

DESENVOLVIMENTO (MATURAÇÃO) DE SEMENTES

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



DESENVOLVIMENTO OU MATURAÇÃO

Início → indução do florescimento e diferenciação

Desenvolvimento da semente:

sequência de eventos controlada pelo genótipo

Conjunto de etapas sucessivas de preparação para a futura germinação

Florescimento não é completamente uniforme:
mesma inflorescência, mesma planta, população

Fundamental → relações com o ponto de colheita e o potencial fisiológico das sementes



O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

Primeiros critérios propostos para estudar o processo de maturação e identificar o ponto de colheita:

Período entre semeadura ou emergência de plântulas e a colheita

Aspectos morfológicos de sementes, frutos e plantas

Variações do teor de água das sementes
(Brenchley & Hall, 1909)



O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

Delouche (1971) conceituou maturação:

Processo constituído por uma série de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas, que se verificam a partir da fecundação do óvulo e prosseguem até o momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta-mãe

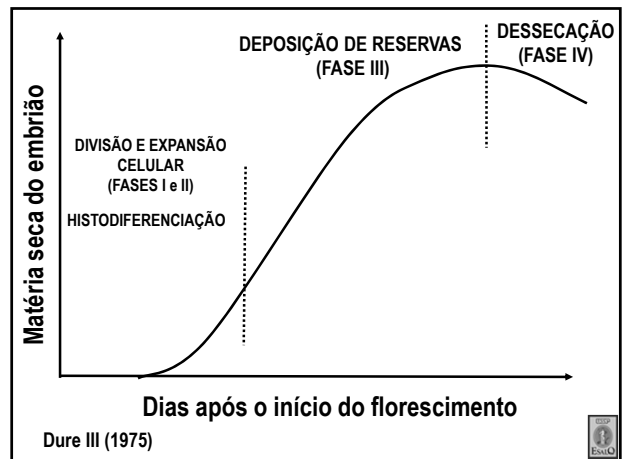
Maturação x Maturidade



O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

Delouche (1971) conceituou maturação:

Processo constituído por uma série de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas, que se verificam a partir da fecundação do óvulo e prosseguem até o momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta-mãe



PARÂMETROS GERAIS PARA CARACTERIZAR O PROCESSO DE MATURAÇÃO

Amostras coletadas (plantas individuais ou populações) em intervalos pré-determinados

Identificação de parâmetros associados ao progresso da maturação



O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

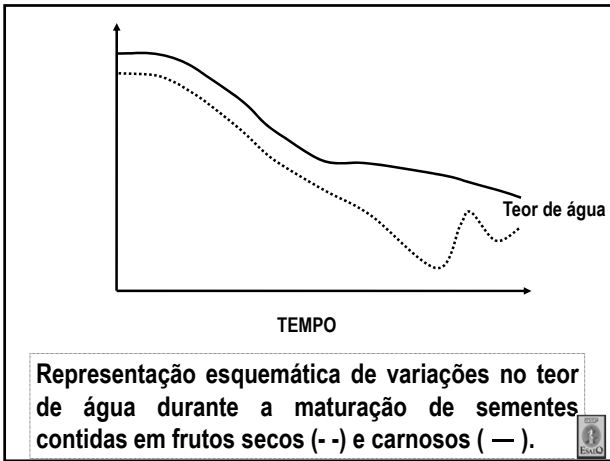
1. Variação do teor de água

Sementes em frutos secos

Sementes em frutos carnosos

Desidratação final
Recalcitrantes





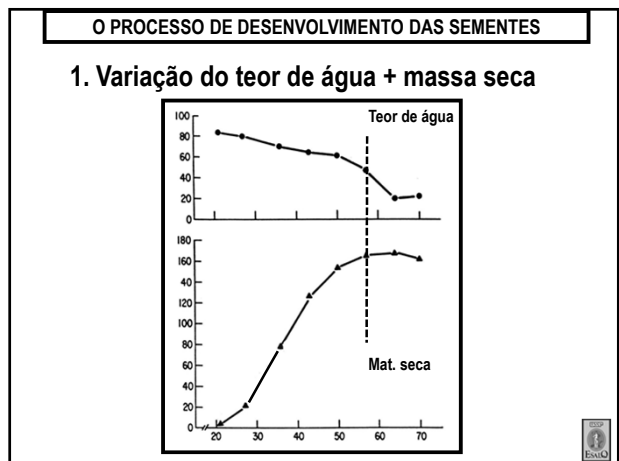
O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

2. Variação do tamanho

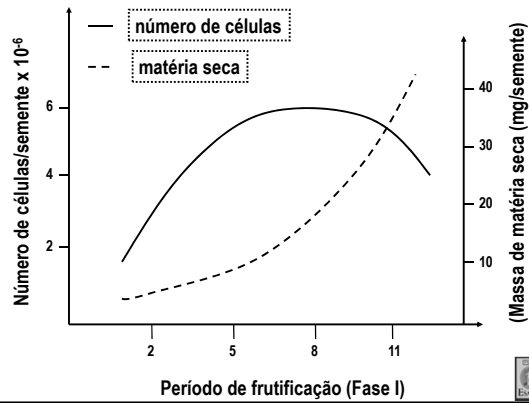
Desenvolvimento da semente e da vagem de soja (Ritchie et al., 1994)

O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

2. Variação do tamanho



3. Massa seca



Egli

Espécie	Teor de água (%)	Referência
---------	------------------	------------

Algodão	50-60	Carvalho, 1972
Amendoim	47-50	Carvalho et al., 1976
Aveia	45	Frey et al., 1958
Feijão	38-44	Neubern e Carvalho, 1976
Milho	25-30	Hunter et al. (1991)
Soja	50	Andrews, 1966
Sorgo	23-30	Kersting et al. (1961)
Trigo	40	Carvalho e Yanai, 1976

Teor de água de sementes de diferentes espécies no momento em que atingem o máximo acúmulo de matéria seca

O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

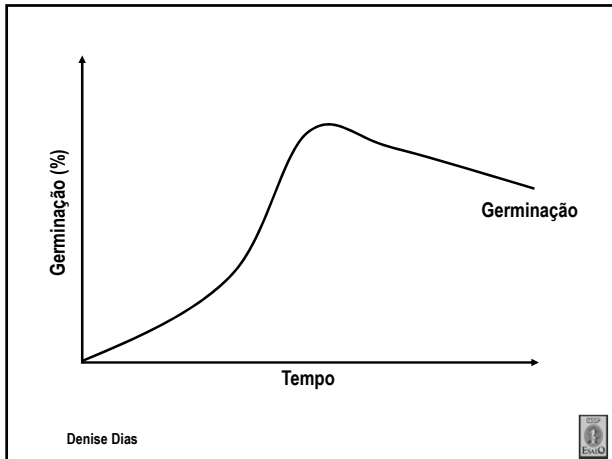
4. Germinação

Protrusão raiz primária x Plântulas normais

Espécie	Início da Germinação (dias após a antese)
---------	--

Centeio	05
Trigo	05
Sorgo	06 a 10
Trevo	10
Algodão	22
Soja	38

Início da germinação, em relação à época de fecundação do óvulo, em sementes de algumas espécies cultivadas (Delouche, 1971)



O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

4. Germinação

Germinação x dormência durante a maturação

Denise Dias

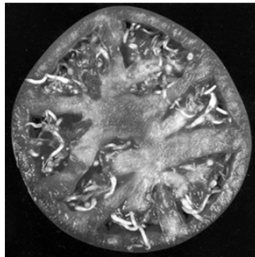
Dias após a Semeadura	Teor de Água (%)	Matéria Seca (mg/semente)	Germinação (%)	Vigor (mg m.s./plântula)
78	55,3	20,40	05	5,0
84	50,6	25,34	28	4,07
90	48,1	28,80	77	7,47
96	39,8	34,10	37	7,69
102	27,2	36,44	11	4,86
108	14,1	34,10	09	4,88
111	11,0	37,24	06	5,53
117	8,8	37,54	81	9,57
123	9,9	37,90	83	10,72
126	10,7	37,84	65	9,34

Valores médios obtidos para diferentes parâmetros avaliados durante a maturação de sementes de trigo 'IAS -54'. (Carvalho & Yanai, 1976)

Denise Dias



Viviparidade
Germinação das sementes no fruto

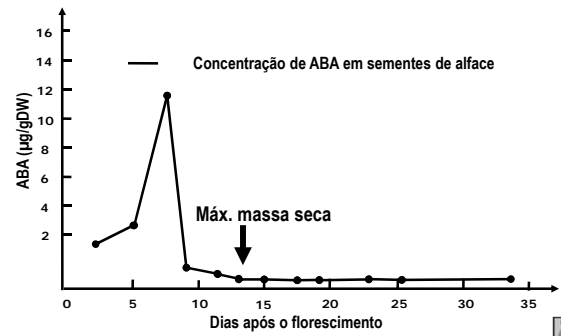


TOMATE

Denise Dias



Transformações durante a maturação

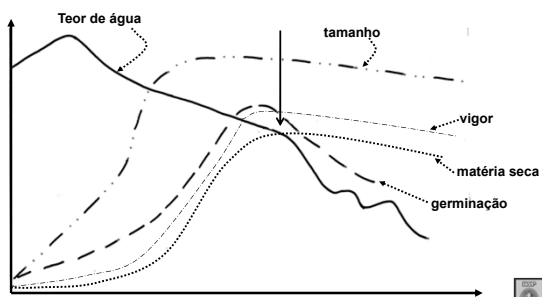


Contreras et al. 2008



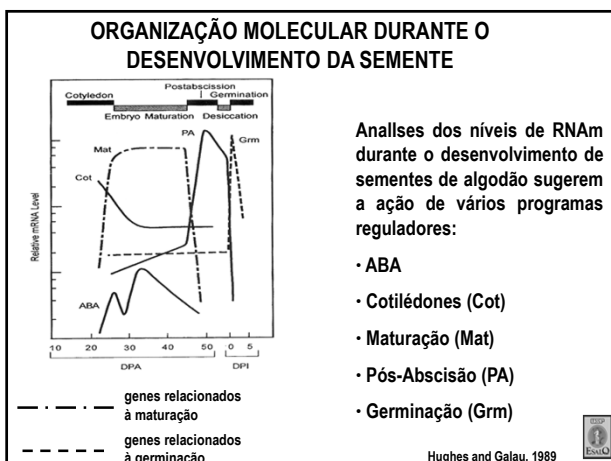
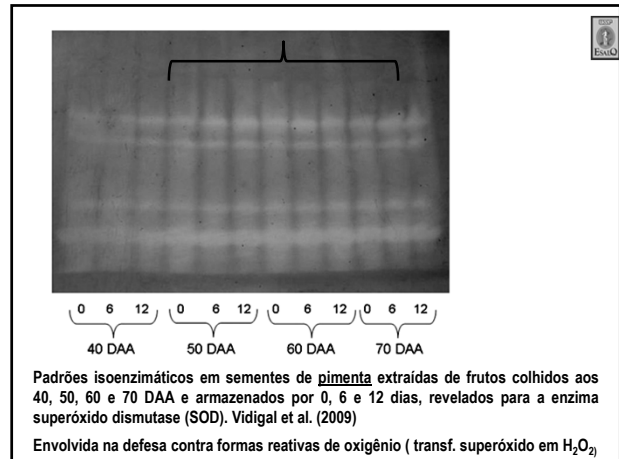
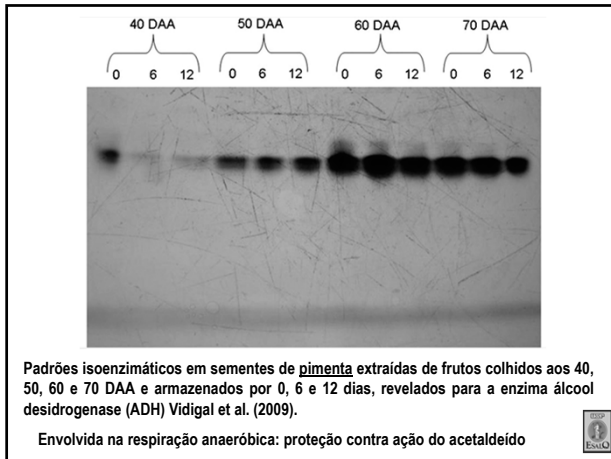
O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

5. Vigor



**OUTROS
 MARCADORES**





O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

Delouche (1971) conceituou maturação:

Processo constituído por uma série de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas, que se verificam a partir da fecundação do óvulo e prosseguem até o momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta-mãe

Maturação x Maturidade

DETERMINAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA

CONCEITOS

- Maturidade da semente é identificada pelo máximo acúmulo de matéria seca
- A maturidade fisiológica é atingida quando não mais ocorrem acréscimos significativos na massa de matéria seca
- A maturidade é alcançada quando as sementes atingem máxima massa de matéria seca, germinação e vigor



Espécie	Período Médio [†] (dias)
---------	--------------------------------------

Alface	0
Cebola	- 4
Fumo	0
Milho	
Linhagem	0
Híbrido Simples	- 5
Híbrido Duplo	-10
Soja	- 7
Tomate	+10
Trigo	- 6

Diferenças entre os momentos em que as sementes atingem valores máximos de matéria seca e de vigor durante a maturação (TeKrony & Egli, 1997)

(†) (-): dias antes do ponto de máxima massa de matéria seca
(+): dias após o ponto de máxima massa de matéria seca



DETERMINAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA

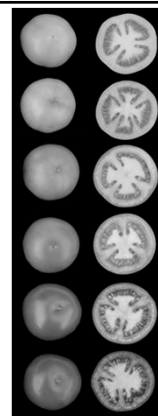
IDÉIA PREDOMINANTE

Maturidade fisiológica = máxima massa de matéria seca

“Maturidade relativa”, “Maturidade morfológica”,
“Maturidade de massa”, “Maturidade de colheita”,
“Maturidade agrônômica”, “Ponto de colheita” ??

Determinação da maturidade em indivíduos ou em populações ??

MATURAÇÃO X MATURIDADE !!!!!



Maduro

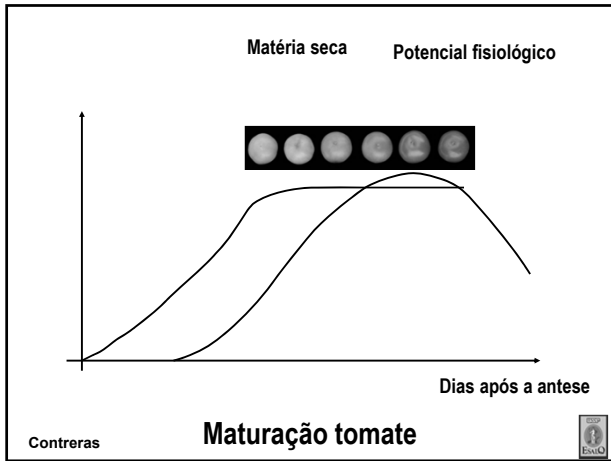
Maturação tomate

Potencial fisiológico

“Passado”

Contreras





Parâmetro	Dias após a antese	Armazenamento após a colheita (dias)			
		0	4	8	12
Teor de água (%)	40	83,6	81,4	79,0	79,0
	50	74,0	73,6	77,8	75,5
	60	75,0	76,4	73,5	72,9
Matéria seca (mg/sem.)	40	2,8	3,2	3,0	3,4
	50	3,7	3,7	3,7	3,0
	60	3,6	3,3	3,3	3,1
Germinação (%)	40	00	08	46	98
	50	84	90	100	93
	60	94	96	81	78
Envelhecimento (%)	40	00	12	58	98
	50	86	85	84	73
	60	87	86	81	61

Teor de água, massa de matéria seca, germinação e vigor de sementes de tomate, em função do momento de colheita e período de armazenamento pós-colheita (Dias et al., 2006).

A MATURAÇÃO NÃO É UNIFORME !!

DETERMINAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA

Dificuldade para identificar o momento em que a semente atinge a maturidade (máxima massa de matéria seca)

Dias após a Semeadura	Grau de Umidade (%)	Matéria Seca (mg/semente)
64	72,9	61,4
70	60,5	158,4
76	56,8	171,0
79(t)	43,9	202,8
82	38,2	203,8
88	21,8	194,8
94	41,0	208,6
100	30,0	206,4
106	18,1	194,8

Valores médios obtidos para diferentes parâmetros avaliados durante a maturação de sementes de feijão, cv Carioca (Neubern & Carvalho, 1976)

DETERMINAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA

Dificuldade para identificar o momento em que a semente atinge a maturidade (máxima massa de matéria seca)

NECESSIDADE DE AUMENTAR A PRECISÃO:

- Número de repetições estatísticas
- Reduzir intervalos entre colheitas
- Cuidados adicionais para a avaliação da massa de matéria seca: temperatura, pesagens ...



DETERMINAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA

Dificuldade para identificar o momento em que a semente atinge a maturidade (máxima massa de matéria seca)

Uso de ^{14}C para monitorar o acúmulo de reservas



Dias após a Antese	Matéria Seca (mg/semente)	^{14}C (dpm/mg m.s.)
20	21,5	196
21	22,4	87
22	23,0 [†]	10
23	23,3	30
24	22,5	15
25	22,5	05
26	22,2	02
27	22,7	00
28	22,9	00
30	22,7	00

Alterações no peso da matéria seca e translocação de ^{14}C em sementes de aveia durante a maturação (Lee et al., 1979)



Estádios de maturação (vagens)	Germinação (%)		Envelhecimento (%)	
	Intactas	Debulhadas	Intactas	Debulhadas
Verdes	92	00	91	00
Verde-amareladas	99	31	97	07
Amarelas	99	99	98	85
Marrons	99	99	99	98

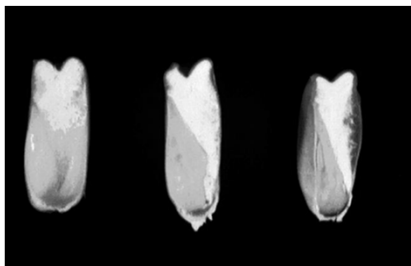
Porcentagens de plântulas normais nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado, conduzidos com sementes colhidas em quatro estádios de maturação e secadas no interior da vagem ou debulhadas (Samarah et al., 2009)



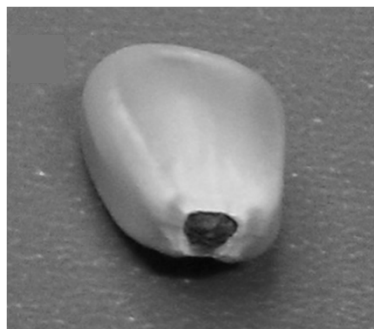
MATURIDADE X PONTO DE COLHEITA

- Maturidade Fisiológica: Reconhecimento

✓ Camada negra



Hilhorst



- Maturidade Fisiológica: Reconhecimento

✓ Linha de leite

IDENTIFICAÇÃO DOS ESTÁDIOS DE LINHA DE LEITE



MATURIDADE X PONTO DE COLHEITA

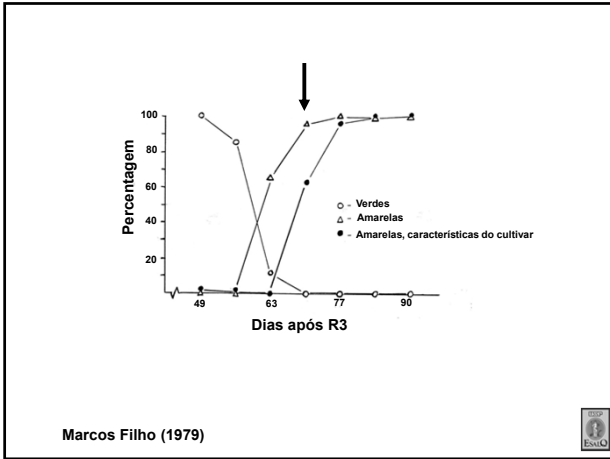
- Maturidade Fisiológica: Reconhecimento

✓ Cereais de inverno: trigo, cevada, aveia

✓ Hortaliças, Frutíferas

✓ Soja: cor da vagem e da semente





MATURIDADE X PONTO DE COLHEITA

- Determinação do ponto de colheita

Parâmetros

- Dificuldades para a colheita na MF: teor de água, plantas úmidas, corte, separação das sementes, injúrias, secagem

MATURIDADE X PONTO DE COLHEITA

- Uniformidade de maturação

Prof. Paulo Cesar T. Melo

MATURIDADE X PONTO DE COLHEITA

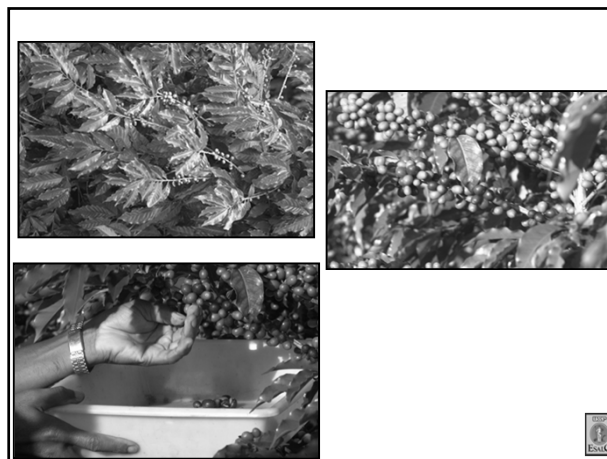
The diagram shows a carrot plant with three levels of umbels: 'ombelle primaire' (open circle), 'ombelles secondaires' (half-filled circle), and 'ombelles tertiaires' (solid circle). The photograph shows the plant in the field with arrows pointing to these levels, labeled I, II, and III.

Unghiatti

CENOURA

Ordem das Umbelas	Umbelas / Planta	Proporção (%)	Germin. (%)	1ª Contagem (%)	1000 sementes (g)
Primária	1	11	75	54	2,28
Secundária	11	58	65	43	2,15
Terciária	24	31	54	37	1,99

Número de umbelas por planta, contribuição para a produção de sementes (%), germinação (%), vigor (primeira contagem - %) e massa de 1000 sementes referentes a diferentes ordens de umbelas de cenoura (Nascimento, 1991)



MATURIDADE X PONTO DE COLHEITA

- Maturidade Fisiológica x Atraso da Colheita

Quantidade de sementes

Data (L1)	Produção (kg/ha)	Data (L2)	Produção (kg/ha)
09/03/81	5.255	11/03/81	5.104
19/03/81	4.493	01/04/81	4.797
08/04/81	4.398	22/04/81	4.695
05/05/81	3.904	12/05/81	4.440
18/05/81	3.888	05/06/81	4.236

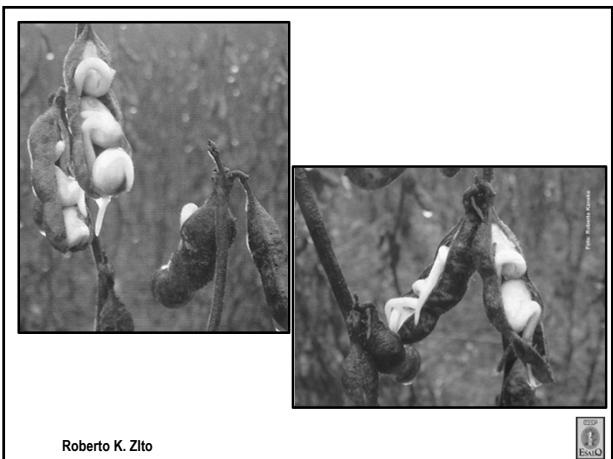
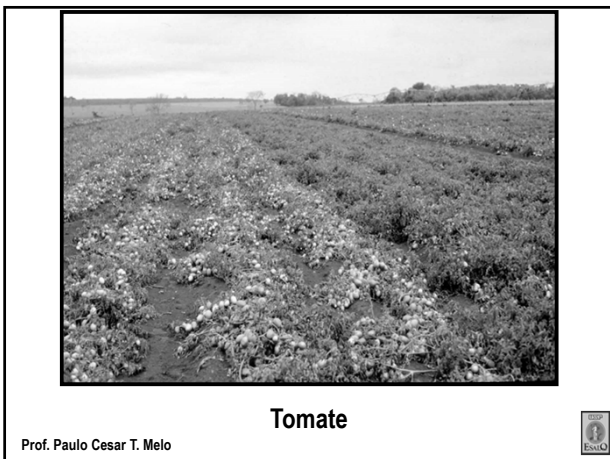
Efeito da época de colheita sobre a produção de sementes de milho, em dois locais (L1 e L2) do estado do Paraná (Hadlich, 1983)



Qualidade (desempenho) de sementes

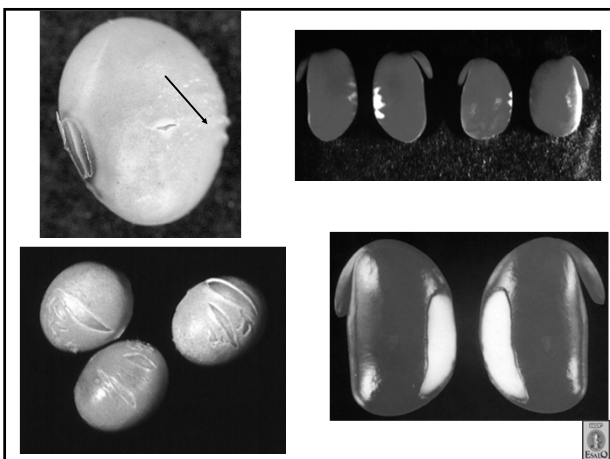
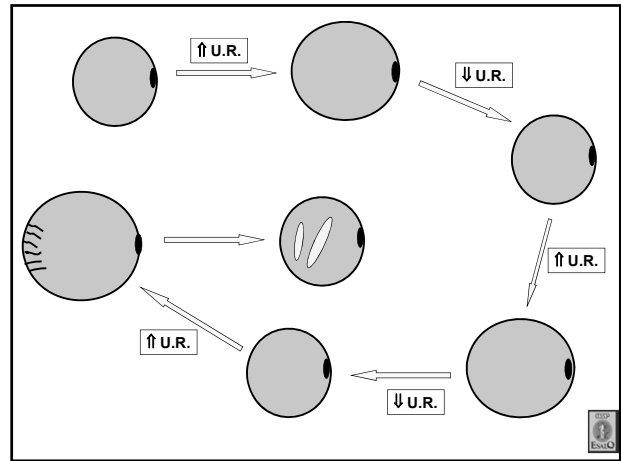
ANO	MF	PC	14*	28*
1973	94	88	58	55
1974	85	83	85	41
1975	89	85	66	57
1976	83	28	13	07
1977	71	62	40	05

Vigor (envelhecimento acelerado) de sementes de soja "Kent", colhidas em épocas diferentes, durante cinco anos experimentais (TeKRONY et al., 1980).



MATURIDADE X PONTO DE COLHEITA

Efeitos do ambiente: fatores abióticos e bióticos



- Uso de dessecantes e época de aplicação



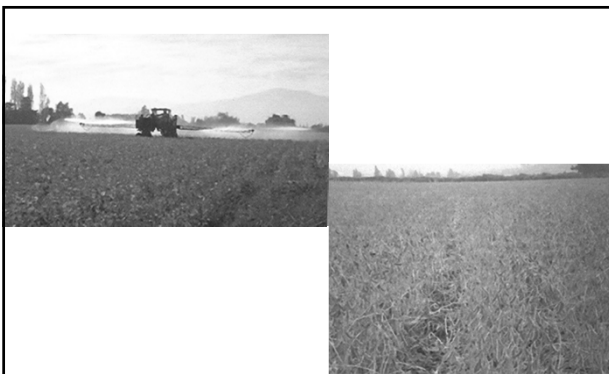
Denise Dias



USO DE DESSECANTES

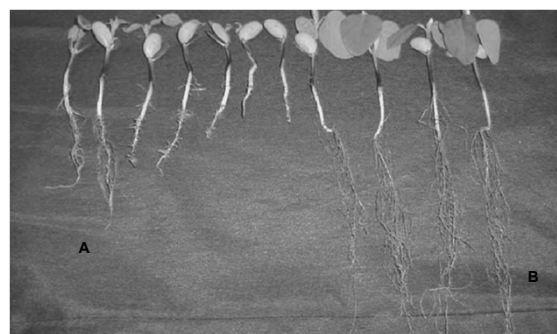
Vantagens

- Antecipação da colheita
- Planejamento racional da colheita
- Eficiência das máquinas colhedoras
- Sementes mais “limpas”
- Eficiência secagem e beneficiamento
- Potencial fisiológico das sementes



Aplicação dessecantes soja

Castiglioni



Comparação de plântulas de soja provenientes do tratamento glifosato (A) com plântulas do tratamento testemunha (B). Plântulas produzidas no teste de emergência de plântulas em solo. Foto: Odair Costa. Daltro et al. (2010)



TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

- Sequência de eventos programados geneticamente
- Monocotiledôneas → endosperma
Dicotiledôneas → cotilédones
- Produção final: número de sementes formadas + taxa de crescimento das sementes + duração do período de “enchimento”



TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

- Fontes de açúcares
 - Folhas, frutos, fotossíntese pré e pós antese: fotossintatos transferidos através de gradiente osmótico
 - Carbono é, em grande parte, integrante de componentes estruturais
- Fotossintatos (açúcares e outros solutos) → fruto (via floema) → semente



TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

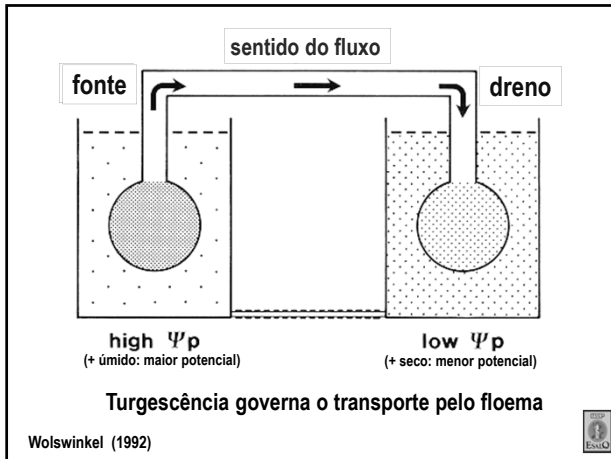
- Nitrogênio e Minerais
 - Raízes
 - Nódulos
 - Minerais: raízes → gemas, folhas e ramos (via xilema) → fruto (via floema)
- Senescência e remobilização de reservas (fruto, nucela, endosperma)



TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

- Sementes maduras → dois a três tipos principais de reservas armazenadas.
- Síntese é paralela durante a maturação, de modo que as sementes possuem capacidade múltipla de biossíntese.
- Síntese ocorre em compartimentos celulares distintos:
 - amido, em amiloplastos
 - lipídios, em esferossomos
 - proteínas, no citosol e retículo endoplasmático





Estádios	Mat. Seca (mg/sem.)	Teor de água (%)	Proteínas (mg/sem.)	Óleo (mg/sem.)	Açúcares (mg/sem.)
R 4	0,2	78,4	----	----	----
R 5	5,9	83,1	2,5	0,1	1,3
R 6	123,6	62,4	42,0	26,7	19,3
R 7	194,2	51,9	71,9	31,7	30,8
R 8	188,3	9,7	73,4	36,2	32,4

Varição da composição da semente de soja durante a maturação (Dornbos e McDonald, 1986)

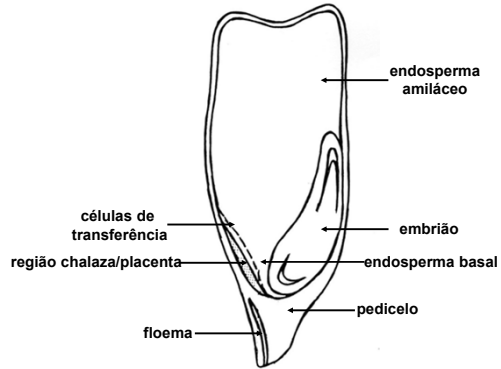
TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

- Não há conexão vascular direta planta / semente, nem entre tegumento e embrião ou endosperma
 Conexão via plasmodesmos → simplasto
 Paredes + espaços intercelulares → apoplasto (transporte mais rápido)
- Últimas ramificações do sistema vascular chegam ao óvulo, via funículo e chalaza

TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

- Para receber nutrientes da planta, a semente usa mecanismos de transporte a curtas distâncias via apoplasto + células de transferência

TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS



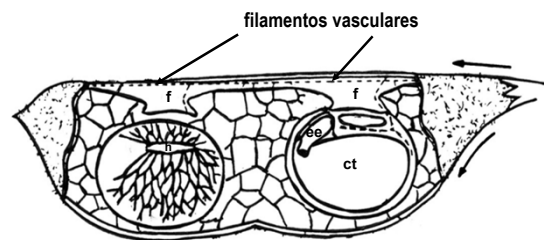
TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

- Sementes endospermáticas
- Desenvolvimento do endosperma precede o do embrião

TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

- Sementes cotiledonares

O PROCESSO DE ACÚMULO DE MATÉRIA SECA



ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS

Carboidratos (amido em plastídios)

Lipídios (síntese em esferossomos)

Proteínas (síntese no citosol e retículo endoplasmático)

Ácidos nucleicos

- Acúmulo de carboidratos precede o de lipídios e de proteínas.
- Atividade enzimática determina o direcionamento dos processos de síntese.



FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE

- Número potencial de sementes

Número de sementes que será produzido se toda a estrutura reprodutiva completar o desenvolvimento de todos os óvulos formados; lembrar que o limite de produção é imposto pelo genótipo

Depende do número de flores produzidas, eficiência da polinização e fecundação, taxa de abortamento, disponibilidade de nutrientes



TRANSFERÊNCIA E ASSIMILAÇÃO DAS RESERVAS



- A maioria das plantas produz quantidade de óvulos superior ao número de sementes que podem suportar até a maturidade
- O período de polinização/fecundação é crítico para determinar o número de sementes produzidas e o potencial de produção
- Período de transferência/assimilação de reservas é extremamente vulnerável a estresses: tamanho e potencial fisiológico podem ser drasticamente afetados

Zinselmeier et al. (1999)



FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE

Isso mostra que a planta tem limite de produção, limitado pelo genótipo.

A produção máxima é alcançada se a planta alcançar um nível mínimo ("X") de desenvolvimento, não sendo ultrapassada mesmo quando níveis superiores a esse são atingidos

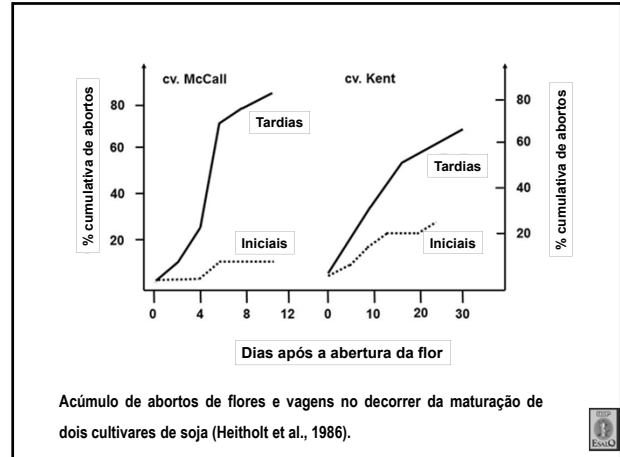
O suprimento de assimilados determina o grau de desenvolvimento das sementes; estresses durante esse período podem ser devastadores à produção e desempenho das sementes



FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE

Se um número muito grande de óvulos é fertilizado, o número de sementes pode ser excessivo em relação à quantidade de nutrientes disponibilizada pela planta → aumento da taxa de abortamento

Se um número relativamente pequeno de óvulos é fertilizado, o número de sementes será insuficiente em relação à quantidade de nutrientes disponibilizada pela planta → baixa produção



INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE

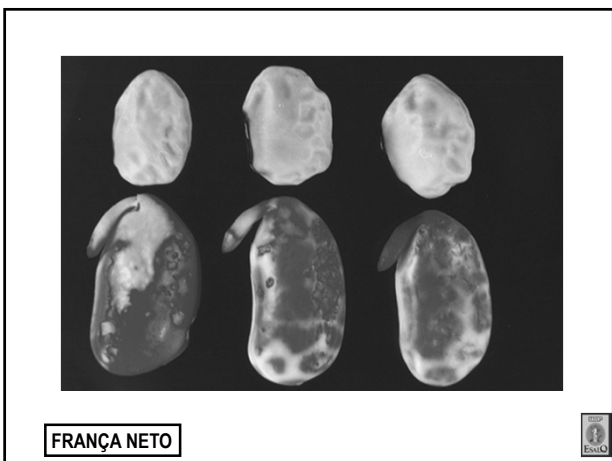
- Fertilidade do solo
 - Suprimento adequado → tamanho e peso
 - Princípio da compensação
- Disponibilidade de água
 - Suprimento adequado → tamanho e peso
 - Deficiência moderada x deficiência severa
 - Época de ocorrência: quantidade, tamanho
 - Associação com estresse térmico

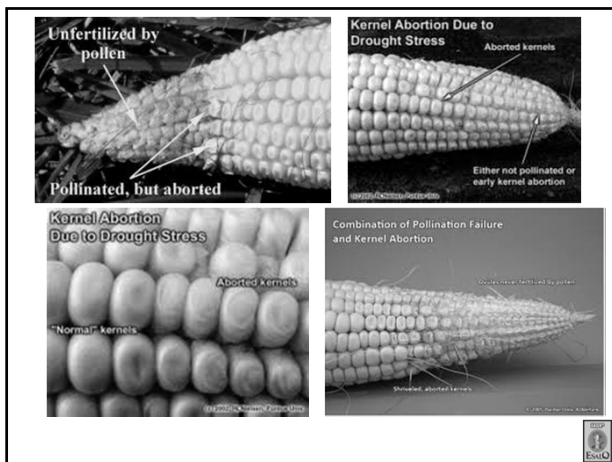


Época de Deficiência Hídrica	Sementes (Nº/ planta)	Desenvolvimento das Sementes		Peso Sementes (mg)
		Taxa (mg/dia)	Nº Dias	
Testemunha	638	8,68	43	292
Divisões celulares	544	8,24	47	283
Transferência de matéria seca	644	8,11	44	277

Efeitos da deficiência moderada de água sobre o desenvolvimento de sementes de milho (Ouattar et al, 1987)







INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE

- Deficiência hídrica associada ao estresse térmico
- Soja: enrugamento
- Temperaturas > 32° C: atuam proteínas de choque térmico em determinados cultivares
- Maturação 'forçada' (sementes esverdeadas)

Estresse Hídrico	Produção (g/planta)		Sementes (nº/planta)		Peso Matéria Seca (g/sem)	
	29°C	35°C	29°C	35°C	29°C	35°C
Testemunha	34,3	24,4	136	131	208	188
Moderado	24,0	14,8	132	108	192	135
Severo	18,3	8,7	112	87	164	99

Efeitos dos estresses hídrico e térmico sobre a produção, número e peso das sementes de soja (Dornbos e Mullen, 1991).

SOJA - Maturidade Fisiológica R₇

Sementes esverdeadas



Estresse hídrico + Alta temperatura durante a maturação

Não há degradação completa da clorofila (luz + enzimas) na passagem de R₆ para R₇, ou seja, as sementes desidratadas de modo rápido não perdem a clorofila no mesmo grau que aquelas desidratadas mais lentamente

Denise Dias

(Zorato et al., 2007; Pádua, 2006; Pádua et al., 2009)



Gilda Pádua



SEMENTES ESVERDEADAS

- Deficiência hídrica e/ou estresse térmico (“forçada”)
- Aplicação de dessecantes ou fungicidas em época inadequada (podem afetar equilíbrio nutricional e atividade enzimática)
- Ataque de fungos (raízes, haste e/ou folhas)
- Ataque de insetos (percevejos)
- Excesso de água
- Distribuição inadequada de calcário ou fertilizantes
- Desuniformidade de maturação

Ocorrência associada ao genótipo



Gilda Pádua



Coloração	Germinação (%)		TZ 1-3 (%)		Emergência (%)	
	Inicial	3 meses	Inicial	3 meses	Inicial	3 meses
Amarelado	88	87	75	73	87	88
Esverdeado	60	19	52	20	58	38

Soja: presença de sementes esverdeadas e seus efeitos no potencial fisiológico (Scheren e Tolentino Junior, 2005)



REVERSÃO DO METABOLISMO DE DESENVOLVIMENTO

Padrão de desenvolvimento: divisão e expansão, acúmulo de matéria seca, dessecação

As sementes não germinam enquanto presas à planta-mãe

Durante a maior parte do período de desenvolvimento:
Formação e atividade de enzimas envolvidas em processos de síntese, gerenciada pela síntese de RNA-m



REVERSÃO DO METABOLISMO DE DESENVOLVIMENTO

Gerenciamento:

Citocininas → divisão celular

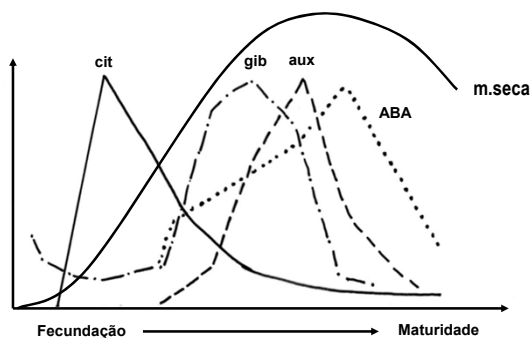
Giberelinas → expansão celular e direcionamento da síntese de reservas

Ácido abscísico → acúmulo de matéria seca

Auxinas → assimilação de matéria seca



INFLUÊNCIA DOS FITOHORMÔNIOS



REVERSÃO DO METABOLISMO DE DESENVOLVIMENTO

Síntese e atividade do ABA:

Prevenção contra a passagem direta da fase de embriogênese para a de germinação

Síntese e atividade do ABA:

Alta concentração durante a embriogênese

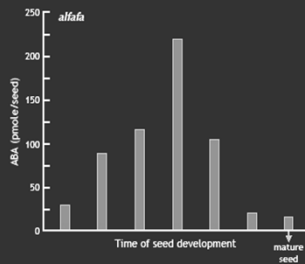
Síntese de RNA-m

a) codificação da síntese de enzimas envolvidas em processos de síntese

b) codificação da síntese de enzimas envolvidas em processos de hidrólise



O hormônio ácido abscísico (ABA) acumula em sementes de diversas espécies durante o desenvolvimento



Níveis crescentes de ABA durante o desenvolvimento e queda ao final da maturação

Xu & Bewley 1995

REVERSÃO DO METABOLISMO DE DESENVOLVIMENTO

Durante a fase de desidratação:

Redução da síntese de ABA ou menor sensibilidade da semente aos níveis de ABA

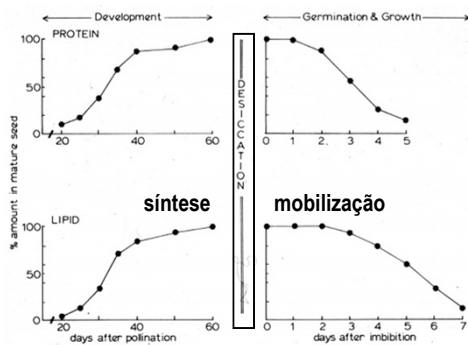
Passa a predominar a síntese de enzimas envolvidas processos de hidrólise (“estoque”)

Gerenciamento pelo RNA-m: codifica genes que direcionam a síntese de enzimas

Reversão do metabolismo em população inalterada de células → Sementes Ortodoxas x Recalcitrantes



Secagem é o “sinal” para o disparo da reversão do metabolismo (anabolismo para catabolismo)



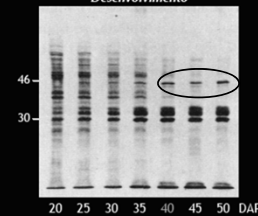
Henk Hilhorst



Secagem e síntese de proteínas: mudança de metabolismo de desenvolvimento para (pós-)germinação de sementes

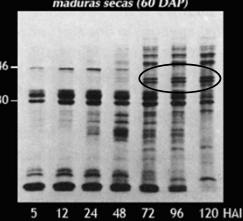
sementes de mamona

Desenvolvimento



Padrão de síntese de proteínas do desenvolvimento (proteínas de reserva)

Germinação de sementes maduras secas (60 DAP)



Padrão de síntese de proteínas da germinação/pós-germinação

Kemode & Bewley 1985

TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DURANTE A MATURAÇÃO

Secagem durante a maturação:

Padrão de desenvolvimento, conduzindo o embrião à quiescência

Preparo para a germinação

Tolerância à dessecação:

Capacidade de recuperar as funções biológicas quando as sementes são reidratadas após terem sido submetidas a desidratação natural ou artificial

Depende da capacidade de manutenção da estrutura das membranas e de prevenção da desnaturação e proteínas



TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DURANTE A MATURAÇÃO

Tolerância à rápida dessecação:

Depende da forma como o tecido é desidratado e reidratado novamente: época e rapidez

Perda gradual de água: menores problemas porque permite a atuação de mecanismos protetores

Perda da turgidez celular: a célula pode entrar em colapso



TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DURANTE A MATURAÇÃO

Tolerância à dessecação:

Fase Intolerante:

Divisão e expansão celular + parte do período de deposição de reservas

Fase Tolerante:

Maior parte das reservas depositada e assimilada

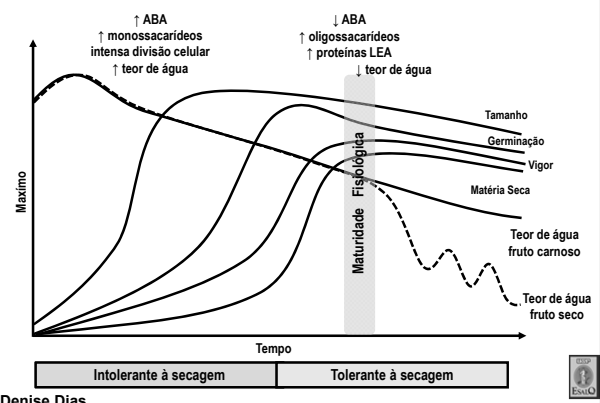
Dessecação prematura e rápida:

Síntese de enzimas e proteínas essenciais

Perda da turgidez celular, danos a membranas, estrutura de enzimas, proteínas e ácidos nucleicos

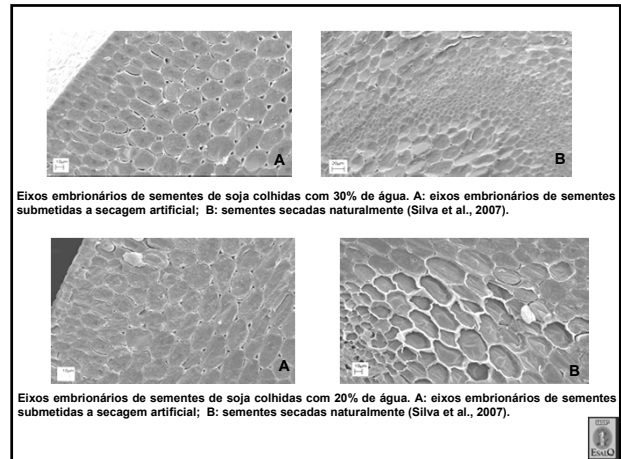
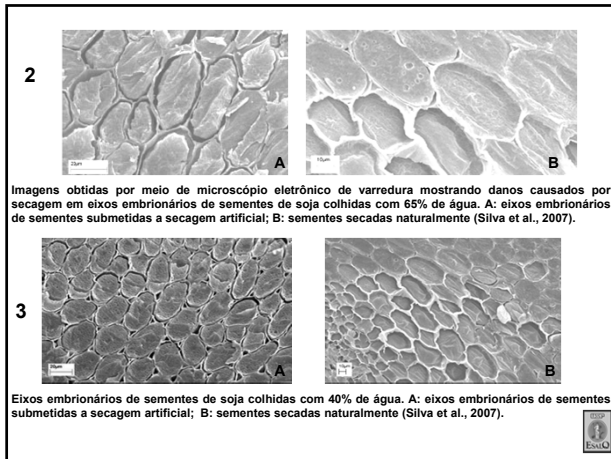


Transformações durante a maturação



Denise Dias





**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DURANTE A MATURAÇÃO:
SUBSTÂNCIAS OU MECANISMOS PROTETORES**

- Proteínas do tipo LEA (late embryogenesis abundant)
- Sistemas antioxidantes: enzimas
- Açúcares solúveis: rafinose, estaquiose, sacarose
- Proteínas de “choque térmico” (HSP): induzidas por choque térmico
- Secagem gradual

**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DURANTE A MATURAÇÃO:
SUBSTÂNCIAS OU MECANISMOS PROTETORES**

- Proteínas do tipo LEA (late embryogenesis abundant)
- Proteínas hidrofílicas, ricas de alanina e glicina, que favorecem a tolerância das plantas à dessecação
- Geralmente localizadas no citoplasma e no núcleo, contribuem para a estabilização de membranas, de outras proteínas e macromoléculas: são estáveis e têm habilidade de atrair moléculas de água (estabilizando membranas)