

XIII CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS

DORMÊNCIA EM SEMENTES DE HORTALIÇAS

Warley Marcos Nascimento

Embrapa Hortaliças, Brasília, DF
warley.nascimento@embrapa.br

Andrielle Câmara Amaral Lopes

Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

1. INTRODUÇÃO

Para que uma semente germine é necessário, primeiramente, que os ambientes químicos e físicos sejam favoráveis, ou seja, que haja disponibilidade de água, temperatura e a concentração de oxigênio no meio não limitem o metabolismo germinativo. Entretanto, algumas sementes não germinam mesmo quando colocadas em condições ambientais aparentemente favoráveis. Tais sementes são denominadas dormentes, pois apresentam alguma restrição interna ou sistêmica que impedem o desenvolvimento do embrião.

O fenômeno da dormência é comum, principalmente em sementes de determinadas hortaliças e forrageiras, algumas frutíferas e em espécies arbóreas e ornamentais. A dormência possui importante significado ecológico, uma vez que

permite a distribuição da germinação das sementes no tempo, através da variação da intensidade do fenômeno entre as sementes de uma mesma planta. A dormência também é uma característica adaptativa que assegura a perpetuação e a sobrevivência das espécies nos diferentes ecossistemas. O retardamento germinativo mantém a espécie no estágio de semente, ou seja, na fase do ciclo da planta em que sua resistência às condições desfavoráveis é maior.

O período de duração da dormência é bastante variável entre as espécies. Sementes de algumas espécies, especialmente hortaliças e gramíneas forrageiras, por exemplo, tem um período curto de dormência (geralmente cerca de três a seis meses) de modo que o intervalo de tempo compreendido entre a colheita das sementes e a semeadura é suficiente para que no plantio não tenham mais dormência.

Com o processo de domesticação das plantas e por meio de seleções efetuadas pelo melhoramento genético, atualmente a maioria das espécies ou cultivares está praticamente livres dos mecanismos de dormência. Esse é o caso de sementes de soja, feijão, girassol, milho e outras cuja sobrevivência é dependente do homem. No entanto, algumas espécies e/ou cultivares das famílias Apiaceae, Asteraceae, Malvaceae, Solanaceae e Chenopodiaceae apresentam problemas na germinação devido à dormência das sementes.

Assim, conhecer os mecanismos de dormência e a sua duração para as diferentes espécies tem importância tanto ecológica como também econômica, pois auxilia na definição sobre a necessidade ou não de se utilizar tratamentos específicos para atuarem no metabolismo da semente, liberando o embrião para o desenvolvimento ou tornando-o apto para germinar.

A presente revisão de literatura objetivou apresentar os fatores que induzem a dormência, as categorias e mecanismos de dormência, assim como, métodos para superar a dormência em sementes de hortaliças, como forma de contribuir para o planejamento dos produtores na obtenção de mudas de forma rápida e uniforme.

2. VANTAGENS DA DORMÊNCIA:

- a) Impede a germinação das sementes até que se instalem condições ambientais propícias.
- b) Impede a viviparidade. Algumas espécies quando as sementes ainda estão ligadas à planta-mãe, após a maturação fisiológica, havendo condições favoráveis podem germinar. Por causa da dormência essa germinação não ocorre, evitando prejuízos para a agricultura.
- c) Conservação *in situ* por meio da formação de bancos de germoplasma. O banco de germoplasma pode ser visto com um sistema dinâmico, que tem entradas e saídas. O balanço entre entradas e saídas determina um estoque acumulado que varia em função do tipo de semente. É representado por duas elipses sendo que a maior representa a parte ativa do banco, formado por sementes que estão em estado de dormência secundária. A saída da semente do banco pode ocorrer por meio da germinação, pela sua morte e por predação.

3. DESVANTAGENS DA DORMÊNCIA:

- a) Interfere no programa de plantio devido à germinação lenta e desuniforme.
- b) Requer às vezes longos períodos para superação da dormência.

- c) Contribui para longevidade de plantas invasoras.
- d) Ocasiona dificuldade na avaliação da qualidade.
- e) Exige mecanismos para quebra da dormência, onerando as atividades de pré-plantio no caso de grande quantidade de sementes;

4. FATORES QUE INDUZEM A DORMÊNCIA

A maioria dos autores acredita que dormência é uma característica determinada por fatores genéticos, embora ainda não se conheça o principal fator ou fatores responsáveis pelo seu estabelecimento. Dois hormônios parecem estar associados ao processo de dormência, o ácido abscísico (ABA) e as giberelinas (GA's).

Estudos realizados com 19 cultivares representadas por quatro espécies de *Capsicum* mostraram que há diferenças entre as cultivares com relação a ocorrência de dormência nas sementes (Randle & Honma, 1981). Diferentes linhagens da cultivar de alface Grand Rapids mostraram sintomas clássicos de dormência, ao passo que outras não apresentaram dormência (Bewley & Black, 1994). O grau de dormência também variou entre os genótipos de brássicas (Fu & Lu, 1991) e morango (Yamakawa & Nogushi, 1994). Dentro do gênero *Brassica*, a intensidade de dormência nas sementes pode ser dividida em três grupos: dormência fraca (*B. oleracea*, *B. napus* e alguns cultivares de *B. campestris*), intermediária (*B. juncea*, *B. carinata* e cultivares de *B. campestris*) e forte (*B. nigra* e cultivares de *B. juncea*) (Fu & Lu, 1991).

Além dos fatores genéticos, a indução da dormência nas sementes ocorre devido à influência dos fatores ambientais durante a fase de maturação das

sementes. Em muitas plantas ou na maioria delas, a formação de estruturas ou de mecanismos que levam à dormência é iniciada sob a combinação de variáveis ambientais específicas, de forma que, mesmo quando o desenvolvimento morfológico dessas estruturas e a sua transição fisiológica para o estado de dormência estão sob controle endógeno, o mecanismo principal que dá origem a esses eventos depende da percepção e resposta a sinais do ambiente. Dentre os fatores ambientais que podem induzir a dormência nas sementes destacam-se: o fotoperíodo, a temperatura, a umidade relativa do ar e a disponibilidade hídrica (Marcos Filho, 2005).

A posição da semente na planta também influencia a ocorrência da dormência, em cenoura, por exemplo, as sementes das umbelas primárias são mais pesadas e com dormência mais profunda. Pereira (1983) por sua vez, obteve maior porcentagem de sementes duras de quiabo em frutos localizados no terço superior da planta e nas ramificações.

Outros fatores localizados nos tecidos extra-embrionários também participam do controle da dormência, como no caso da dormência tegumentar ou de cobertura, influenciada principalmente pelas características anatômicas dos envoltórios. Assim, a semente é dormente apenas devido aos tecidos que envolvem o embrião (pericapo, testa, endosperma, órgãos florais) que exercem uma restrição que o embrião não pode vencer. Esse tipo de dormência é denominado de exógena ou seja imposta pelos tecidos que envolvem o embrião. Por outro lado, em alguns casos, a remoção das estruturas que envolvem o embrião não permite que esse germine normalmente, pois o embrião encontra-se dormente, dormência endógena.

5. CATEGORIAS DE DORMÊNCIA

A dormência é normalmente classificada de acordo com sua origem ou com os prováveis mecanismos envolvidos. Quanto à origem são reconhecidas atualmente duas categorias distintas:

5.1. Primária ou natural

A dormência primária se instala na fase de desenvolvimento e/ou maturação das sementes, enquanto estas ainda se encontram fisiologicamente ligadas à planta mãe. O estágio de desenvolvimento e maturação das sementes no qual se estabelece a dormência varia entre espécies. Os mecanismos que levam a esse tipo de dormência são genéticos, podendo ser de natureza física ou fisiológica, de forma que as sementes de algumas espécies não germinam logo após a colheita. De acordo com Cícero (1986) esse tipo de dormência ocorre durante períodos relativamente curtos (semanas a poucos meses). Testes realizados na Embrapa Hortaliças têm mostrado que sementes de berinjela do híbrido Ciça não germinam logo após a colheita, sendo o fenômeno superado durante o armazenamento da semente seca, por um período não muito longo (Freitas 2006).

A dormência natural é importante para muitas espécies, pois impede a germinação das sementes na própria planta, caso as condições climáticas permitam.

5.2. Secundária ou induzida

Nesta categoria, sementes de algumas espécies que são capazes de germinar logo após a colheita ou dispersão podem apresentar um bloqueio à germinação, induzido por certas condições de estresse, ou seja, ambiente

desfavorável à germinação, principalmente aos fatores água, temperatura, luz e oxigênio. Geralmente, a dormência secundária induzida pelo ambiente ocorre quando, uma das condições para germinação é desfavorável. Sementes não dormentes de alface, por exemplo, podem adquirir dormência secundária, quando colocadas para germinar sob altas temperaturas. Quando as sementes de alface são embebidas em condições de altas temperaturas, dois diferentes fenômenos podem ser observados:

- Termoinibição – um processo reversível, uma vez que a germinação ocorre quando a temperatura reduz para um nível mais adequado;
- Termodormência – também chamada de dormência secundária, onde as sementes não germinam após a redução da temperatura. Tratamentos de hidratação e desidratação, conhecidos como condicionamento osmótico (“priming”) das sementes propensas à termodormência pode evitar problemas com a germinação (Nascimento, 2003).

Dormência primária e dormência secundária são processos independentes, uma vez que a semente pode adquirir a dormência secundária sem ter sido dormente ou após ter superado a dormência primária.

6. MECANISMOS DE DORMÊNCIA

De acordo com os mecanismos envolvidos, Baskin e Baskin (1998) classifica a dormência de sementes, em dois grandes grupos: endógena e exógena. Já outros autores, como Bewley e Black (1994), consideram apenas dois tipos de dormência: embrionária e impostas pelos envoltórios ou de cobertura, que correspondem, respectivamente, a endógena e exógena de Baskin

e Baskin (1998). Tanto a dormência imposta pelos tecidos que envolvem o embrião, como a dormência do embrião tem algo em comum. Em ambas as situações, o embrião é incapaz de superar as restrições impostas sobre ele, na primeira pelo fechamento dos tecidos e na segunda pelos fatores internos do embrião.

A dormência endógena, que pode também ser chamada de embrionária, é causada por algum bloqueio à germinação relacionado ao próprio embrião (eventualmente pode envolver tecidos extra-embrionários) pode ser dividida em: fisiológica, morfológica e morfofisiológica. A dormência exógena, ou extra-embrionária, é causada pelos envoltórios da semente (tegumento, endocarpo e pericarpo) e está relacionada à impermeabilidade, ao efeito mecânico e/ou a presença de substâncias inibidoras dos tecidos. Pode ser dividida em física, química e mecânica. A natureza, causa e mecanismos prováveis dos principais tipos de dormência podem ser visualizados no quadro 1(Baskin e Baskin 1998; Carvalho 1994; Cardoso 2004).

Quadro 1. Natureza, causa e mecanismos prováveis dos principais tipos de dormência (Baskin e Baskin 1998; Carvalho 1994; Cardoso 2004).

Tipo	Natureza	Causa	Mecanismos prováveis
ENDÓGENA			
Fisiológica	Primária	Inibição de natureza	- Inibidores químicos
	ou	fisiológica envolvendo	- Resistência dos
	secundária	uma interação entre o embrião e os tecidos adjacentes,	envoltórios e potencial de crescimento do embrião
		mas	- Fotoequilíbrio do

		controlada	fitocromo
		primariamente pelo embrião.	Balanço hormonal
Morfológica	Primária	Embrião indiferenciado ou subdesenvolvido (rudimentar ou em estágio de torpedo)	- Embrião continua em fase de crescimento lento após a dispersão, sob a influência de fatores do meio ambiente
Morfofisiológica	Primária	Dormência fisiológica em embrião com dormência morfológica	- Embrião precisa atingir um tamanho crítico - Balanço entre promotores e inibidores - Mobilização de reservas ao embrião Inibidores químicos

EXÓGENA

Física	Primária ou secundária	Estrutura do tegumento e/ou do pericarpo	- Resistência dos envoltórios a difusão de água e/ou gases ao embrião - Impermeabilidade dos envoltórios a água e/ou aos gases
Química	Primária	Inibidores químicos	- Inibição do processo de

		presentes na semente	germinação de embriões
		e/ou no fruto	não-dormentes
Mecânica	Primária	Estrutura	- Resistência mecânica
		lenhosa/pétrea	do impede crescimento do
		endocarpo	ou embrião
		mesocarpo	

Alguns dos principais tipos de dormência serão detalhados a seguir:

a) Impermeabilidade à água

O tegumento da semente (cobertura) impede a absorção de água. As sementes com tegumento impermeável à água são denominadas de sementes duras. A ruptura desse é imediatamente seguida da embebição e início do processo germinativo. Sementes duras ocorrem nas famílias Fabaceae (feijão-vagem e ervilha), Malvaceae (quiabo) e Convolvulaceae (batata-doce).

Essa causa de dormência pode ser induzida durante o processo de maturação das sementes. A porcentagem de sementes duras pode variar entre sementes da mesma planta e entre plantas diferentes, como resultado do genótipo, da desuniformidade de maturação e das alterações das condições climáticas durante esse período; estas também podem se refletir em diferenças no tamanho das sementes produzidas, sendo que as sementes menores apresentam maior proporção e profundidade de dormência (Marcos Filho, 2005). A ocorrência de sementes duras tende a aumentar em condições de baixa umidade relativa tanto durante a fase de maturação quanto na fase de armazenamento das sementes.

b) Impermeabilidade a trocas gasosas

Estruturas como o pericarpo, tegumento ou mesmo os tecidos que circundam o embrião podem restringir a entrada de oxigênio e a saída de CO₂ e interferir assim, na respiração da semente e, conseqüentemente, bloquear o crescimento do embrião. Esta impermeabilidade aos gases é atribuída aos compostos fenólicos existentes no envoltório da semente, os quais retêm o oxigênio e reduz a disponibilidade deste para o embrião. Esse mecanismo ocorre em sementes de beterraba (parede do ovário), alface (pericarpo ou parede do endosperma), abóbora e aipo.

c) Resistência mecânica ao crescimento do embrião

Em algumas sementes, o tegumento ou mesmo as paredes celulares do tecido de reserva apesar de serem permeáveis à água e ao oxigênio, impede a semente de germinar devido à resistência mecânica ao crescimento do embrião. Esse tipo de dormência ocorre em sementes de alface, tomate e pepino.

A resistência ao crescimento do embrião é quebrada quando o tegumento ou as células do endosperma tornam-se enfraquecidas e o embrião aumenta seu potencial de desenvolvimento. Tem sido claramente demonstrado em alface (Nascimento *et al.*, 2005) e tomate (Still & Bradford, 1997) em que as condições para quebra dessa dormência está relacionada com o enfraquecimento das células da parede celular do endosperma próximas à radícula. Esse enfraquecimento ocorre em sementes de alface e de tomate pela ação da enzima endo- β -mananase, isso ocorre porque as células da parede celular são ricas em manoses. Segundo Cantlife *et al.* (1999) a atividade desta enzima depende da temperatura durante a maturação da semente, sendo que sua atividade é superior

em sementes em que a maturação ocorre sob temperatura de 30°C/20°C, quando comparada a 20°C/10°C (Nascimento, 2003). Dado o fato de que a formação da enzima endo-b-mananase depende das condições do ambiente durante a maturação, a causa real da dormência das sementes de alface não seria exatamente a resistência mecânica, mas sim possíveis distúrbios à síntese de quantidades adequadas e à atuação da endo-b-mananase, provocados pela ocorrência de condições menos favoráveis do ambiente. Esse fato também pode estar relacionado à possível participação do etileno nesse processo (Nascimento *et al.*, 2000).

d) Embrião dormente

O embrião pode não estar desenvolvido completamente quando a semente se desprende da planta-mãe. Essa imaturidade do embrião pode ser tanto morfológica quanto fisiológica.

Esse mecanismo de dormência ocorre principalmente em sementes que apresentam desuniformidade de maturação de sementes na mesma planta, o que leva a colheita de sementes com maturação incompleta; estas apresentam, por exemplo, equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação e, além disso, podem ter se desenvolvido sem que uma ou mais condições específicas do ambiente tenham sido satisfeitas (Marcos Filho 2005). Dentre as espécies olerícolas que apresentam esse tipo de dormência destacam-se o aipo e a cenoura.

Embriões fisiologicamente dormentes podem não germinar devido ao balanço hormonal inadequado, de forma que, a superação dessa dormência

envolve modificações hormonais no embrião, ou seja, a redução da concentração dos inibidores e a síntese de fitohormônios promotores da germinação.

O ácido abscísico (ABA) induz a dormência primária nas sementes, sendo que seu papel regulatório está em parte associado com outros hormônios, no entanto, esses mecanismos ainda são desconhecidos. Embora o ABA seja um importante inibidor ao desenvolvimento do embrião, altos níveis de ABA não são necessariamente requisitos para manter a semente em estado de dormência. No entanto, durante o processo de embebição, as sementes dormentes continuam a sintetizar ABA, as sementes não dormentes, embora também sintetizam esse hormônio, apresentam alta taxa de catabolismo do ABA (Kermode 2005). Dentre os hormônios promotores da germinação, as giberelinas são as mais importantes. No entanto, na presença do inibidor (ABA), as citocininas desempenham um papel permissivo à germinação, pois, esse hormônio anula ou reduz os efeitos dos inibidores. O etileno também pode estimular a germinação e superar a dormência em várias espécies.

Esses promotores e inibidores endógenos também interagem com fatores ambientais e podem as sementes apresentar exigências especiais quanto à luz e ao resfriamento para superar a dormência. O etileno, por exemplo, pode interagir com a luz ou com as giberelinas para promover a germinação de sementes de alface em altas temperaturas. Sementes de alface mantidas a 35°C, no escuro, germinaram apenas 7% e não produziram etileno, ao passo que na presença de luz, estas germinaram 94% e produziram grande quantidade de etileno (Nascimento 2000).

Sementes cuja germinação é afetada pela luz podem ter sua germinação promovida ou inibida pela mesma, sendo que sementes que exigem luz para

germinar são denominadas de fotoblásticas positivas, como por exemplo, algumas cultivares de alface.

e) Inibidores químicos da germinação

A dormência pode ser causada por compostos químicos inibidores presentes em diferentes estruturas da semente que, quando translocados para o embrião, inibem o seu crescimento. Assim, a lavagem das sementes em água corrente, por determinado período de tempo, é um método eficiente para a superação da dormência de sementes que apresentam esse mecanismo, como as de pimenta (Queiroz *et al.* 2001) e de beterraba (Silva *et al.* 2005). Dentre os inibidores da germinação destacam-se o ABA, cumarina, aldeídos, taninos e ácidos fenólicos.

f) Combinação de causas

Os diferentes tipos de dormência observados nas sementes podem não ocorrer independentemente, mas sim combinados. Por isso, para algumas espécies pode ser necessário mais de um tratamento para superar a dormência.

7. MÉTODOS PARA SUPERAR A DORMÊNCIA

A dormência das sementes, independentemente de sua causa, é tanto mais acentuada quanto mais nova for a semente. Dessa forma, é mais intensa em sementes recém-colhidas. Dependendo da espécie e/ou cultivar, esse fenômeno pode durar de poucos dias a vários anos e tende a reduzir com o tempo.

Como as sementes da maioria das espécies não são semeadas imediatamente após a colheita, assim, a dormência em muitas espécies não exige tratamentos para superá-la antes da semeadura. No entanto, algumas espécies

e/ou cultivares de hortaliças apresentam dormência por um período relativamente longo (alguns meses) e nesse caso faz-se necessária a utilização de tratamentos para a quebra da dormência e evitar assim, problemas de baixa emergência e consequentemente, baixo estande de plantas.

Como são várias as causas que determinam a dormência nas sementes, diversos são os métodos empregados para promover a rápida germinação das sementes que se encontram neste estado. Na natureza, cada mecanismo de dormência é superado por diferentes agentes (Dias 2005). No entanto, a maioria dos métodos disponíveis para a superação de dormência de sementes não são práticos para o tratamento de grandes quantidades de sementes. Muitos desses métodos são utilizados apenas em laboratórios de análise de sementes. A seguir são descritos alguns métodos utilizados para superar a dormência fisiológica, física e para remover substâncias inibidoras.

7.1. Métodos para superar a dormência fisiológica

a) Armazenamento em locais secos

Para as espécies nas quais a dormência é de curta duração, muitas vezes para superá-la é suficiente armazenar a amostra em local seco por um curto período.

b) Pré-esfriamento

Sementes de grandes culturas, forrageiras, florestais, hortaliças, ornamentais, condimentos e medicinais são colocadas no substrato umedecido, como no teste regular de germinação, e são levadas para uma temperatura entre

5-10°C, de acordo com as recomendações da RAS para a espécie. Após esse período, as sementes são transferidas para o germinador à temperatura indicada para a espécie em análise, iniciando-se então, o teste de germinação propriamente dito. É o caso das sementes de cebola (*Allium cepa*), espinafre (*Spinacea oleracea*), lentilha (*Lens culinaris*) e rabanete (*Raphanus sativus*).

c) Pré-aquecimento

Algumas sementes podem ser submetidas a métodos para superar a dormência por pré-aquecimento, conforme recomendação da RAS para cada espécie.

d) Nitrato de potássio — KNO₃

As sementes são colocadas a germinar no substrato inicialmente umedecido com uma solução de 0,2% de nitrato de potássio (2g de KNO₃ dissolvidos em 1.000mL de água). O substrato é previamente saturado com essa solução, mas o seu re-umedecimento, se necessário, deve ser feito com água. Esse tratamento é utilizado para sementes de almeirão (*Cichorium intybus*), berinjela (*Solanum melogena*), brócolo (*Brassica oleracea*), chicória (*Cichorium endyvia*), couve (*Brassica oleracea*), pimentão (*Capsicum annum*) e tomate (*Lycopersicon esculentum*).

e) Acido giberélico — GA₃

Este método é recomendado para cereais de clima temperado como *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Triticum secale*, *Triticum aestivum* e *Valerianella locusta*.

O substrato de germinação é umedecido com uma solução 0,05% de GA₃ preparada por meio da dissolução de 500mg de GA₃ em um litro de água. Quando a dormência é menos intensa uma solução de 0,02% pode ser suficiente; quando for mais intensa pode ser usada concentração de até 0,1%. Quando uma concentração maior do que 0,08% for necessária, a dissolução do GA₃ em solução tampão de fosfato é recomendada.

f) Germinação a baixa temperatura

A germinação de certas sementes que apresentam dormência pode ser estimulada se o teste for conduzido em temperatura constante inferior à recomendada ou, em temperatura alternada diminuindo-se ainda mais, a temperatura mínima especificada. Nesse caso, a germinação poderá ser mais lenta e a duração do teste pode ser estendida por mais alguns dias.

g) Luz

Sementes que exigem a presença da luz e condições de temperaturas alternadas, os testes devem ser iluminados pelo menos oito horas a cada ciclo de 24 horas, no período de temperatura mais alta. Para estas sementes a intensidade de luz deve ser de no mínimo 750lux, proveniente de luz branca e fria. A iluminação é recomendada principalmente para certas espécies de gramíneas forrageiras tropicais e subtropicais, como *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon* ou *Lolium* spp.. No caso de *Nicotiana tabacum* a intensidade deve ser acima de 2.000lux.

h) Envelopes de polietileno lacrado

Envelopes de polietileno bem ajustados e lacrados podem ser usados para envolver os substratos contendo as sementes, como um método para superar mais facilmente a dormência, por exemplo, para algumas espécies de *Trifolium*.

7.2. Métodos para superar dormência física

Podem ocorrer sementes dormentes, em algumas espécies, se nenhum tratamento foi feito para promover a germinação. Alguns tratamentos específicos podem ser usados para se obter a germinação máxima. O tratamento pode ser feito antes do início do teste de germinação ou depois, apenas nas sementes que permaneceram duras no final do teste.

a) Embebição

Sementes com tegumento duro podem germinar mais rapidamente após embebição em água, por um período de 24 a 48 horas. O teste de germinação só inicia após o período de embebição. Esse tratamento pode ser utilizado para sementes de chicória (*Cichorium endyvia*).

b) Escarificação mecânica

A escarificação mecânica é recomendada para superar a dureza. A escarificação deve ser realizada através de uma cuidadosa perfuração, remoção de uma lasca, uso de lima ou lixa de papel no tegumento da semente, podendo ser esses métodos suficientes para superar a dormência. Deve-se tomar cuidado ao escarificar o tegumento da semente na parte apropriada, para evitar danos ao embrião, isto é, deve ser feito na parte oposta ao eixo do embrião. Esse tratamento pode ser utilizado para sementes de *Coffea* sp. e *Arachis* sp.

c) Escarificação química

O tratamento com ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) é indicado para superar a dormência das unidades de dispersão (sementes, núculas, aquênios, antécios férteis, cariopses, etc.) de algumas espécies. As unidades de dispersão são colocadas no ácido até a escarificação dos envoltórios e o tempo de permanência no ácido para algumas espécies estão especificados nas RAS. O tratamento deve ser realizado em um béquer ou outro recipiente não corrosível, cobrindo-se com uma quantidade suficiente de ácido sulfúrico concentrado e mexendo-se frequentemente com um bastonete de vidro. Após o período determinado para a espécie, o conteúdo do béquer *Becker* deve ser colocado em um outro recipiente de vidro contendo um litro de água, e agitado com um bastonete. Em seguida, o conteúdo é vertido em uma peneira plástica de malha fina, que não permita a passagem da semente, e lavado em água corrente até eliminar completamente os resíduos do ácido. Para secar e facilitar a semeadura, as sementes são colocadas sobre folhas de papel absorvente, em temperatura ambiente. Esse tratamento pode ser utilizado para sementes de *Brachiaria* sp., capim colônia (*Panicum maximum*), gramínea (*Setaria sphacelata*), leguminosa (*Laburnum alpinum* e *L. anagyroides*).

7.3. Métodos para remover as substâncias inibidoras

a) Lavagem prévia

Quando a germinação é afetada pela ocorrência de substância inibidora no pericarpo dos frutos ou no tegumento das sementes, esta pode ser removida por lavagem em água corrente antes do teste. Após a lavagem as sementes devem

ser secas em temperatura ambiente. Esse tratamento pode ser realizado, por exemplo, em sementes de *Beta vulgaris*.

b) Remoção de estruturas que envolvem as unidades de dispersão

A germinação de certas espécies é estimulada pela remoção das estruturas externas que envolvem a “unidades de dispersão” como o invólucro de cerdas, lema ou pálea em certas plantas da família Poaceae.

8. BIBLIOGRAFIA

BASKIN, C. C.; BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: **Academic Press**, 1998.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. 2. ed. New York: **Plenum Press**, 1994, 445p.

BOSLAND, P.W.; VOTAVA, E.J. Peppers: vegetable and spice Capsicums. (Crop Production Science in Horticulture, 12). **CABI Publishing**, 1999, 204p.

CANTLIFFE, D.J.; NASCIMENTO, W.M.; SUNG, Y. HUBER, D.J. Lettuce endosperm weakening: a role for endo- α -mannanase in seed germination at high temperature. In: BLACK, M.; BRADFORD, K.; VÁZQUEZ-RAMOS, J. (ed.). Seed biology: advances and applications. New York, **CABI Publishing**. p.277-285, 1999.

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: **Artmed**, 2004. 323p.

CÍCERO, S.M. Dormência de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Ed.). Atualização em produção de sementes. Piracicaba: **Fundação Cargill**, 1986. p.41-73.

DIAS, D.C.F.S. Dormência em sementes. *Seed News*, ano.9, n.4, p.24-28, 2005.

FU, S.Z.; LU, Z.J. Regulations of ABA and GA on seed germination and dormancy in *Brassica*. **Plant Physiology Communications**, v.27, p.358-360, 1991.

KERMODE, A.R. Role of abscisic acid in seed dormancy. **Journal Plant Growth Regulation**, v.24, p.319-344, 2005.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: **FEALQ**, 2005. 495p.

NASCIMENTO, W.M.; D.J. CANTLIFFE, D.J.; HUBER, D.J. 2000. Thermotolerance in lettuce seeds: Association with ethylene and endo-b-mannanase. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.125, p.518-524, 2000.

NASCIMENTO, W.M. Envolvimento do etileno na germinação de sementes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.163-174, 2000.

NASCIMENTO, W.M. Mecanismo de germinação de sementes de alface em altas temperaturas: envolvimento da enzima endo-b-mannanase. **Informativo ABRATES**, v.13, p.51-54, 2003.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J.; HUBER, D.J. Seed aging affects ethylene production and endo-b-mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature. **Seed Science & Technology**, v.33, p.11-17, 2005.

PEREIRA, L.P. Localização dos frutos e sua influência sobre a qualidade das sementes de quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.5, p.23-29, 1983.

POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília: **AGIPLAN**, 1985. 289p.

QUEIROZ, T.F.N.; FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Superação da dormência em sementes de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, p.309-312, 2001.

RANDLE, W.M.; HONMA, S. Dormancy in peppers. **Scientia Horticulturae**, v.14, p.19-25, 1981.

SILVA, J.B.; VIEIRA, R.D.; CECÍLIO FILHO, A.B. Superação da dormência em sementes de beterraba por meio de imersão e água corrente. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.990-992, 2005.

STILL, D.W.; BRADFORD, K.J. Endo-beta-mannanase activity from individual tomato endosperm caps and radicle tips in relation to germination rates. **Plant Physiology**, v.113, p.21-29, 1997.

YAMAKAWA, O.; NOGUSHI, Y. Effect of storage conditions and seed production time on seed germination in strawberry. Bulletin of NIVOT. Series A; **Vegetables and Ornamental Plants**, n. 9, p.41-49, 1994.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: **Artmed**, 2004. 323p.