

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

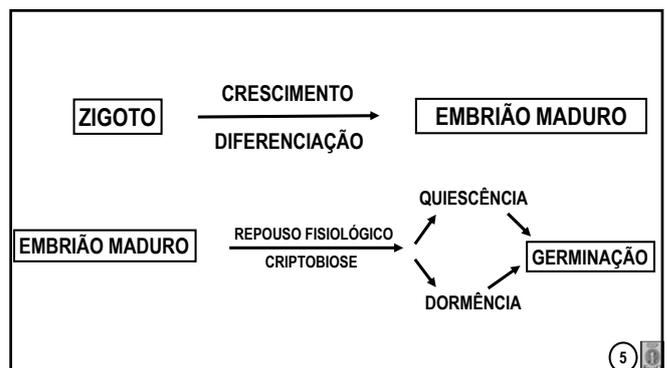
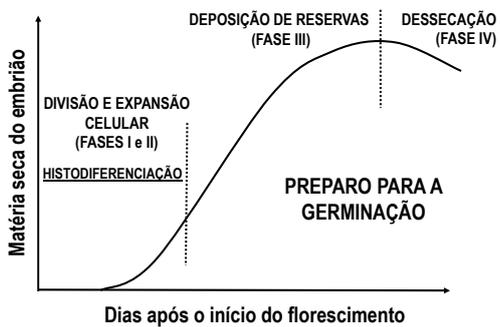
OBJETIVO PRINCIPAL: CONHECIMENTO DO PROCESSO

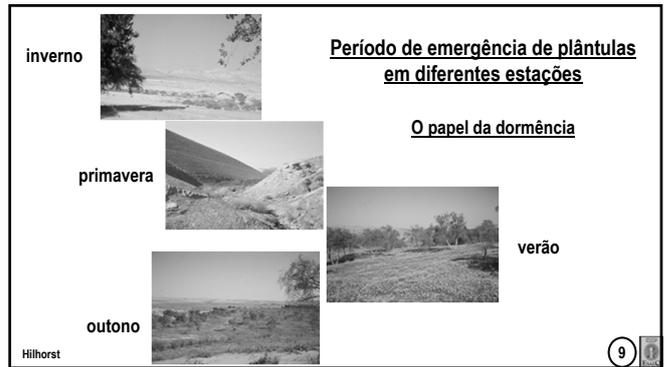
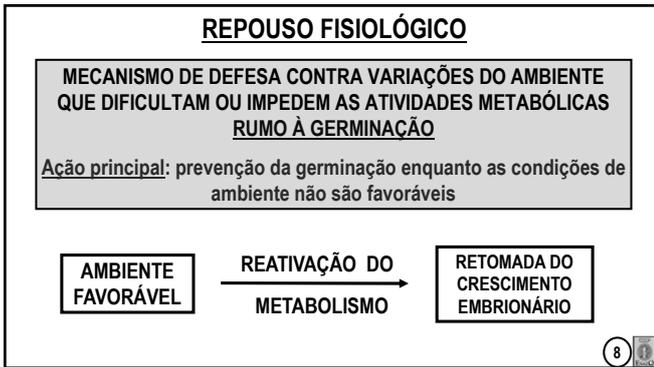
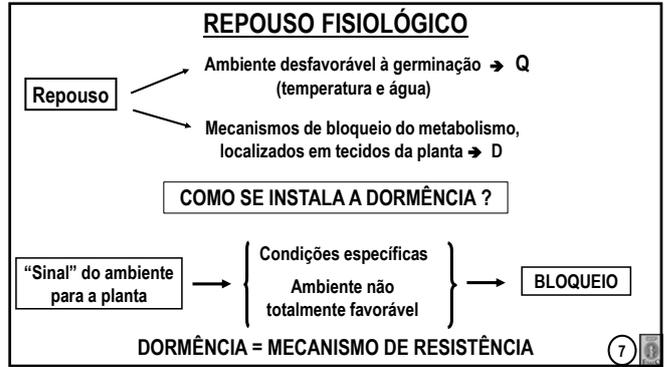
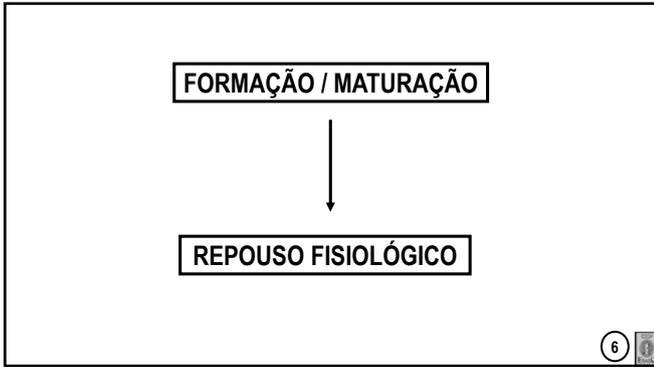
❖ AGRONOMIA

TENTATIVA DE AMPLIAR CONHECIMENTOS SOBRE ESPÉCIES DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

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

2





REPOUSO FISIOLÓGICO

MECANISMOS BLOQUEADORES SE DESENVOLVEM E PASSAM A AGIR DURANTE A MATURAÇÃO

QUANDO A SEMENTE ENTRA EM REPOUSO, O TIPO DE LATÊNCIA (REPOUSO) JÁ ESTÁ ESTABELECIDO, COM BASE EM INFORMAÇÃO GENÉTICA PRÉ-EXISTENTE

COMO A PLANTA OU A SEMENTE RECEBE (m) O "SINAL" ?

10

REPOUSO FISIOLÓGICO

- HORMÔNIOS SÃO OS "SENSORES" E OS MENSAGEIROS DOS ESTÍMULOS AMBIENTAIS

Ações

- SÍNTESE DE SUBSTÂNCIAS ESPECÍFICAS

- ATINGEM CONCENTRAÇÕES PRÉ-DETERMINADAS PARA QUE SEJA ATIVADO OU NÃO O PROCESSO DE TRANSCRIÇÃO DA MENSAGEM GENÉTICA

- GERENCIAM ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS: ATIVAÇÃO DIFERENCIAL DE GENES E ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES DAS MEMBRANAS

11

REPOUSO FISIOLÓGICO

BLOQUEIO DA TRANSCRIÇÃO → DORMÊNCIA

BLOQUEIO DA TRADUÇÃO → QUIESCÊNCIA

SINAL "INVERSO" DO AMBIENTE → HORMÔNIOS

ATIVAÇÃO DA TRANSCRIÇÃO → CESSA BLOQUEIO

METABOLISMO PARA A GERMINAÇÃO

12

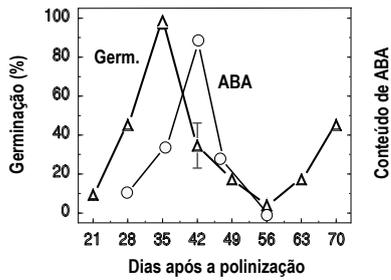
REPOUSO FISIOLÓGICO

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

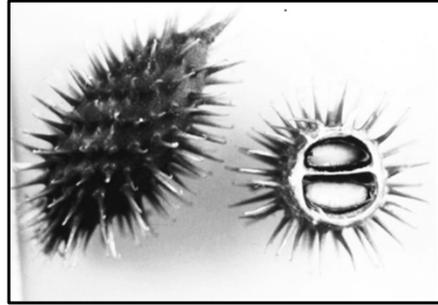
13

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



Henk Hilhorst

14



15

ENTRADA E SAÍDA DA DORMÊNCIA

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

REINÍCIO DAS ATIVIDADES PODE OCORRER EM CÉLULAS LOCALIZADAS EM DIFERENTES PARTES DO EIXO EMBRIONÁRIO

16A

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)

17

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

??????????

19

CONCEITUAÇÃO

Cardoso (2004):

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

22

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

23

INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

1. Água
2. Temperatura
3. Fotoperíodo
4. Nutrição mineral

25

INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

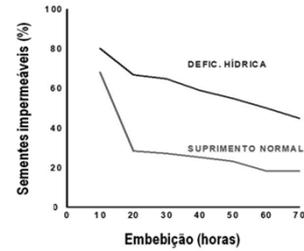
1. Água

Seca na maturação de sorgo → Menor acúmulo de ABA

Seca na maturação de aveia → Maior atividade de giberelinas

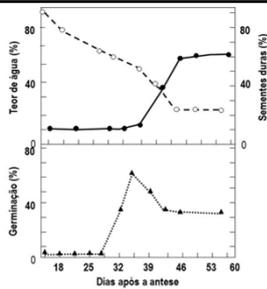
Seca na maturação de leguminosas

26



Incidência de sementes com tegumentos impermeáveis à água, quando plantas de soja se desenvolveram em condições de deficiência hídrica ou com suprimento adequado de água (Hill *et al.*, 1986)

27



Teor de água (%), germinação (%) durante a maturação de sementes de quiabo com tegumento impermeável à água (%) (Demir, 1997)

28

INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

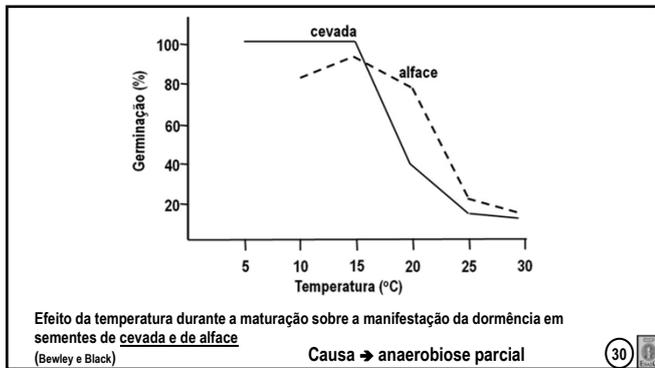
2. Temperatura: baixa ou elevada

Elevada na maturação: dificuldade de acesso ao O₂

- Membranas: "sensores" das variações da temperatura

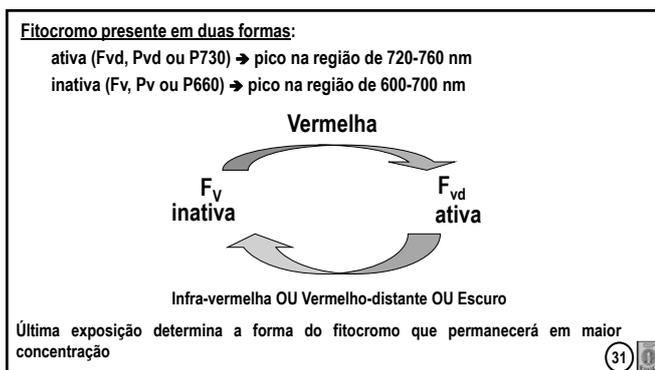
- Síntese acentuada de inibidores ou deficiente de promotores pode ser a causa

29



INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

3. Fotoperíodo / luminosidade



INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

3. Fotoperíodo / luminosidade

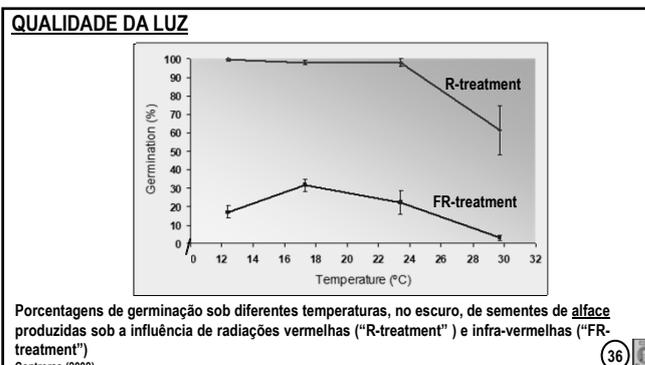
Maturação da semente sob vegetação densa:
 maior concentração de F_v (forma inativa)

Parâmetro	Tratamento "V"	Tratamento "I.V."
Massa seca (mg/semente)	0,75	0,79
Germin. 20 °C – rad. V.	99	100
Germin. 20 °C – escuro	100	29
Germin. 20 °C – rad. I.V.	06	00
Teor de ABA	26,5	43,8

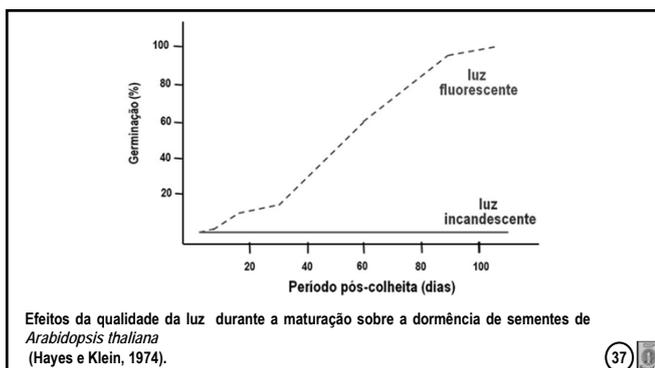
Parâmetros fisiológicos de sementes de alface 'Tango' produzidas sob dois regimes de iluminação (Contreras *et al.*, 2008)

I.V. = FR

33



36



37

INDUÇÃO DA DORMÊNCIA

4. **Nutrição mineral**

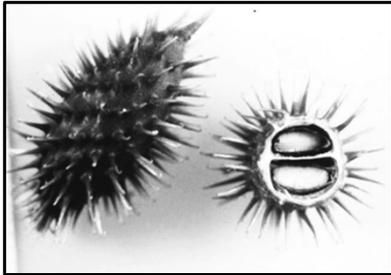
Exemplo: em trigo, baixos níveis de K: > ABA e > dormência

5. **Posição da semente na planta**

Heteroblastia ou polimorfismo

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

39



Xanthium sp.: semente na posição superior geralmente dormente (polimorfismo)

40

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

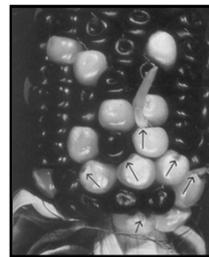
41

SIGNIFICADO DA DORMÊNCIA

AGRICULTURA

- Conservação da semente durante longo período
- Resistência ao ambiente em campo e armazém
- Impede a viviparidade

42



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

43

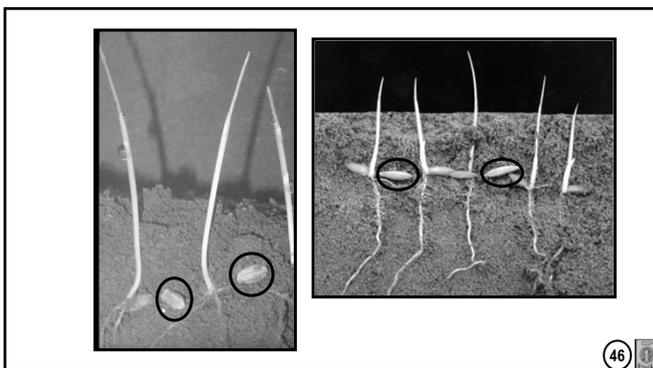


SIGNIFICADO DA DORMÊNCIA

AGRICULTURA

- Redução da emergência de plântulas em campo
- Germinação distribuída no tempo → desuniformidade no estabelecimento do estande

45



SIGNIFICADO DA DORMÊNCIA

AGRICULTURA

- Longevidade de sementes de plantas silvestres
- Necessidade de tratamento
- Problemas no melhoramento genético
- Interpretação de testes de germinação e de tetrazólio
- Plantas voluntárias ou espontâneas

47



Zea parviglumis *Zea mays*

Hilhorst

48

A domesticação e o melhoramento genético provocaram profundas transformações tanto na aparência como no desempenho das sementes

Programas atuais de melhoramento têm incluído formas selvagens de espécies hoje cultivadas para incorporar características de resistência. Com isso, pode haver introdução de fatores indesejáveis, como a dormência

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 ...

50

TIPOS DE DORMÊNCIA

2. SECUNDÁRIA

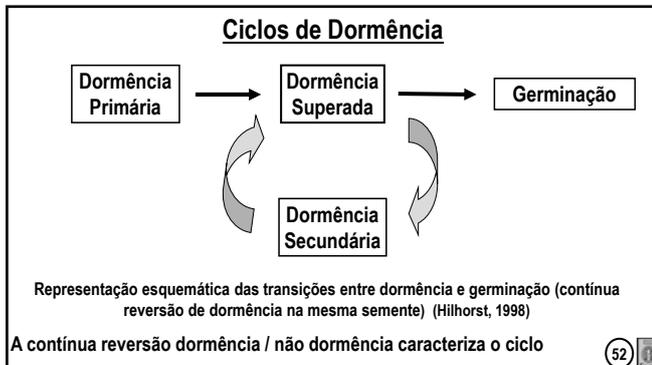
Ocorre esporadicamente, após a maturidade ou a dispersão, em resposta ao ambiente

- 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

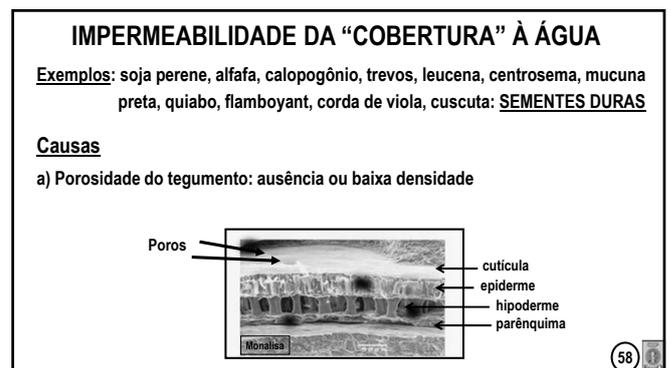
- Secagem de sementes de sorgo
- Secagem de sementes de arroz
- Alface x termodormência ou termoindibição

51



- 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**
- Amen (1968)**
- IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA
 - DESEQUILÍBRIO ENTRE PROMOTORES E INIBIDORES



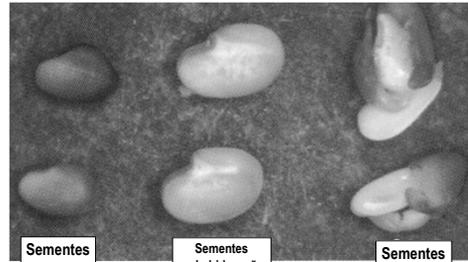
IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA

Causas

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

59

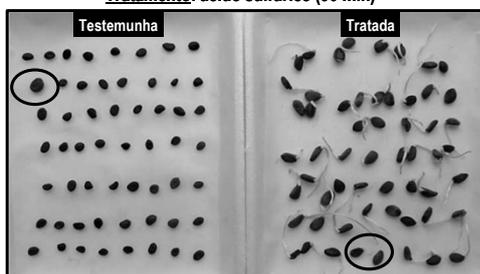
IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” À ÁGUA



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

60

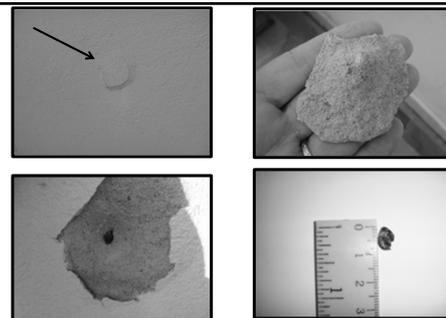
Espécie: *Acacia caven*
Tratamento: ácido sulfúrico (90 min)



Samuel Contreras

5 dias após a semeadura

61



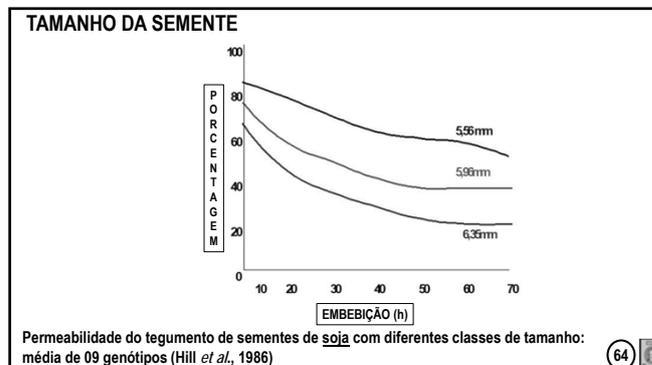
Um pedreiro deixou areia amontoada debaixo de uma planta de *Leucena* e, evidentemente, não peneirou a respectiva, antes de preparar a argamassa para colocar no muro. Depois de 9 anos ...

62

TAMANHO DA SEMENTE	GERMINAÇÃO (%)
Pequena (0,76-1,0 cm ³)	57
Média/Pequena(1,01-1,25 cm ³)	62
Média/Grande (1,26-1,5 cm ³)	67
Grande (1,51- 1,75 cm ³)	78

Influência do tamanho da semente e sobre a intensidade de dormência em *mucuna preta* (Nimer *et al.*, 1983)

63



64

RESISTÊNCIA MECÂNICA DA “COBERTURA”

Há absorção de água e entrada de O₂, mas a expansão do embrião é limitada pela resistência da “cobertura”

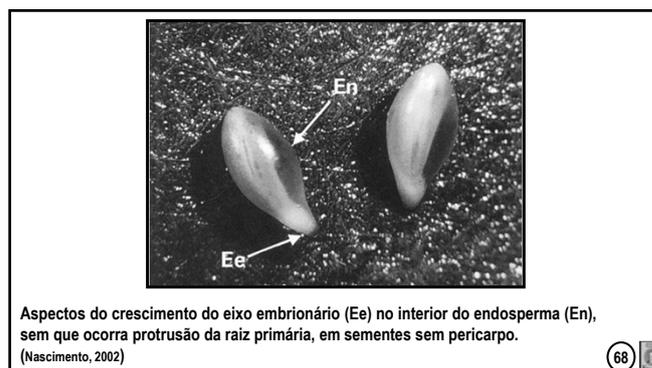
Exemplos: pêssego, manga, castanha do Brasil, *Paspalum*, alface (endosperma)

CAUSA RARA E MENOS ACEITA

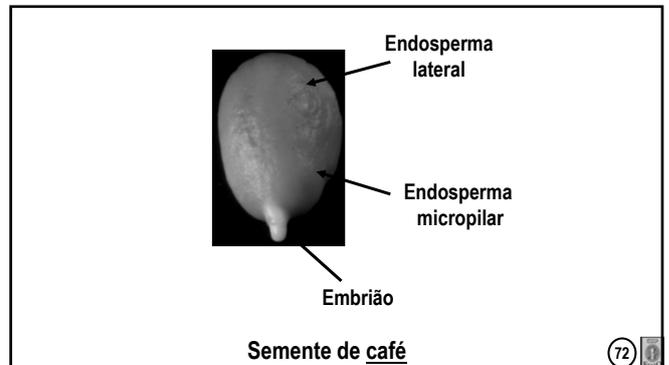
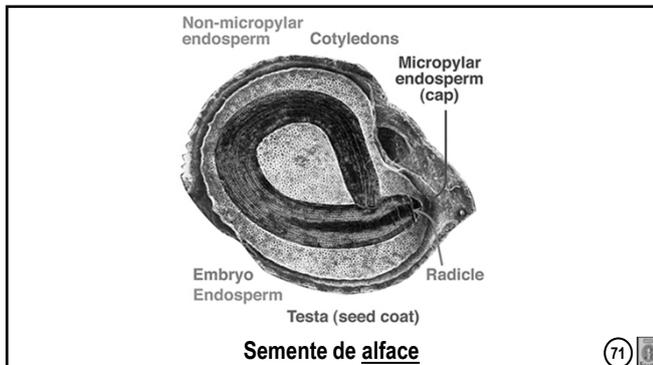
Resistência mecânica ou resistência à saída de inibidores?

Enfraquecimento de paredes celulares: endo-β-mananase

67



68



IMPERMEABILIDADE DA “COBERTURA” A TROCAS GASOSAS

Exemplos: alfafa (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), alfafa (membrana endosperma)
- Mucilagem: semente ou fruto
- Retenção de inibidores (glumelas)

(75)

Épocas (meses)	Câmara Fria e Seca	Armazém	Armazém
		Convencional 1	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)

(76)

Épocas (meses)	Câmara Fria e Seca	Armazém	Armazém
		Convencional 1	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)

77

IMATURIDADE DO EMBRIÃO

1. MORFOLÓGICA (embrião rudimentar)

orquídea, *Pinus silvestris*, *Fraxinus* sp.

2. FISIOLÓGICA

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

78

IMATURIDADE DO EMBRIÃO

1. MORFOLÓGICA

2. FISIOLÓGICA

Possíveis causas:

- Desuniformidade de maturação
- Exigências específicas de ambiente
- Equilíbrio promotores x inibidores
- Efeitos do ambiente sobre as membranas (Gel)

79

DESEQUILÍBRIO ENTRE PROMOTORES e INIBIDORES

Possíveis consequências:

- 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

80

DESEQUILÍBRIO ENTRE PROMOTORES e 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

Localização de inibidores: tegumento ("cobertura"), embrião, brácteas, polpa do fruto (mesocarpo ou endocarpo)

Tipos de inibidores

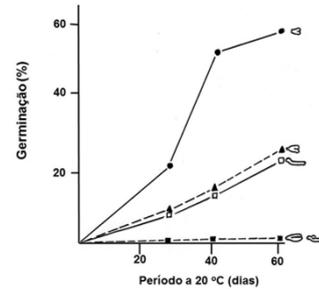
Ácidos aromáticos: transcinâmico, cafeico, ferúlico, sinápico

Lactonas: cumarina, anemonina, ácido parascórbico

Terpenóides: ABA

Taninos, compostos fenólicos, aldeídos (cital), alcaloides (cafeína)

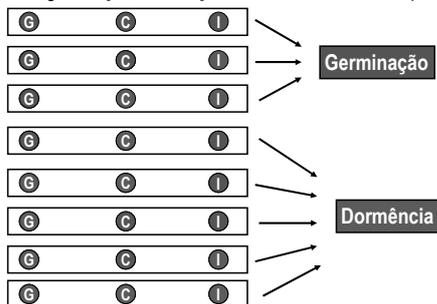
81



Variações na germinação de sementes de maçã, associadas à remoção progressiva do tecido cotiledonar (Bewley e Black).

83

Modelo de dormência e germinação, com funções seletivas de hormônios (Khan, 1980)



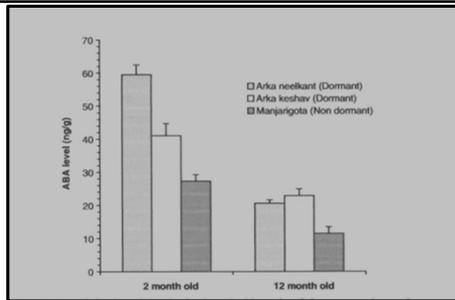
84

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.

(Yogeeshha *et al.*, 2006)

85



Níveis de ABA (ng/g peso úmido) em sementes de berinjela armazenadas durante diferentes períodos em condições normais de ambiente (Yogeeshha *et al.*, 2006)

86

ESPÉCIE	INIBIDOR	LOCALIZAÇÃO
<i>Prunus persica</i>	ABA	Embrião
<i>Arachis hypogaea</i>	ABA	Folhas, vagens
<i>Lupinus luteus</i>	ABA	Vagens
<i>Melilotus alba</i>	Cumarina	Sementes, folhas
<i>Hordeum vulgare</i>	----	Fruto
<i>Triticum aestivum</i>	Taninos	Fruto
<i>L. lycopersicum</i>	ABA	Fruto
<i>G. hirsutum</i>	ABA	Fruto
<i>Brassica nigra</i>	----	Semente

Relação de algumas espécies em que ocorrem substâncias inibidoras da germinação (Ketring, 1973)

87

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

89

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

92

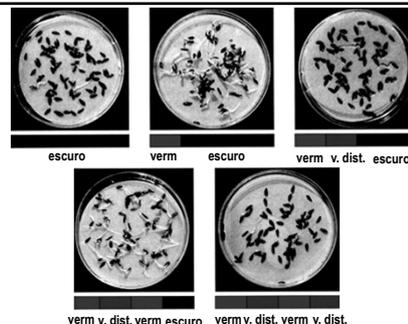
Armazenamento

Dias após o floresc.	Região do capítulo	Inicial		6 meses		12 meses	
		Germin (%)	Dorm (%)	Germin (%)	Dorm (%)	Germin (%)	Dorm (%)
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)

93

Luz



Efeitos de radiações na germinação de sementes de alfafa (Taiz e Zeiger)

94

TRATAMENTOS PARA SUPERAR A DORMÊNCIA

- Escarificação
 - Mecânica
 - Química
- Lavagem em água corrente
- Exposição a baixas temperaturas (estratificação)
- Pré-aquecimento
- Temperaturas alternadas
- Giberelinas e outros biorreguladores

95

CULTIVARES	COLHEITA		07 DIAS APÓS AS COLHEITAS		
	TA (%)	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
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 06 cultivares de arroz recém colhidas e após tratamentos para superar a dormência (Arregocés)

98

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 teores de água
(Ward, citado por Carvalho e Nakagawa)

99

**POR QUE UM MESMO
TRATAMENTO PODE SER CAPAZ
DE SUPERAR MAIS DE UMA
CAUSA DE DORMÊNCIA ?**

100

CAUSAS DE DORMÊNCIA

AMEN (1968)

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

101