

FORMAÇÃO DA SEMENTE DE ANGIOSPERMAS

Julio Marcos Filho
Tecnologia de Sementes
Depto. Produção Vegetal – USP/ESALQ



MULTIPLICAÇÃO DE PLANTAS

REPRODUÇÃO → VIA SEXUADA: SEMENTES

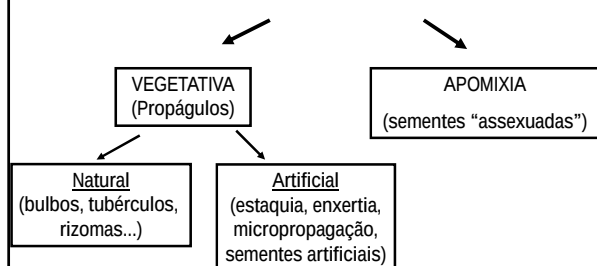
Produção de um novo organismo, com intervenção de células ou núcleos sexuais (gametas) → Há renovação do indivíduo

PROPAGAÇÃO → VIA ASSEXUADA

Partes vegetativas, células e tecidos da planta, com capacidade de regeneração → Manutenção de clones



PROPAGAÇÃO



Propágulo: parte da planta utilizada para propagação



PROPAGAÇÃO

USOS

- ESPÉCIE NÃO PRODUZ SEMENTES
- EXIGÊNCIAS DE CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTES
- CONSTITUIÇÃO GENÉTICA HETEROZIGÓTICA, COM TAXA ELEVADA DE SEGREGAÇÃO
- PERÍODO E UNIFORMIDADE PARA A FORMAÇÃO DA LAVOURA
- UNIFORMIDADE E FIDELIDADE AO GENÓTIPO
- SEMENTES COM BAIXA LONGEVIDADE



FORMAÇÃO DA SEMENTE

O desenvolvimento de plantas resulta da atividade de gemas, constituídas por tecidos meristemáticos

MERISTEMAS:

Tecidos vivos, ainda não diferenciados, que se multiplicam por divisões mitóticas, formando novos tecidos que dão origem a partes específicas da planta.

São sinônimos de tecidos embrionários e constituem primórdios vegetativos (raiz, caule, folhas) ou reprodutivos (órgãos florais)



FORMAÇÃO DA SEMENTE

FLORESCIMENTO → INÍCIO DA FASE DO CICLO DE VIDA VEGETAL QUE CULMINA COM A FORMAÇÃO DA SEMENTE

REPRODUÇÃO: transição da fase vegetativa para a reprodutiva
→ alteração na atividade de gemas: percepção de estímulos

MERISTEMAS: RECEPTORES DO (S) ESTÍMULO (S) AMBIENTAIS



FLORESCIMENTO

INDUÇÃO FLORAL

Alteração fisiológica que permite o desenvolvimento de primórdios reprodutivos, sob o estímulo de fatores ambientais. Marca a passagem da fase vegetativa para a reprodutiva.

- Água
- Fotoperíodo
- Agentes químicos: fitohormônios
- Temperatura: unidades térmicas, temperaturas amenas, vernalização



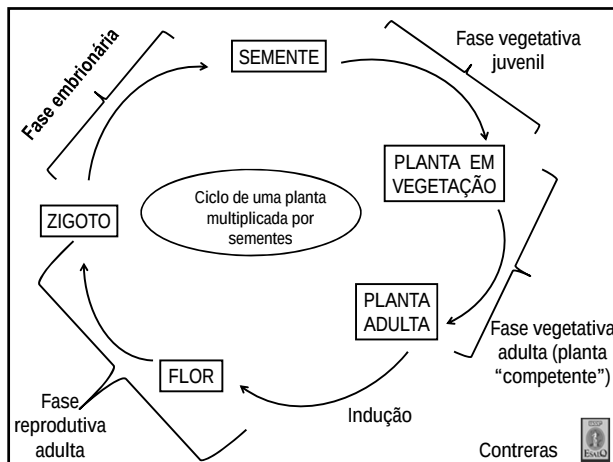
FLORESCIMENTO

INDUÇÃO FLORAL

Alteração fisiológica que permite o desenvolvimento de primórdios reprodutivos, sob o estímulo de fatores ambientais

- Água
- Fotoperíodo
- Agentes químicos: fitohormônios
- Temperatura: unidades térmicas, temperaturas amenas, vernalização



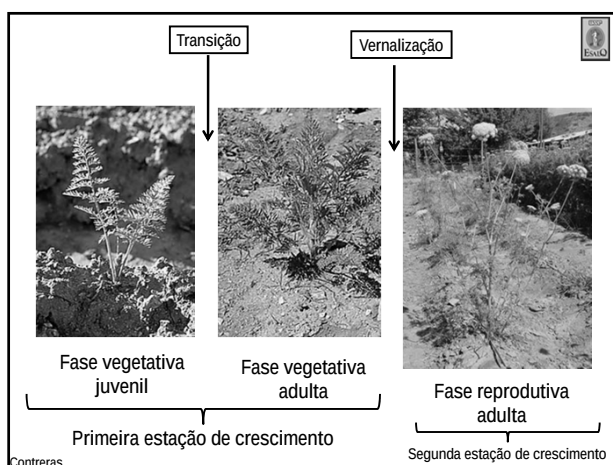


Plantas anuais: ciclo em uma estação de crescimento

Plantas bienais: ciclo em duas estações de crescimento (vegetativa e reprodutiva)

Plantas perenes: vivem mais de dois anos; repetem anualmente o ciclo vegetativo e o reprodutivo, a partir da época em que superam o período juvenil

Período juvenil: plantas não sensíveis a estímulos promotores do florescimento

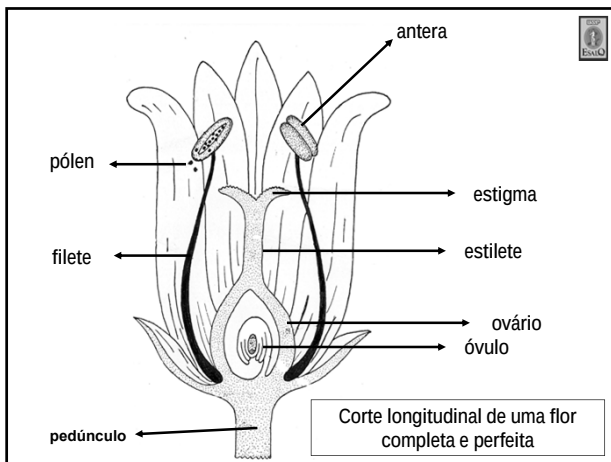


FLORESCIMENTO

INICIAÇÃO FLORAL

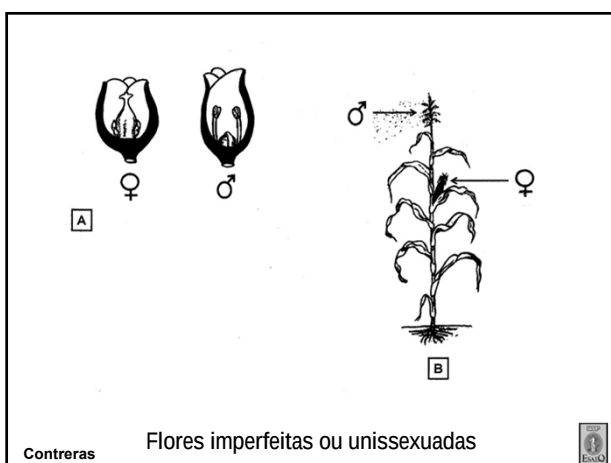
Expressão morfológica do estado induzido, que ocorre em tecidos meristemáticos localizados em gemas

FLORES



FLORES

- Tipos quanto às partes
 - Completa x Incompleta
 - Perfeita x Imperfeita

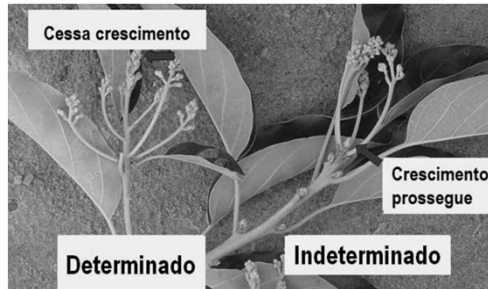


Flores imperfeitas ou unissexuadas

FLORES

- Tipos quanto sexo
 - Hermafrodita
 - Unissexuada
- Planta quanto ao sexo
 - Hermafrodita
 - Unissexuada
 - Monoica
 - Dioica
 - Andromonoica
 - Ginomoica

HÁBITOS DE CRESCIMENTO

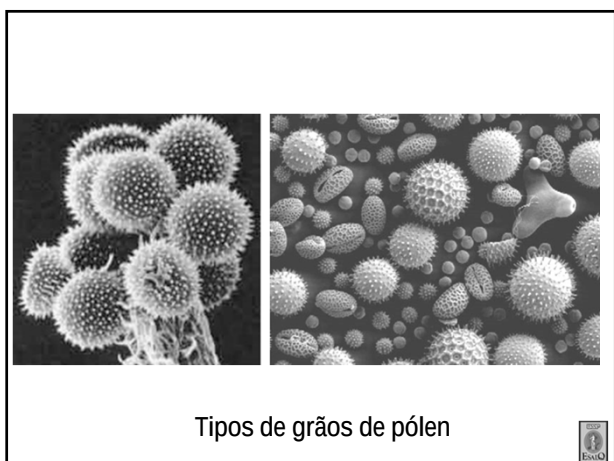
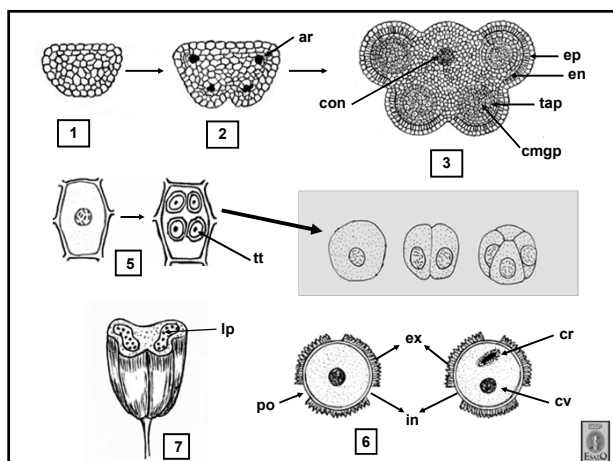


Exemplos de inflorescências de plantas de hábitos de crescimento determinado e indeterminado.

<http://ucavo/ucr.edu/avocadowebsite>



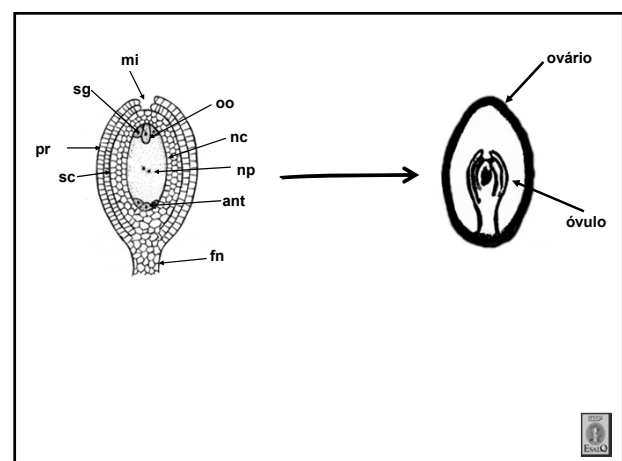
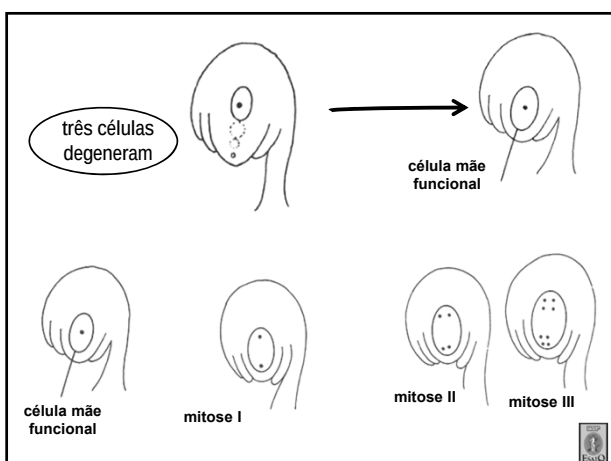
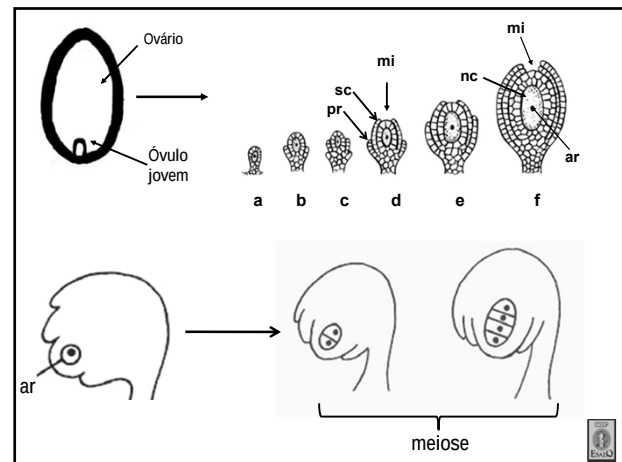
FORMAÇÃO DO GRÃO DE PÓLEN (microsporogênese)



Tipos de grãos de pólen



FORMAÇÃO DO SACO EMBRIONÁRIO (macrosporogênese)



POLINIZAÇÃO

TIPOS

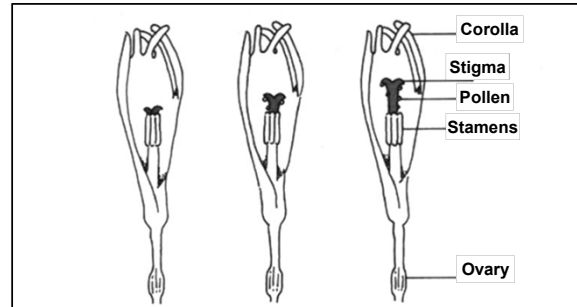


➤ AUTOPOLINIZAÇÃO:

citros, alface, tomate, quiabo, fumo, soja, berinjela, arroz, trigo, algodão, amendoim, feijão, cevada, ervilha, pimentão ...



Autopolinização em alface



Emergência do estilete e do estigma através da coluna estaminal em flores perfeitas de alface (Besnier, 1989).

Contreras



❖ POLINIZAÇÃO CRUZADA:

milho, centeio, crotalária, sorgo, cebola, repolho e demais brássicas, mamona, maracujá, cenoura, cucurbitáceas, girassol, milheto, alfafa, maçã, manga, mamão, pera, pecã, espinafre, pimentão, berinjela

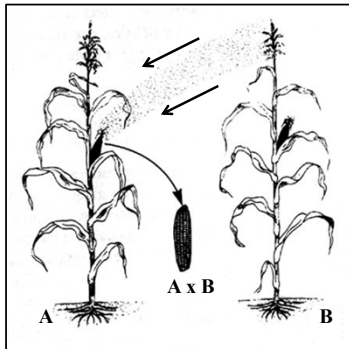
AGENTES DE POLINIZAÇÃO

✓ VENTO (brisa):



- Características do pólen e da estrutura floral





Híbrido simples: resultado do cruzamento de duas linhagens puras (A e B nesta figura).

AGENTES DE POLINIZAÇÃO

- ✓ VENTO: características do pólen e da estrutura floral



AGENTES DE POLINIZAÇÃO

- ✓ VENTO: características do pólen e da estrutura floral



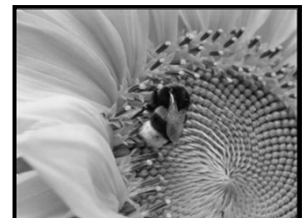
Dispersão do Pólen pelo Vento

AGENTES

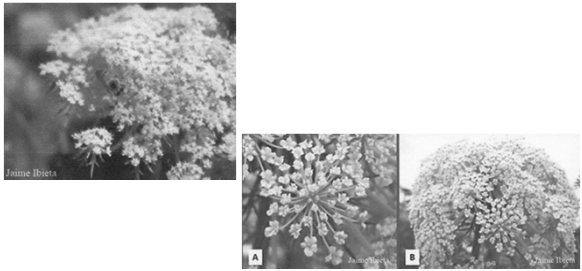
- ✓ INSETOS: características do pólen e da dispersão
principais insetos polinizadores
Cebola, cenoura, cucurbitáceas, girassol, crotalária, maracujá, repolho, ...



Polinização Crotalária



Polinização Girassol (Unghiatti)



Jaime Ibieta

CENOURA

AGENTES



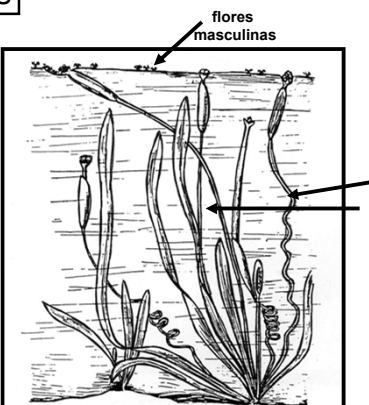
Contreras e Rojas

ORNITOFILIA

AGENTES

✓ ÁGUA

Vallisneria sp.



flores masculinas

flores femininas

✓ MORCEGOS

QUIROPTEROFILIA



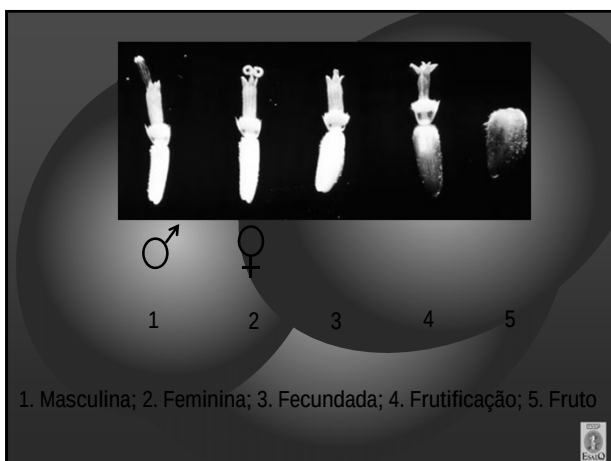
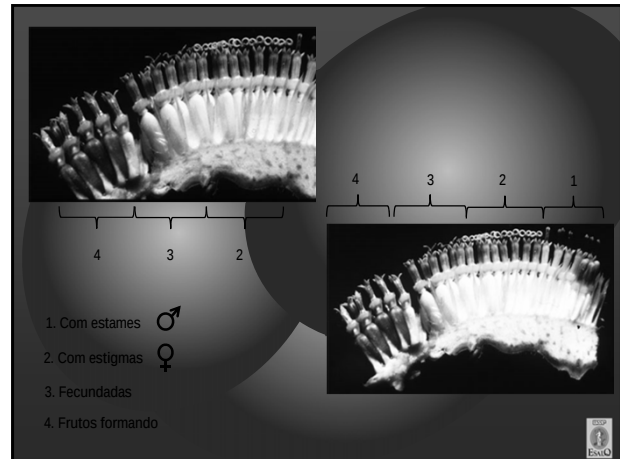
✓ HOMEM

DIFICULDADES PARA A POLINIZAÇÃO

❑ DICOGAMIA: parcial ou absoluta

PROTANDRIA

milho, cenoura, cebola, pecã, girassol

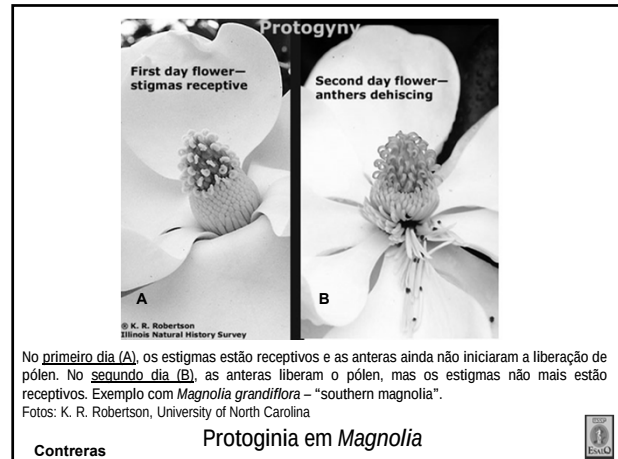


DIFICULDADES PARA A POLINIZAÇÃO

PROTOGINIA

manga, milheto, couve-flor, *Magnolia*, *Primula*





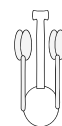
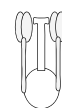
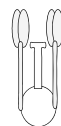
DIFICULDADES PARA A POLINIZAÇÃO

❑ AUTOINCOMPATIBILIDADE

Heterostilia, Genética

repolho, crotalaria, maracujá, girassol, rabanete, centeio, pimentão, laranja

Pimentão: variações nas posições do estigma e das anteras afetam a intensidade de ocorrência da polinização cruzada

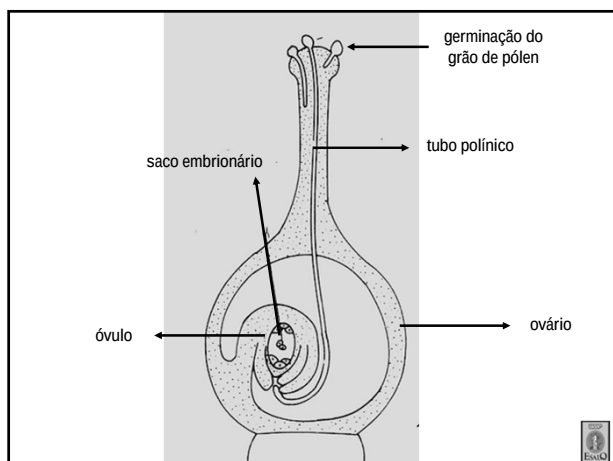
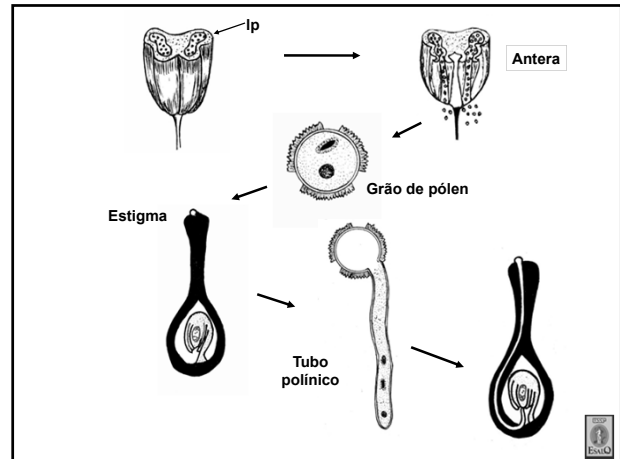
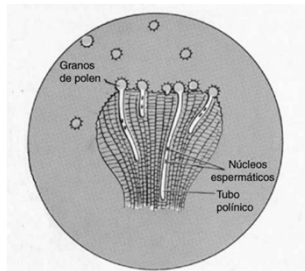


Contreras

FECUNDAÇÃO

- GERMINAÇÃO DO TUBO POLÍNICO

Turgor celular, concentração de Boro, gradiente de concentração de Cálcio, liberação de enzimas pelo estilete



FECUNDAÇÃO

1. SINGAMIA:

núcleo reprodutivo (n) + oosfera (n) → ZIGOTO (2n)

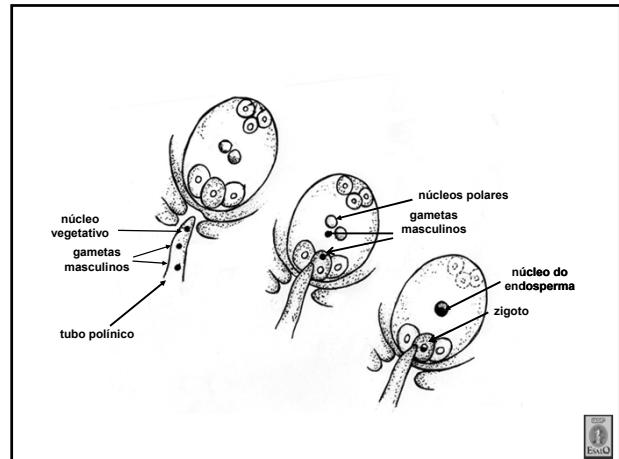
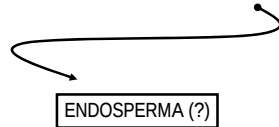
EMBRIÃO

CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DO NOVO INDIVÍDUO SÃO TRANSMITIDAS ATRAVÉS DE GENES LOCALIZADOS NOS CROMOSSOMOS DOS GAMETAS

FECUNDAÇÃO

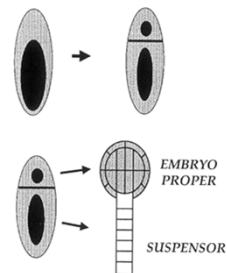
2. FUSÃO TRIPLA:

núcleo reprodutivo (n) + núcleos polares ($2n$) → NÚCLEO DO ENDOSPERMA ($3n$)



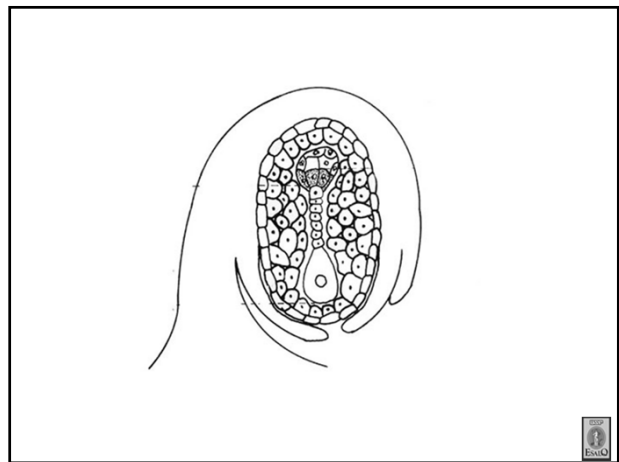
A partir da primeira divisão do zigoto, a base estrutura padrão do embrião e o destino das células já se torna evidente

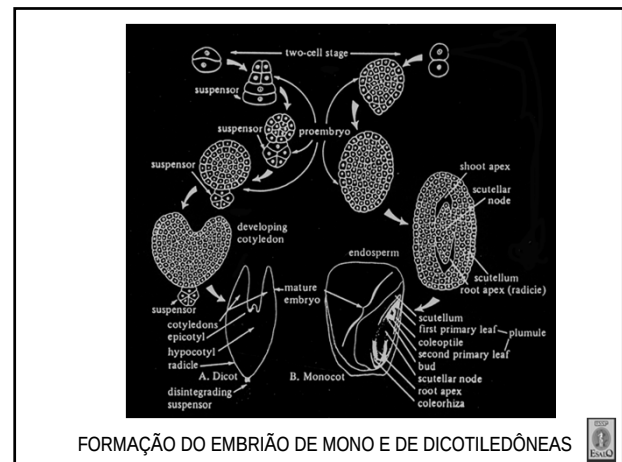
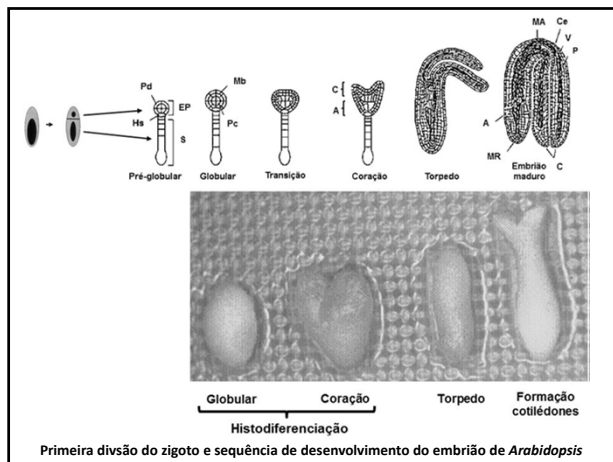
FIRST ZYGOTIC DIVISION



Células provenientes da divisão do zigoto seguem caminhos diferentes

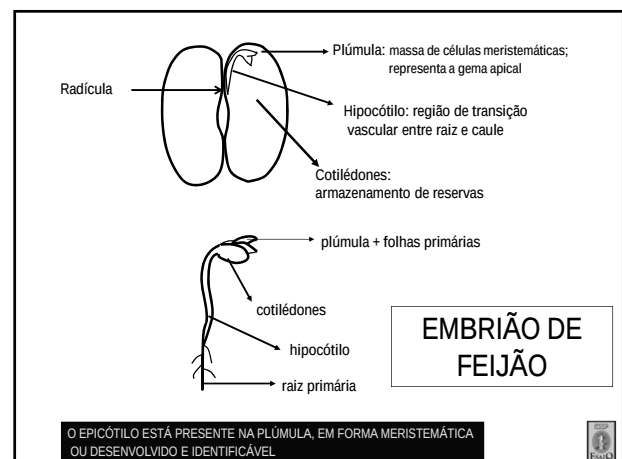
Henk Hilhorst

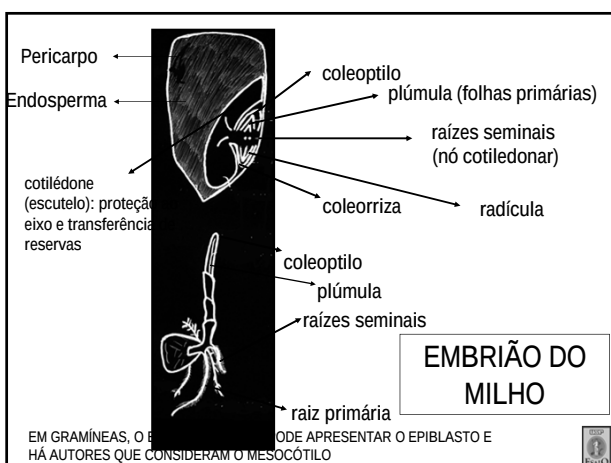
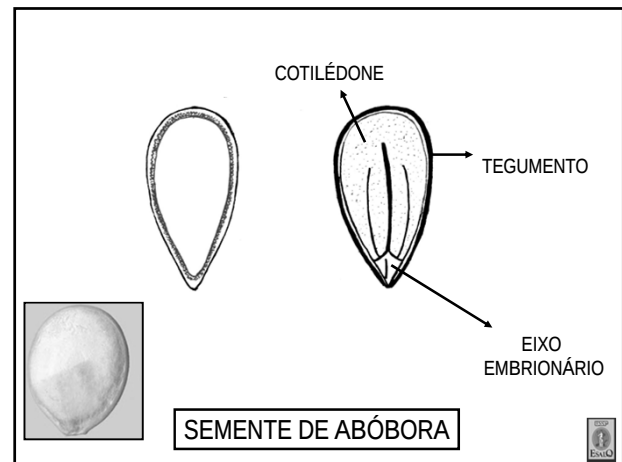
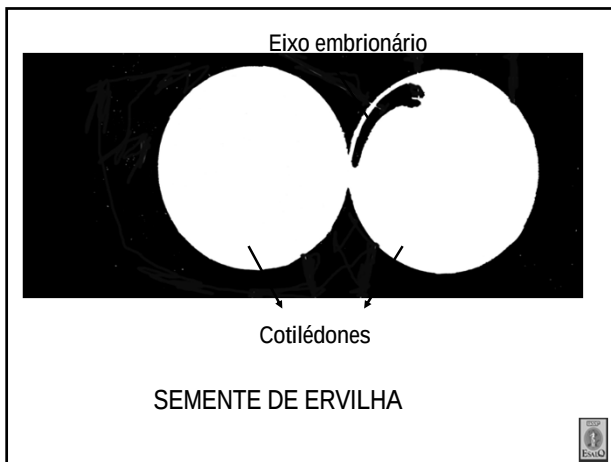


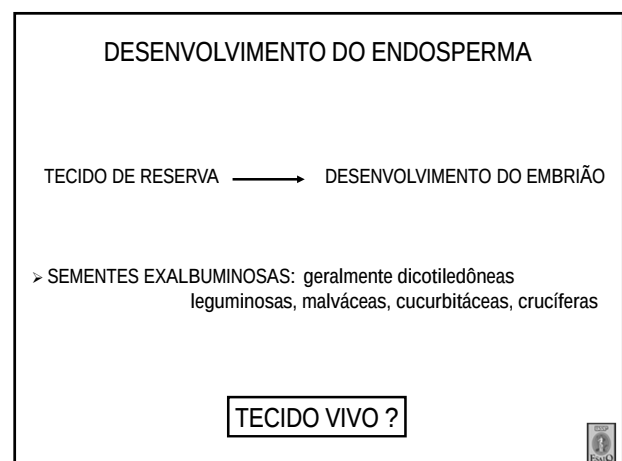
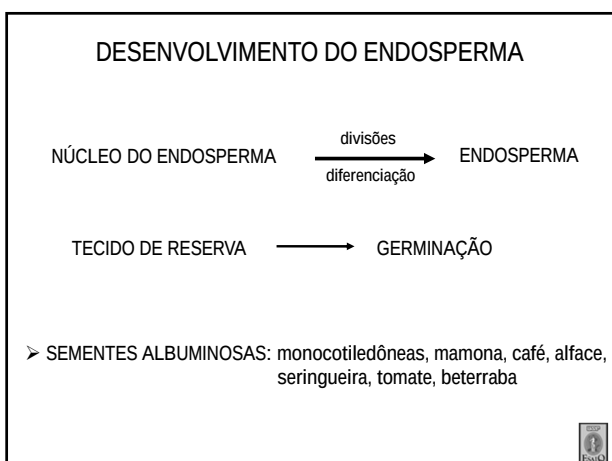
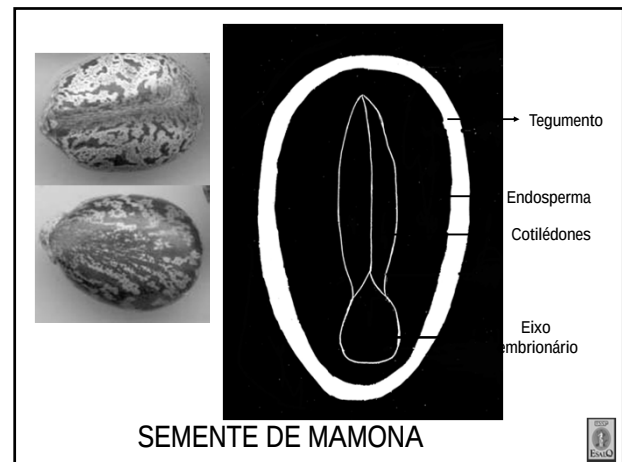
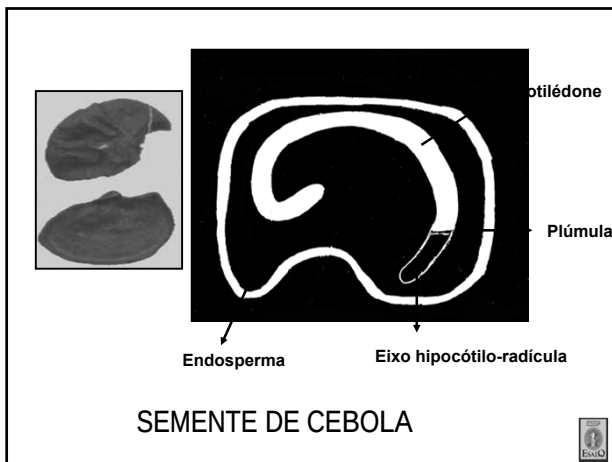


PARTES DO EMBRIÃO

- RADÍCULA: raiz rudimentar do embrião
- HIPOCÓTILO: região de transição vascular entre raiz e caule
- COTILÉDONE(S):
 - Dicotiledôneas → armazenamento de reservas ou folhas embrionárias
 - Monocotiledôneas → proteção ao eixo embrionário e transferência de reservas do endosperma para o embrião
- PLÚMULA: massa de células meristemáticas → gema apical
- EPICÓTILO: presente na plúmula, em forma meristemática ou desenvolvido e identificável
- Coleorriza, coleoptilo, epiblasto, raízes seminais (nó cotiledonar)
- Mesocótilo: primeiro nó do epicótilo



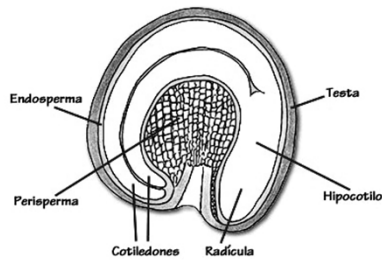




PERISPERMA

Desenvolvimento do tecido nucelar materno

Exemplos: café, beterraba



Corte de uma semente de beterraba

TEGUMENTO

PRIMINA → TESTA (Externo)

SECUNDINA → TEGMA (Interno)

TEGUMENTO

Funções, numa semente formada

- Manter unidas as partes da semente
- Proteção contra agentes externos (bióticos e abióticos): composição, estrutura
- Regular trocas de água e trocas gasosas com o ambiente
- Regular a germinação e interferir em mecanismos de dormência: estrutura e composição do tegumento, presença de mucilagem
- Controle da dispersão espacial das sementes: asas, espinhos, pelos mucilaginosos, substâncias resistentes ao trato digestivo de animais

FRUTO E SEMENTE

FRUTO → OVÁRIO MADURO, COM UMA OU MAIS SEMENTES

PARTES:

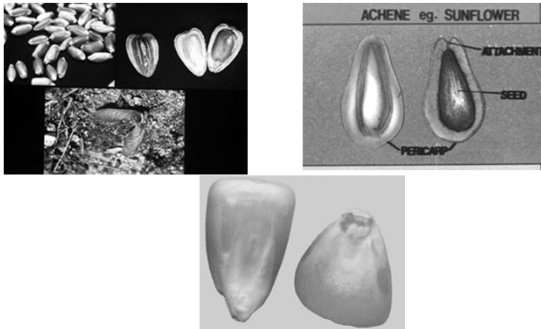
a) PERICARPO → EPICARPO
MESOCARPO
ENDOCARPO

b) SEMENTE
TEGUMENTO
ENDOSPERMA (?)
EMBRIÃO → Eixo
Cotilédono(s)

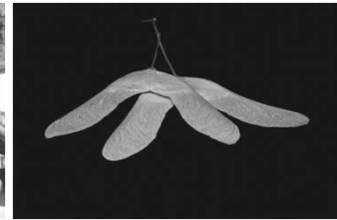


FRUTO E SEMENTE

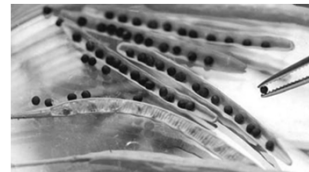
FRUTOS SECOS: cariopse (gramíneas), aquênio (girassol, alface, cenoura), pixídio (beterraba)



NOZ



SÂMARA



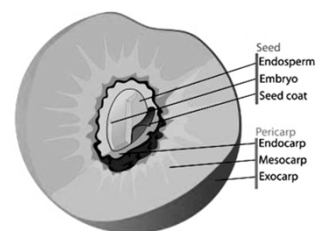
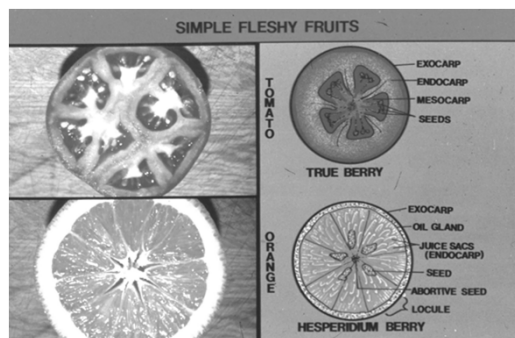
SÍLIQUA



VAGEM

FRUTO E SEMENTE

FRUTOS CARNOSOS



↑
endocarpo

APOMIXIA

DESENVOLVIMENTO ASSEXUADO DE SEMENTES, COM ESTRUTURA SEMELHANTE ÀS PRODUZIDAS APÓS A FECUNDAÇÃO

SÃO SEMENTES FORMADAS A PARTIR DE CÉLULAS DIPLÓIDES DO ÓVULO, MEDIANTE DIFERENTES MECANISMOS, SEM QUE TENHA OCORRIDO A FECUNDAÇÃO

CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO

- SUBSTITUI A REPRODUÇÃO PELA PROPAGAÇÃO
- NÃO HÁ UNIÃO DE GAMETAS



POR QUE ESTUDAR FORMAÇÃO + MORFOLOGIA DE SEMENTES ?

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO

- Clima
- Época de semeadura
- Semeadura: manejo do equipamento
- Inspeções e roguing
- Colheita

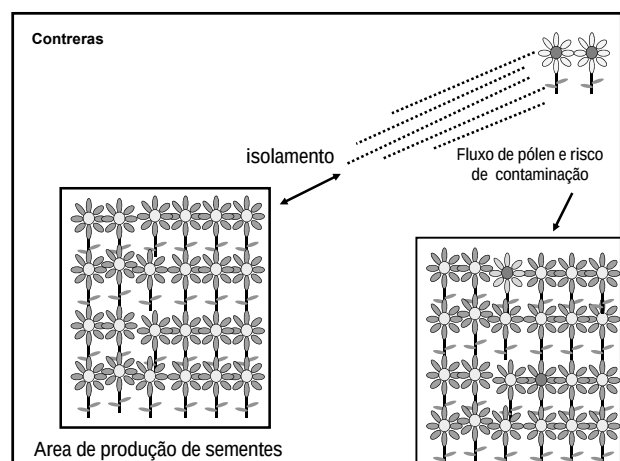
POLINIZAÇÃO E SUAS CONSEQUÊNCIAS: necessidade do conhecimento



IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO

■ PUREZA GENÉTICA

Isolamento





Isolamento para produção de sementes de alface: plantas autógamas

Contreras



Isolamento + insetos pepino



Contreras



IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO

■ PUREZA GENÉTICA

Direção predominante dos ventos

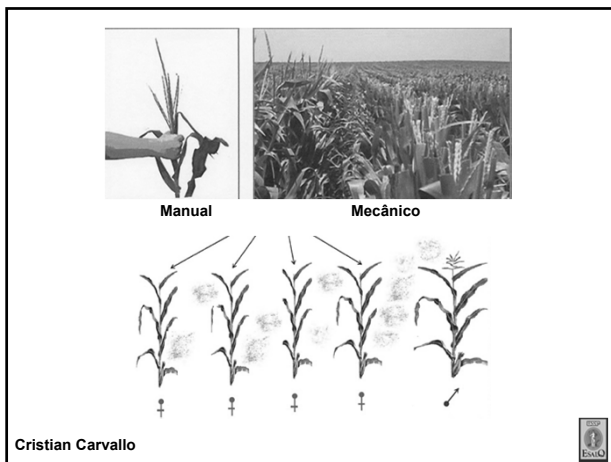
Proporção linhas masculinas e femininas



■ PUREZA GENÉTICA

Despendoamento em milho



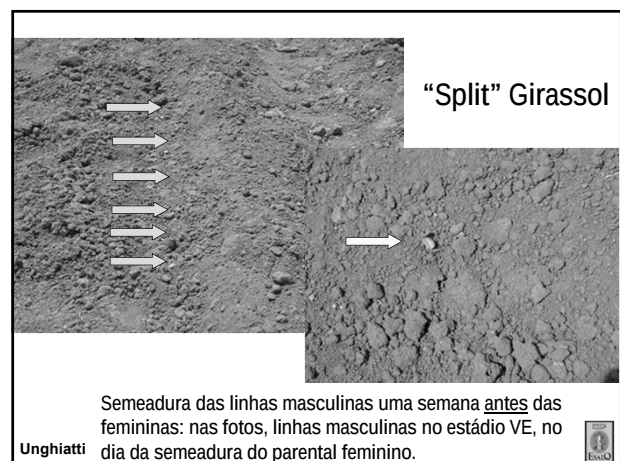
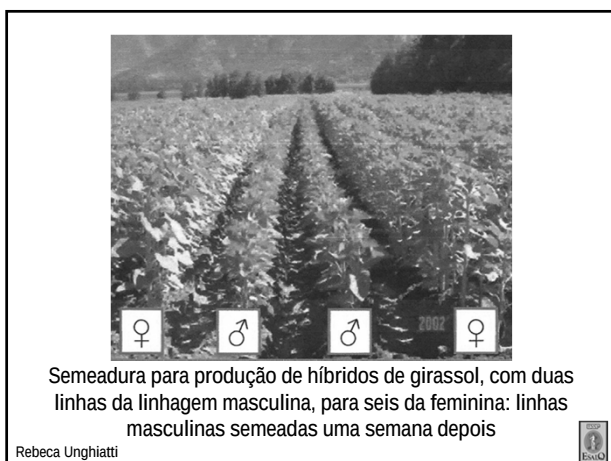


IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO

■ PUREZA GENÉTICA

“Split”

Milho, tomate, sorgo, girassol, pepino



Proporção linhas masculinas e femininas



Produção de sementes de milho doce: proporção de linhas masculinas/femininas é de 4:3. Linhas masculinas semeadas 3, 6 e 10 dias após as femininas.

Contreras e Rojas



IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO

■ PUREZA GENÉTICA

Machoesterilidade

Milho, repolho, cenoura, girassol, milheto



Rebeca Unghiatti

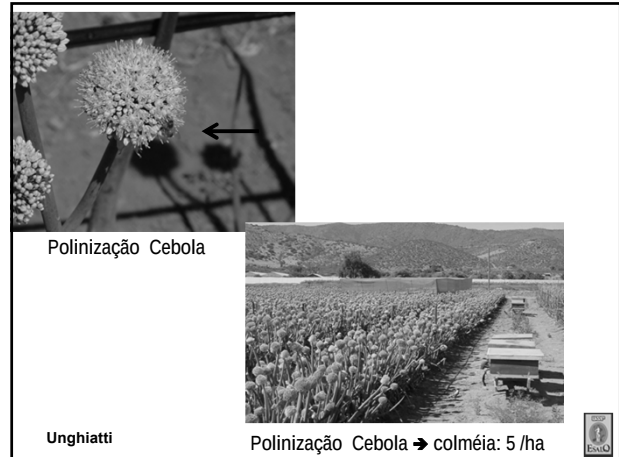
Estames de flores tubulosas



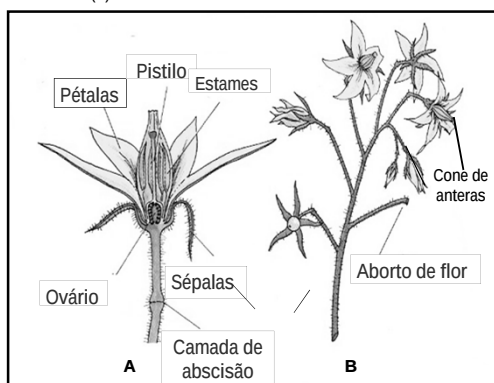
IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO

■ QUANTIDADE PRODUZIDA

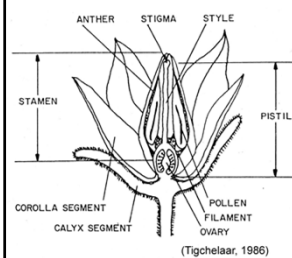
- Presença de insetos
- Formato da área
- Controle de insetos
- Clima x época de semeadura
- Temperatura x viabilidade do pólen



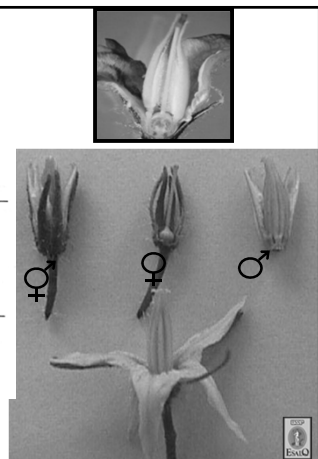
Flor completa do tomateiro (A) e inflorescência com flores em diferentes estádios de desenvolvimento (B) - P.C.T. Melo

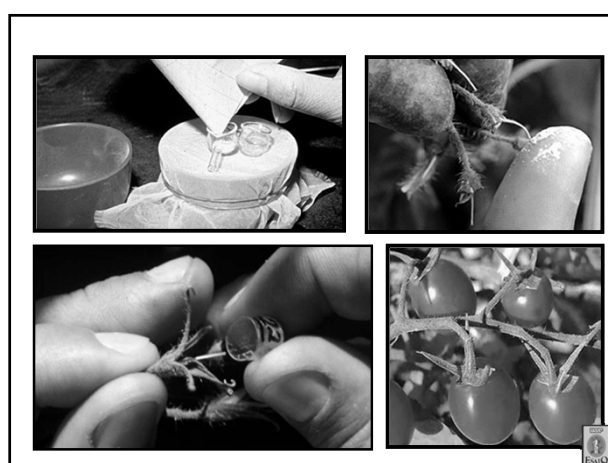
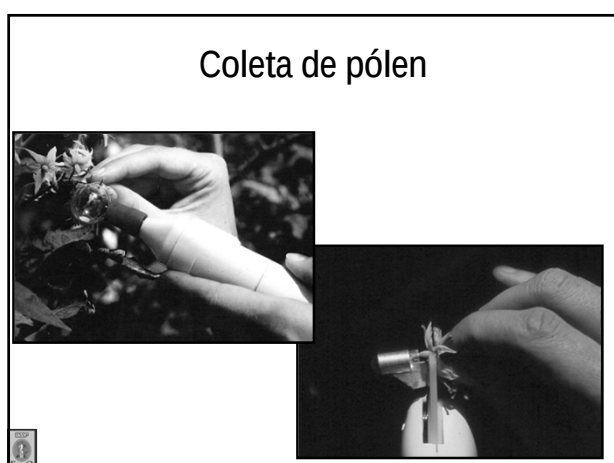
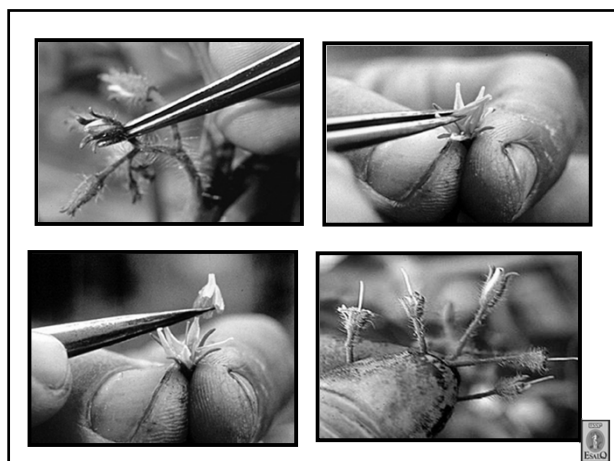


Flor de tomate

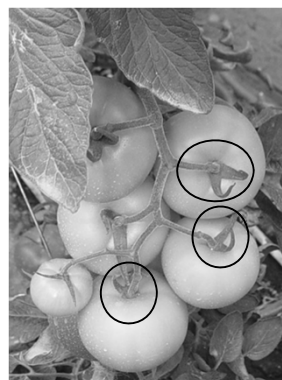


Contreras





Técnicas de cruzamentos controlados

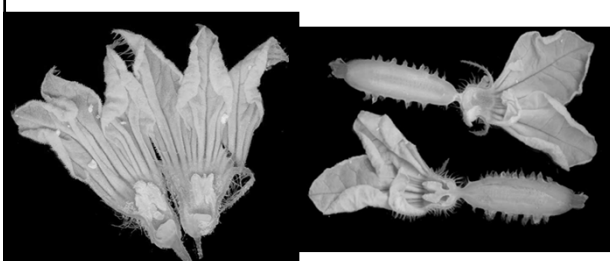


Híbrido tomate

Contreras



Híbrido pimentão



Flor masculina

Flor feminina (ovário ínfero)

Pepino

Contreras



POR QUE ESTUDAR FORMAÇÃO + MORFOLOGIA DE SEMENTES ?

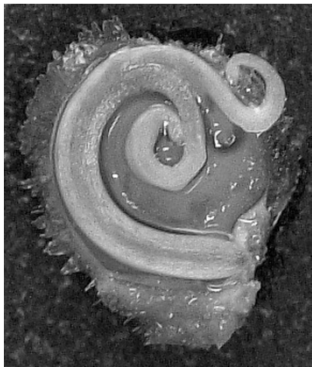
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

Testes de rotina e testes rápidos

Pureza física, exame de silvestres, germinação,
sanidade, tetrazólio ...

IDENTIFICAÇÃO DE CULTIVARES





Teste de tetrazólio em sementes de tomate



Interpretação do teste de tetrazólio em sementes de *Brachiaria brizantha*, mediante ampliação de imagens digitalizadas (Custódio et al., 2012).



POR QUE ESTUDAR FORMAÇÃO + MORFOLOGIA DE SEMENTES ?

RECONHECIMENTO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA

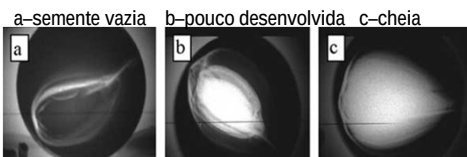
BENEFICIAMENTO

- Escolha de máquinas para separação
- Planejamento de linhas de fluxo
- Injúrias mecânicas
- Transportadores

RECONHECIMENTO DE PROBLEMAS E SUA EXTENSÃO

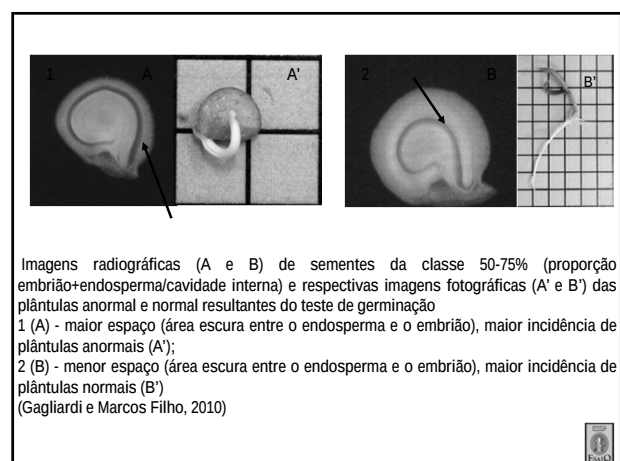
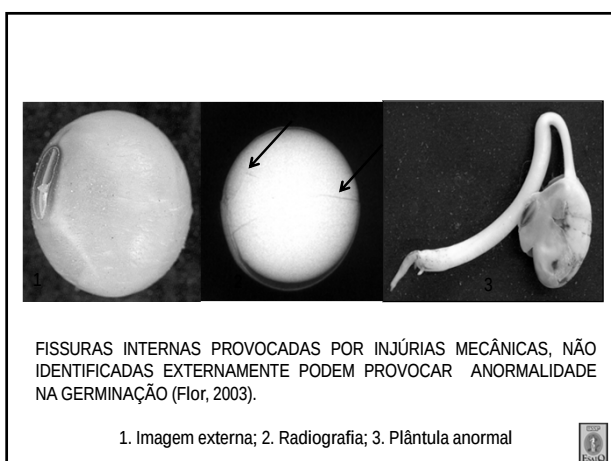
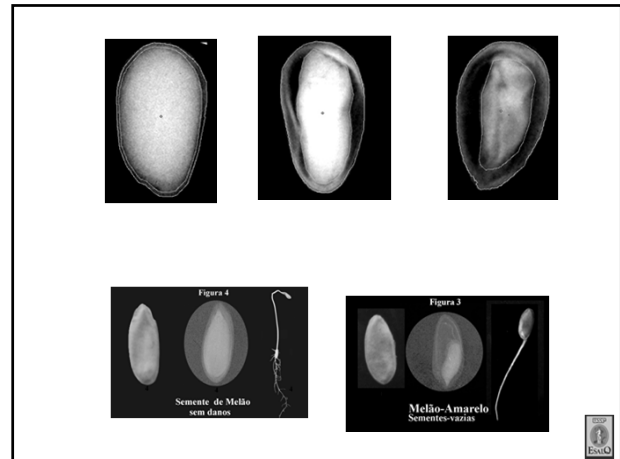
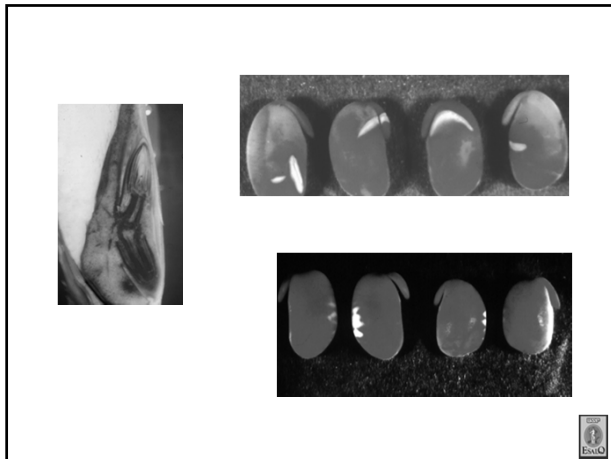


Aspecto normal ou anomalias?



Fagus silvatica L.





POR QUE ESTUDAR FORMAÇÃO + MORFOLOGIA DE SEMENTES ?

BIOTECNOLOGIA

Embriogênese somática + sementes sintéticas



SEMENTES ARTIFICIAIS OU SINTÉTICAS

EMBRIÃO SOMÁTICO :

DESENVOLVIMENTO DE EMBRIÃO A PARTIR DE
CÉLULAS VEGETATIVAS (NÃO SÃO PRODUTOS DA
FUSÃO DE GAMETAS)

EMBRIOGÊNESE SOMÁTICA

Natural: exemplo / embriões nucelares em citros

Induzida: células induzidas por estímulos ambientais ou
químicos

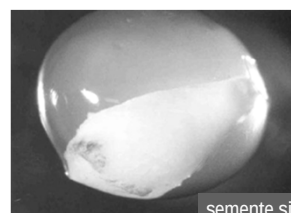


SEMENTES ARTIFICIAIS OU SINTÉTICAS

a) Embrião encapsulado

b) Embriões somáticos, brotos ou outros tecidos
encapsulados artificialmente que podem ser utilizados para
cultivo *in vitro* ou *ex vitro* (Aitken-Christie et al., 1994)

É UMA MODALIDADE DE CULTURA DE TECIDOS DE
PLANTAS MEDIANTE A ENCAPSULAÇÃO DE
EMBRIÕES SOMÁTICOS



semente sintética de café

CÁPSULAS DE HIDROGEL:

alginato de sódio, resinas plásticas de óxido de polietileno
+ reservas + agentes protetores + microrg. benéficos + ...



