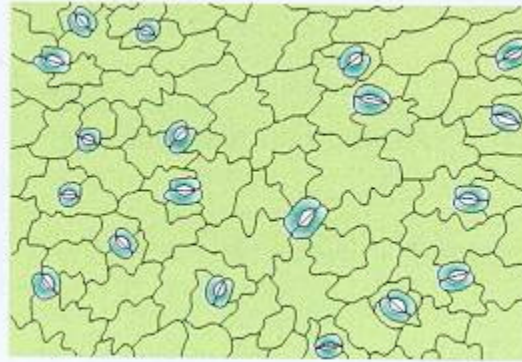
As **ABERRAÇÕES NUMÉRICAS** são também denominadas de *poliploidias*.

---

-> importantes para a agricultura  
(**60%** das plantas cultivadas tem origem poliplóide).

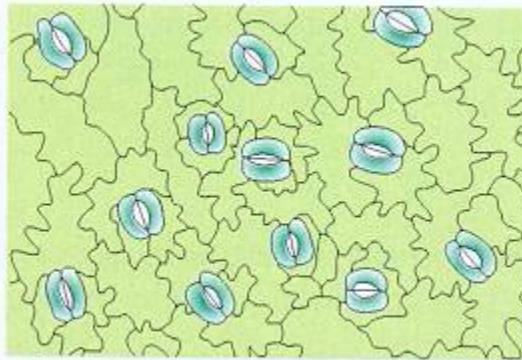
-> maior número de cromossomos e, em geral, frutos, folhas e raízes maiores, aumentando assim a produtividade.

$2n$



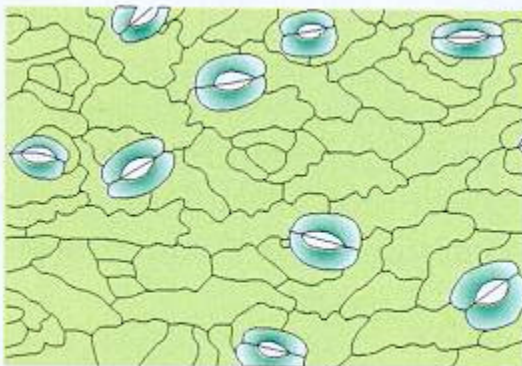
(a)

$4n$



(b)

$8n$



(c)

*Aumento no  
tamanho dos  
estômatos  
foliares*



Uvas diplóides (*esquerda*) e tetraplóides (*direita*).



## *Euploidias*

→ **Autopoliploidia** -> indivíduos com 3 ou mais genomas idênticos  
[Genoma AA (2n) triplica-se -> AAA (3n).  
Ex: *banana*];

*Diferentes níveis de ploidia podem ser selecionados. Ex:*

*n -> haplóide (A)*

*2n -> diplóide (AA)*

*3n -> triplóide (AAA)*

*4n -> tetraplóide (AAAA)*

*6n -> hexaplóide (AAAAAA), etc..*





→ Melancia sem semente, *triplóides* (Japão) → cruzamento de plantas diplóides ( $2n$ ) com tetraplóides ( $4n$ ), e produção de sementes triplóides ( $3n$ ) inviáveis.

-> Mais saborosa e com mais polpa.

-> Problema: quantidade de mão-de-obra para fazer os cruzamentos entre as plantas  $2n$  e  $4n$ .

## → Tetraplóides (4n)

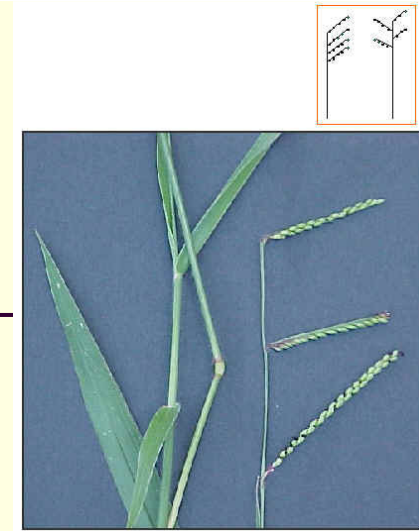


- > freqüentemente se originam a partir de uma duplicação de diplóides (2n)
- > aparecem com maior freqüência na natureza.

→ *Orquídeas* -> flores de maior tamanho, intensificação do colorido e durabilidade das flores, além de maior resistência a doenças.

→ *Rosas tetraplóides* -> folhas e flores bem maiores (gigantismo).

→ *Tomate tetraplóide* -> mais rico em vitamina C



- *Gramíneas forrageiras* (braquiárias, colonião, jaraguá, etc...) -> produzem mais massa (forragem) verde que as plantas diplóides.
- *Seringueira* autotetraplóide -> produz mais borracha que a diplóide, pois apresenta maior crescimento e diâmetro dos vasos laticíferos. Foi inicialmente desenvolvida no IAC.



→ **Alopoliploidia** -> indivíduo com no mínimo 2 genomas diferentes

---

Uma espécie nova é formada pela união de 2 genomas distintos.

Ex: algodão



*G. herbaceum* e *G. arboreum* (diplóides) ⇒ Velho Mundo

*G. barbadense* e *G. hirsutum* (alotetraplóides) ⇒ Novo Mundo

## Plantas com origem poliplóide evidente

Cultura	2n	Tipo de poliploidia
Alfafa	32	autotetraplóide
Banana	33, 44	autotriplóide/autotetr.
Café	44	?
Algodão	52	alotetraplóide
Amendoim	40	alotetraplóide
Aveia	42	alohexaplóide
Batata	48	autotetraplóide
Cana-de-açúcar	40-122	?
Morango	56	autooctaplóide
Trigo ( <i>T. aestivum</i> )	42	alohexaplóide
Cará ( <i>Dioscorea alata</i> )	30-80	autopoliplóide

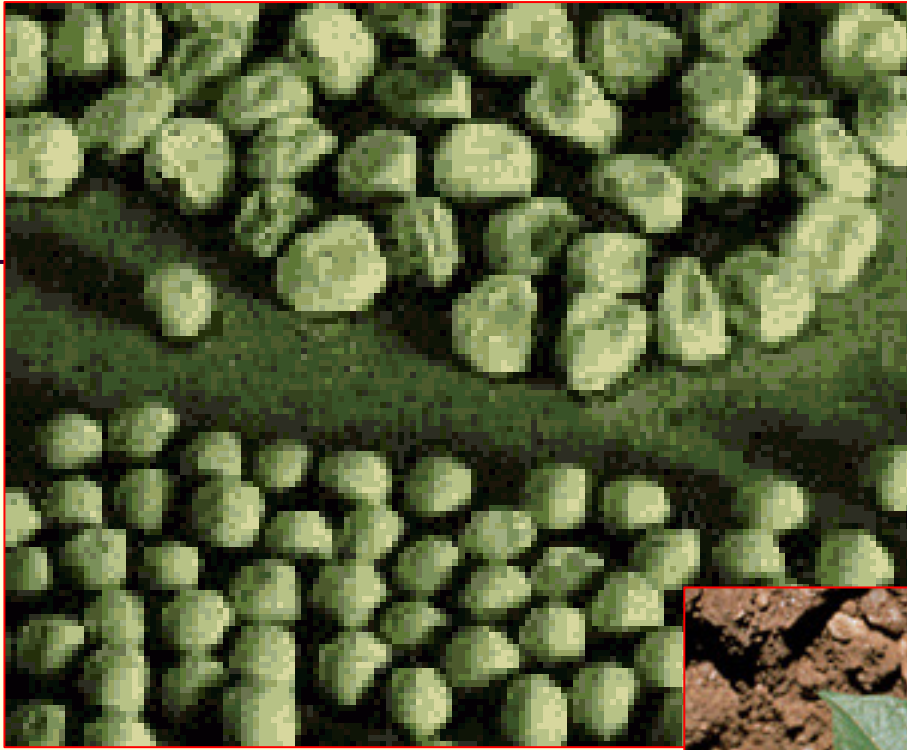
## *Como mutações causam diferenças no fenótipo?*

---

Gene -----→ polipeptídeo -----→ caráter  
(informação) (ação)

Mutação --→ novo -----→ polipeptídeo -----→  
alelo (informação #) alterado

-----→ caráter  
(ação #) diferente



← *Ervilhas*



*Planta albina* →



## *Mutações são raras !!!*

Estimativa das taxas de mutação espontâneas:

---

1 par de base/10<sup>9</sup> pares de bases/célula =>  
1/1.000.000.000

A maioria das mutações são deletérias, sendo normalmente eliminadas pela *seleção natural*.



## *MUTAÇÕES SOMÁTICAS E GERMINATIVAS*

---

Mutações podem ocorrer em qualquer célula e em qualquer estágio no ciclo celular. Portanto, podem ocorrer em *células somáticas* e em *células germinativas*.

⇒ *Mutação somática:*

*Aquela que ocorre em genes de células somáticas. Portanto, permanece restrita ao indivíduo que a porta, não sendo transmitida aos descendentes através dos gametas.*

**Mutação somática**



**Pêssegos ornamentais**

## *MUTAÇÕES GERMINATIVAS*

---

- Se a mutação ocorre em **células germinativas** (reprodutivas), que irão produzir os gametas, ela poderá ser transmitida às gerações seguintes (**mutação germinativa**).
- Deve-se, no entanto, excluir a possibilidade de que as diferenças fenotípicas surgiram devido à segregação meiótica e recombinação normais.

## *São as mutações somáticas transmitidas à Descendência ?*

---

- ⇒ Muda ou caule ou folha que inclua o setor somático mutante
- ⇒ A planta cresce a partir desta muda e pode desenvolver tecido germinativo portador da mutação.



Ex: Laranja sem umbigo (*laranja baiana*) -> originada de um mosaico de tecidos somáticos. Célula com gene mutante -> multiplicação -> produção de um ramo inteiro -> propagação vegetativa -> planta mutante.

## *Como surgem as mutações?*

---

Mutações *espontâneas* -> o organismo não foi submetido a nenhum tratamento especial

Mutações *induzidas* -> exposição do organismo a agentes mutagênicos



## *Mutações espontâneas:*

---

- ❖ Resultam de erros na replicação do DNA.
- ❖ Podem ser causadas por agentes mutagênicos presentes no ambiente (radiações naturais) ou pela ação de compostos químicos
- ❖ São raras e variam de gene para gene e de organismo para organismo.



## *Mutações induzidas:*

---

- ❖ Alterações no DNA causadas por agentes mutagênicos, tais como radiações ionizantes ou não ionizantes e por vários agentes químicos.
- ❖ Recomendadas quando novos caracteres são desejados num programa de melhoramento e dificilmente ocorrem em populações naturais.
- ❖ Visa também aumentar a variabilidade genética em populações já estabelecidas.

## *Agentes mutagênicos:*

### 1.a) *Radiação Ionizante:*

-> raios x, raios alfa, beta e gama, raios cósmicos

### 1.b) *Radiações não-ionizantes:*

→ Luz ultra violeta -> tem pouca energia, é menos penetrante que as radiações ionizantes



## *Agentes mutagênicos:*

---

### *2. Substâncias químicas*

2a) Reagentes para purinas e pirimidinas  
(aldeido fórmico e  $\text{HNO}_2$ )

2b) Corantes de acridina -> agem permitindo  
adições ou deleções de bases na replicação do  
DNA.

2c) Agentes alquilantes (gás mostarda) -> têm  
vários efeitos sobre o DNA.

## *Obtenção de mutantes:*

- ⇒ Em *plantas* → indução de mutação em *sementes, tubérculos, etc*, por tratamento com agentes químicos ou por radiações como raios gama.
  - ⇒ Geralmente deve-se trabalhar com um número grande de indivíduos. É comum a indução de mutantes em microorganismos.
  - ⇒ Após a indução, é preciso usar um procedimento para *identificação de mutantes e sua seleção*.
- **Maiores detalhes na visita ao CENA!**  
(na Próxima aula teórica)