

EFEITO DO POTENCIAL HÍDRICO SOBRE A EMBEBIÇÃO, A RESPIRAÇÃO E A GERMINAÇÃO DA LEGUMINOSA *CRATYLIA FLORIBUNDA*¹

LUIS PEDRO BARRUETO CID², MARCO ANTONIO OLIVA³ e ANTÔNIO AMÉRICO CARDOSO⁴

RESUMO - Foram empregadas sementes da leguminosa *Cratylia floribunda*, de cores verde e marrom, com e sem escarificação, para estudar o efeito de potenciais hídricos decrescentes, obtidos a partir de uma solução de manitol, sobre a respiração, a embebição e a germinação. Estudou-se também o efeito de diferentes níveis de desidratação, induzidos em dessecador contendo sílica-gel, e da reidratação sobre a respiração das sementes de *C. floribunda* de cor verde, escarificadas e embebidas. Nas sementes verdes não escarificadas, não foi detectada embebição, atividade respiratória e germinação sob qualquer condição osmótica empregada. Nas sementes verdes escarificadas, os potenciais hídricos mais baixos afetaram a velocidade de embebição, mas não a quantidade final de água absorvida, a respiração e a percentagem de germinação. Nos casos de respiração e de germinação, concluiu-se um efeito inibitório do manitol mais que dos potenciais hídricos em si. Nas sementes marrons, não foi detectada germinação. Neste caso, concluiu-se um problema de dormência ou dano interno. O padrão respiratório das sementes marrons escarificadas diferiu das sementes verdes escarificadas, enquanto que a embebição foi similar, embora tenha sido observado nas marrons não escarificadas um acúmulo de água nos potenciais mais altos e um efeito depressivo da respiração nos potenciais mais baixos, talvez por uma ação inibitória do manitol. As variações na intensidade respiratória durante a desidratação estiveram relacionadas com o teor de água remanescente nas sementes: altas taxas respiratórias foram observadas com perdas moderadas de água, e baixas taxas com perdas mais severas. Na reidratação, as variações na intensidade respiratória não foram muito marcantes em relação ao controle. As altas percentagens de germinação alcançadas após a reidratação sugerem um efeito pouco profundo da desidratação.

Termos para indexação: escarificação, desidratação, manitol, reidratação.

EFFECT OF WATER POTENTIAL ON IMBIBITION, RESPIRATION AND GERMINATION OF LEGUMINOUS *CRATYLIA FLORIBUNDA*

ABSTRACT - Green and brown seeds of the leguminous *Cratylia floribunda*, with and without scarification, were used to study the effect of decreasing water potential on their respiration, imbibition and germination. The water potential was determined in a solution of mannitol. It was also studied the effect of different levels of dehydration (induced in a desiccator with silica gel) and of rehydration on the respiration of scarified and imbibed green seeds of *C. floribunda*. In the non scarified green seeds, imbibition, respiratory activity and germination were not observed for any of the osmotic conditions used. Lower water potential affected the imbibition rate of the scarified green seeds. However it did not affect the final amount of water absorbed, respiration or the percent of germination. Concerning the respiration and the germination, it was concluded that the imbibition effect of mannitol is superior than the water potentials themselves. Germination was not detected with brown seeds. A problem of dormancy or internal damage is concluded for this case. The respiratory pattern of the scarified brown seeds was different from the scarified green seeds in spite of a similar imbibition. However, an accumulation of water for the highest potential and a depression effect of the lower potentials for the brown seed without scarification were observed, probably due to an inhibitory effect of mannitol. During the dehydration, the respiratory intensity variation was related to the remaining water content of the seed: high respiratory rates with low loss of water, and low respiratory rates with severe loss of water were observed. Related to the control, the variations of respiratory intensities were not markedly different from the rehydration. The high percentage of germination obtained after the rehydration suggests that dehydration had only a slight effect.

Index terms: scarification, dehydration, mannitol, rehydration.

INTRODUÇÃO

Cratylia floribunda, vulgarmente conhecida por "copada", é uma leguminosa que apresenta sementes com tegumento de cores verde e marrom mas estudos decorrentes deste aspecto ainda não têm sido feitos. Em geral, nas leguminosas é possível detectar estas diferenças de coloração entre sementes pertencentes a uma mesma espécie. Marbach & Mayer (1974), além de constatarem estas

¹ Aceito para publicação em 7 de maio de 1981.

A presente publicação é parte do trabalho de tese do primeiro autor, apresentada na Universidade Federal de Viçosa para a obtenção do Grau de Mestre em Fisiologia Vegetal.

² Biol. M.Sc. Fisiologia Vegetal, Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPDS) - EMBRAPA, Caixa Postal 319, CEP 69000 - Manaus, AM.

³ Biol. Dr., Prof. Adj. Dept. Biol. Vegetal Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570 - Viçosa, MG.

⁴ Eng. Agr. D.S., Prof. Adj. Dept. Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

diferenças, verificaram distintos comportamentos, por exemplo, na embebição. Uma consequência deste fenômeno é a necessidade de estudos fisiológicos comparativos, do ponto de vista da cor, a fim de caracterizar e entender melhor muitos dos atributos da planta em relação com o ambiente ou a agricultura. A "copada" é uma espécie que tem provocado alguma expectativa de uso no estado de Minas Gerais, por seu potencial aproveitamento na cobertura de solos, consorciação com outras culturas e fixação de nitrogênio. Entretanto, os registros pluviométricos do norte de Minas Gerais, onde ela se encontra especialmente distribuída (Costa et al. 1978), caracterizados por marcados períodos de seca e distribuição irregular de chuvas, têm levado a supor-lhe algumas propriedades relacionadas com resistência à seca.

Como na literatura não se encontraram referências vinculando esses problemas com aspectos fisiológicos da espécie, foi considerado que um estudo dos primeiros estádios da germinação poderia constituir um primeiro esforço nessa direção.

Considerou-se de interesse, portanto, estudar os efeitos da limitação da disponibilidade hídrica, induzida mediante o emprego de soluções com potenciais hídricos decrescentes e pela redução de vapor d'água no ar, sobre a embebição, respiração e a germinação das sementes verdes e marrons de *C. floribunda*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizadas sementes de cores verde e marrom de *Cratylia floribunda*, provenientes do germoplasma da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e coletadas em janeiro de 1977 na região de Jaíba, MG. As sementes foram colhidas na planta e suas vagens apresentam um alto grau de indeiscência.

Sementes não-escarificadas de ambas as cores foram mantidas em dois tipos de armazenamento. Um grupo, guardado em saquinhos de papel, foi mantido no laboratório sob umidade relativa de, aproximadamente, 60%, à temperatura de 25°C, até o começo das medições. Sementes deste grupo foram usadas na determinação do teor de água, tomando-se quatro repetições, de 25 sementes cada uma. As sementes foram depositadas em placas de Petri de 9 cm x 1,6 cm e secadas numa estufa de circulação forçada de ar a 85°C, durante 60 horas. A perda de peso foi controlada gravimetricamente a cada doze horas, e o teor de umidade das sementes foi calculado em função da base úmida (B.U.).

No segundo caso, as sementes foram armazenadas em dessecador com umidade relativa de, aproximadamente, 5%, obtida com sílica-gel. As sementes foram mantidas nessa condição durante seis meses, em grupos de 100, dentro de saquinhos de nylon, e depois foram usadas em experimentos subsequentes.

Medição do efeito do potencial hídrico (Ψ) sobre a embebição, a respiração e a germinação

Após o armazenamento em dessecador, sementes de ambas as cores foram cuidadosamente selecionadas a fim de eliminar aquelas com os tegumentos danificados.

Sementes intactas de ambas as cores foram escarificadas ou não e submetidas à embebição, em soluções com potenciais hídricos de 0 (controle), -2, -7, -12 e -17 bares. Estes potenciais foram obtidos com soluções de manitol, preparadas segundo Sutcliffe (1968), e verificados mediante o método psicrométrico (Microvoltímetro Wescor HR-33, Câmara C-51).

Para avaliar a embebição, grupos de dez sementes (475 \pm 2 mg) foram colocados em placas de Petri (9 cm x 1,5 cm) forradas com duas camadas de papel filtro e contendo 7 ml da solução correspondente a cada um dos potenciais hídricos. O conjunto foi mantido numa estufa de germinação a 30 \pm 2°C, na obscuridade.

A desinfeção das sementes usadas na medição da respiração foi feita colocando-se grupos de dez sementes numa solução de hipoclorito de sódio a 5%, durante cinco minutos. A seguir, as sementes foram lavadas por quinze minutos, e, posteriormente, enxaguadas três vezes com água destilada. Todo o material em contato com as sementes foi previamente esterilizado a 121°C e 1 kg/cm² de pressão. Na escarificação das sementes verdes e marrons, usou-se lixa número 00, tendo-se o cuidado de não lesar os cotilédones. Os procedimentos de esterilização foram comuns a todos os experimentos.

Tanto nas sementes verdes quanto nas marrons com ou sem escarificação, o aumento de peso da matéria fresca foi controlado gravimetricamente, e a respiração medida imediatamente após a remoção da água superficial com papel-toalha, com o auxílio de um aparelho de Warburg (Labor, modelo OE-901). O consumo de oxigênio foi determinado a 30°C. Seguiu-se a técnica do método direto, descrita por Umbreit et al. (1972). Os frascos de Warburg utilizados tinham capacidade aproximada de 14 ml, e neles foram colocadas dez sementes, conjuntamente com 3 ml da solução de manitol de potencial hídrico igual ao usado no experimento de embebição. No poço central foram colocados 0,3 ml de NaOH 10% e três fitas de papel-filtro de 3 cm x 0,5 cm. A velocidade de agitação dos frascos foi de 100 oscilações por minuto. As leituras foram realizadas a cada dez minutos, durante uma hora, precedida de um período de incubação de quinze minutos, para o equilíbrio do sistema. Nas sementes verdes escarificadas, o teor de água e a respiração foram medidos duas, seis, dez, quatorze e dezoito horas após o início da embebição. Nas sementes marrons escarificadas, as determinações foram rea-

lizadas como nas anteriores, mas o período de embebição foi prolongado até 48 horas, sendo que as medições foram feitas às 24 horas, 36 horas e 48 horas.

No caso das sementes não escarificadas, verdes e marrons, o período de embebição estendeu-se por 144 horas, e a cada 24 horas eram feitas as medições da embebição, da respiração, e da germinação, e então as soluções das placas restantes eram renovadas.

Para registrar os efeitos dos tratamentos nas porcentagens de germinação, as sementes escarificadas foram mantidas em seus respectivos potenciais hídricos até 96 horas, renovando-se as soluções das placas, também a cada 24 horas. Foram consideradas germinadas as sementes cujas radículas haviam emergido, atingindo aproximadamente 0,5 cm de comprimento.

O esquema experimental foi o de parcelas subdivididas, distribuídas em blocos ao acaso, com três repetições, sendo as horas consideradas como parcelas e os potenciais hídricos como subparcelas.

Medição do efeito da desidratação e da reidratação sobre a respiração e a germinação

Sementes verdes desinfetadas e logo após escarificadas foram postas em embebição em quatro placas de Petri (9 cm x 1,5 cm), contendo cada uma dez sementes (475 ± 2 mg), 7 ml de água destilada e duas camadas de papel-filtro, e foram mantidas na obscuridade, a 30°C, durante 18 horas. Após este tempo, as sementes de três placas foram pesadas e conduzidas imediatamente a um dessecador com sílica-gel, onde permaneceram, por diferentes tempos, dentro de placas de Petri (4,2 cm x 1,7 cm) destampadas, a fim de atingir os níveis de umidade de 70%, 40% e 10% do total de água absorvida nas 18 horas. A respiração foi medida uma vez atingidos os graus de desidratação desejados. A respiração das sementes não-desidratadas, da quarta placa de Petri, às 18 horas de embebição, ficou como controle. As sementes foram então submetidas à reembebição, após a qual a respiração foi novamente determinada. Um segundo controle foi usado para comparar a respiração na reidratação.

Durante a desidratação, a respiração foi medida sem se adicionar água às sementes, mas, na reidratação, as sementes ficaram em contato com 0,3 ml de água destilada. Ao término das medições, as sementes foram levadas ao germinador, dentro de placas de Petri, onde permaneceram por 14 horas, após o que a germinação foi registrada.

O esquema experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, distribuídas em blocos ao acaso com quatro repetições, considerando-se a desidratação e reidratação como parcelas e as porcentagens de umidade como subparcelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da determinação da umidade das sementes verdes e marrons após 60 horas de secagem revelaram um conteúdo de água de 6% e 9%,

respectivamente, sugerindo com isso uma atividade metabólica muito limitada, já que teores de umidade de 11% a 13% em grãos, em equilíbrio higroscópico com o ambiente, têm apresentado uma atividade respiratória baixa (Puzzi 1977).

Após 144 horas de embebição, não foi observado nenhum aumento sensível de peso e de atividade respiratória nas sementes verdes não-escarificadas, revelando, deste modo, uma grande impermeabilidade do tegumento. De acordo com Mayer & Poljakoff-Mayber (1975), este fenômeno é comum nas leguminosas.

A Fig. 1a, mostra que as sementes verdes escarificadas apresentaram diferentes graus de embebição, conforme os potenciais hídricos induzidos, decorrentes das diferentes energias livres da água nas soluções.

Mas, apesar disso, todas atingiram finalmente um acréscimo de 132% em relação a seu peso inicial. Na Figura 1b, constata-se atividade respirató-

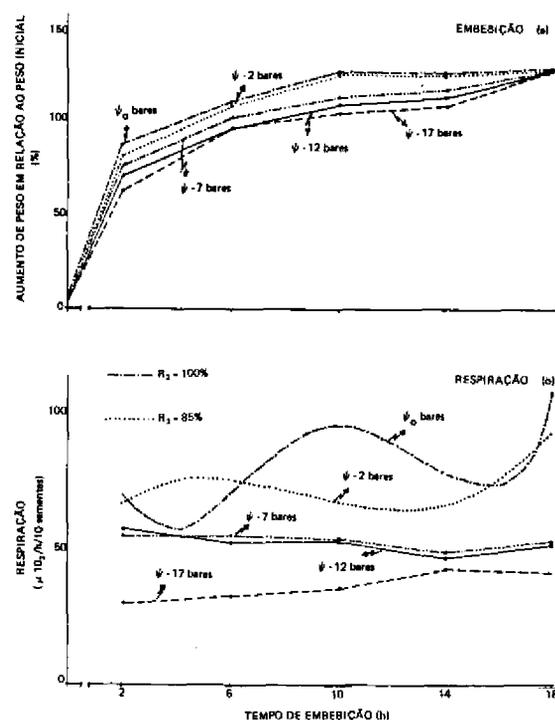


FIG. 1. Efeito do tempo de embebição (a) sobre a respiração (b) das sementes verdes escarificadas de *C. floribunda*, submetidas a potenciais hídricos decrescentes. Para -7, -12 e -17 bares, dados observados.

ria já às duas horas de embebição, sugerindo uma atividade mitocondrial muitas horas antes da emergência radicular. Contudo, foi claro o efeito depressivo das soluções em Ψ_{ω} mais baixo, na respiração das sementes.

A Fig. 2 mostra que a germinação pode ser retardada, progressivamente diminuída ou totalmente inibida. Se a respiração, durante a embebição, está relacionada com a capacidade das sementes para desenvolver-se (Woodstock & Grabe 1967), então um baixo nível respiratório durante a fase final da etapa estacionária da embebição afetará a percentagem de germinação.

O fato da embebição (Fig. 1a) das sementes verdes apresentar níveis de hidratação semelhantes após 18 horas apóia a hipótese de que o manitol, e não o Ψ_{ω} , foi a causa primária da inibição da respiração (Fig. 1b), o que, por sua vez, refletiu na germinação. Por outro lado, evidências de penetração do manitol nos tecidos têm sido apresentadas por Greenway & Leahy (1970) e Lawlor (1970).

A Fig. 3 mostra que as sementes marrons não-escarificadas, ao contrário das verdes não-escarificadas, não apresentaram o problema da impermeabilidade do tegumento.

Quanto à diferença de aumento de peso das mesmas entre as expostas aos Ψ_{ω} mais altos e

aquelas mantidas nos Ψ_{ω} mais baixos, é possível que seja devida a um maior acúmulo de água no espaço intercotiledonar (Orphanos & Heydecker 1968) nas primeiras, em relação às segundas. Pode ter acontecido que, nas marrons não-escarificadas submetidas a Ψ_{ω} mais baixos, este acúmulo não tenha acontecido em decorrência da menor energia livre da água, o que provocou uma entrada desta mais vagarosamente, compatível com a velocidade de embebição do colóide protoplasmático. Foi observado, também, que as sementes, em todas as placas, apresentaram rachaduras. Este fato sugere perda de nutrientes por lixiviação, especialmente aqueles mais solúveis na água e de baixo peso molecular.

Como nas sementes verdes escarificadas, a embebição das sementes marrons escarificadas (Fig. 4a) desenvolveu-se de acordo com o padrão característico da embebição (Leopold & Kriedemann 1975).

Também aqui, o gradiente de Ψ_{ω} pode explicar as diferenças nas velocidades de embebição, especialmente na primeira fase. No entanto, após as 48 horas, todas atingiram um nível máximo de embebição, o qual resultou em, aproximadamente, 115% de aumento de peso. Esta diferença de

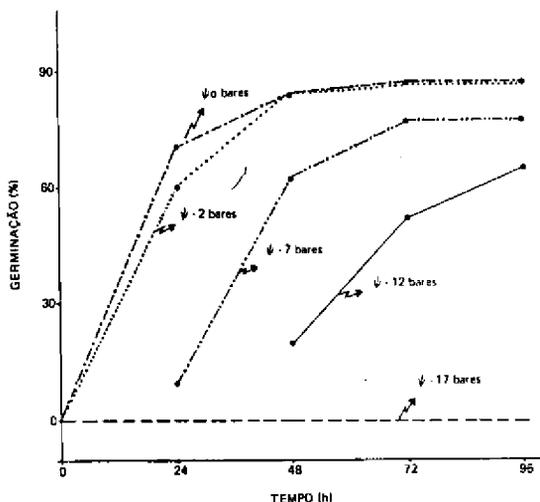


FIG. 2. Germinação das sementes verdes escarificadas de *C. floribunda* sob diferentes potenciais hídricos.

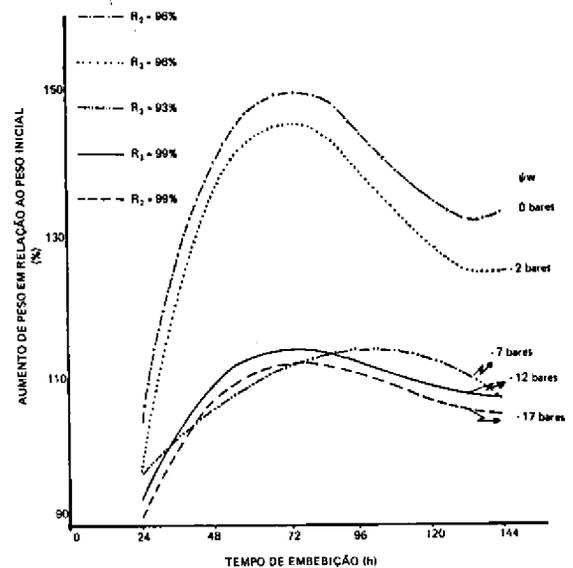


FIG. 3. Embebição das sementes marrons não-escarificadas de *C. floribunda*, submetidas a potenciais hídricos decrescentes.

peso em relação às sementes verdes escarificadas é explicada, provavelmente, pela diferente natureza do material de reserva. Allerup (1958) verificou que sementes com reservas predominantemente protéicas incorporaram mais água que aquelas com predomínio de carboidratos ou lipídios.

Nas sementes marrons, não foi observada nenhuma percentagem de germinação.

É provável que a diminuição da respiração nas sementes marrons esteja relacionada com qualquer uma das seguintes alternativas: lixiviação de nutrientes pela embebição prolongada, efeito inibitório do manitol, ou dormência da semente.

De acordo com Heydecker (1972), a lixiviação produz uma desorganização do metabolismo e da eficiência da translocação de metabolitos, desde os cotilédones até o embrião, além de refletir em um aumento da permeabilidade celular e, conseqüentemente, numa diminuição do vigor. Considerado o comportamento embebitório de ambos os tipos de

sementes marrons (Fig. 3 e 4a), a alternativa da lixiviação parece mais válida para as sementes marrons não-escarificadas.

O fato de que as sementes marrons, do controle, não tenham sido muito afetadas na sua respiração, por um lado, e o decréscimo desta com o aumento da tonicidade da solução externa, por outro, sugere, também, um efeito inibitório do manitol (Fig. 4 b e Tabela 1). Deste ponto de vista, infere-se que a respiração, além de depender da disponibilidade de substrato, também depende da eficiência bioquímica da rota respiratória para operar em determinadas faixas de concentração osmótica (Kalir & Poljakoff-Mayber 1976). Especialmente pelo comportamento dos controles, tanto na respiração das sementes marrons não-escarificadas (Tabela 1), quanto na respiração das sementes marrons escarificadas (Fig. 4b), observa-se uma tendência declinante da respiração logo após de um incremento da mesma. Este comportamento parece ajustar-se ao descrito por Villiers (1972), em relação às sementes dormentes.

TABELA 1. Respiração das sementes marrons não-escarificadas durante distintas horas de embebição e sob diferentes potenciais hídricos.

Tempo de embebição (horas)	Respiração ($\mu l O_2/h/10$ sementes)				
	Potenciais hídricos (bares)				
	0	-2	-7	-12	-17
24	32	32	28	32	31
48	65	65	65	63	0
72	68	33	0	0	0
96	64	0	0	0	0
120	65	0	0	0	0
144	55	0	0	0	0

Entretanto, há evidências que indicam que a mudança de cor nas sementes é uma manifestação fisiológica de algum tipo de dano interno. Ainda que qualquer uma das possibilidades possa explicar o decréscimo respiratório e a falta de germinação das sementes marrons, pesquisas adicionais se tornam necessárias para elucidar estes problemas.

A resposta das plantas à desidratação depende da espécie, do tempo de exposição, e do tecido. A resposta de *C. floribunda* à desidratação não foi

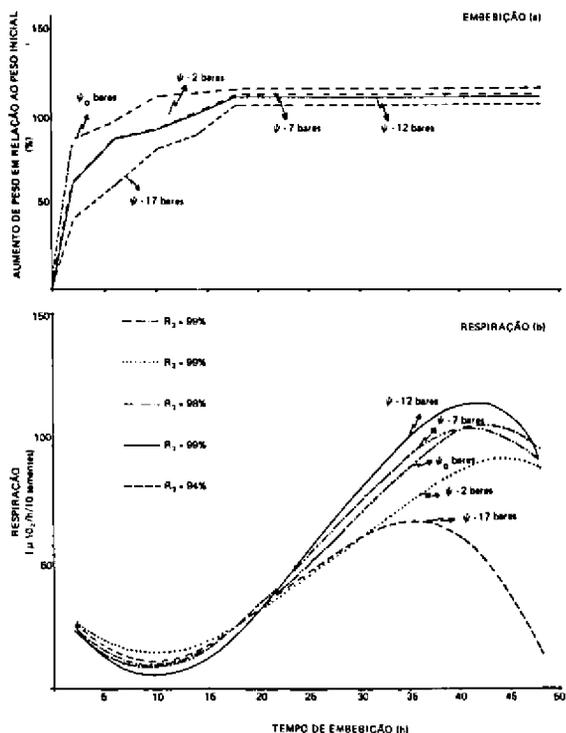


FIG. 4. Efeito do tempo de embebição (a) sobre a respiração (b) das sementes marrons escarificadas de *C. floribunda*, submetidas a potenciais hídricos decrescentes.

sempre acompanhada de uma redução da respiração (Fig. 5), ainda que Iljin (1957) tenha descrito o contrário em relação a outras sementes.

Durante a desidratação é possível que o incremento ou o decréscimo respiratório (Fig. 5) estejam relacionados com o desacoplamento da fosforilação e os processos oxidativos. De fato, Stanley (1958) admitiu essa possibilidade. Tal desacoplamento teria que ser estimulado por algum metabólito cuja presença foi favorecida pela perda suave de água e prejudicada por perdas mais severas. Contudo, deficiências de ATP, conseqüência do desacoplamento, e a redução dos polissomos (Bevers & Poulson 1972) imporiam uma séria limitação à síntese protéica, para manter o ritmo eficiente do giro no sistema enzimático, responsável pela degradação dos compostos de reserva. De acordo com Brandle et al. (1977), o aumento da síntese

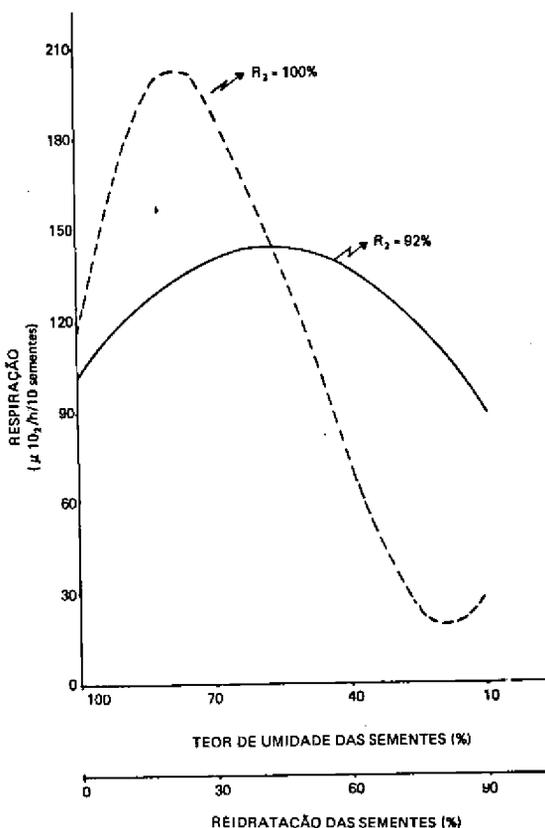


FIG. 5. Efeito da desidratação e da reidratação sobre a respiração de sementes verdes escarificadas de *C. floribunda*. (Teor de umidade das sementes: ——. Reidratação das sementes: —).

ou da atividade da RNase é uma característica dos tecidos submetidos ao "déficit" hídrico, fenômeno este ligado provavelmente à diminuição dos polissomos (Henckel 1970).

A característica do comportamento respiratório durante a reidratação (Fig. 5), assim como as altas percentagens de germinação atingidas (90%), sugerem a ocorrência de efeitos pouco profundos durante a desidratação, apesar de que variações importantes podem acontecer na fina estrutura dos mitocôndrios, plasmalema, cromatina etc., provocadas pela perda de água dos tecidos (Nir et al. 1969). Os efeitos pouco profundos talvez estivessem relacionados com a capacidade dos monossomos para unir-se ao RNAm (Sturani et al. 1968), para restituir os polissomos, fenômeno este que, dependendo da espécie, pode verificar-se em períodos bastante curtos (Hsiao 1970, Rhodes & Matsuda 1976). De acordo com Berrie & Drennan (1971), a dessecação durante a germinação tem pouco efeito, quando realizada antes da divisão ou alongamento celular. No caso de *C. floribunda*, os tratamentos foram iniciados quando ainda não havia sido observada emergência radicular.

CONCLUSÕES

1. A não-embebição, respiração e germinação das sementes verdes não-escarificadas de *C. floribunda* estão relacionadas com a impermeabilidade do tegumento, caracterizando com isso um quadro de dormência.

2. Nas sementes verdes, a escarificação constitui uma vantagem, o mesmo não ocorrendo com as sementes marrons.

3. Nas sementes verdes escarificadas, de Ψ_0 e Ψ_2 bares, foi evidente o fato de que a respiração ultrapassou certo valor-limite no consumo de oxigênio no final da fase da embebição, para que então a germinação atingisse altas percentagens às 24 horas.

4. A procrastinação da germinação após 24 horas, referente aos Ψ_{-7} e Ψ_{-12} bares, ou sua total inibição, em Ψ_{-17} bares, são fenômenos relacionados com valores respiratórios ainda baixos após 18 horas de embebição.

5. Como os níveis de hidratação das sementes após 18 horas não foram diferentes, considera-se

que os baixos valores no consumo de oxigênio vinculam-se mais a um efeito inibitório do manitol do que ao efeito do Ψ_{ω} em si.

6. A ação do manitol deixa dúvida sobre seu desempenho como agente osmótico nesta fase do desenvolvimento da planta.

7. O fato de as sementes marrons não-escarificadas se embeberem demonstra que o tegumento das sementes não constitui uma barreira física para a incorporação de água.

8. Especialmente o Ψ_{ω} correspondente a -17 bares das sementes marrons, verificou-se uma acentuada queda do fenômeno respiratório, muito embora, nos outros potenciais, tenha sido essa queda mais gradativa no tempo, depois de um aumento. Contudo, os valores para respiração das sementes marrons escarificadas foram maiores do que os das sementes marrons não-escarificadas.

9. Independente do grau de lixiviação nas sementes marrons escarificadas e da ação inibitória do manitol em ambos os tipos de sementes marrons sobre a respiração, atribui-se a não-germinação destas a um fenômeno de dano interno, ou, então, dormência pré-existente nas sementes.

10. Quanto à desidratação das sementes verdes escarificadas, a desidratação moderada (30%) incrementou sensivelmente a respiração, enquanto a mais severa (90%) a diminuiu.

11. Por mais severa que tenha sido a desidratação, a capacidade germinativa das sementes não foi afetada, quando, logo após a desidratação, foram submetidas à reidratação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Organização dos Estados Americanos (OEA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro, e à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) pelo fornecimento das sementes.

REFERÊNCIAS

- ALLERUP, S. Effects of temperature on uptake of water in seeds. *Physiol. Plant*, 11:99-105, 1958.
- BEEVERS, L. & POULSON, R. Protein synthesis in cotyledons of *Pisum sativum* L. *Plant Physiol.*, 49:476-81, 1972.
- BERRIE, A.M.M. & DRENAN, D.S.H. The effect of hydration-dehydration on seed germination. *New Physiol.*, 70:135-42, 1971.
- BRANDLE, J.R.; HINCKLEY, T.M. & BROWN, G.N. The effects of dehydration-rehydration cycles on protein synthesis of black locust. *Physiol. Plant*, 40:1-5, 1977.
- COSTA, N.M.S.; FERREIRA, M.B. & CURADO, T.F.C. Leguminosas nativas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. p.46.
- GREENWAY, H. & LEAHY, M. Effects of rapidly and slowly permeating osmotic on metabolism. *Plant Physiol.*, 46:259-62, 1970.
- HENCKEL, P.A. Role of protein synthesis in drought resistance. *Can. J. Bot.*, 48:1235-41, 1970.
- HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H. *Viability of seeds*. Great Britain, Siracuse University Press, 1972, p.232-4.
- HSIAO, T.C. Rapid changing in levels of polyribosomes in *Zea mays* in response to water stress, *Plant Physiol.*, 46:281-5, 1970.
- ILJIN, W.S. Drought resistance in plants and physiological processes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 8:257-74, 1957.
- KALIR, A. & POLJAKOFF-MAYBER, A. Effect of salinity on respiratory pathways in root tips of *Taraxacum tetragyna*. *Plant Physiol.*, 57:167-70, 1976.
- LAWLOR, D.W. Absorption of polyethylene glycols by plants and their effects on plants growth. *New Phytol.*, 69:501-13, 1970.
- LEOPOLD, A.C. & KRIEDEMANN, P.E. *Plant growth and development*. 2.ed. New Delhi, McGraw-Hill, 1975, p.223-7.
- MARBACH, I. & MAYER, A.M. Permeability of seeds coats to water as related to drying conditions and metabolism of phenolics. *Plant Physiol.*, 54:817-20, 1974.
- MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. *The germination of seeds*. 2.ed. Oxford, Pergamon Press, 1975, p.192.
- NIR, I.; KLEIN, S. & POLJAKOFF-MAYBER, A. Effect of moisture stress on submicroscopic structure of maize roots. *Aust. J. Biol. Sci.* 2:17-33, 1969.
- ORPHANOS, P.I. & HEYDECKER, W. On the nature of the soaking injury of *Phaseolus vulgaris* seeds. *J. Exp. Bot.* 19:770-84, 1968.
- PUZZI, D. *Manual de armazenamento de grãos*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1977. p. 87-96.
- RHODES, P.R. & MATSUDA, K. Water stress, rapid polyribosome reductions and growth. *Plant Physiol.*, 58:631-5, 1976.
- STANLEY, R.G. Gross respiration water uptake patterns in germinating sugar pine seed. *Physiol. Plant*, 11:503-15, 1958.
- STURANI, E.; COCUCI, S. & MARRÉ, E. Hydration dependent polysome-monosome interconversion in the germinating castor bear endosperm. *Plant Cell Physiol.*, 9:783-95, 1968.

- SUTCLIFFE, J. **Plants and Water**. London, Edward Arnold, 1968. p. 19. (Institute of Biology. Studies in Biology, 14).
- UMBREIT, W.W.; BURRIS, R.H. & STAUFFER, J.F. **Manometric & Biochemical Techniques**. 5.ed. Minneapolis, Burgess Publ., 1972, p.1-19.
- VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York, Academic Press, 1972, v.2, p.254.
- WOODSTOCK, L.W. & GRABE, D.F. Relationships between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. **Plant Physiol.**, 42:1071-6, 1967.