

Disciplina: Genética (LGN 0218)

7^a semana

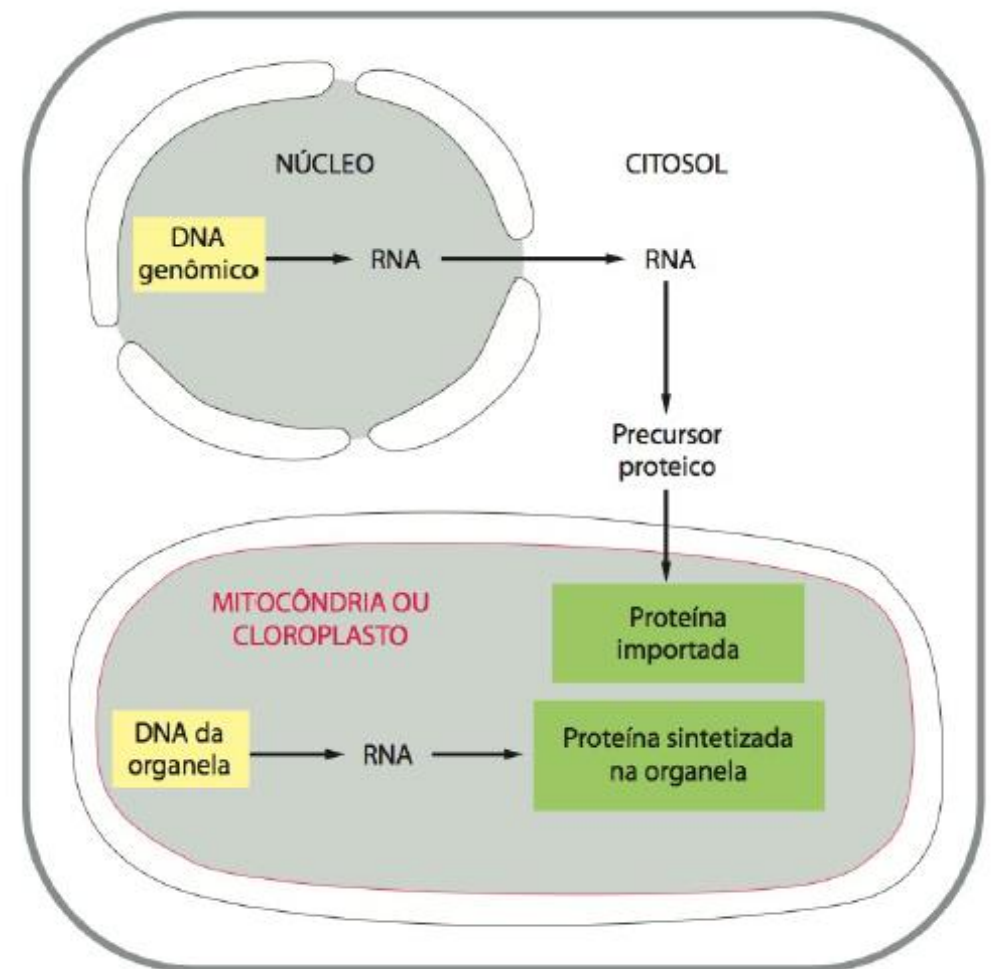
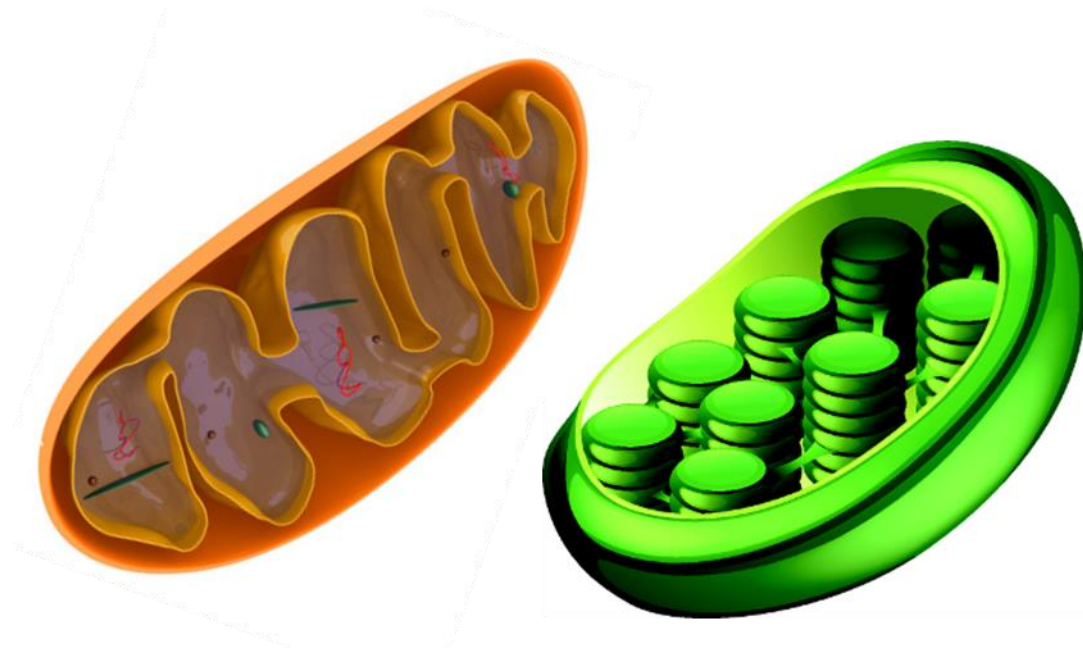
Herança extra cromossômica

Dra. Zirlane Portugal da Costa – zirlane@usp.br

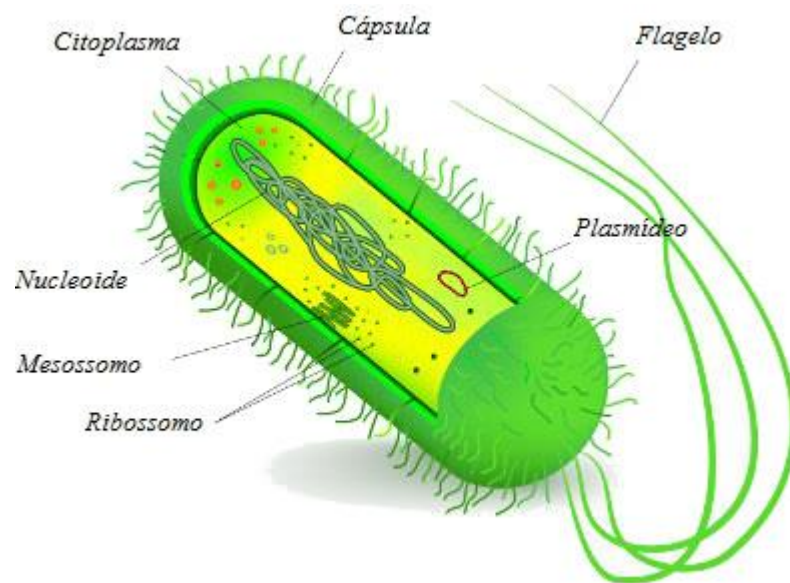
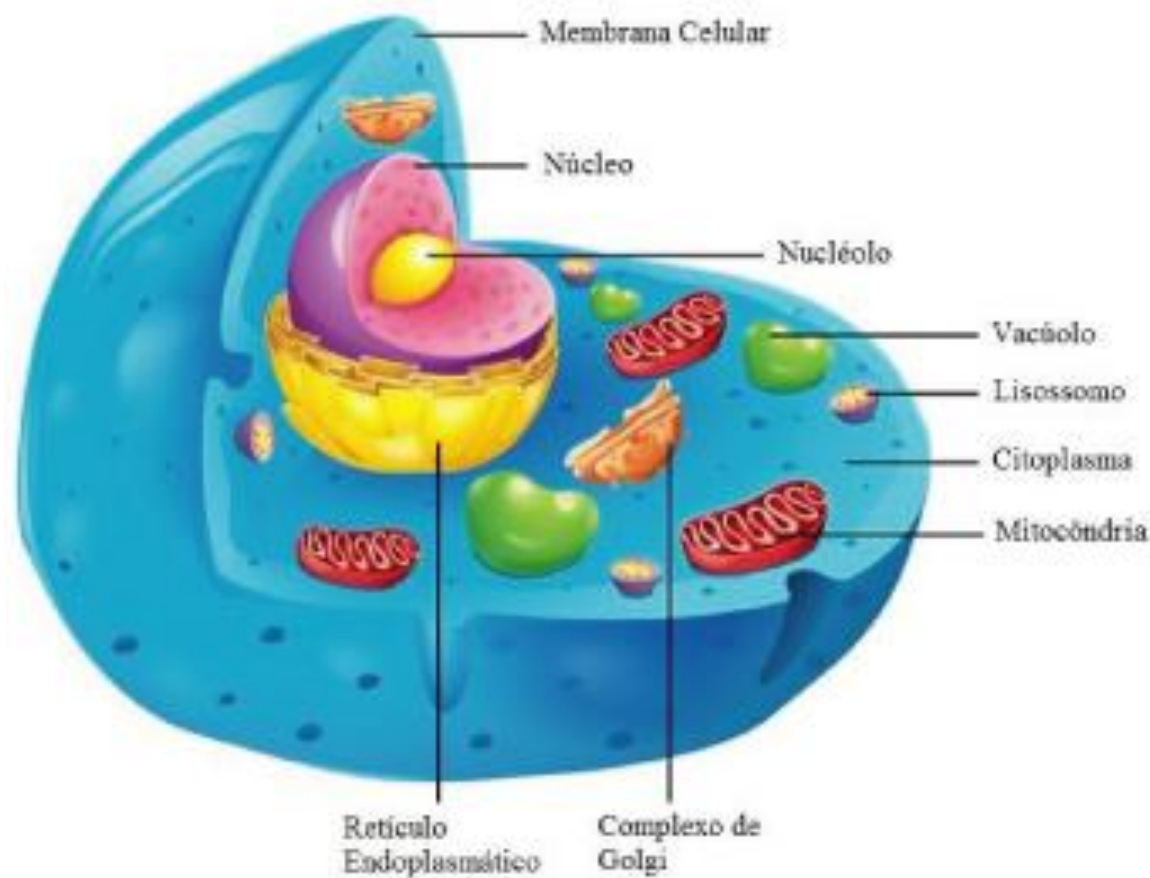
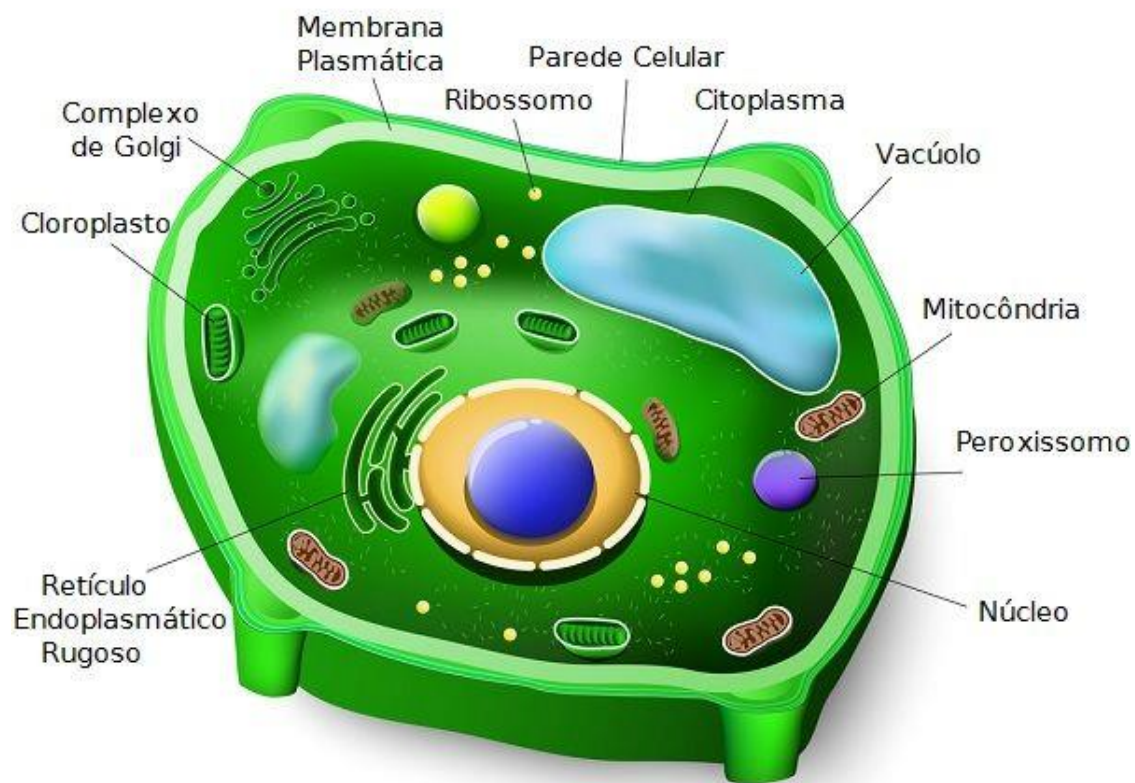
Material Didático do Departamento de Genética – ESALQ
<http://www.genetica.esalq.usp.br/disciplina/lgn0218>

Herança extra cromossômica

- Herança independente do núcleo (herança extranuclear);
 - Mitocôndrias e cloroplastos;
 - Organelas especializadas situadas no citoplasma;
- Grande número de cópias por célula;
- Genoma próprio;
- **Plasmídeos;**

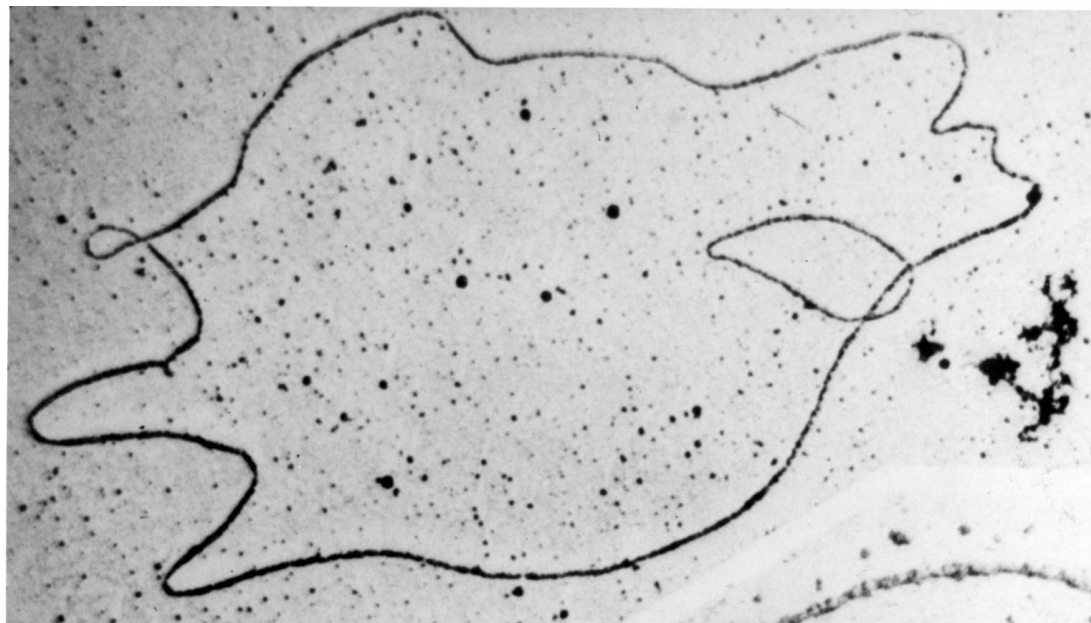
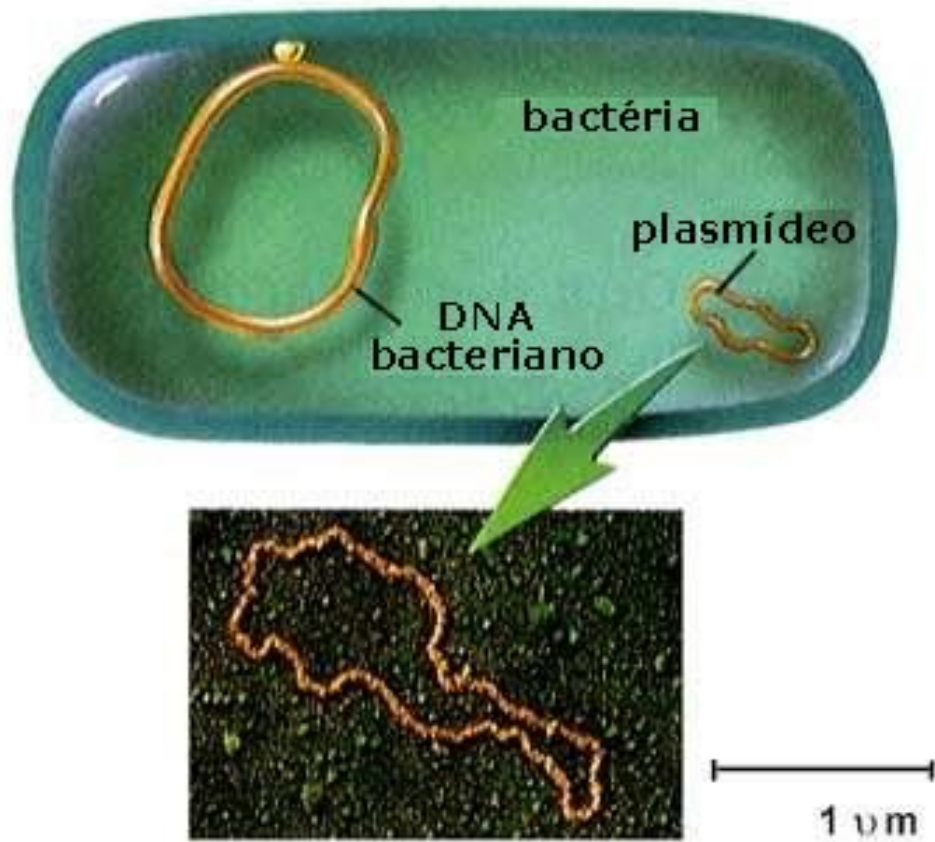


• Genes das organelas: herança uniparental ou herança materna ou herança citoplasmática



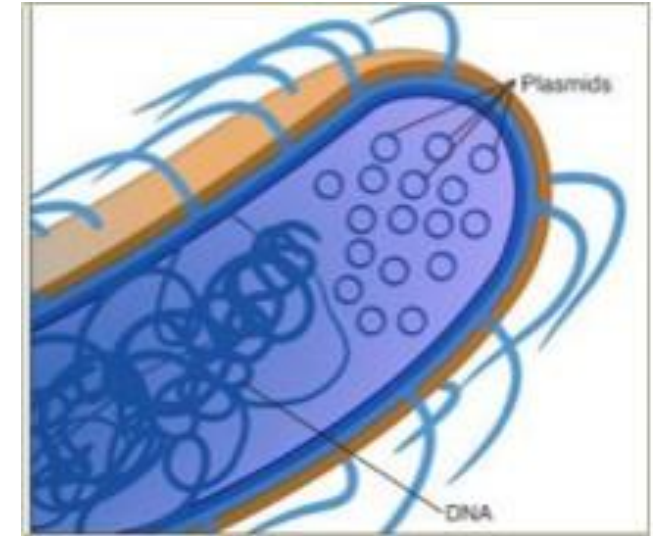
Em procariotos: corresponde à herança dos plasmídeos

➤ O que é um plasmídeo?



- **Plasmídeos** são moléculas de **DNA** extra cromossomais que podem ser passados de **bactéria** à bactéria, carregando consigo informações genéticas (e até mesmo novos **genes**);
- Podem replicar independentemente dos cromossomos;
- Dupla fita e circulares;
- Ocorrem em bactérias, mas podem ocorrer em eucariotos (*Saccharomyces cerevisiae*)

Herança extra cromossômica: Plasmídeos

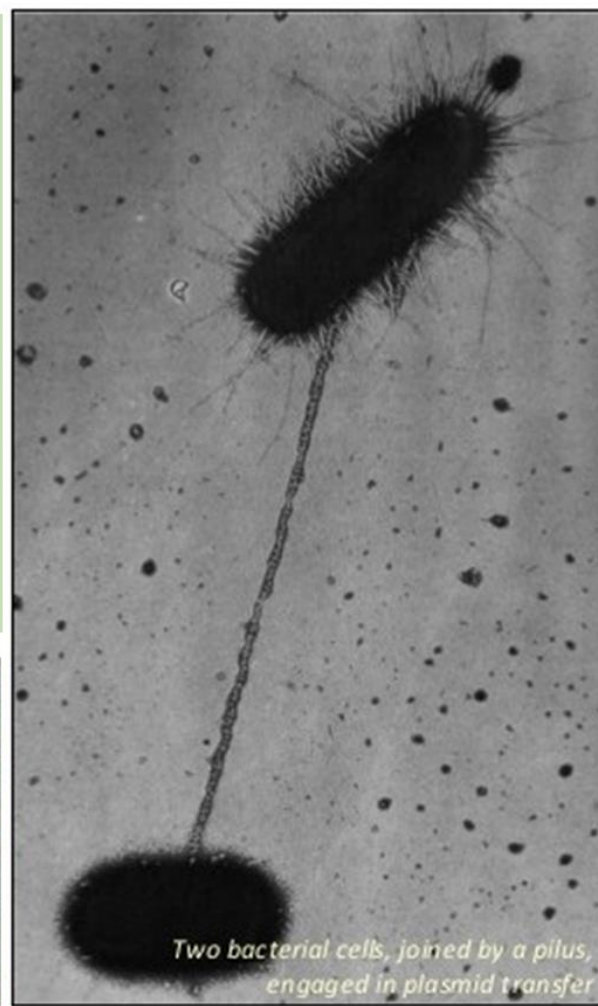
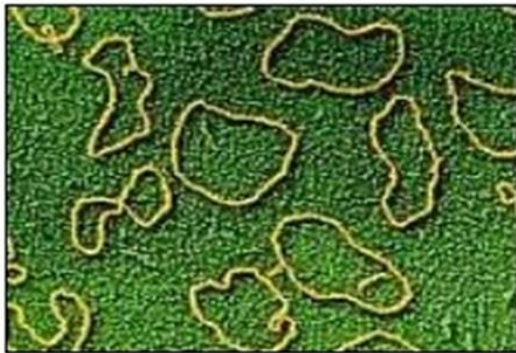
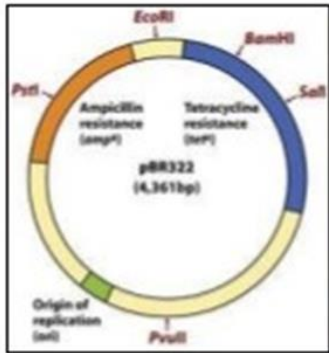


- **Plasmídeos conjugativos: carregam genes para a formação de uma ponte (*pilus*) e consequente transferência do plasmídeo entre bactérias;**
- **Codificam enzimas para o catabolismo de compostos (opinas, por ex.)**
- **Fatores R: são genes que codificam resistência a antibióticos**

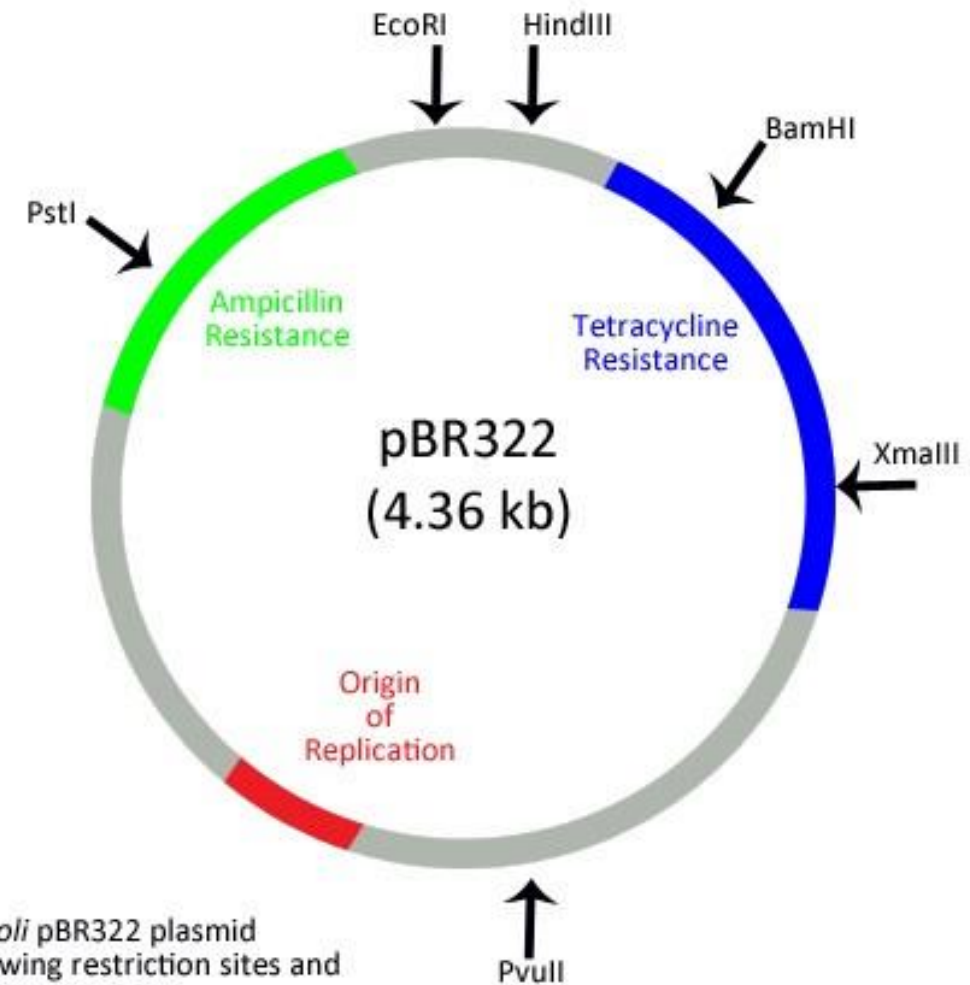
- **Plasmídeos** contêm alguns genes que não são essenciais a função celular, mas podem ser úteis a célula

ex.: genes para resistência a antibióticos

- Facilmente transferíveis entre células



← **Conjugação bacteriana**



E. coli pBR322 plasmid showing restriction sites and resistance genes.

Atividades metabólicas determinadas por genes plasmidiais:

Pseudomonas spp.: **degradação da cânfora, do tolueno e ácido salicílico;**

Alcaligenes eutrophus: **utilização de hidrogênio como fonte de energia;**

Escherichia coli: **captação de sacarose e citrato e seu metabolismo;**

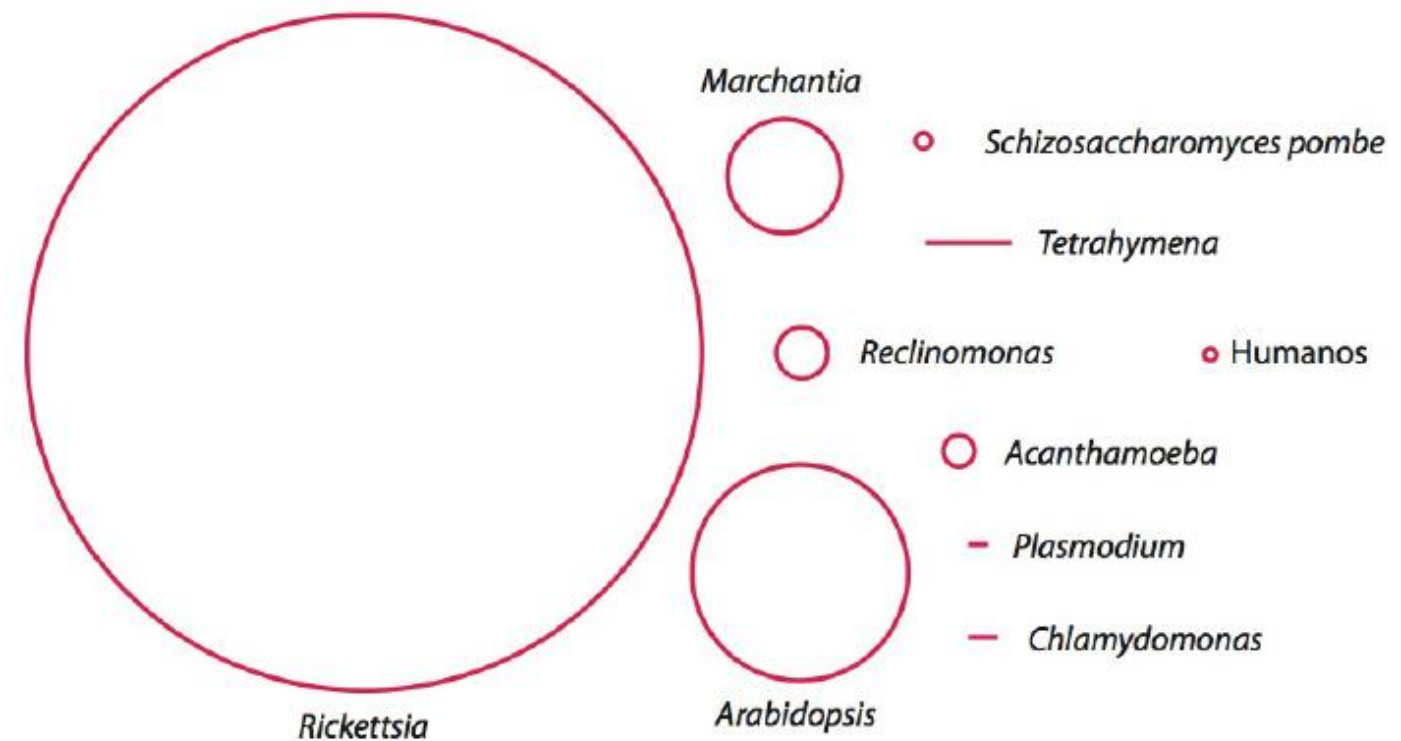
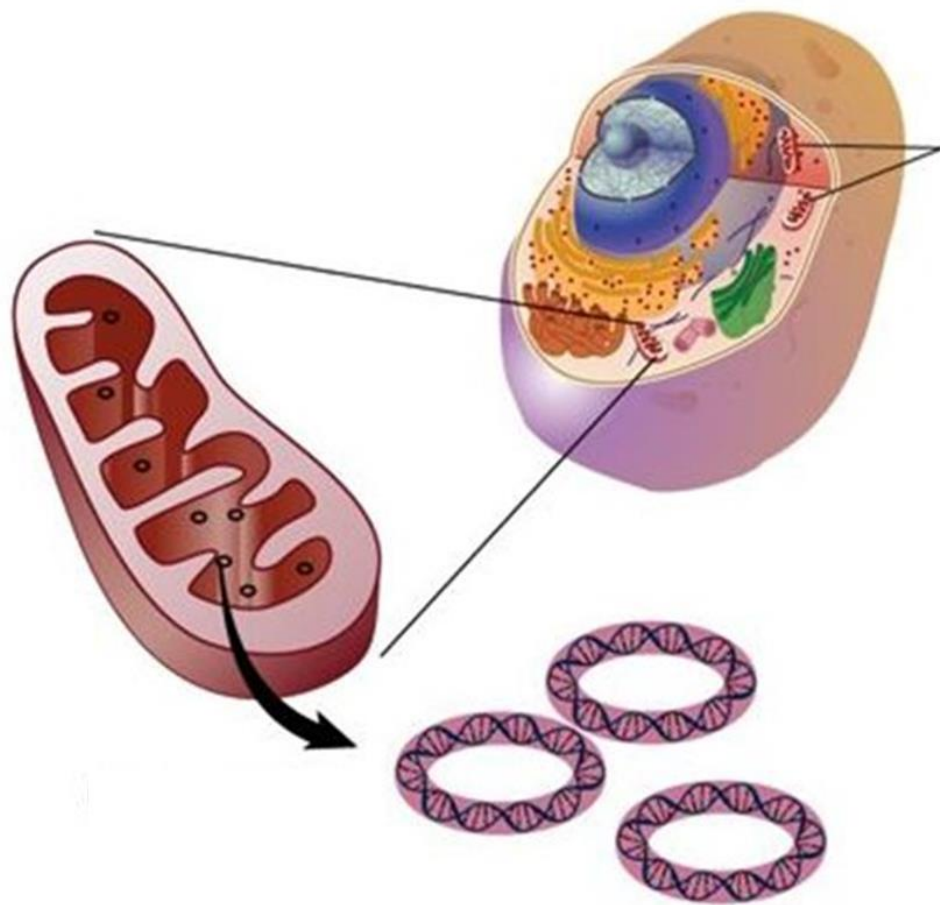
Klebsiella spp.: **fixação de nitrogênio;**

Streptococcus: **faz uso da lactose;**

Rhodospirillum rubrum: **síntese do pigmento fotossintético;**

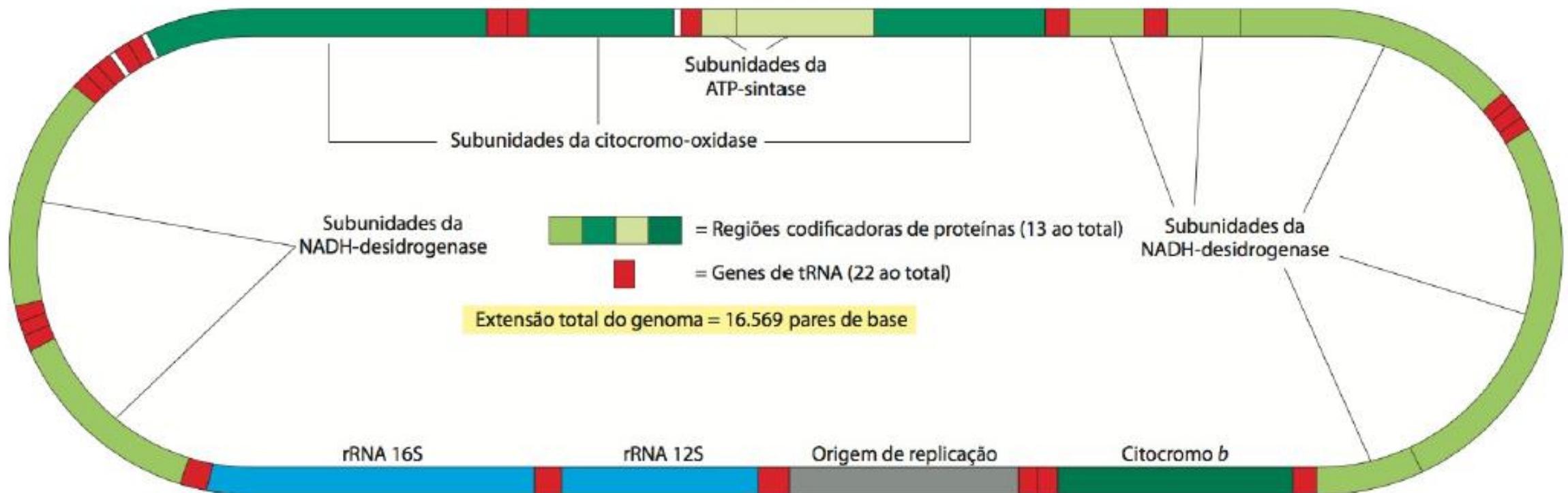
Flavobacterium spp.: **degradação de nylon;**

Herança extra cromossômica: Mitocôndrias



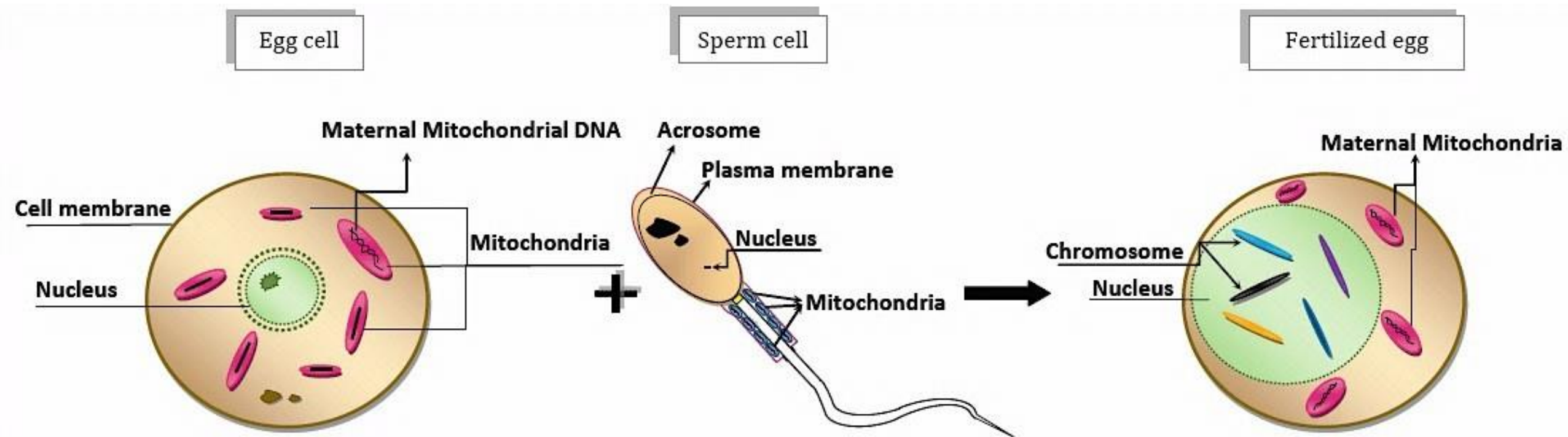
O genoma mitocondrial é circular. Há muitas cópias do genomas em cada organela, e, conseqüentemente, em cada célula. Os tamanhos dos genomas mitocondriais são variáveis.

Herança extra cromossômica: Mitocôndrias

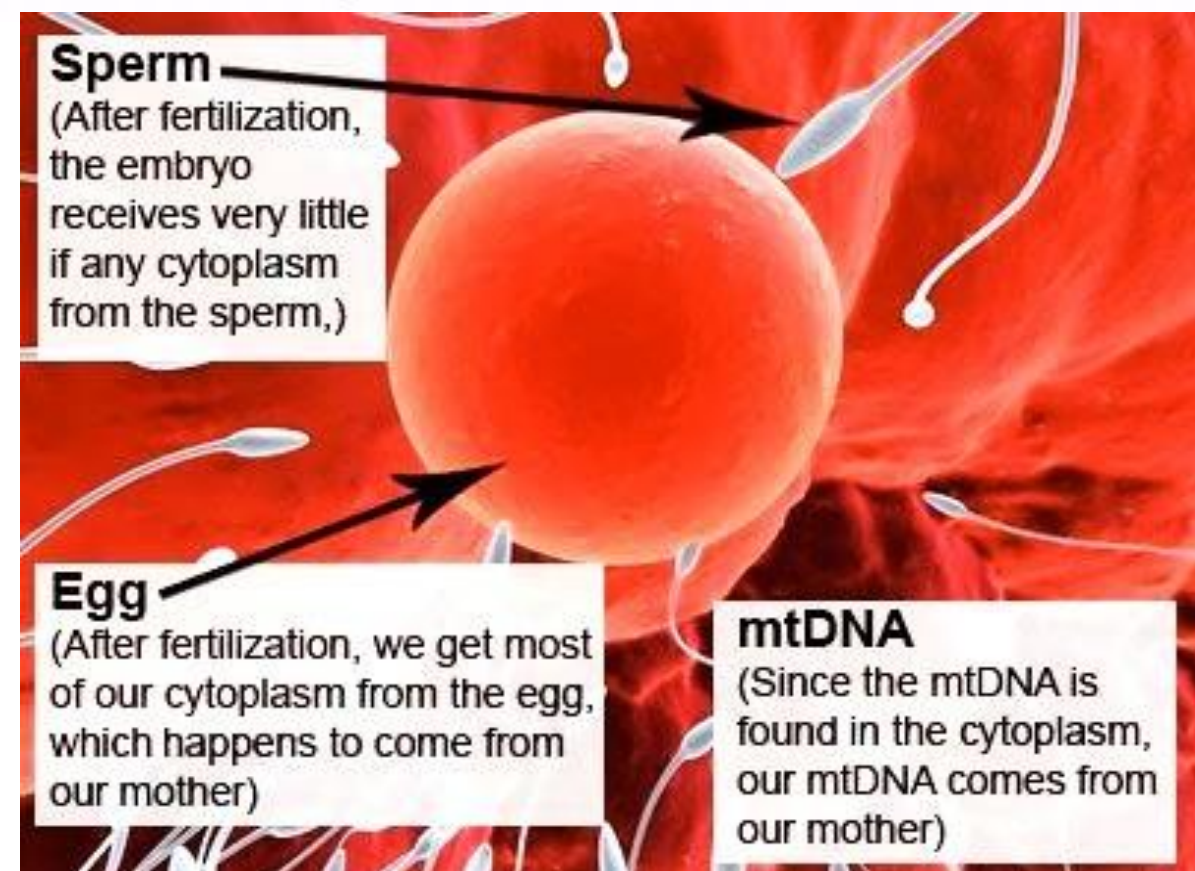


O genoma mitocondrial humano: 22 genes de tRNA, 2 genes de rRNA e 13 seq. codificadoras de proteínas.

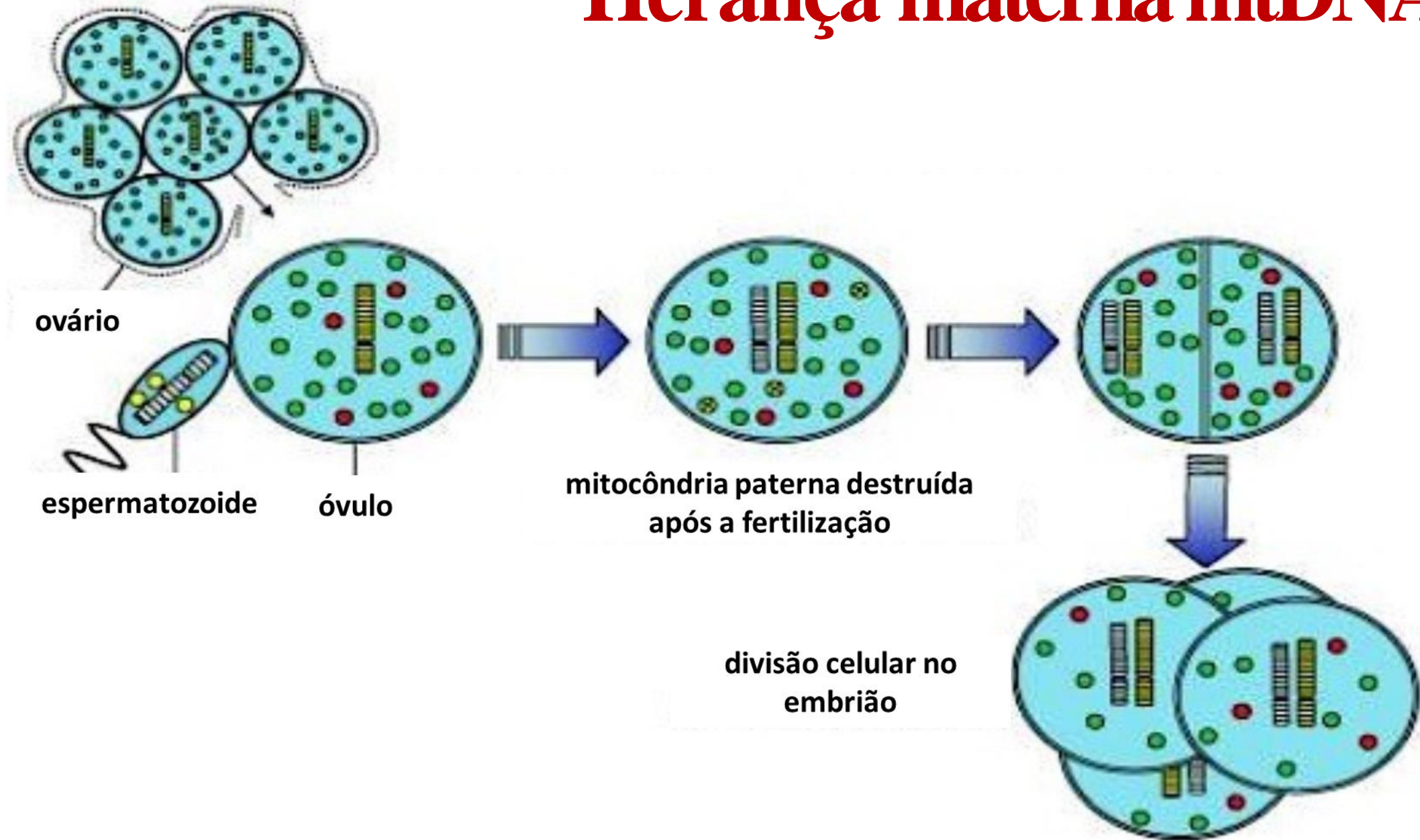
Herança materna mtDNA



- **Em eucariontes:**



Herança materna mtDNA



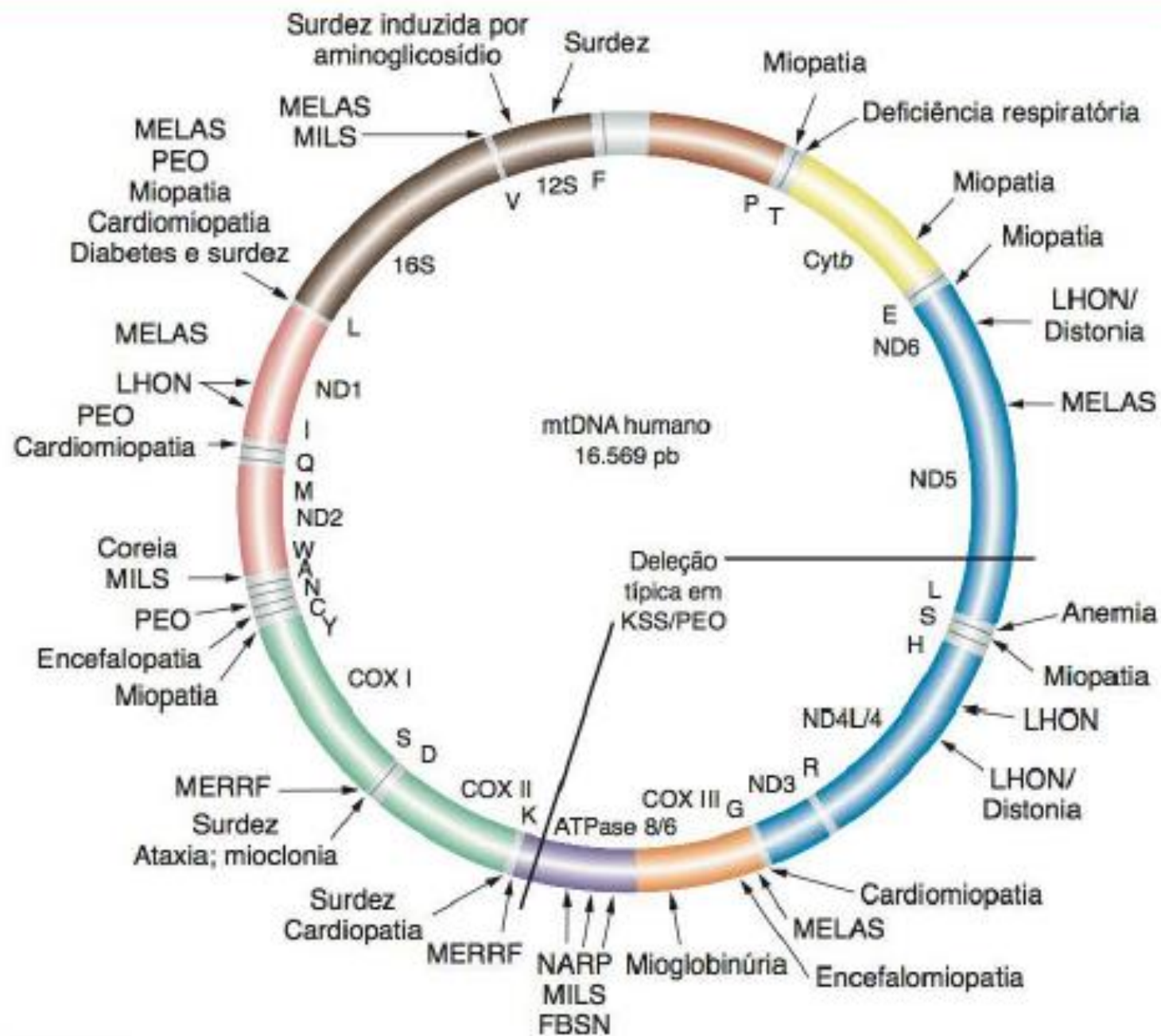
- Durante a reprodução sexual, as **mitocôndrias** são transmitidas para a prole apenas através do **óvulo** e não do espermatózoide, por causa disso, apenas o núcleo do espermatozoide entra no óvulo durante a fertilização. Portanto, somente as mulheres podem transmitir as mitocôndrias e as doenças mitocondriais, como miopatias mitocondriais e neuropatia óptica congênita de Leber.

Herança materna mtDNA



- Mattie sofria de uma doença hereditária chamada *miopatia mitocondrial*, uma forma rara de distrofia muscular que já havia afetado a vida de seus três irmãos mais velhos. A mãe de Mattie, Jeni, também sofre da mesma doença. Mattie precisava levar um tanque de oxigênio portátil sobre rodas com ele para onde quer que fosse.

Sítios de mutações no mtDNA em algumas doenças humanas



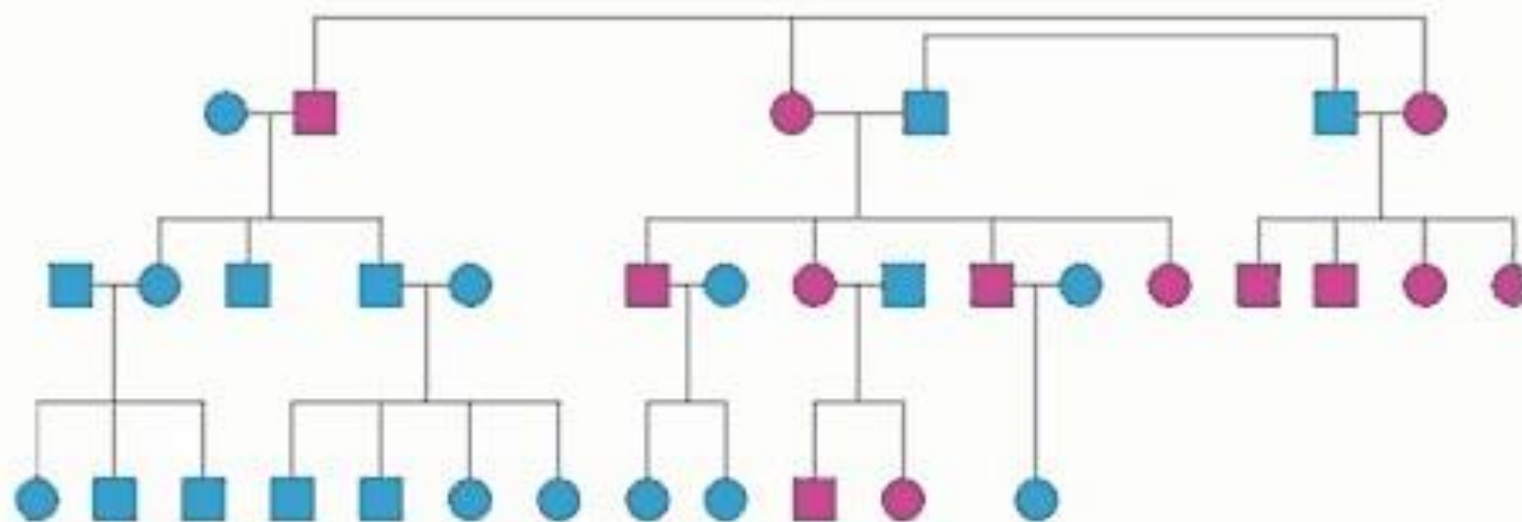
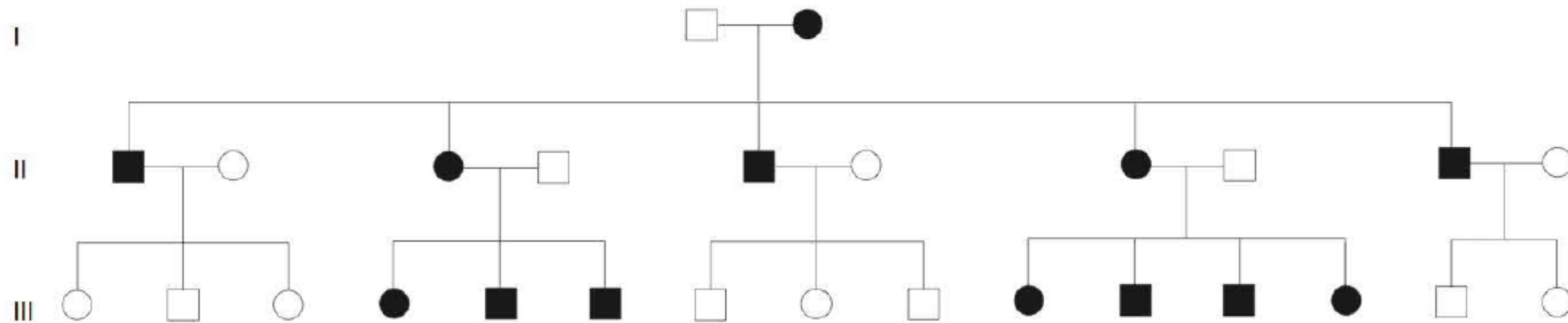
Doenças:

| | |
|--------------|--|
| MERRF | Epilepsia mioclônica com fibras vermelhas rotas |
| LHON | Neuropatia óptica hereditária |
| NARP | Fraqueza muscular neurogênica, ataxia e retinite pigmentosa |
| MELAS | Encefalomiopatia mitocondrial, acidose láctica e sintomas do tipo ataque |
| MMC | Miopatia e cardiomiopatia de herança materna |
| PEO | Oftalmoplegia externa progressiva |
| KSS | Síndrome de Kearns-Sayre |
| MILS | Síndrome de Leigh de herança materna |

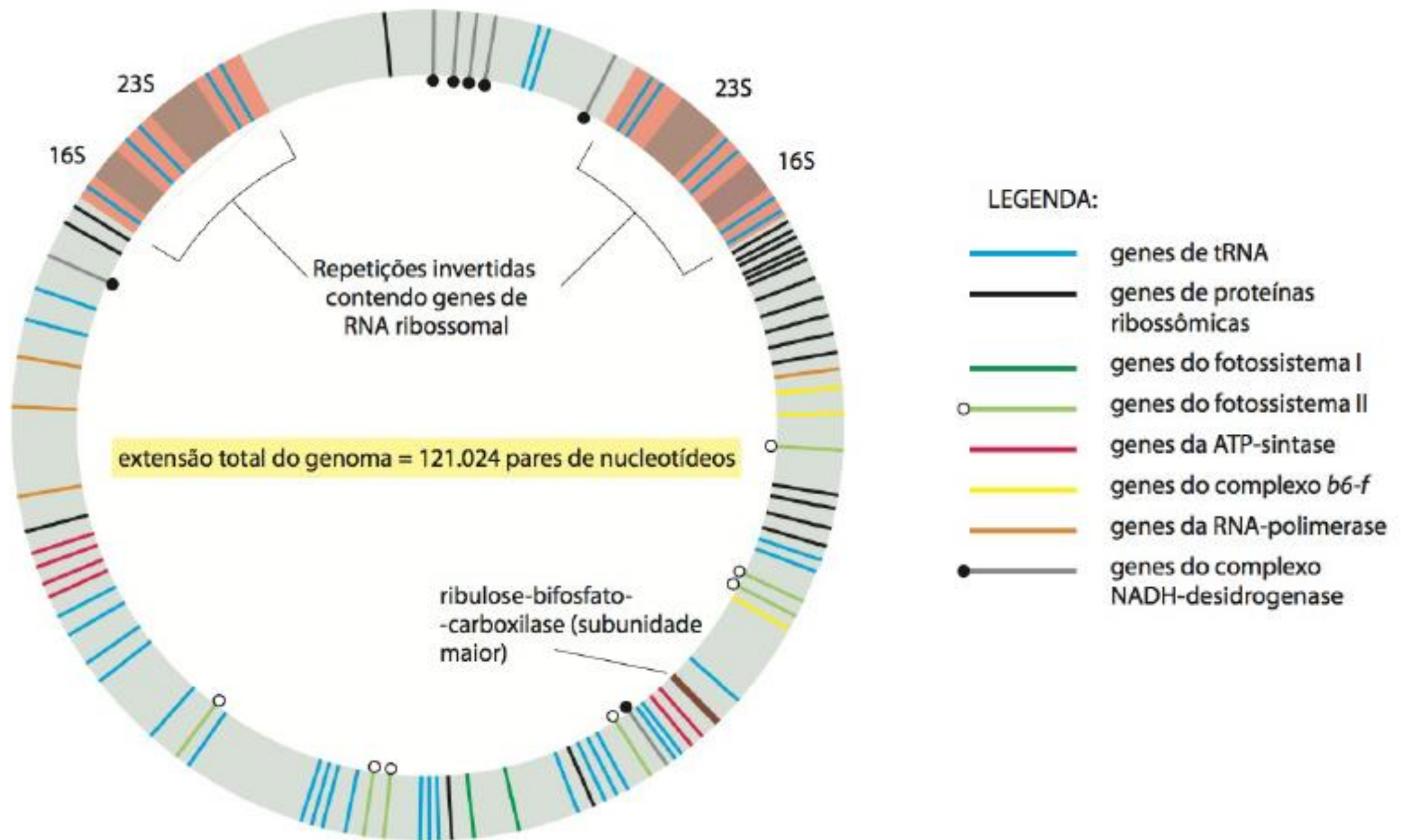
Herança materna mtDNA

Herança materna mtDNA

Heredogramas



Herança extra cromossômica: Cloroplastos



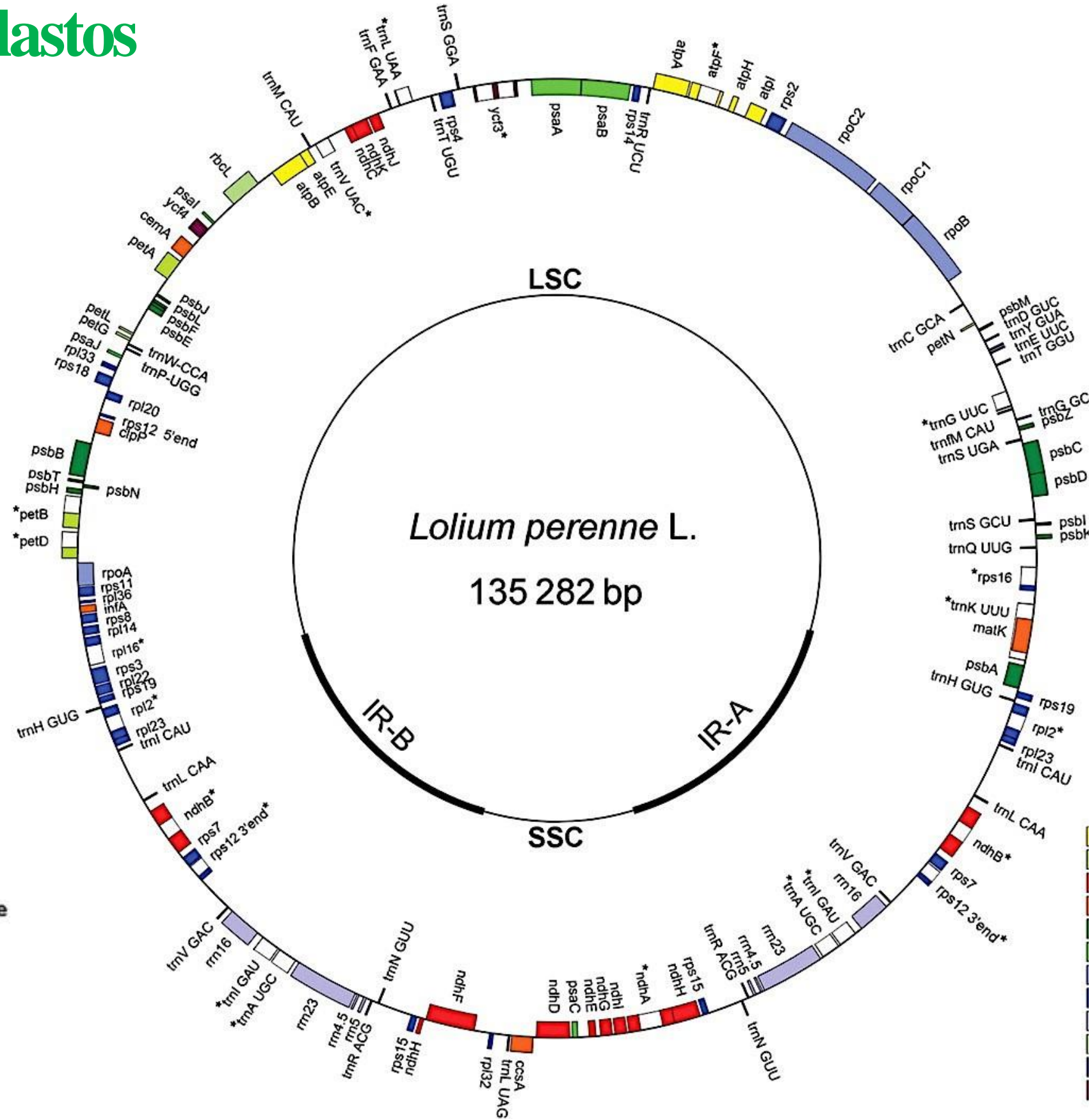
Genoma cloroplastidial: 70 a 200 mil pb; genes – transcrição, tradução e fotossíntese; 80 – 90 proteínas e ~45 RNAs.

Herança extra cromossômica: Cloroplastos

Genoma do cloroplasto
do azevém



- ATP-synthase
- Cytochrome-related
- NADH dehydrogenase
- Other
- Photosystem I protein
- Photosystem II protein
- Plastid-encoded RNA polymerase
- Ribosomal protein subunit
- Ribosomal RNA
- Rubisco subunit
- Transfer RNA
- Unnamed



Herança extra cromossômica:

Cloroplastos

➤ A herança extra cromossômica (materna) é identificada quando resultados diferentes são obtidos em cruzamentos recíprocos, sendo que a característica materna é mantida, por gerações a gerações, aos descendentes.

- Em plantas, o fenótipo variegado é típico de herança materna (**cloroplastidial**) como em *Mirabilis jalapa*, uma ornamental que é muito comum nos jardins tropicais e subtropicais de todo o mundo.



Herança extra cromossômica:

Cloroplastos

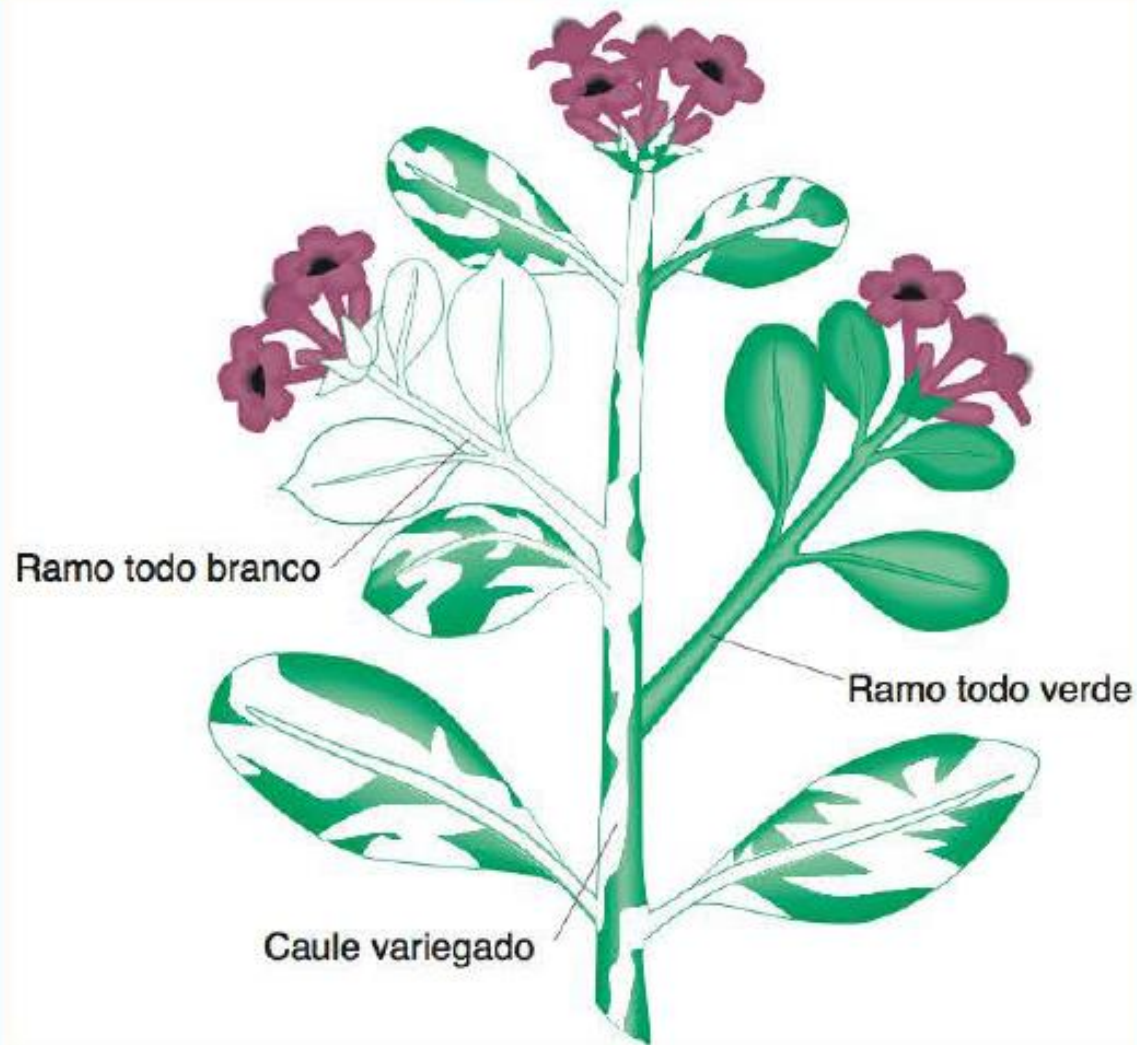
- a) na herança materna, há diferença entre os cruzamentos recíprocos: fêmea de folhas brancas × macho folhas verdes leva a um resultado diferente de macho de folhas brancas × fêmea de folhas verdes;
- b) O fenótipo do genitor feminino é responsável pelo fenótipo de toda a prole e o fenótipo do progenitor masculino é irrelevante para a determinação do fenótipo dos seus descendentes;
- c) Os genes dos **cloroplastos** (mutantes ou não) são herdados do genitor materno: as plantas com folhas brancas têm dificuldades para realizar a fotossíntese, levando ao fenótipo **variegado**.

Herança materna (**cloroplastidial**) em *Mirabilis jalapa*

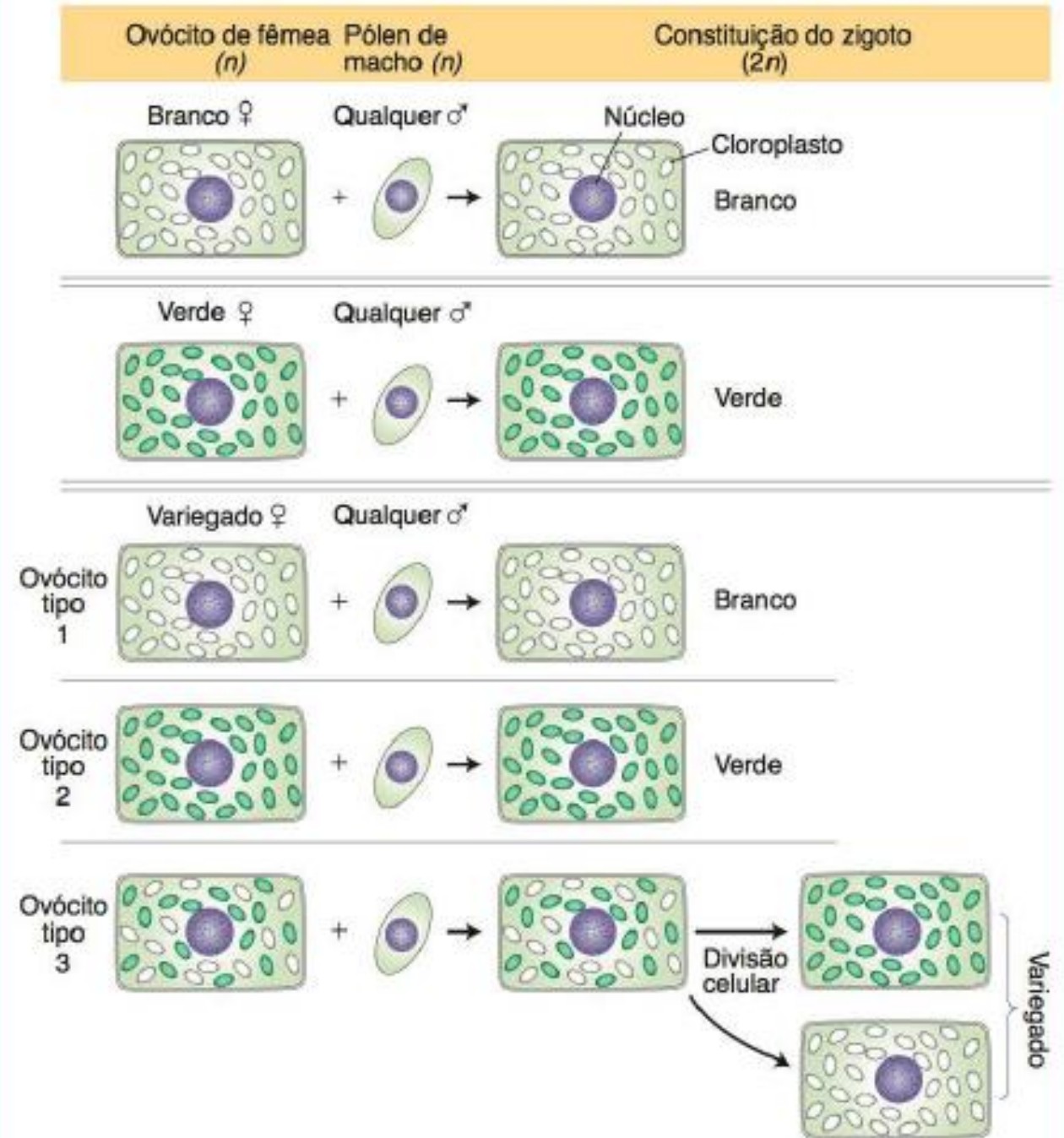
| Fenótipo dos ramos portando ovócitos do genitor ♀ | Fenótipo dos ramos portando pólen do genitor ♂ | Fenótipo da prole |
|---|--|----------------------------|
| Branco | Branco | Branco |
| Branco | Verde | Branco |
| Branco | Variegado | Branco |
| Verde | Branco | Verde |
| Verde | Verde | Verde |
| Verde | Variegado | Verde |
| Variegado | Branco | Variegado, verde ou branco |
| Variegado | Verde | Variegado, verde ou branco |
| Variegado | Variegado | Variegado, verde ou branco |

Herança materna (**cloroplastidial**) em *Mirabilis jalapa*

Folhas variegadas causadas por uma mutação no cpDNA

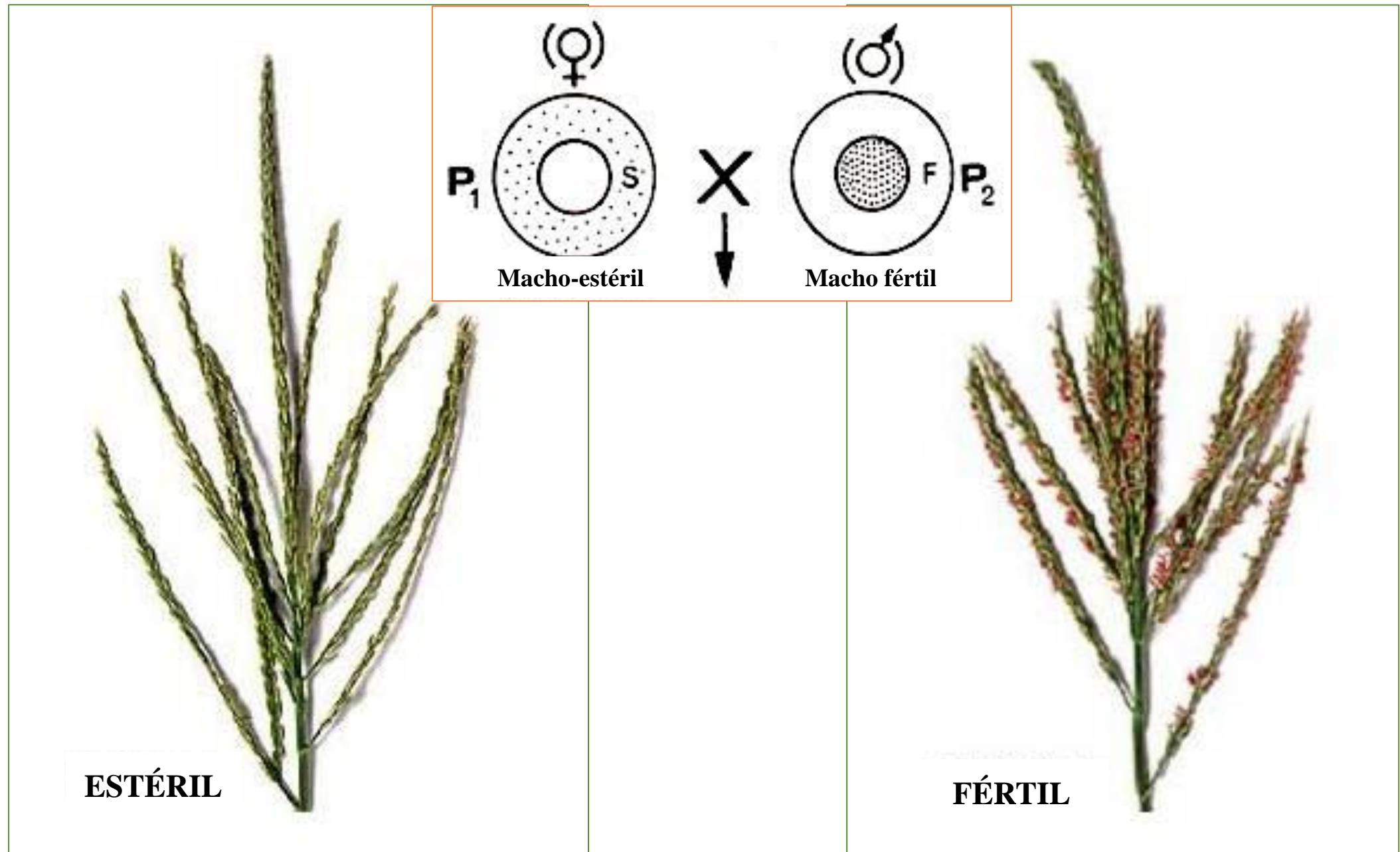


Cruzamentos usando flores de uma planta variegada



Mitocôndrias: macho-esterilidade citoplasmática

(Citoplasma macho-estéril ou CMS)



- Em certos vegetais, há plantas macho-estéreis devido à degeneração da camada do *tapetum* da antera em consequência de alterações na região do gene *atp6* do genoma mitocondrial. Ocorre no milho, na berinjela, na canola, por ex.

Aplicação: macho-esterilidade citoplasmática

- A maioria dos híbridos de milho foram obtidos do cruzamento entre uma linhagem normal, que é a doadora de pólen, e outra macho estéril, que é usada como fêmea, na qual são coletas as espigas. As sementes são do genótipo F_1 (HS);
- A altura das plantas, o tamanho das espigas, o florescimento, a produção de grãos são bem uniformes nos híbridos, facilitando o manejo, a colheita e aumentando o rendimento da lavoura.



HS: produzem ~9.000 kg/ha

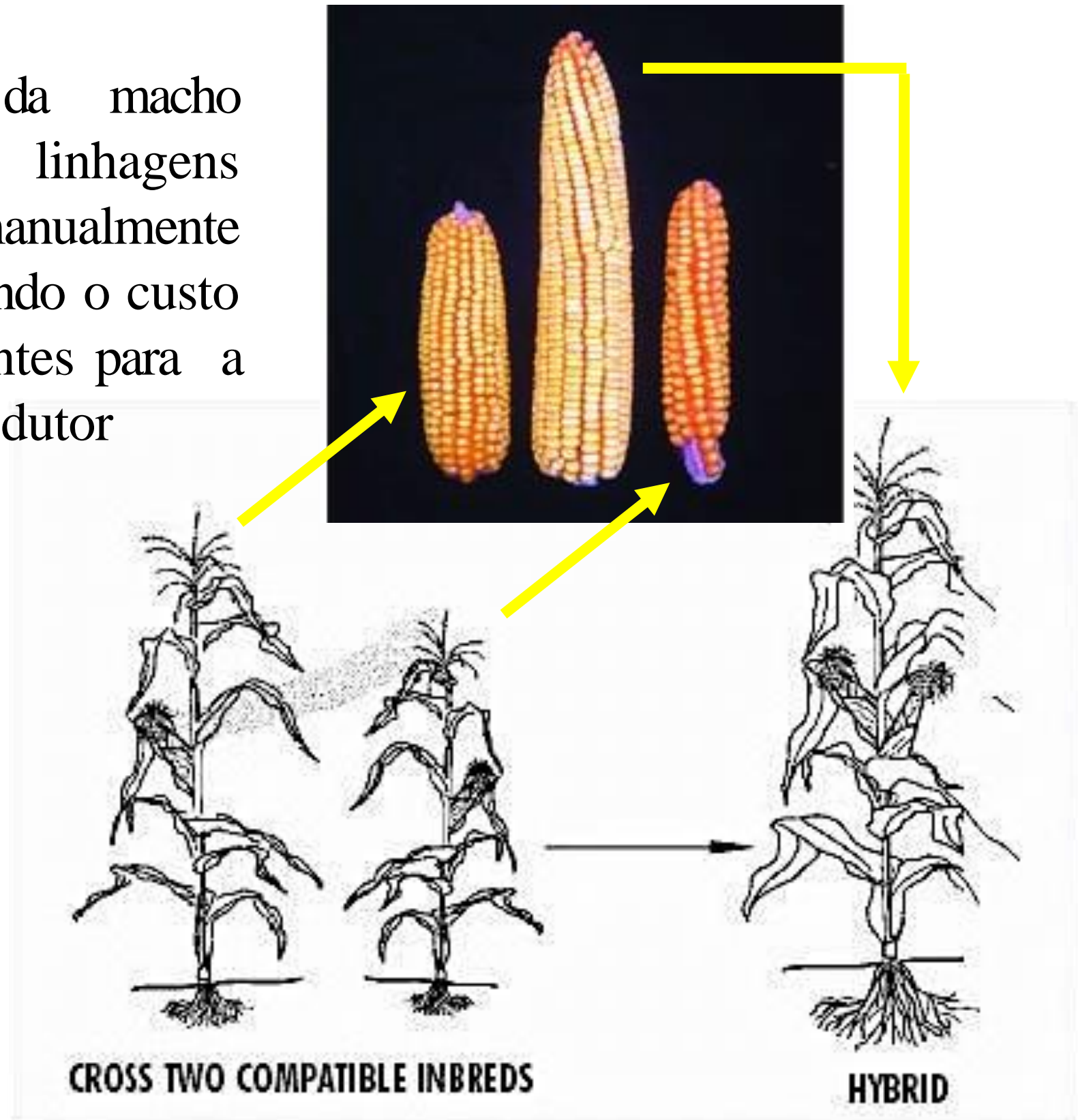
Aplicação: macho-esterilidade citoplasmática



milho híbrido

Aplicação: macho-esterilidade citoplasmática

Antes da descoberta da macho esterilidade, uma das linhagens era despendoada manualmente (com facão), aumentando o custo da produção de sementes para a comercialização ao produtor



Herança com expressão em um dos sexos

(Herança limitada ao sexo)

- Os genes estão presentes nos dois sexos, mas só se expressam em um deles, pela ação de hormônios. Um exemplo é a manifestação dos caracteres sexuais secundários no homem e na mulher;
- Outro exemplo importante é a produção de leite em gado leiteiro. No touro, existem genes destinados à produção de leite, que são transmitidos aos seus descendentes, mas se expressam apenas nas filhas. Os reprodutores são selecionados com base na performance das suas filhas;
- Em galináceos, há um tipo de plumagem no pescoço que só ocorre nos galos. O gene que determina esta característica ocorre em ambos os sexos, mas só se expressa nos machos;