

## UNIDADE XIII – DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO

1. Introdução
2. Estrutura de sementes, plântulas e órgãos dormentes
  - 2.1. Sementes e plântulas
  - 2.2. Gemas
  - 2.3. Rizomas, tubérculos, bulbos, bulbos sólidos, raízes modificadas e xilopódios
3. Tipos de dormência em sementes
4. Fisiologia da dormência em sementes e em gemas
5. Fatores que afetam a germinação
  - 5.1. Longevidade das sementes
  - 5.2. Água
  - 5.3. Gases
  - 5.4. Temperatura
  - 5.5. Luz

## 1. INTRODUÇÃO

- No final da maturação da semente, o embrião entra em fase de latência (quiescente), em resposta à dessecação, antes que a semente seja dispersa.
- Após a dispersão, o embrião germina quando encontra condições adequadas (água, oxigênio, temperatura e demais condições ambientais sejam adequadas) para o crescimento.
- Portanto, germinação de semente é o retorno do crescimento do embrião, que depende das mesmas condições ambientais requeridas para o crescimento vegetativo da planta.

- Em muitos casos, uma semente viável poderá não germinar mesmo que as condições ambientais sejam adequadas.
- Fenômeno denominado de **DORMÊNCIA DE SEMENTES**.
- A dormência de sementes introduz um retardamento temporal no processo de germinação que garantirá o tempo requerido para que ocorra a dispersão da semente por uma maior distância geográfica.

- A dormência, também maximiza a possibilidade de sobrevivência da plântula, evitando que a germinação ocorra sob condições ambientais desfavoráveis.
- A dormência pode ocorrer também em gemas da parte aérea e de órgãos subterrâneos, sendo importante para sincronizar tanto o crescimento como a floração entre os indivíduos de uma população.

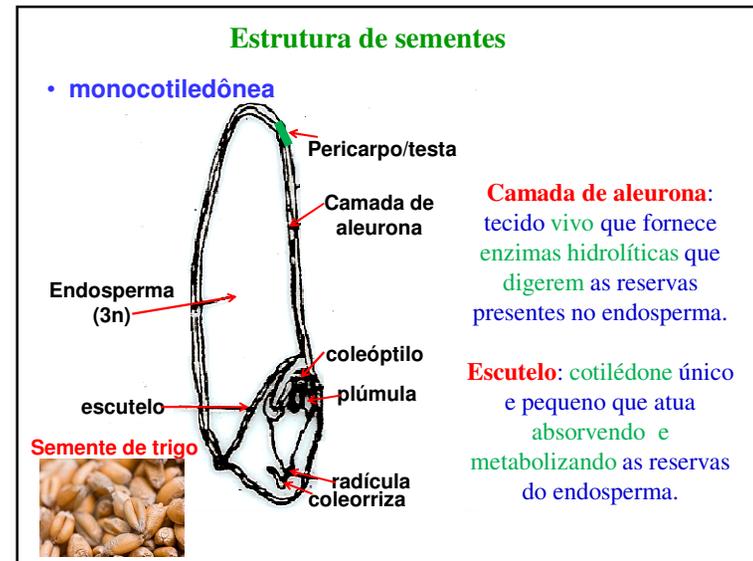
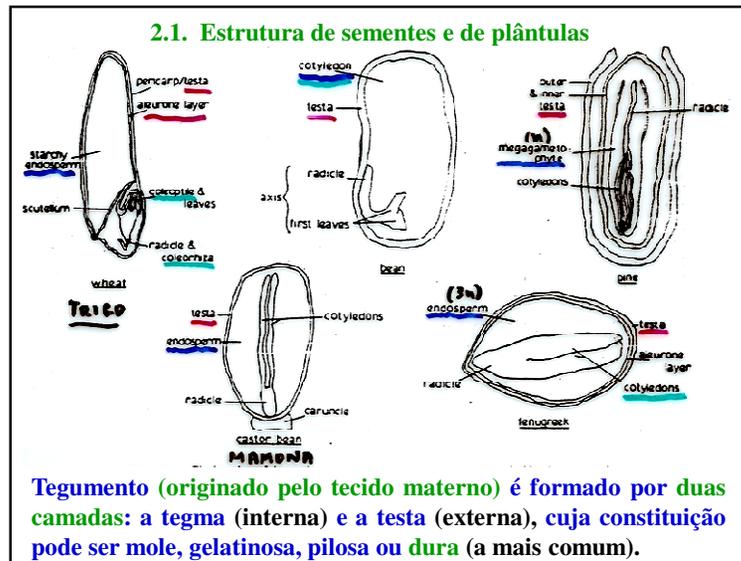
## 2. Estrutura de sementes, plântulas e órgãos dormentes

### 2.1. Estrutura de sementes e de plântulas.

As sementes são estruturas simples que se desenvolvem a partir do óvulo fecundado.

Porém, são fisiologicamente extraordinárias, pois o embrião consegue sobreviver por longos períodos com um teor de água abaixo de 10%.

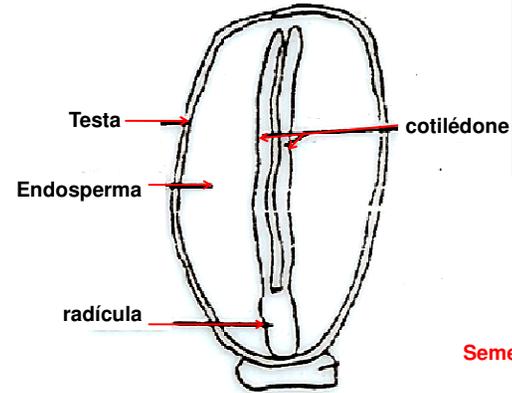
As sementes possuem um embrião (eixo embrionário e um ou dois cotilédones) derivado da fusão dos gametas masculino e feminino e podem ter ou não um endosperma.



**Endosperma, tecido triplóide de reserva, pode:**

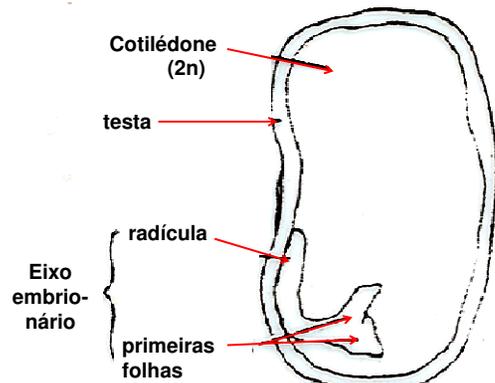
- Ocupar **grande** parte da semente.  
Ex: cereais (trigo, cevada, milho).
- Ser relativamente **pequeno**.  
Ex: crucíferas.
- **Não existir** (sementes não endospérmicas).  
Ex: orquídeas.
- Ocorrer em forma de **tecido acelular cenocítico**.  
Ex: endosperma líquido do coco.

• **dicotiledônea endospérmica**



Semente de mamona

• **dicotiledônea não endospérmica**



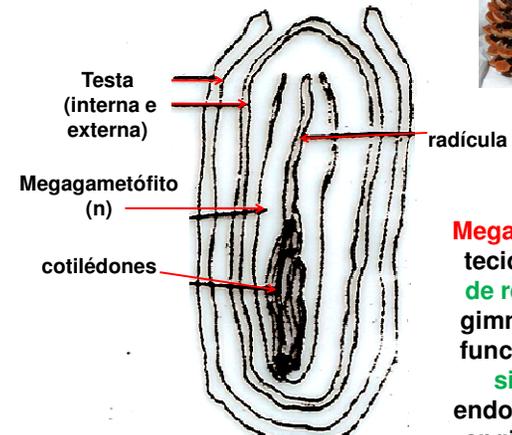
**Cotilédone:** tecido de reserva, que envolve e protege o embrião.

**Embrião:** eixo embriológico, primórdios foliares e 2 cotilédones.



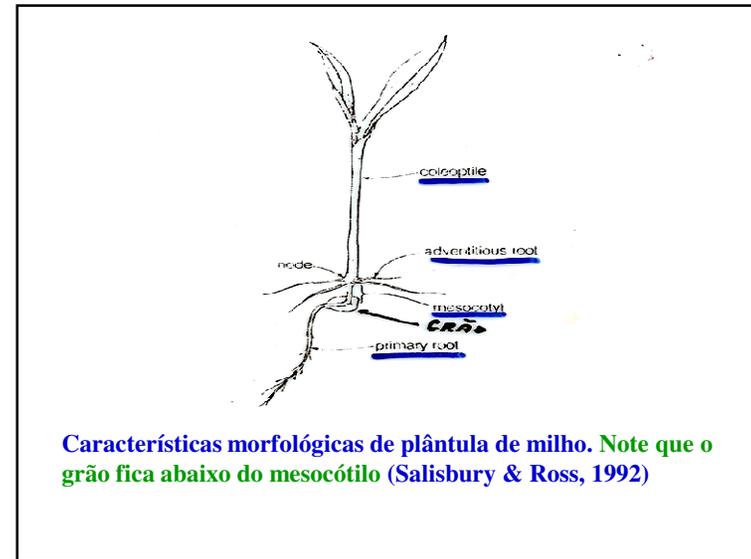
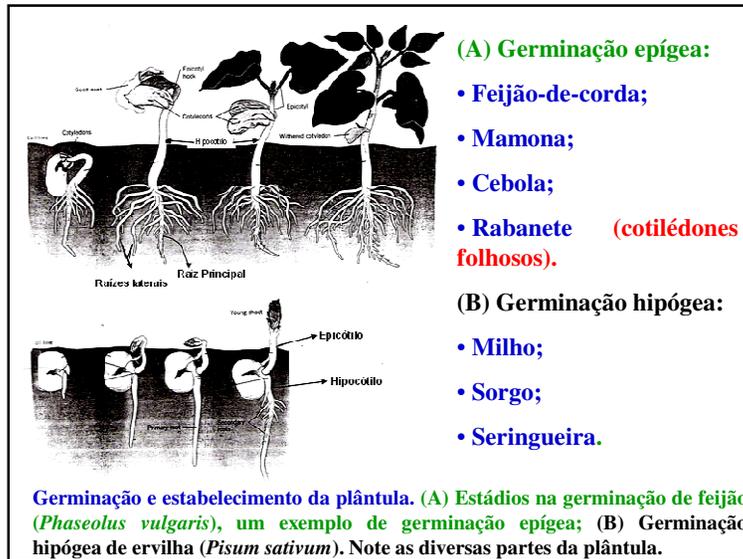
Semente de feijão

• **gimnosperma**



**Megagametófito:** tecido haplóide de reserva das gimnospermas, funcionalmente similar ao endosperma das angiospermas.

Semente de gimnosperma



## 2.2. Gemas

- O crescimento das plantas é restrito às frágeis regiões meristemáticas dos ápices de ramos e raízes.
- Os meristemas dos ramos originam os órgãos da parte aérea e a morfogênese inicial desses órgãos ocorre enquanto eles estão compactados em torno do meristema, em estruturas denominadas GEMAS.

- As gemas mostram ciclos de atividade e de dormência, particularmente onde baixas temperaturas ou períodos secos podem danificar os tecidos vulneráveis (folhas e flores).
- Estas mudanças na atividade das gemas têm a função de evitar condições ambientais desfavoráveis e também sincronizar tanto o crescimento como a floração entre os membros da população.

- Nas espécies do hemisfério norte, as gemas de inverno podem apresentar, no estado dormente, estrutura com escamas curtas (estípulas ou folhas modificadas), que permanecem fortemente compactadas. ☆
- Algumas espécies do cerrado não produzem escamas, sendo as gemas protegidas por folhas jovens compactadas ao redor do ápice. ⇒



Uma gema axilar de louro (*Laurus nobilis*). Note a proeminência das escamas que protegem os primórdios (Hopkins, 2000). ☆

### 2.3. Órgãos subterrâneos gemíferos que entram em dormência:

- Rizomas (banana, gengibre, bambu);
- Tubérculos (batata-inglesa);
- Bulbos (cebola, alho);
- bulbos sólidos (trevo, crocus, açafão);
- xilopódios (pau-santo, piqui, anjelim);
- raízes modificadas (mandioca, batata-doce e vários inhames das zonas tropicais).

São geralmente produzidos pelas plantas cujas partes aéreas morrem a cada ano (plantas vivazes), com a aproximação do inverno ou da estação seca e servem como local de armazenamento de reservas.

Algumas estruturas gemíferas como os bulbos, bulbos sólidos e xilopódios são encontradas em espécies do cerrado e são típicas de comunidades de gramíneas.

Nestes locais, a seca severa e o fogo podem ser fatores que controlam a vegetação.

Enquanto as estruturas jovens acima do solo podem ser facilmente destruídas pela seca e pelo fogo, essas estruturas com gemas, contendo reservas armazenadas, se mantêm em estado de dormência, e podem rapidamente recolonizar a região quando as condições tornam-se favoráveis.

- Produção de inibidores – o tegumento da semente ou o pericarpo podem ter altas concentrações de inibidores de crescimento (ABA, compostos fenólicos e cianogênicos).

### 3.2. Dormência Fisiológica ou Endógena que é própria do embrião:

- Este tipo de dormência ocorre devido à presença de inibidores (ABA) ou a ausência de promotores (GA) do crescimento no embrião. A quebra da dormência é frequentemente associada à queda da relação ABA/GA.

### 3. TIPOS DE DORMÊNCIA EM SEMENTES

3.1. Dormência Física ou Tegumentar: que é imposta pela casca ou outros tecidos (endosperma, pericarpo ou órgãos extraflorais) ocorre devido a:

- Impedimento da absorção de água – presença de cutículas cerosas, camadas suberizadas e esclerides lignificados;
- Dureza mecânica – tegumento rígido que não permite a emersão da radícula;
- Interferência nas trocas gasosas – tegumento pouco permeável ao oxigênio;
- Retenção de inibidores – tegumento evita lixiviação de inibidores do interior da semente;

### FATORES QUE QUEBRAM A DORMÊNCIA DE SEMENTES

#### 1. DORMÊNCIA FISIOLÓGICA (SEMENTES EMBEBIDAS):

- ESTRATIFICAÇÃO (baixas temperaturas);
- FOTOBLASTIA (luz);
- FOTOPERIODISMO (DC).

#### 2. DORMÊNCIA TEGUMENTAR OU FÍSICA:

➤ Em laboratório:

- ❖ ESCARIFICAÇÃO: QUÍMICA (Uso de álcool, ácidos fortes, água quente) E POR ABRASÃO (Uso de lima ou lixa de ferro);
- ❖ IMPACTAÇÃO.

➤ Na natureza, ocorre pelos mesmos processos, entretanto eles são mais lentos:

✓ **ESCARIFICAÇÃO:**

- Através da ação de microorganismos, fungos e ácidos fracos do solo;
- Através da ação dos ácidos do trato digestivo de animais;
- Através da alternância de temperatura diurna e noturna.

✓ **IMPACTAÇÃO:**

- As sementes são arrastadas pelas correntezas de rios ou da chuva, juntamente com os cascalhos.

Obs 1: **Sementes com dois tipos de dormência.**

P. ex.: A leguminosa forrageira anual *Stylosanthes humilis* (ocorrência natural no México, na América Central, Venezuela, África do Sul e regiões Nordeste e Central do Brasil) apresenta sementes com dormência tegumentar e fisiológica (pós-maturação do embrião).

Uma característica evolutiva e ecológica muito importante para a adaptação das espécies do gênero *Stylosanthes*.

Obs 2: **Dormência primária e secundária.**

#### 4. FISIOLOGIA DA DORMÊNCIA

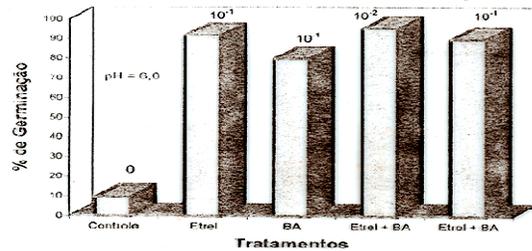
Os estudos relacionados à dormência se baseiam em três principais questões:

- ❖ Quais os sinais ambientais que estimulam o início da dormência e como eles são percebidos?
- **Sinais ambientais:** diminuição da temperatura e diminuição da umidade (síntese de inibidores).
- **Percepção:** embrião e folhas.

❖ Que mudanças metabólicas são responsáveis pela redução na atividade?

- **Repressão gênica, inibição da atividade enzimática e degradação de promotores.**
- ❖ Quais os sinais que promovem a saída da dormência?
- **Aumento da umidade e temperatura e fotoperíodo (síntese de promotores).**

#### 4.1. Dormência de sementes



Quebra da dormência fisiológica de sementes escarificadas de *Stylosanthes humilis*, pela aplicação de etrel e benziladenina.

$$\text{Balanço hormonal} = \frac{\text{ABA, Comp. Fenólicos e Cianogênicos}}{\text{GA, CIT, AIA e Etileno}}$$

#### 4.2. Dormência de gemas

O início da dormência de gemas coincide com:

- A queda de folhas;
- O decréscimo na atividade do câmbio vascular;
- O aumento na severidade das condições ambientais (frio ou seca).

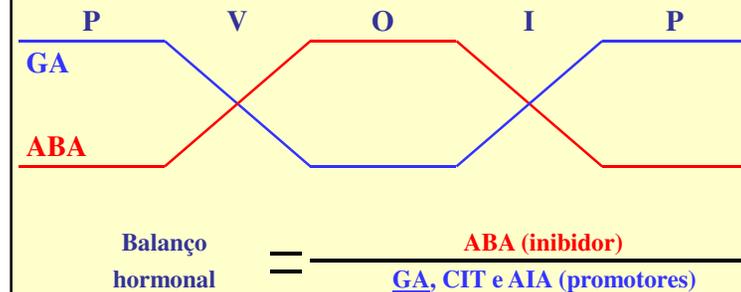
Em plantas de clima temperado, a dormência de gemas parece ser uma resposta de dias curtos, iniciada pelos dias curtos do outono (frio).

Mudanças metabólicas que podem ocorrer na entrada da dormência de gemas de inverno:

- Aumentos na atividade metabólica e na divisão celular;
- Mudanças nos padrões de síntese de enzimas;
- Estocagem de carboidratos e lipídios no parênquima;
- Reforço de paredes celulares com a deposição de lignina;
- Aumento nos teores de açúcares livres, conferindo às células uma maior resistência ao congelamento.

#### Dormência de gemas de inverno

Balanço entre GA e ABA no controle da entrada e saída da dormência de gemas através de sinais ambientais.



## 5. Fatores que afetam a germinação

### 5.1. Longevidade de sementes

- As sementes perdem a viabilidade com o tempo e varia amplamente entre as espécies;
- Em laboratório, os fatores mais importantes na proteção de sementes estocadas são:
  - Baixo teor de água na semente;
  - Baixas temperaturas;
  - Baixas concentrações de O<sub>2</sub>;
  - Altas concentrações de CO<sub>2</sub>.

De um modo geral a umidade parece ser o fator mais crítico.

P. ex: Aumento do teor de água da semente de 5 para 10%, **reduz a viabilidade muito mais** do que o aumento da temperatura de 20 para 40 °C.

Deve-se salientar que a técnica de estocar sementes a seco é artificial e na natureza, excluindo-se situações especiais (dormência), a semente embebida germina dentro de pouco tempo.

Tabela 5. a) Sementes com longevidade curta: menos que 10 anos. (Em geral estas sementes não podem ser estocadas a seco).

Espécie	Longevidade	% germinação	Condições de armazenamento
<i>Zizania aquatica</i>	14 meses	88	1°C; em água
<i>Cocos nucifera</i>	16 meses	—	Ambiente
<i>Naja gracillima</i>	2 meses	13	3°C; em água
<i>Citrus karna</i>	6 meses	80	8-15°C; 61% H <sub>2</sub> O
<i>Citrus sinensis</i>	4 anos	71	7°C; 58% H <sub>2</sub> O
<i>Havea brasiliensis</i>	3 meses	51	5-10°C, em água
<i>Litchi chinensis</i>	3 semanas	8	3°C
<i>Mangifera indica</i>	80 dias	—	Ambiente
<i>Coffea arabica</i>	47 semanas	22	Úmido
<i>Theobroma cacao</i>	4 meses	52	25-30°C; 30% H <sub>2</sub> O
<i>Persea americana</i>	15 meses	—	5°C

b) Sementes com longevidade de 10 anos ou mais.

Espécie	Longevidade (anos)	% germinação	Condições de armazenamento
<i>Avena sativa</i>	32	84	Armazen. seco
<i>Oryza sativa</i>	10	62	Laboratório
<i>Panicum antidotale</i>	12	3	Laboratório
<i>Sorghum vulgare</i>	17	98	Laboratório
<i>Triticum aestivum</i>	32	85	Laboratório
<i>Zea mays</i>	37	70	Armazen. seco
<i>Cassia multiflora</i>	158	100	Enterrada
<i>Nicotiana tabacum</i>	39	92	Enterrada
<i>Pinus nigra</i>	10	99	Laboratório
<i>Canna paniculacea</i>	69	7	Laboratório
<i>Acacia brachybotrya</i>	57	6	Laboratório
<i>Bauhinia sp.</i>	10	100	Laboratório
<i>Caesalpinia bonducella</i>	15	20	Laboratório
<i>Goodia latifolia</i>	105	8	Laboratório
<i>Hevea linearis</i>	105	17	Laboratório
<i>Medicago lupulina</i>	50	68	Laboratório

**Table 3.2. Some Species That Produce Recalcitrant Seeds and Examples of Appropriate Storage Conditions<sup>a</sup>**

Species	Longevity and (% germinated)	Storage conditions	Damaging conditions
<i>Avicennia marina</i>	Few days	Moist	Drying
<i>Corylus avellana</i> (hazelnut)	6 mo +	1°C in polyethylene bag	Drying
<i>Castanea crenata</i> (Japanese chestnut)	6 mo	0–3°C in ventilated can or polyethylene bag	< 0°C; excessive water or drying
<i>Quercus borealis</i> (red oak)	20 mo + (50%)	5°C in sealed tin	< 20–40 moisture content
<i>Juglans nigra</i> (black walnut)	4 yr	3°C in outdoor pit	Drying
<i>Hevea brasiliensis</i> (rubber)	4 mo (3%)	7–10°C in damp sawdust in perforated polyethylene bag	< 20% moisture content
<i>Cocos nucifera</i> (coconut)	16 mo	Ambient temperatures and high RH%	Drying
<i>Coffea arabica</i> (coffee)	10 mo (59%)	25°C in moist charcoal at 92–98% RH	< 8–35% moisture content and < 10°C
<i>Cola nitida</i> (kola nut)	5 mo (80%)	Ambient, heaped in open and kept moist	Drying
<i>Theobroma cacao</i> (cacao)	8–10 wk	21–27°C in pod, coated with fungicide	< 13°C, drying
<i>Zizania aquatica</i> (wild rice)	14 mo (86%)	1°C in water	Drying at < 25°C

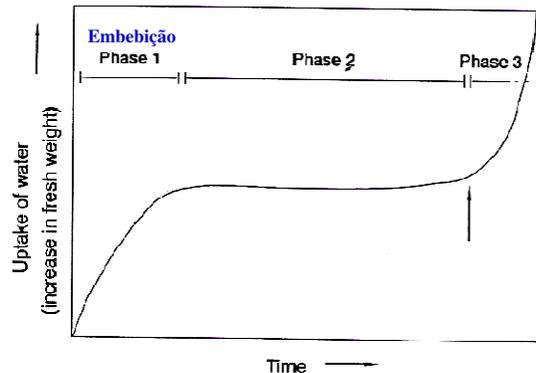
<sup>a</sup>Taken from data in Berjak *et al.* (1989), King and Roberts (1979), and Kovach and Bradford (1992).

## 5.2. ÁGUA

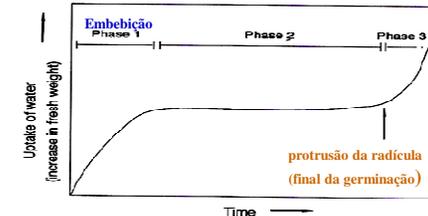
A absorção de água em sementes é controlada pela:

- Permeabilidade do tegumento;
- Disponibilidade de água no solo;
- Composição química das reservas da semente.

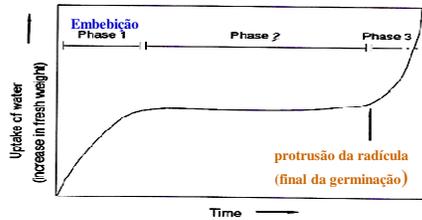
Obs: O gradiente de  $\Psi_w$  entre a semente e o substrato hidratado (solo) pode atingir valores de até 100 MPa, devido ao baixo  $\Psi_m$  existente nas sementes secas.



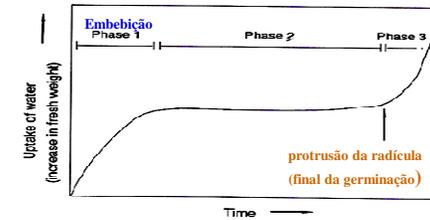
Padrão trifásico de absorção de água em sementes germinando. A seta indica a protrusão da radícula que é o final da germinação (Bewley & Black, 1994).



A fase I, ou embebição, é um processo físico que ocorre em consequência das forças mátricas. A absorção de água, nesta fase, pode ocorrer tanto em sementes viáveis como em não viáveis (mortas).



Embora sementes com dormência fisiológica ou sementes não viáveis possam atingir a fase II (não ocorre absorção de água), somente as sementes que germinam entram na fase III, a qual coincide com o alongamento e emergência da radícula.



Na fase III a absorção de água é retomada, influenciada pela diminuição do  $\Psi_s$  resultante da degradação das substâncias de reserva da semente e seu transporte para o eixo embrionário.

### 5.3. GASES

- A germinação (que termina com a emergência da radícula) e o estabelecimento da plântula são processos que requerem energia.
- Esta energia é fornecida pela respiração das reservas estocadas, um processo que depende de oxigênio.
- A maioria das sementes, portanto, germina em uma atmosfera normal contendo 21% de  $O_2$  e 0,038% de  $CO_2$ .

### 5.4. TEMPERATURA

- Diferentes espécies apresentam diferentes temperaturas ótimas para a germinação.
- Estas diferenças podem estar associadas, em parte, com a própria evolução da espécie (clima da região de origem, etc.).
- Temperatura ótima para germinação é aquela em que a maior percentagem de germinação (100%) ocorre em um menor tempo.

### Efeito da temperatura na germinação de sementes

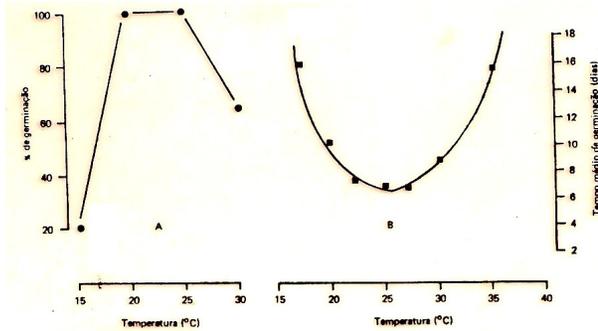


Figura 8. Efeito de temperatura na germinação de duas espécies brasileiras. A) Porcentagem de germinação de *Cucumis anguria* em várias temperaturas. (Dados de Noronha, Vicente e Felipe, 1976. *Hoehnea* 6:7-10). B) Tempo mínimo requerido para a germinação de *Kielmeyera coriacea* em várias temperaturas. (Dados adaptados de Dionello 1978: Tese de Doutorado, Univ. São Paulo.)

Tabela 6. Temperaturas mínimas, ótimas e máximas para germinação de algumas espécies.

Espécie	Mínima	Temp. (°C) ótima	Máxima
<i>Zea mays</i>	8 — 10	32 — 35	40 — 44
<i>Oryza sativa</i>	10 — 12	30 — 37	40 — 42
<i>Triticum sativum</i>	3 — 5	15 — 31	30 — 43
<i>Nicotiana tabacum</i>	10	24	30
<i>Cucumis melo</i>	16 — 19	30 — 40	45 — 50
<i>Silene viscosa</i>	12	15 — 26	39
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	17	19 — 26	28

### 5.5. LUZ

As sementes podem ser classificadas em três categorias, dependendo de suas respostas à luz. Sendo um fator ecológico importante:

1. **Fotoblásticas positivas** – Sementes em que a luz estimula o processo de germinação;
2. **Fotoblásticas negativas** – Sementes em que a luz inibe o processo de germinação;
3. **Fotoblásticas neutras** – Sementes que germinam tanto na luz como no escuro, incluem a maioria das espécies cultivadas.

**Obs 1:** Estas categorias não são absolutas, podendo ocorrer mudanças com o tempo ou quando as sementes entram em dormência secundária;

**Obs 2:** Em geral, sementes secas não apresentam sensibilidade à luz, sugerindo que mudanças bioquímicas podem estar envolvidas na resposta fotoblástica.

Tabela 7. Espécies fotoblásticas.

## A) Fotoblásticas positivas

*Rumex obtusifolius*  
*Stevia rebaudiana*  
*Lactuca* spp.  
*Salvia pratense*  
*Veronica arvensis*  
*Magnolia grandiflora*  
*Panicum capillare*  
*Porophyllum lanceolatum*  
*Nasturtium officinale*

## B) Fotoblásticas negativas

*Cucumis anguria*  
*Nigella damascena*  
*Phacelia tanacetifolia*  
*Silene conica*  
*Aloe variegata*  
*Yucca alopholia*  
*Hedera helix*  
*Nemophila insignis*  
*Forsythia suspensa*

## C) Fotoblásticas neutras

*Anemone nemorosa*  
*Juncus tenagea*  
*Zea mays*  
*Bryonia alba*  
*Hordeum vulgare*

*Pelargonium zonale*  
*Datura stramonium*  
*Tragopogon pratensis*  
*Magonia pubescens*  
*Triticum aestivum*  
*Rapanea gulanensis*

## UNIDADE XIII – DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO

## 6. Metabolismo da semente durante a germinação

## 6.1. Respiração

## 6.2. Degradação e mobilização de reservas

## 6.2.1. Degradação de amido

## 6.2.2. Degradação de proteínas

## 6.2.3. Degradação de lipídios

## 6.2.4. Reservas minerais

## 6. Metabolismo da semente durante a germinação

A germinação de sementes é um processo anfibólico que envolve tanto reações catabólicas como reações anabólicas.

Em termos metabólicos, a **germinação de sementes** pode ser dividida em três etapas:

1. **Embebição** (Absorção de água);
2. Envolve a reativação de organelas e macromoléculas preexistentes na semente, formadas durante a maturação;
3. Envolve a quebra das reservas da semente e sua respiração, gerando ATP como fonte de energia e esqueletos de carbono para o crescimento da plântula.

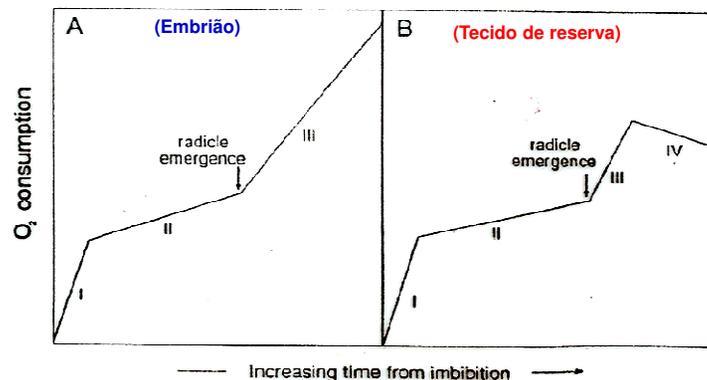
## 6.1. Respiração

Antes da plântula se tornar autotrófica, o desenvolvimento do eixo embrionário é dependente das reservas, **contidas no endosperma ou cotilédones**, as quais precisam ser degradadas.

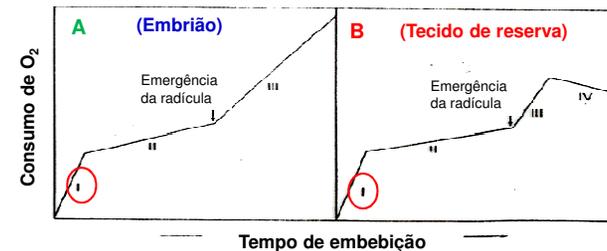
Nesse aspecto, a respiração nas sementes em processo de germinação constitui um caso de particular interesse.

A respiração em sementes quiescentes é muito baixa comparada com aquela em sementes germinando.

Padrão de consumo de oxigênio pelo embrião (A) e pelos tecidos de reserva (B) de sementes durante o processo de germinação (Bewley & Black, 1994).

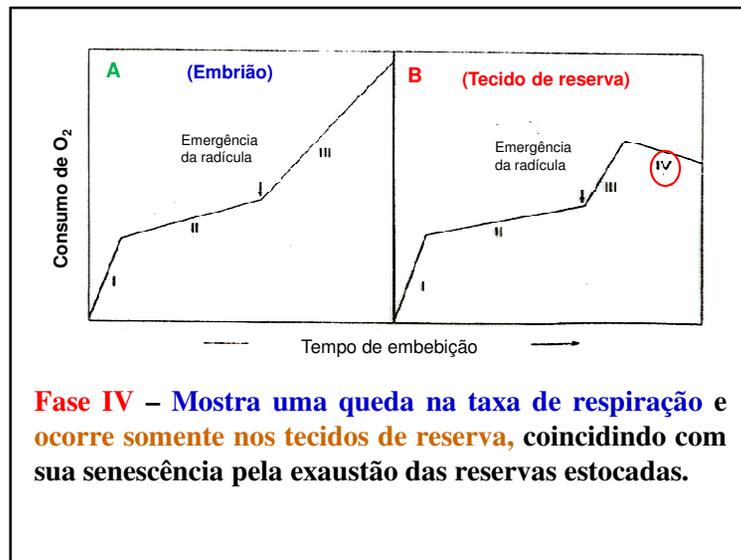
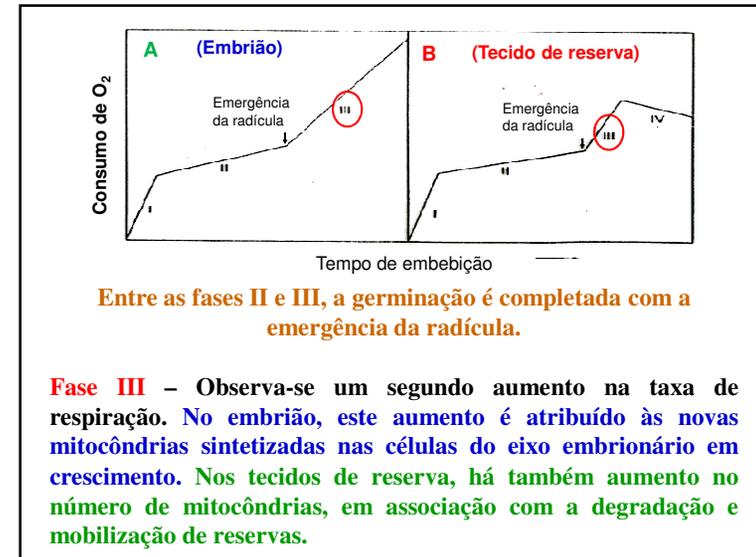
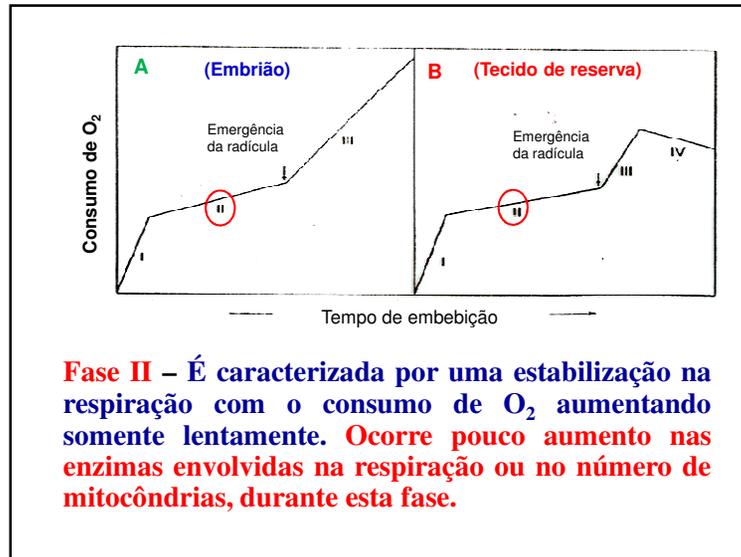


Respiração durante a germinação de sementes



**Fase I** – Observa-se inicialmente aumento no consumo de O<sub>2</sub>, o qual pode ser atribuído a ativação de enzimas mitocondriais envolvidas no ciclo de Krebs e na cadeia de transporte de elétrons (CTE).

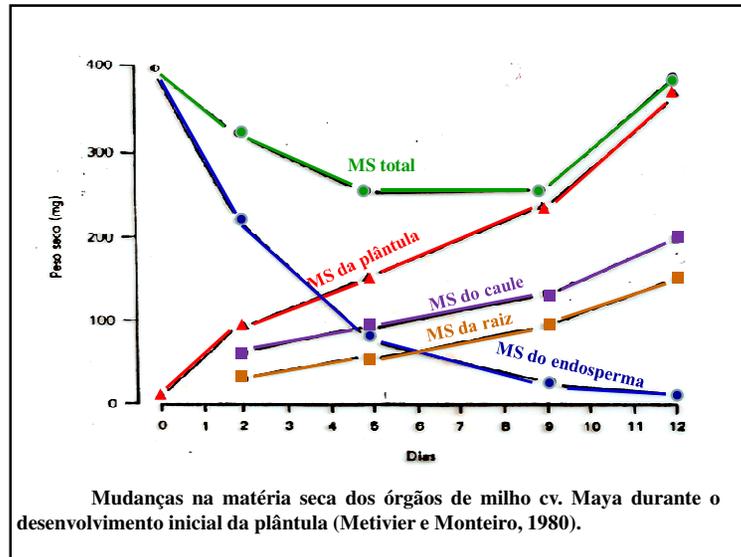
Estas observações indicam que a fosforilação oxidativa mitocondrial é a principal fonte de ATP desde o início da embebição.



## 6.2. Degradação e mobilização de reservas

Durante a germinação, os órgãos de reserva (endosperma ou cotilédones) **perdem massa rapidamente**, enquanto o material proveniente da degradação das reservas é transportado para o eixo embrionário e dividido entre as diversas partes da nova planta (raiz e parte aérea).

Estas reservas consistem, principalmente, de carboidratos, proteínas e lipídios.



A composição das reservas (%) de sementes de algumas espécies				
Espécies	Proteínas	Lipídios <sup>1</sup>	Carboidratos <sup>2</sup>	Tecido de Reserva
<b>CEREAIS</b>				
Cevada	12	3	76	Endosperma
Milho	10	5	80	Endosperma
Aveia	13	8	66	Endosperma
Centeio	12	2	76	Endosperma
Trigo	12	2	75	Endosperma
<b>LEGUMES</b>				
Feijão (broad bean)	23	1	56	Cotilédones
Ervilha	25	6	52	Cotilédones
Soja	37	17	26	Cotilédones
Amendoim	31	48	12	Cotilédones
<b>OUTRAS</b>				
Mamona	18	64	Desprezível	Endosperma
Pinheiro	35	48	6	Megagametófito

<sup>1</sup> Em cereais, os lipídios se acumulam no escutelo, um tecido do embrião.  
<sup>2</sup> Principalmente amido. (Bewley & Black, 1994).

### 6.2.1. Degradação do amido

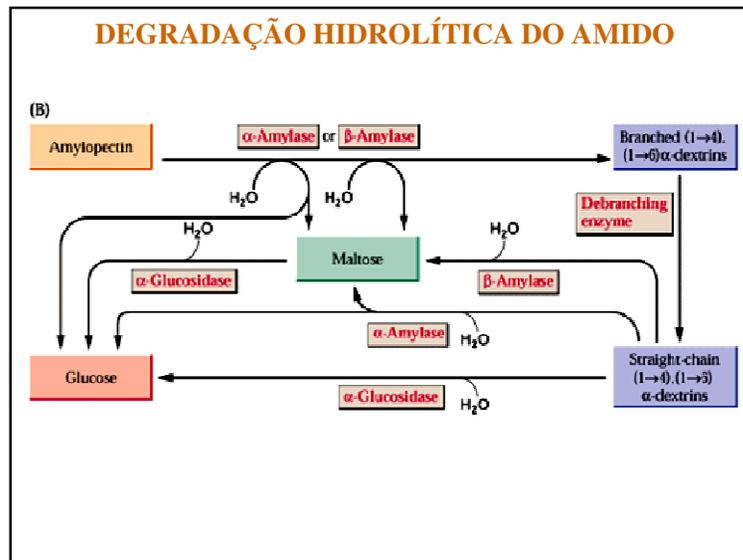
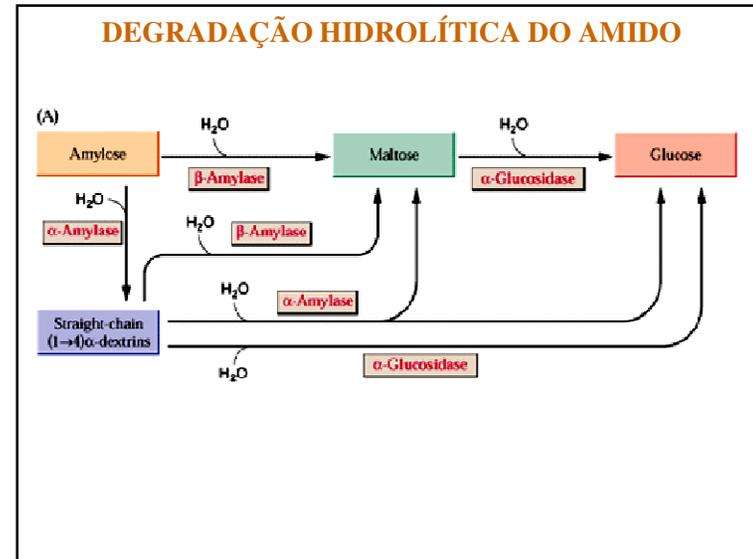
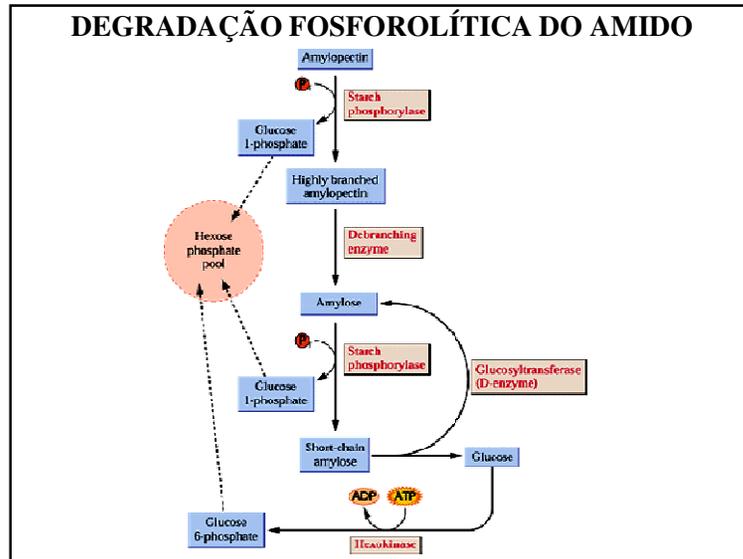
A degradação do amido pode ocorrer por duas vias enzimáticas:

- **Hidrolítica** ( $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, enzima desramificadora e  $\alpha$ -glucosidase);
- **Fosforolítica** (fosforilase do amido, enzima desramificadora e glucosil transferase).

As atividades relativas dessas enzimas variam com as espécies:

A  $\beta$ -amilase parece ser mais ativa em sementes de arroz do que em outros cereais, nos quais predomina a  $\alpha$ -amilase.

Embora a fosforilase tenha atividade desprezível em cereais, ela parece ser importante para as leguminosas no início da germinação.



### 6.2.2. DEGRADAÇÃO DE PROTEÍNAS

As proteínas de sementes são divididas em quatro classes de acordo com suas solubilidades:

- Albuminas – solúveis água;
- Globulinas – solúveis em soluções salinas (principais reservas em leguminosas. Ex: Legumina de feijão);
- Glutelinas – solúveis em soluções ácidas e básicas diluídas;
- Prolaminas – solúveis em álcool a 70-90% (abundantes em grãos de cereais, nos corpos protéicos. Ex: Zeína de milho).

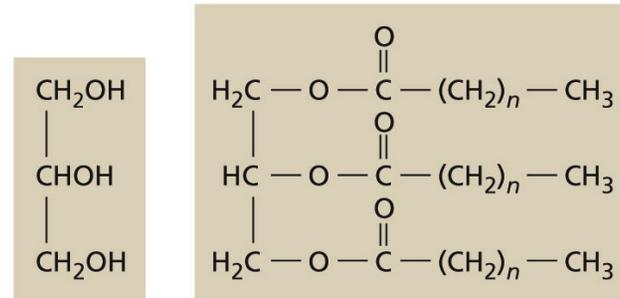
**HIDRÓLISE DAS PROTEÍNAS:**

**PROTEÍNA** ⇒ **AMINOÁCIDOS + PEPTÍDEOS**  
**PROTEASES**  
 OU  
**PROTEINASES**

**PEPTÍDEOS** ⇒ **AMINOÁCIDOS**  
**PEPTIDASES**  
 (Eixo embrionário)

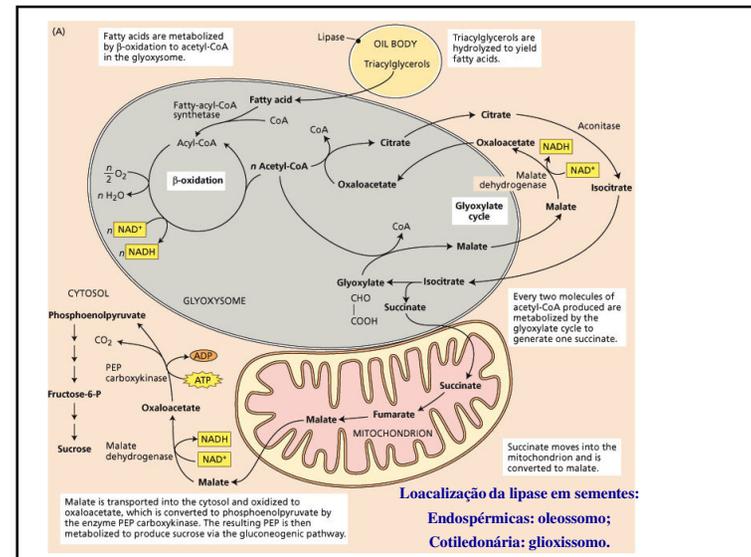
**6.2.3. DEGRADAÇÃO DE LIPÍDIOS**

**Estrutura do triacilglicerol de plantas**



**Composição percentual de ácidos graxos de óleos obtidos de várias fontes**

Fonte	Palmítico (16:0)	Estearico (18:0)	Oléico (18:1)	Linoléico (18:2)	Linolênico (18:3)
<b>Girassol</b>	6	4	26	64	0
<b>Milho</b>	12	2	24	61	<1
<b>Soja</b>	11	3	22	54	8
<b>Canola</b>	5	2	55	25	12
<b>Algodão</b>	27	3	17	52	0
<b>Amendoim</b>	12	2	50	31	0
<b>Gordura animal</b>	29	13	43	10	0,5



### 6.2.4. RESERVAS MINERAIS

#### Teor de nutrientes minerais na fitina em sementes de plantas (% da massa seca)

Espécie	Mg	Ca	K	P	Fe	Mn	Cu
Aveia	0,40	0,19	1,10	0,96	0,035	0,008	0,005
Soja	0,22	0,13	2,18	0,71	---	---	---
Algodão	0,40	0,13	2,18	0,79	0,059	0,003	0,005
Cevada	0,16	0,03	0,56	0,043	---	---	---
Girassol	0,40	0,20	1,00	1,01	---	---	---

(Bewley & Black, 1994)

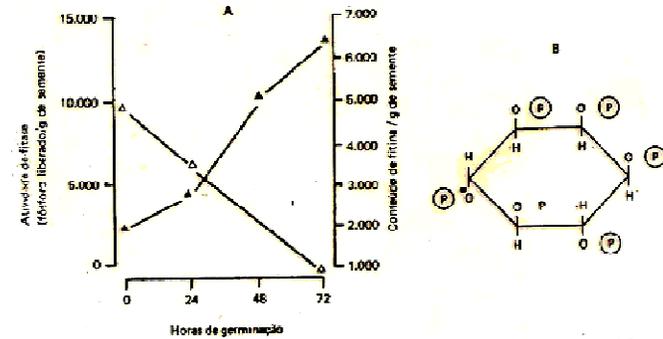


Figura 18. A) Mudança nos níveis de fitina (triângulos vazios) e na atividade de fitase (triângulos cheios) durante a germinação de sementes de alfafa. (Modificação de Mayer, 1958: *Enzymologia* 19:1). B) Estrutura do ácido fítico.

Ácido fítico – principal reserva de P, que se acumula formando uma mistura de sais (FITINA), a qual também é a principal fonte de macronutrientes catiônicos ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) em sementes.