

DORMÊNCIA DE SEMENTES

JULIO MARCOS FILHO
TECNOLOGIA DE SEMENTES
DEPTO. PRODUÇÃO VEGETAL
USP/ESALQ



ESTUDO DA GERMINAÇÃO

❖ FISILOGIA VEGETAL

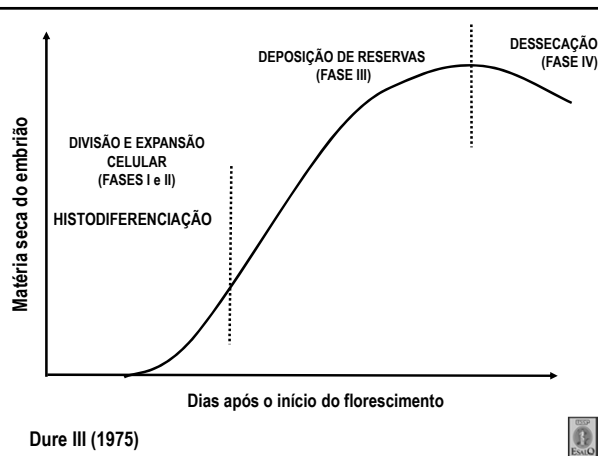
ESTUDOS BÁSICOS E MAIS APROFUNDADOS, INDEPENDENTES DA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA ESPÉCIE

OBJETIVO PRINCIPAL: CONHECIMENTO DO PROCESSO

❖ AGRONOMIA

TENTATIVA DE AMPLIAR CONHECIMENTOS SOBRE ESPÉCIES DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

OBJETIVO PRINCIPAL É A OBTENÇÃO DE SUBSÍDIOS PARA USO CORRETO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

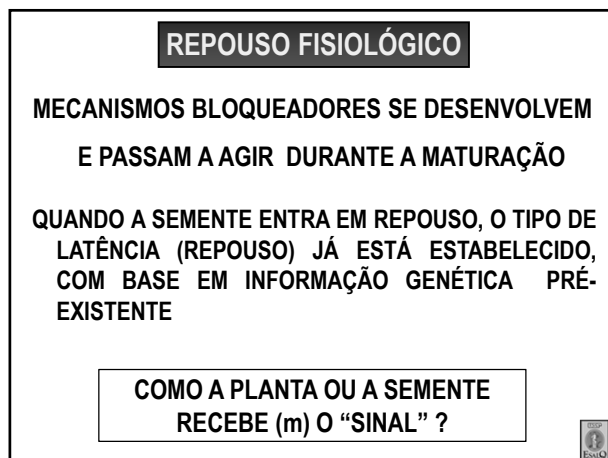
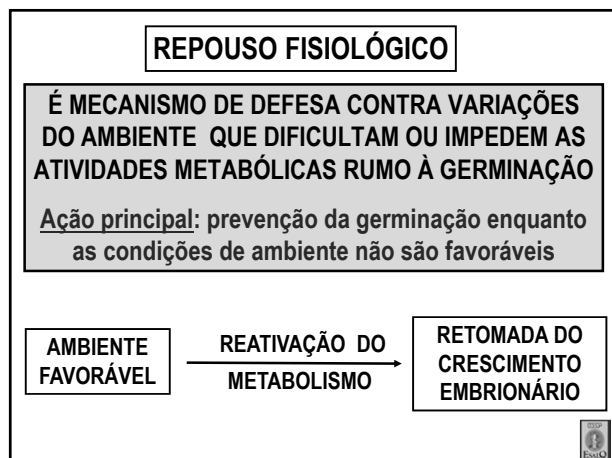
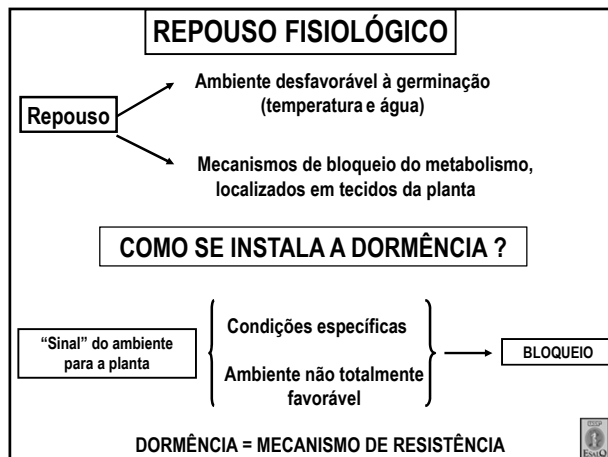
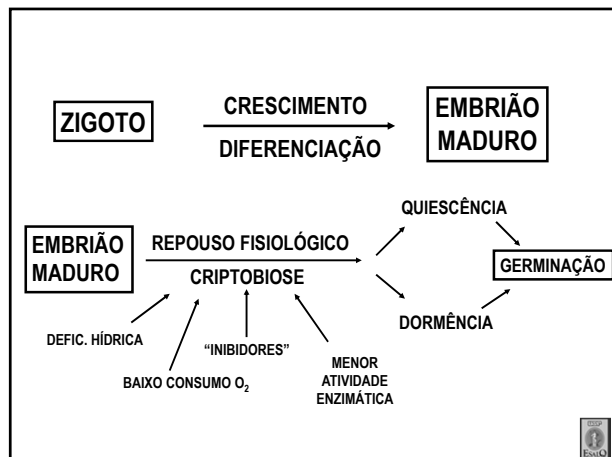


FORMAÇÃO / MATURAÇÃO



REPOUSO FISIOLÓGICO





REPOUSO FISIOLÓGICO

HORMÔNIOS SÃO OS “SENSORES” E OS MENSAGEIROS DOS ESTÍMULOS AMBIENTAIS

Ações:

- SÍNTESE DE SUBSTÂNCIAS ESPECÍFICAS
- GERENCIAMENTO DE PROCESSOS FISIOLÓGICOS: ativação de genes
- SÃO SINTETIZADOS OU ATINGEM CONCENTRAÇÕES PRÉ-DETERMINADAS PARA QUE SEJA ATIVADO OU NÃO O PROCESSO DE TRANSCRIÇÃO DA MENSAGEM GENÉTICA



REPOUSO FISIOLÓGICO

SINAL “INVERSO” DO AMBIENTE → HORMÔNIOS

ATIVAÇÃO DA TRANSCRIÇÃO → CESSA BLOQUEIO

METABOLISMO PARA A GERMINAÇÃO

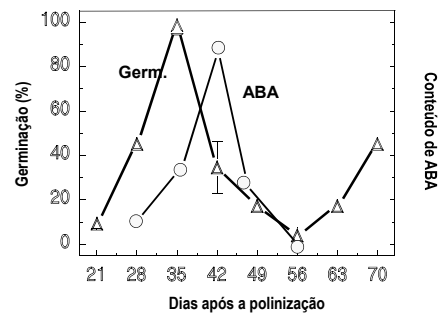


REPOUSO FISIOLÓGICO

PRINCIPAL FUNÇÃO DA DORMÊNCIA

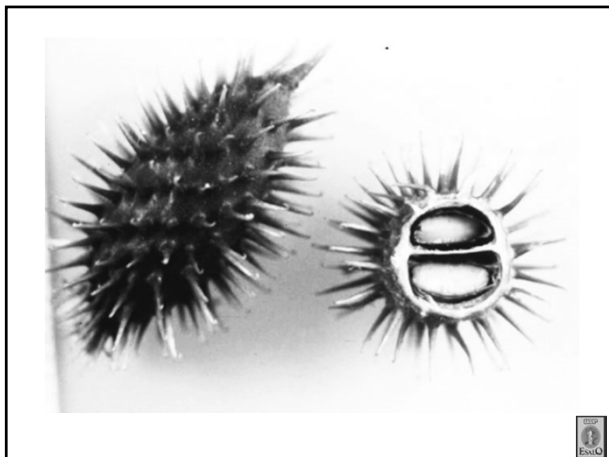
PREVENIR A GERMINAÇÃO DURANTE PERÍODO EM QUE O AMBIENTE NÃO É FAVORÁVEL PARA A COMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO OU PARA O ESTABELECIMENTO DA PLÂNTULA

Conteúdo de ABA aumenta durante a fase intermediária do período de desenvolvimento da semente de tomate



Henk Hilhorst





ENTRADA E SAÍDA DA DORMÊNCIA

DORMÊNCIA: ATUAÇÃO DE MECANISMOS PROGRAMADOS GENETICAMENTE, COMO RESULTADO DE INDUÇÃO IMPOSTA POR COMBINAÇÃO DE CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DO AMBIENTE..



CONCEITUAÇÃO

Dormência é um fenômeno em que as sementes não germinam quando expostas a condições favoráveis de ambiente, devido à atuação de fatores internos (Diversos autores)

Dormência é o estado de repouso fisiológico em que a semente, em função de sua estrutura ou composição química, possui um ou mais mecanismos bloqueadores da germinação (Villiers, 1972)



CONCEITUAÇÃO

Dizem-se dormentes as sementes que, depois de expostas a determinadas condições de ambiente, durante a maturação ou após a maturidade, apresentam alteração restritiva das condições exigidas para a germinação (Labouriau, 1983)

A dormência não é uma condição negativa acidental: é uma modalidade de desenvolvimento, um padrão de diferenciação



CONCEITUAÇÃO

Egley (1995): Dormência consiste na incapacidade do embrião reassumir nível suficiente de crescimento para a protrusão da raiz primária, mesmo quando os fatores de inibição foram removidos e as condições de ambiente são favoráveis à germinação

??????????



CONCEITUAÇÃO

Cardoso (2004):

Dormência é a ausência de germinação quando as sementes são expostas a condições presumivelmente favoráveis de ambiente



CONCEITUAÇÃO

Baskin e Baskin (2004):

Dormência: fenômeno caracterizado pela incapacidade da semente germinar, durante determinado período de tempo, sob combinações de condições ambientais que seriam favoráveis à germinação a partir do momento em que as sementes superam a dormência.



INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

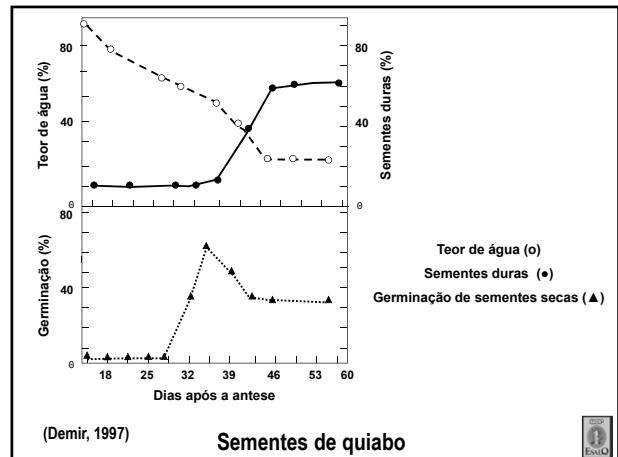
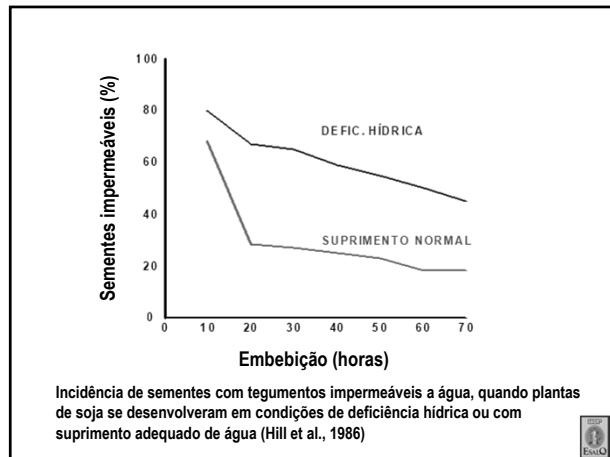
1. Água

Seca na maturação de sorgo → Menor acúmulo de ABA

Seca na maturação de aveia → Maior atividade de giberelinas

Seca na maturação de leguminosas





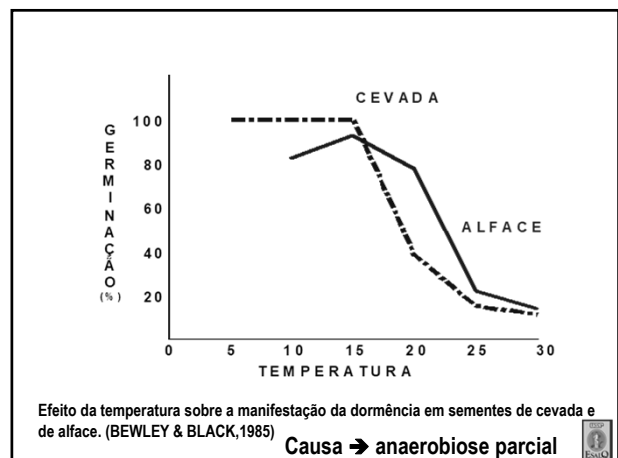
INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

2. Temperatura: baixa ou elevada

Elevada na maturação: dificuldade de acesso ao O_2

Membranas: “sensores” das variações da temperatura

Síntese acentuada de inibidores ou deficiente de promotores pode ser a causa



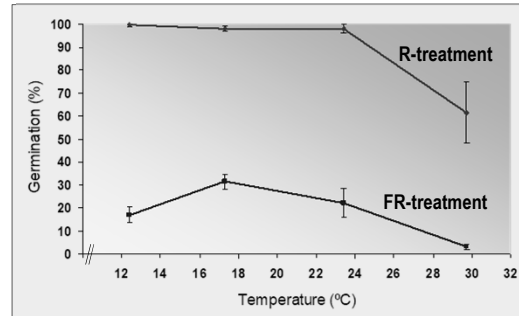
INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

3. Fotoperíodo / luminosidade

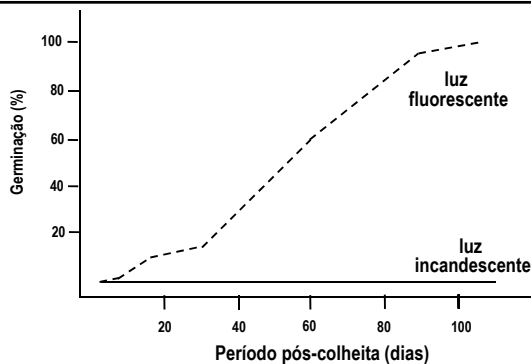
Maturação sob vegetação densa:
maior concentração de F_V (forma inativa)



Qualidade da luz



Porcentagens de germinação sob diferentes temperaturas, no escuro, de sementes de alface produzidas sob a influência de radiações vermelhas ("R-treatment") e infra-vermelhas ("FR-treatment"). Samuel Contreras.



Efeitos da qualidade da luz durante a maturação sobre a dormência de sementes de *Arabidopsis thaliana* (Hayes & Klein, 1974).



INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

4. Posição da semente na planta

Heteroblastia ou polimorfismo

Exemplos: variações em função da posição na panicula, no interior da vagem e da posição da vagem na planta, frutos de quiabo

5. Nutrição mineral

Exemplo: em trigo, baixos níveis de K → > ABA → > dormência



SIGNIFICADO DA DORMÊNCIA

PLANTA / SEMENTE

Germinação apenas em ambiente favorável

Maior longevidade da semente

Resistência a condições adversas de ambiente

Distribuição da germinação no tempo: polimorfismo

Recursos de alta eficácia para a preservação da espécie



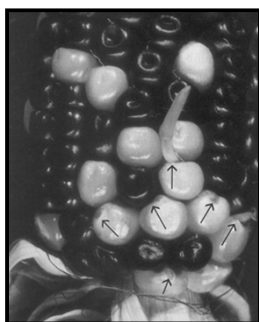
SIGNIFICADO DA DORMÊNCIA

AGRICULTURA

Conservação da semente durante longo período

Resistência ao ambiente em campo e no armazém

Impede a viviparidade



Viviparidade em sementes de milho e de trigo
Holdsworth et al. (1999)

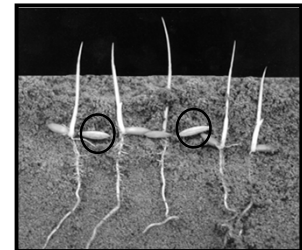
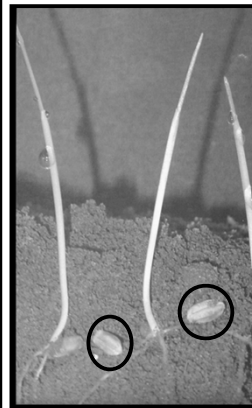


SIGNIFICADO DA DORMÊNCIA

AGRICULTURA

Redução da emergência de plântulas em campo

Germinação distribuída no tempo → desuniformidade



SIGNIFICADO DA DORMÊNCIA

AGRICULTURA

Longevidade de sementes de plantas silvestres

Necessidade de tratamento

Problemas no melhoramento genético

Plantas voluntárias ou espontâneas



TIPOS DE DORMÊNCIA

1. PRIMÁRIA

Característica da espécie ou cultivar

Ocorre sistematicamente, com intensidade variável, mas não dependente da região e ano

Programada geneticamente, se instala durante a maturação

Período de dormência é muito variável: dias, meses, anos ...



TIPOS DE DORMÊNCIA

2. SECUNDÁRIA

Ocorre esporadicamente, após a maturidade ou a dispersão, em resposta ao ambiente

Sementes que não eram dormentes

Sementes que haviam superado a dormência

Em recesso, o aparato para desencadear a manifestação do mecanismo que determina a dormência

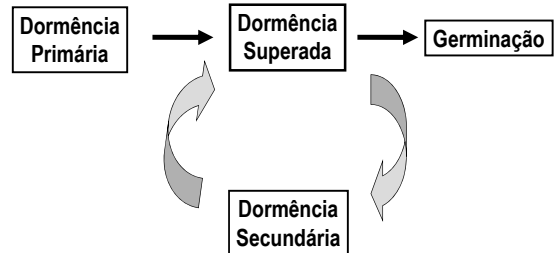
Secagem de sementes de sorgo

Secagem de sementes de arroz

Alface x termodormência ou termoinibição



Ciclos de Dormência



Representação esquemática das transições entre dormência e germinação (continua reversão de dormência na mesma semente) → Hilhorst, 1998

A contínua reversão dormência / não dormência caracteriza o ciclo



CAUSAS DA DORMÊNCIA

CLÁSSICAS

- IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA
- IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” A TROCAS GASOSAS COM O AMBIENTE
- RESISTÊNCIA MECÂNICA DA “COBERTURA”
- EMBRIÃO IMATURO OU IMATURIDADE FISIOLÓGICA
- SUBSTÂNCIAS INIBIDORAS
- COMBINAÇÃO DE CAUSAS



CAUSAS DA DORMÊNCIA

CARVALHO & NAKAGAWA (1983)

- Sistema de controle da entrada de água no interior da semente
- Sistema de controle do desenvolvimento do eixo embrionário
- Sistema de controle do equilíbrio entre promotores e inibidores

Subsistemas sensíveis a: luz, temperatura, O_2 e/ou CO_2 , umidade (armazenamento, lavagem), etileno, substâncias receptoras de Hidrogênio ou elétrons (nitratos)



CAUSAS DA DORMÊNCIA

AMEN (1968)

- IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA
- EQUILÍBRIO ENTRE PROMOTORES E INIBIDORES

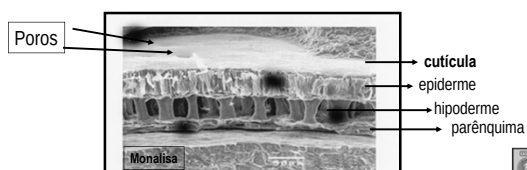


IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA

Exemplos: soja perene, alfafa, calopogônio, trevos, leucena, centrosema, mucuna preta, quiabo, flamboyant, corda de viola, cuscuta → SEMENTES DURAS

Causas

- a) Porosidade do tegumento: ausência ou baixa densidade



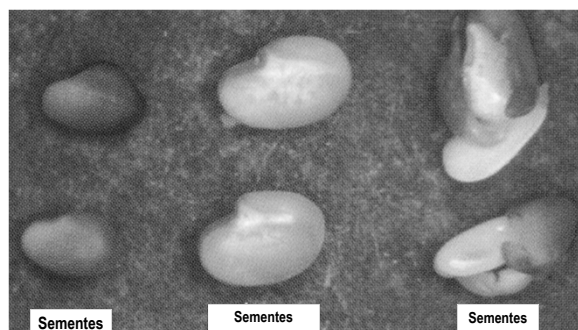
IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA

Causas

- b) Suberina e/ou lignina nas camadas superficiais do tegumento (cutícula e epiderme)
- c) Fechamento da fenda hilar
- d) Deposição de restos do endocarpo → material ceroso
- e) Deposição de lipídios na base da camada paliádica (epiderme)

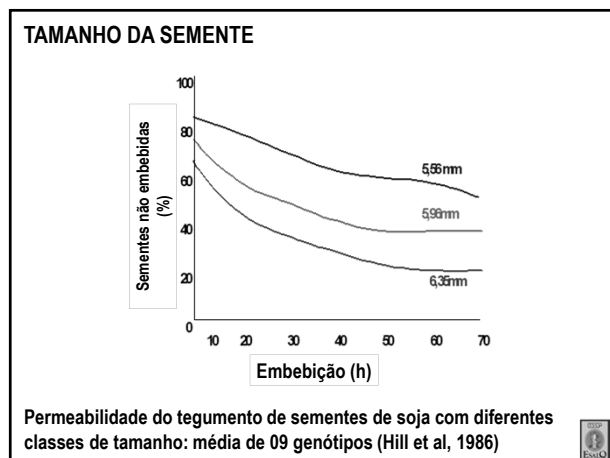
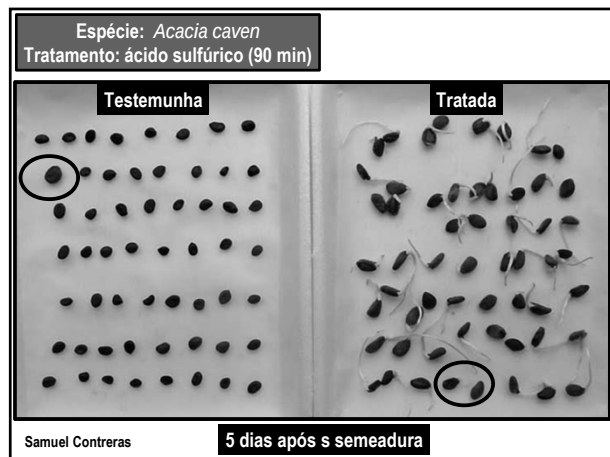


IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA



(Seed Technologist Training Manual (Society Commercial Seed Technologists))





RESISTÊNCIA MECÂNICA DA “COBERTURA”

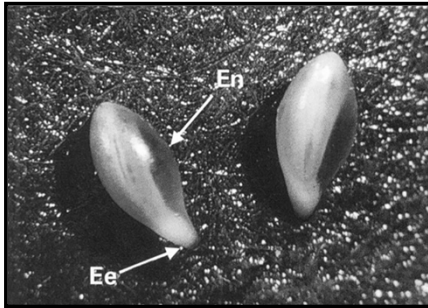
Há absorção de água e entrada de O_2 , mas a expansão do embrião é limitada pela resistência da “cobertura”

Exemplos: pêssego, manga, castanha do Brasil, *Paspalum*, alface (*endosperma*)

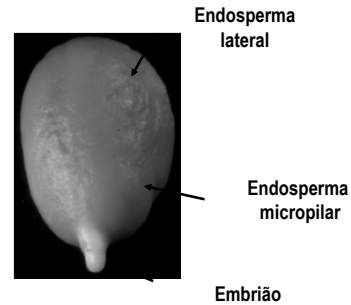
Causa rara e menos aceita

Resistência mecânica ou resistência à saída de inibidores?

Enfraquecimento de paredes celulares: endo- β -mananase



Aspectos do crescimento do eixo embrionário (Ee) no interior do endosperma (En), sem que ocorra protrusão da raiz primária, em sementes sem pericarpo. (Nascimento, 2002)



IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” A TROCAS GASOSAS

Exemplos: *alface (endosperma)*, *abóbora*, *arroz*, *aveia*, *beterraba*, *cevada*, *maçã*, *trigo*, *Xanthium*, *gramíneas forrageiras*

RESISTÊNCIA À ENTRADA DE O₂ OU SAÍDA DE CO₂

- Estrutura e/ou composição química da “cobertura”: barreira física ?
- Presença de inibidores
- Beterraba (parede do ovário), arroz, cevada e forrageiras (glumelas), alface (membrana endosperma)
- Mucilagem: semente ou fruto
- Retenção de inibidores (glumelas)

Épocas (meses)	Câmara Fria e Seca	Armazém Convencional 1	Armazém Convencional 2
0	13,3	13,3	13,3
3	13,5	12,5	10,1
6	10,2	10,0	7,7
9	5,0	8,6	5,8
12	7,8	9,8	6,8

Valores da atividade da polifenoloxidase (unidades/min/g) em extratos de sementes de arroz, quantificadas durante o armazenamento em diferentes locais em ambientes (Vieira et al, 2008)

Épocas (meses)	Câmara Fria e Seca	Armazém Convencional 1	Armazém Convencional 2
0	76,8	76,8	76,8
3	251,2	420,2	703,7
6	256,8	465,0	701,2
9	293,6	490,7	877,4
12	297,0	491,2	902,0

Valores da atividade da α -amilase (mU) em extratos de sementes de arroz, quantificadas durante o armazenamento em diferentes locais em ambientes (Vieira et al, 2008)

IMATURIDADE DO EMBRIÃO

Exemplos: alface (*endosperma*), abóbora, arroz, aveia, cenoura, beterraba, cevada, maçã, trigo, *Xanthium*, gramíneas forrageiras (*Panicum*, *Brachiaria*, *Paspalum*), pêssego, manga, castanha do Brasil

Possíveis causas

Desuniformidade de maturação

Exigências específicas de ambiente

Equilíbrio promotores x inibidores

Efeitos do ambiente sobre as membranas (Gel)

DESEQUILÍBRIO ENTRE PROMOTORES E INIBIDORES

Desequilíbrio Promotores x Inibidores

Exemplos: alface (*endosperma*), abóbora, arroz, aveia, beterraba, cevada, maçã, trigo, *Xanthium*, gramíneas forrageiras, pêssego, manga, castanha do Brasil, citros, pêra, tomate, uva, girassol, algodão, amendoim

EFEITOS SOBRE o pH

ALTERAÇÃO DA ATIVIDADE DE ENZIMAS RESPIRATÓRIAS

EFEITOS NA PERMEABILIDADE DAS MEMBRANAS

INTERFERÊNCIA NA ATIVIDADE DE PROMOTORES DA GERMINAÇÃO

INIBIÇÃO DA DIVISÃO E/OU EXPANSÃO CELULAR

INIBIÇÃO DA SÍNTESE DE ÁCIDOS NUCLEICOS E DE PROTEÍNAS

DESEQUILÍBRIO PROMOTORES x INIBIDORES

Localização de inibidores: tegumento (“cobertura”), embrião, brácteas, polpa do fruto

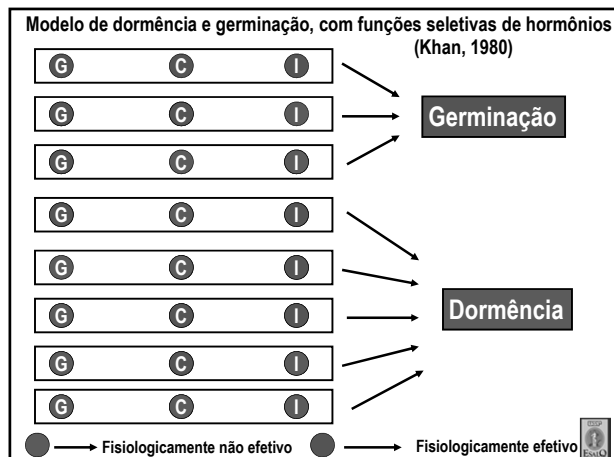
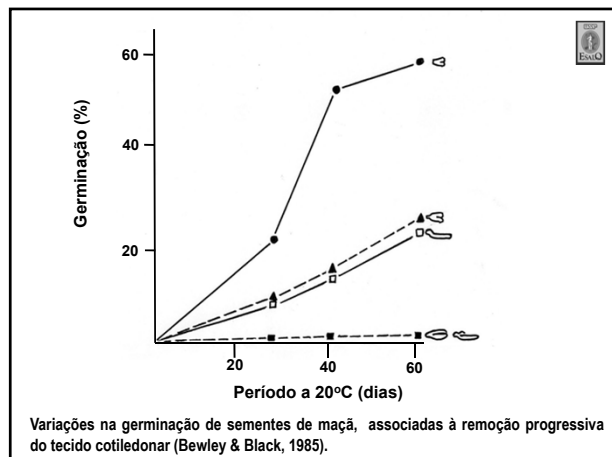
Tipos de inibidores

Ácidos aromáticos: transcinâmico, cafeico, ferúlico, sinápico

Lactonas: cumarina, anemonina, ácido parascórbico

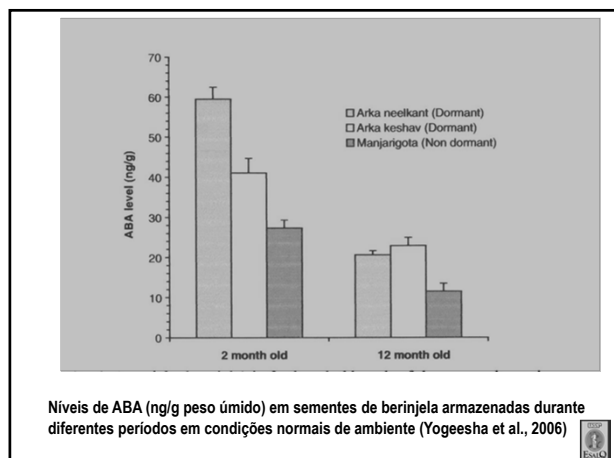
Terpenóides: ABA

Taninos, compostos fenólicos, aldeídos (citrál), alcalóides (cafeína)



Cultivar	Armazenamento (meses)		
	2	8	12
1	00	46	89
2	02	45	92
3	95	94	96

Germinação de sementes de berinjela armazenadas sob condições normais de ambiente. (Yogeesha et al., 2006)



TRATAMENTOS PARA SUPERAR A DORMÊNCIA

- Profundidade da dormência é inversamente proporcional à idade da semente
- Dormência pode persistir por períodos curtos ou prolongados
- Há carência de métodos práticos para superar a dormência
- Dificuldade: identificar a(s) causa(s) do bloqueio
- Diferenciar, com segurança, as sementes dormentes das fisiologicamente mortas



Dias após o floresc.	Região do capítulo	Inicial		6 meses	12 meses
		Germin (%)	Dorm (%)	Germin (%)	Germin (%)
30	Central	7	93	96	92
	Interm.	7	93	97	91
	Periférica	7	92	98	89
40	Central	12	87	93	87
	Interm.	12	88	94	89
	Periférica	13	85	93	89

Germinação de sementes de girassol colhidas com diferentes idades (DAF) e armazenadas durante 12 meses (Maeda et al., 1997)



Tratamento	Procedimento	Causa (s) Superada(s)
Armazenamento	Condições normais	Todas
Escarificação mecânica	Uso de material abrasivo	ITA, ITG
Luz	Germinadores ou semeadura superficial	ITG, IF, SPI
Baixas temperaturas	5 a 10°C, em ambiente úmido	ITG, IF, SPI
Água quente	Imersão em água, a 60°C (1 a 2 minutos)	ITA
Nitrato de potássio	Em laboratório, a 0,2% (umedecer substrato)	ITG, IF
Lavagem em água corrente	Durante 10 minutos	IF, SPI
Ácido sulfúrico conc.	Em laboratório, 5 a 10 minutos	ITA, ITG, SPI
Temperatura elevada	Secagem a 40°C	ITG, IF, SPI
Éter, álcool, acetona	Imersão durante 30 minutos	ITA
ITA: impermeabilidade do tegumento à água		
ITG: impermeabilidade do tegumento a gases		
SPI: balanço entre promotores e inibidores		
IF: imaturidade fisiológica do embrião		



CULTIVARES	COLHEITA		07 DIAS APÓS AS COLHEITAS		
	U (%)	G (%)	Com casca*	Sem casca*	Secagem**
COSTA RICA 1113	25,2	00	06	62	100
INIAP – 7	21,2	06	10	68	90
TIKAL – 2	20,0	06	06	36	95
CICA 6	21,2	08	22	12	97
IR – 8	17,2	19	41	24	96
CICA 4	20,8	46	88	79	99
CICA 7	27,3	50	49	52	95

Germinação de sementes de 07 cultivares de arroz recém colhidas e após tratamentos para superar a dormência (ARREGOCÉS, s.d.)



Teor de Água (%)	3 MESES		12 MESES	
	Não esc.	Escarificada	Não esc.	Escarificada
8,1	91	90	95	91
8,9	93	87	82	75
11,0	92	63	79	37
13,0	87	43	75	32

Efeitos da escarificação mecânica sobre a germinação de sementes de lespedeza, armazenadas com diferentes graus de umidade
(Ward, citado por Carvalho e Nakagawa, 1980)

