

EFEITOS DO ENVELHECIMENTO PRECOCE, POLIETILENOGLICOL E SUBSTRATOS NA VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES DE ALGAROBEIRA¹

SONIA CRISTINA JULIANO GUALTIERI DE ANDRADE PEREZ² e SORAIA MARCO LONGO NASSIF³

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora* Sw (D.C.)) quanto ao vigor, desempenho em diferentes profundidades, e tolerância de suas plântulas ao estresse hídrico. Os experimentos foram realizados com quatro repetições de 50 sementes previamente escarificadas com H₂SO₄ por cinco minutos, e os dados obtidos, submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey. Foram realizados testes de viabilidade com sementes de coloração marrom clara, média e escura. Foram observados 99,5; 43,5 e 12,0% de germinação, com velocidade de 0,97; 0,55 e 0,48 dias⁻¹, respectivamente. Quando sementes de coloração marrom clara, média e escura foram envelhecidas, observou-se redução significativa no índice de velocidade de emergência e do número de plantas nas sementes de coloração clara e intermediária. Foi simulado um estresse hídrico com PEG 6000 em sementes com casca marrom clara e média. Nas primeiras, verificou-se uma redução significativa da velocidade a -0,4 MPa, da porcentagem a -1,0 MPa, e nas últimas, a -0,4 MPa. As plântulas emergidas a partir de sementes claras, nas diferentes concentrações de PEG, apresentaram diminuição da proporção parte aérea/parte radicular, a partir de -0,2 MPa.

Termos para indexação: estresse hídrico, germinação.

EFFECTS OF EARLY AGING, POLYETHYLENEGLYCOL AND SUBSTRATES ON THE VIABILITY AND VIGOUR OF MESQUITE SEEDS

ABSTRACT - The aim of this work was to investigate the field performance, water stress resistance and vigour of mesquite (*Prosopis juliflora* Sw (D.C.)) seeds. The experiments were carried out with four simultaneous replications of 50 seeds previously scarified with sulfuric acid for five minutes and the data were submitted to variance analysis and Tukey's test. Viability test was made with seeds having brown, yellow and brown-yellow coats, recording germinability of 99.5; 43.5 and 12.0%, at the rate of 0.97; 0.55 and 0.48 days⁻¹, respectively. When seeds of light, intermediate and dark brown coat were exposed to accelerated aging, only seeds with dark brown coats did not resist. A water stress was simulated with PEG 6000 in seeds with yellow and brown-yellow coat. In the first ones, a significant reduction of the rate was verified at -0.4 MPa, and in the germinability at -1.0 MPa, and in the late ones at -0.4 MPa. The seedlings emerged from yellow seeds at different PEG concentrations presented a reduction in the phytomass epigeal/hypogeal rate starting at -0.2 MPa.

Index terms: germination, water stress.

INTRODUÇÃO

A algarobeira é uma árvore nativa das Américas do Norte e do Sul, onde se concentra a maioria das

44 espécies do gênero *Prosopis*. Distribui-se em terras áridas e semi-áridas, apresentando, portanto, admirável amplitude de adaptação (Felker, 1982), e é utilizada para a produção de madeira, carvão vegetal, estacas, álcool e melão, na alimentação animal e humana, na apicultura, em reflorestamentos, em ajardinamento e em sombreamento, tornando-se, por conseguinte, uma cultura de valor econômico e social (Almeida, 1983).

Sobre o custo da instalação de uma plantação, sabe-se que a semente corresponde a 10% do total

¹ Aceito para publicação em 11 de março de 1998.

² Bióloga, Dr^a, Dep. de Botânica, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Caixa Postal 676, CEP 13565-905 São Carlos, SP. E-mail: dsdp@power.ufscar.br

³ Bióloga, M.Sc., UFSCar.

dos custos, e que aumentos na taxa de semeadura, ocasionados pelo uso de sementes de baixo vigor, trazem aumentos consideráveis nos custos da produção agrícola (Bevilacqua et al., 1993). Assim, técnicas culturais que possam ser utilizadas para aumentar o vigor e o desempenho das sementes em condições de campo, como por exemplo o uso de reguladores de crescimento, são de grande importância.

O desempenho da semente nas condições de campo para a instalação de um cultivo é considerado em termos de viabilidade e vigor. Estes atributos podem ser reduzidos pela armazenagem em condições adversas, que ocasionam a deterioração das sementes, resultante de alterações decorrentes do envelhecimento precoce e do ganho em umidade pelas sementes durante a armazenagem (Lin & Ferrari, 1992).

De acordo com Carvalho & Nakagawa (1988), a capacidade de germinação de um lote de sementes é representada pela proporção das que podem produzir plântulas normais em condições favoráveis. Porém, as condições que as sementes encontram no solo para a germinação nem sempre são ótimas, como é o caso de solos salinos e sódicos ou com déficit hídrico, que são de ocorrência natural em regiões áridas e semi-áridas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar sementes de algarobeira quanto ao vigor, desempenho em diferentes profundidades, e tolerância de suas plântulas ao estresse hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de Ecofisiologia de Sementes e no Jardim Experimental do Departamento de Botânica da UFSCar, com a utilização de sementes selecionadas de algarobeira, provenientes da Secretaria de Sementes e Mudanças de Pernambuco (SEMEMPE). Todas as sementes foram previamente submetidas a escarificação química (H_2SO_4 - 5 minutos). Em seguida, foram lavadas em água corrente, depois em solução de hipoclorito de sódio (2,5%), e, finalmente, em água destilada. Foram mantidas à temperatura de 35°C (Perez & Moraes, 1990) em câmara climática FANEM. Foram utilizadas placas-de-Petri esterilizadas, de 9 cm de diâmetro, forradas internamente com duas folhas de papel-filtro autoclavadas e umedecidas com 6 mL de solução de Captan

(0,2%) (Clarck & Scott, 1982) ou de PEG 6000 (no caso do estresse hídrico). Em cada tratamento, foram utilizadas 200 sementes, divididas em quatro repetições. Foram realizadas contagens diárias, sendo consideradas germinadas as que apresentavam radícula de 2 mm e curvatura geotrópica positiva (Juntilla, 1976; Duran & Tortosa, 1985). O experimento foi finalizado quando todas as sementes já haviam germinado ou quando as remanescentes nas placas apresentavam-se deterioradas.

No caso de semeadura em campo nas profundidades de 1, 3 e 5 cm, foram efetuadas contagens diárias do número de plântulas emergidas, considerando, nessa condição, aquelas cuja parte aérea media 2 cm acima do solo. No final de 21 dias, as plântulas foram cortadas rente ao solo e separadas em normais e anormais, segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foram então colocadas em sacos de papel e levadas à estufa a 85°C, por 48 horas, para posterior pesagem da matéria seca.

Para avaliar a germinabilidade e velocidade de germinação em sementes com diferentes colorações, foram separados três grupos, de acordo com a cor do tegumento: sementes com coloração marrom-clara, intermediária e marrom-escuro, e colocadas em temperatura ótima (Perez & Moraes, 1990).

O teste de germinabilidade e velocidade de germinação em diferentes substratos foi realizado com duas folhas de papel-filtro, xaxim, areia grossa, e algodão hidrofílico, esterilizados e umedecidos com Captan (0,2%). As sementes com casca marrom-clara foram colocadas para germinar sobre estes substratos sob temperatura ótima.

Para estudo do envelhecimento precoce, diferentes grupos de sementes apresentando os três tipos de coloração foram colocados na câmara de envelhecimento precoce (PROLAB), a 45°C e 100% de U.R., por 24 horas. Após este período, foram semeadas em bandejas com vermiculita em temperatura ambiente. Foram calculados o índice de velocidade de emergência e população inicial (Vieira & Carvalho, 1993).

Para estudo do efeito do polietilenoglicol (PEG 6000) no processo germinativo, foram preparadas soluções de PEG 6000, de acordo com tabela citada em Villela et al. (1991), nos seguintes potenciais osmóticos: 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa, utilizando-se sementes com tegumento marrom-claro e médio.

O estudo do PEG 6000 no crescimento das plântulas foi realizado com repetições de 20 unidades de sementes com tegumento marrom-claro e com coloração intermediária nos potenciais osmóticos supracitados. Foram anotados o número de plântulas, o comprimento do hipocótilo

e da radícula, e calculada a proporção parte aérea/parte radicular, após sete dias, à temperatura ótima. As sementes foram acondicionadas em rolos de papel-filtro, conforme descrição de Marcos Filho et al. (1987).

Para avaliar o desempenho em campo da algarobeira, foram utilizadas sementes de coloração marrom-clara não escarificadas, escarificadas e escarificadas e embebidas por quatro horas em GA₃ (20 ppm). Estas sementes foram semeadas nas profundidades de 1, 3 e 5 cm. Calculou-se o índice de velocidade de emergência e população inicial após 28 dias, conforme descrito em Marcos Filho et al. (1987).

Os cálculos de porcentagem e velocidade foram realizados de acordo com citações de Labouriau & Valadares (1976), Labouriau & Pacheco (1978), Labouriau (1983) e Labouriau & Agudo (1987). Foi feita a análise de variância e em seguida utilizou-se o teste de Tukey, para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes de algarobeira com tegumento de diferentes colorações foram mantidas sob temperatura ótima (35°C) (Perez & Moraes, 1990). Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 1. Foram encontradas diferenças significativas na porcentagem de germinação entre sementes com casca marrom-escura e com coloração intermediária. Os maiores valores foram obtidos nas algarobeiras com tegumento claro, e os menores, nas de casca escura.

Com relação aos valores de velocidade, encontrou-se o mesmo comportamento descrito quanto à porcentagem, porém não foi observada diferença

significativa entre sementes de coloração intermediária e as de coloração escura. Não foi verificada diferença com relação à dureza do tegumento entre as sementes de diferentes colorações, pois o tempo de imersão em H₂SO₄ utilizado foi suficiente para promover a superação da dormência mecânica.

Duguma et al. (1988) relataram que sementes de *Leucaena leucocephala*, de coloração marrom-clara e marrom-escura apresentaram germinabilidade de 98% e 97%, portanto sem diferença significativa, mas o parâmetro velocidade não foi avaliado por esses autores.

Cavalcante (1993) utilizou sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunnengham com coloração marrom-clara e escura, e a porcentagem de germinação encontrada nos dois lotes foi de 98% e 99%, respectivamente.

Neste estudo, não foi avaliado se a coloração do tegumento é um caso de polimorfismo ou se pode ser atribuído à coleta de sementes em diferentes épocas, ou à deficiência nutricional ou hídrica.

Quando as sementes de algarobeira com casca marrom-clara foram colocadas para germinar em diferentes substratos sob temperatura ótima (35°C), não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre papel-filtro, xaxim, areia e algodão, embora os maiores valores (90%) tenham sido obtidos em algodão e xaxim (Tabela 2). Com relação à velocidade, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos e as maiores taxas foram

TABELA 1. Valores médios de germinabilidade e velocidade de germinação em sementes de algarobeira com diferentes colorações¹.

Coloração da casca	Germinabilidade (arc sen $\sqrt{\%/100}$)	Velocidade (dias ⁻¹)
Marrom-claro	87,96A	0,97a
Coloração intermediária	41,08B	0,55b
Marrom-escuro	20,20C	0,48b
F = 161,97 Fc = 5,71 F = 21,67 Fc = 5,71 Δ = 10,87 Δ = 0,21		

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Valores médios de germinabilidade e velocidade de germinação de sementes de algarobeira com tegumento marrom-claro em diferentes substratos, sob temperatura ótima (35°C)¹.

Substratos	Germinabilidade (arc sen $\sqrt{\%/100}$)	Velocidade (dias ⁻¹)
Papel	87,86A	0,97b
Xaxim	90,00A	0,81d
Areia	87,86A	0,88c
Algodão	90,00A	0,98a
F = 0,67 Fc = 4,47 F = 7,50 Fc = 4,47 - Δ = 0,0034		

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

observadas em algodão, seguido por papel, areia, e, finalmente, xaxim.

Na escolha do substrato germinativo, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à quantidade de água, sua sensibilidade ou não à luz, e a facilidade que ele oferece para realização das contagens e avaliação das plântulas (Brasil, 1992). Diante destas observações, fica evidente a grande diversidade de resultados obtidos com as diferentes espécies vegetais.

Foi escolhido o papel-filtro como substrato de germinação, uma vez que este apresenta baixo custo e facilidade de esterilização, substituição e avaliação das sementes germinadas.

Quando a viabilidade e vigor foram avaliados após o envelhecimento precoce por 24 horas, a 45°C e a 100% de U.R., constatou-se que sementes de coloração escura perderam a viabilidade (Tabela 3). Quando se comparou o desempenho das sementes de coloração clara e intermediária, observaram-se diferenças significativas entre o controle e as sementes com as diferentes colorações referentes à porcentagem de plântulas emergidas e ao índice de velocidade de emergência. Porém, no peso da matéria seca das plântulas, não foi observada diferença significativa Borges et al. (1992).

Borges et al. (1992) afirmam que o comprimento do hipocótilo e o peso da matéria seca das plântulas sofre variações com o processo de envelhecimento.

Em trabalho anterior, Perez & Tambelini (1995) submeteram sementes de *Prosopis juliflora* a 10, 28

e 45 dias de envelhecimento (45°C e 80% de U.R.) (Adamo et al., 1984). Os resultados obtidos indicaram redução significativa da porcentagem de germinação, mas no caso deste trabalho, um aumento na umidade relativa de 80 para 100% produziu alterações muito mais prejudiciais do que no trabalho anterior.

Bewley & Black (1985) enumeram eventos comuns à situação de envelhecimento acelerado, podendo ser incluídos uma redução da produção de ATP, diminuição na síntese protéica e de ácidos nucleicos, degeneração de cromossomos, deterioração das membranas.

Mello & Tillmann (1987) assinalam a dificuldade de padronização dos testes de envelhecimento em face da variação de temperatura durante a exposição.

Sementes de cedro envelhecidas a 40°C não sofreram grandes variações na porcentagem de germinação, mas deixaram de germinar quando envelhecidas a 50°C (Borges et al., 1990).

Quando sementes de *Piptadenia communis* são submetidas ao envelhecimento, ocorre diminuição da porcentagem e da velocidade de germinação diretamente proporcionais ao aumento do tempo de permanência em condições adversas (Borges et al., 1992).

O envelhecimento precoce não foi eficiente para superar a dormência imposta pela casca das sementes de *Adenanthera pavonina*, porém, acarretou perda da viabilidade com o aumento da temperatura e com o tempo de permanência das sementes na câmara de envelhecimento (Fanti, 1996).

TABELA 3. Valores médios de porcentagem de plântulas emergidas, índice de velocidade de emergência e peso da matéria seca por plântula após o envelhecimento precoce de 24 horas a 45°C e a 100% de U.R., de sementes de algarobeira de coloração clara e intermediária¹.

Envelhecimento precoce ²	Plântulas emergidas (arc sen $\sqrt{\%/100}$)	Índice de velocidade de emergência	Peso da matéria seca por plântula (g)
Controle (sementes claras)	61,70A	8,21a	0,011A
Sementes envelhecidas (claras)	43,54B	3,30b	0,008A
Sementes envelhecidas (intermediária)	34,57B	1,49c	0,015A
	F = 21,83 Fc = 8,81 $\Delta=9,49$	F = 61,82 Fc = 8,81 $\Delta=1,53$	F=0,81Fc=8,81 -

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

² Sementes de coloração escura não resistiram ao envelhecimento precoce.

Para Bewley & Black (1985), sementes de leguminosas que possuem casca dura mantêm melhor a longevidade, mesmo em condições estressantes. Isto é importante para a formação de um banco de sementes no solo pois, a proporção de sementes de uma espécie que permanece viável no solo por um tempo adequado é, ecologicamente, mais importante do que semente que germina rápida e isoladamente (Baker, 1989).

O efeito de soluções de PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos na germinação destas sementes encontra-se na Tabela 4. Quanto a sementes de coloração clara, verificou-se uma redução significativa da porcentagem de germinação a partir de -1,0 MPa e da velocidade, a partir de -0,4 MPa. As sementes de coloração intermediária resistiram menos ao estresse hídrico simulado, sendo que a -0,6 MPa a germinação foi totalmente suprimida.

De acordo com Bewley & Black (1985), o estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, com grande variação de respostas entre as espécies, indo desde as muito sensíveis até as mais resistentes. Sementes resistentes têm a vantagem ecológica de estabelecer plantas em áreas onde sementes sensíveis não o fazem.

TABELA 4. Efeito de soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) de diferentes potenciais osmóticos na germinabilidade ($\arcsin \sqrt{\%/100}$) e velocidade (dias⁻¹) de sementes de algarobeira de coloração clara e intermediária¹.

Potencial osmótico (-Mpa)	Coloração clara		Coloração intermediária	
	% G	V	% G	V
0,0	90,0A	0,97a	41,1A	0,59a
-0,2	90,0A	0,82a	45,3A	0,63a
-0,4	87,9A	0,44b	16,3B	0,31a
-0,6	83,9A	0,33bc	0,0C	0,00b
-0,8	90,0A	0,39b	0,0C	0,00b
-1,0	44,7B	0,17bc	0,0C	0,00b
-1,2	29,6B	0,10c	0,0C	0,00b
-1,4	0,0C	0,00d	0,0C	0,00b
	F=15,85 Fc= 3,09 Δ=29,56	F= 29,3 Fc= 3,13 Δ=0,27	F=11,95 F=5,08 Δ=17,87	F=3,87 Fc=5,71 Δ= 3,87

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Quando se comparam os dois agentes osmóticos, como, por exemplo, manitol e PEG, nota-se que o PEG promove maiores reduções dos parâmetros velocidade e germinabilidade em concentrações menores que o manitol. De acordo com Delachiave (1984), essa diferença poderia ser atribuída à permeabilidade diferencial do tegumento das sementes a solutos de baixo peso molecular, a qual permitiria a entrada de manitol, mas não a de PEG, reduzindo o verdadeiro efeito da seca causado pela solução de manitol.

Perez & Moraes (1991) encontraram limite máximo de tolerância ao estresse hídrico simulado com manitol entre -1,9 e -2,1 MPa, em algarobeiras. Já Choinski Junior & Tuohy (1991), trabalhando o efeito do estresse hídrico simulado com PEG sobre leguminosas arbóreas de savana africana, observaram diminuição da porcentagem de germinação, mas não de sua velocidade.

Delachiave (1984) encontrou diferenças significativas na germinação de *Stylosantes guianensis* nos mesmos potenciais hídricos utilizando PEG e manitol.

Tambelini (1994) encontrou resultados semelhantes aos da algarobeira, quando simulou estresse hídrico com manitol e PEG em sementes de *Stryphnodendron polyphyllum*. Nesta espécie, o limite máximo de tolerância ao estresse hídrico ficou entre -1,3 e -1,4 MPa com manitol, e entre -0,6 e -0,9 MPa com PEG.

Nassif (1996) observou que sementes de *Pterogyne nitens* apresentaram resistência a um estresse hídrico simulado, em decorrência da germinação em baixos potenciais osmóticos das soluções de PEG 6000 e manitol (-1,0 e -2,4 MPa, respectivamente).

Os efeitos do estresse hídrico no crescimento das plântulas foram avaliados mediante parâmetros biométricos. As plântulas emergidas das sementes claras apresentaram diminuição no tamanho e no peso da matéria seca com o aumento da concentração, e a partir de -0,2 MPa apresentaram uma diminuição da parte aérea/parte radicular (Figs. 1 e 2).

Perez & Tambelini (1995) avaliaram o crescimento de plântulas de algarobeira sobre condições de estresse hídrico, simuladas com soluções de manitol e até -0,6 MPa foi também observada uma diminuição da proporção parte aérea/parte radicular.

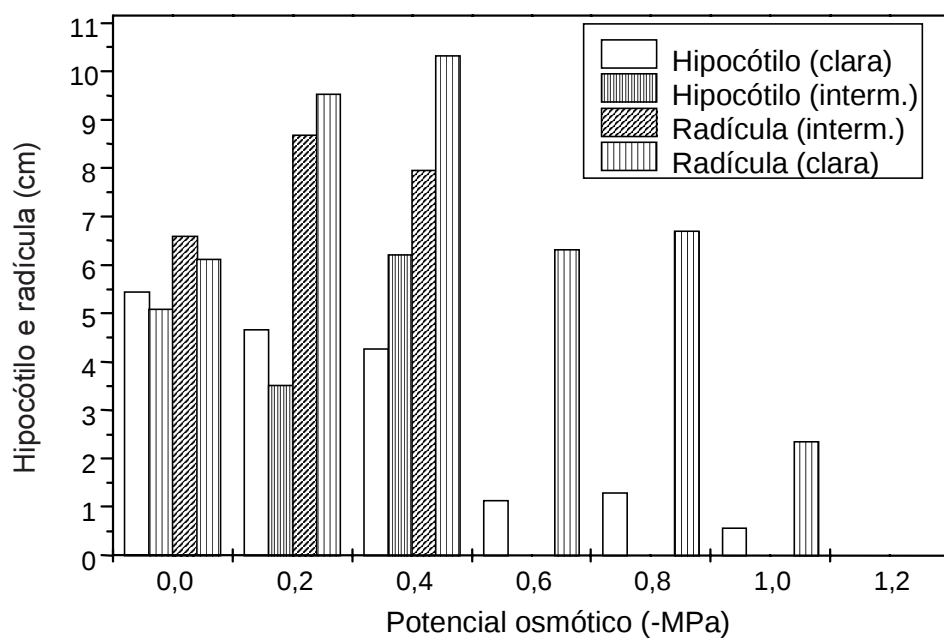


FIG. 1. Comprimento de hipocótilo e radícula (cm) de plântulas de algarobeira após sete dias de permanência em soluções de PEG 6000, com diferentes potenciais osmóticos.

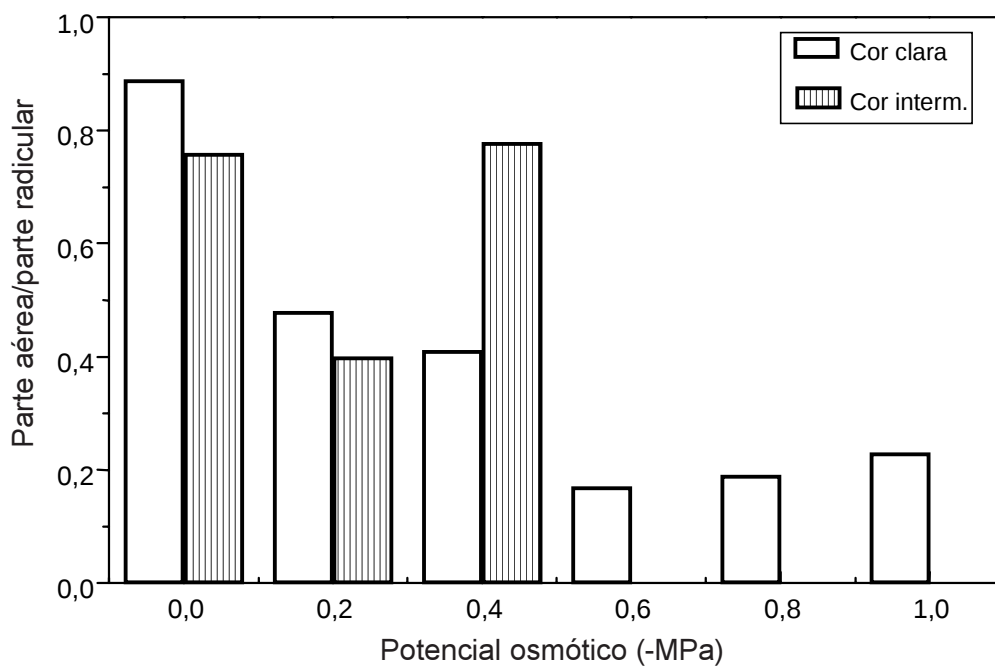


FIG. 2. Proporção parte aérea/parte radicular de plântulas de algarobeira após sete dias de permanência em soluções PEG 6000, com diferentes potenciais osmóticos.

Choinski Junior & Tuohy (1991) observaram comprimento equivalente ou maior do hipocótilo com a utilização do PEG, e sugeriram tratar-se de uma adaptação adicional ao estresse hídrico. Por outro lado, Santos et al. (1992) constataram aumento no comprimento das radículas originadas das sementes de baixo vigor nos potenciais de -0,3 e -0,9 MPa.

Um último aspecto analisado neste trabalho foi o desempenho das algarobeiras em condições de campo, semeadas em diferentes profundidades (Tabelas 5 a 7).

TABELA 5. Desempenho, em campo, de sementes de algaroeira de coloração clara, não-escarificadas, semeadas nas profundidades de 1, 3 e 5 cm. (Controle = sementes semeadas em vermiculita, a 1 cm de profundidade)¹.

Tratamento	Plântulas emergidas ($\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$)	Índice de velocidade de emergência	Peso da matéria seca por plântula (g)
----- Sementes não-escarificadas -----			
Controle	30,48a	1,92ab	0,015a
1 cm	39,20a	2,66a	0,021a
3 cm	31,99a	1,79ab	0,019a
5 cm	28,61a	1,18b	0,018a
F	3,60	6,20	1,12
Fc	4,97	4,97	4,97
Δ	-	1,24	-
----- Sementes escarificadas -----			
Controle	61,68a	8,21a	0,011c
1 cm	71,50a	7,59a	0,032a
3 cm	62,90a	5,48b	0,024b
5 cm	73,00a	5,64b	0,020b
F	2,96	19,80	44,86
Fc	4,97	4,97	4,97
Δ	-	1,59	0,006
Sementes escarificadas e embebidas			
----- em GA ₃ (20 ppm; 4 horas) -----			
Controle	61,68a	8,21a	0,011b
1 cm	69,44a	8,04a	0,032a
3 cm	56,42a	5,99b	0,028a
5 cm	37,21b	2,14c	0,018b
F	14,80	50,23	16,13
Fc	4,97	4,97	4,97
Δ	18,60	2,02	0,01

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Com relação às sementes não-escarificadas, verificou-se que houve diminuição do número de plântulas emergidas e peso da matéria seca por plântula com o aumento da profundidade. Porém, esta diminuição não foi significativa. As diferenças entre as profundidades só foram significativas quando se avaliou o índice de velocidade de emergência (Tabela 5).

Quanto às sementes escarificadas, verificou-se que até as profundidades de 5 cm as plântulas têm habilidade de emergir; os menores índices de velocidade de emergência encontrados nas profundidades foram de 3 e 5 cm (Tabela 5).

Quanto ao peso da matéria seca das plântulas, o controle (realizado em laboratório em bandejas contendo vermiculita) foi o que apresentou menor peso, e este diminuiu com o aumento da profundidade.

Quando se analisou o desempenho, em campo, das sementes nas diferentes profundidades, com pré-embebição em GA₃, notou-se diminuição no peso, no número de plântulas e no índice de velocidade de emergência em profundidades maiores (Tabela 5).

TABELA 6. Desempenho, em campo, de sementes de algaroeiras não-escarificadas, escarificadas, escarificadas e embebidas em GA₃ (20 ppm; 4 horas) semeadas a 1 cm de profundidade. (Controle 1 = sementes não-escarificadas, semeadas em vermiculita a 1 cm de profundidade; Controle 2 = sementes escarificadas, semeadas em vermiculita a 1 cm de profundidade)¹.

Tratamento	Plântulas emergidas ($\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$)	Índice de velocidade de emergência	Peso da matéria seca por plântula (g)
Controle 1	30,48b	1,92b	0,015b
Controle 2	61,68a	8,21a	0,011b
Sem escarificação	39,20b	2,66b	0,021ab
Escarificadas	71,50a	7,59a	0,032a
Escarificadas +GA ₃	69,44a	8,04a	0,032a
F	17,68	20,99	8,51
Fc	3,80	3,80	3,80
Δ	19,08	1,10	0,014

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

TABELA 7. Desempenho, em campo, de sementes de algarobeira sem escarificação, escarificadas e embebidas em GA₃ (20 ppm; 4 horas)¹.

Tratamento	Plântulas emergidas (arc sen $\sqrt{\% / 100}$)	Índice de velocidade de emergência	Peso da matéria seca por plântula (g)
Sementes semeadas a 3 cm de profundidade			
Sem escarificação	31,99b	1,79b	0,019a
Escarificadas	62,90a	5,48a	0,024a
Escarificadas + GA ₃	56,42a	5,99a	0,028a
F	25,96	16,11	4,54
Fc	5,71	5,71	5,71
Δ	12,77	2,26	-
Sementes semeadas a 5 cm de profundidade			
Sem escarificação	28,61b	1,18b	0,018a
Escarificadas	73,00a	5,64a	0,020a
Escarificadas + GA ₃	37,21b	2,14b	0,018a
F	23,09	39,30	2,94
Fc	5,71	5,71	5,71
Δ	19,54	1,49	-

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

A velocidade de emergência das plântulas em campo é proporcional ao vigor das sementes; pode ser avaliada pela primeira contagem de germinação. As sementes que germinam mais rapidamente, isto é, que apresentam maior porcentagem de plântulas normais, são mais vigorosas. Também a avaliação do crescimento das plântulas mediante os parâmetros peso da matéria seca, comprimento médio de hipocótilo e raiz primária é bastante útil.

Estudos básicos sobre o desenvolvimento inicial das sementes em diferentes profundidades de semeadura são necessários. De acordo com Deichmann (1967), a profundidade de semeadura deve ser um pouco maior que o diâmetro da semente, e uma cobertura leve pode não reter a umidade para o início do processo de germinação.

Melhores resultados referentes ao índice de velocidade de emergência foram verificados por Ramos et al. (1983) utilizando sementes de angico

(*Parapiptadenia rigida*), nas profundidades de semeadura de 0,5 a 1,5 cm e coberturas de areia, serapagem e sepilho.

Silva et al. (1980) verificaram que a cobertura de canteiros com camada de 1,0 cm de espessura de casca de arroz propiciou resultados satisfatórios de emergência de plântulas de aroeira.

Quando se comparou o desempenho das sementes a 1 cm de profundidade, verificou-se que os maiores valores de porcentagem de plântulas emergidas e o índice de velocidade de emergência foram encontrados em sementes escarificadas. Com relação ao peso da matéria seca por plântula, os maiores valores foram obtidos com plântulas originadas de sementes escarificadas, com ou sem pré-embebição em GA₃, e de sementes sem escarificação, porém semeadas em campo (Tabela 6).

Analisando-se o desempenho das sementes a 3 cm de profundidade, notou-se que os valores de porcentagem de plântulas emergidas e o índice de velocidade de emergência foram maiores em sementes escarificadas, seguidas por sementes escarificadas e embebidas em GA₃. Não se observou diferença nos valores de peso da matéria seca por plântula (Tabela 7).

Com relação a sementes semeadas a 5 cm de profundidade, maior porcentagem de plântulas emergidas foi encontrada no tocante a sementes escarificadas, mas o peso da matéria seca das plântulas não foi diferente (Tabela 7).

Pelos dados obtidos, a emergência das plântulas foi melhor em condições de campo, em canteiros, do que em vermiculita, na profundidade de 1 cm.

A dormência mecânica encontrada em *Prosopis juliflora* permite o prolongamento do tempo de vida das sementes, possibilitando a formação de um banco de sementes persistentes no solo, além de distribuir a germinação no tempo e no espaço. Isto pode aumentar as chances de estas sementes encontrarem condições para o estabelecimento das plântulas, em condições naturais, mas não é vantajoso quando se deseja maior homogeneidade de emergência, em processos de utilização das sementes em grande escala (Rolston, 1978; Egley, 1989; Morrison, 1992). A escarificação química realizada antes da semeadura foi eficiente no aumento da velocidade e sincronização da emergência em campo das sementes.

A pré-embebição em GA₃ pode aumentar o desempenho das sementes em campo, quando em maior concentração e durante maior tempo de permanência.

CONCLUSÕES

1. Sementes de algaroba de coloração clara apresentam maior viabilidade e vigor do que sementes de coloração intermediária, e estas últimas, maior viabilidade e vigor do que as de coloração escura.
2. O papel-filtro é o substrato germinativo mais apropriado para sementes desta espécie.
3. O aumento da concentração de PEG 6000 reduz a porcentagem e velocidade de germinação e o tamanho das plântulas.
4. Sementes de coloração clara apresentam maior resistência a estresse hídrico simulado.
5. A escarificação das sementes aumenta seu desempenho em campo.
6. O aumento da profundidade reduz o número de plântulas emergidas, a velocidade de emergência e o peso seco das plântulas.
7. A pré-embebição por quatro horas em solução de GA₃ a 20 ppm não melhora o desempenho, em campo, das sementes.

REFERÊNCIAS

- ADAMO, P.E.; SABER, B.; UNGARO, M.B.G. Comportamento germinativo de sementes de girassol submetidas ao teste de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.3, p.15-20, 1984.
- ALMEIDA, J.T. **Algarobeira**: promissora forrageira para a região semi-árida. Salvador: EMATERBA, 1983. 52p. (Série de Estudos Diversos, 13).
- BAKER, H.G. Some aspects of the natural history of seed banks. In: LECK, M.A.; SIMPSON, R.L.; PARKER, V.T. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. Chicago: Academic Press, 1989. p.9-21.
- BEVILACQUA, G.A.P.; SIMART, P.; SANTOS, F.P.G.; BAUDET, L.M. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. I. Efeito da emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, p.67-74, 1993.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1985. 367p.
- BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Alterações fisiológicas em sementes de jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1, p.9-12, 1992.
- BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.1, p.56-62, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe Técnica da Divisão de Sementes e Mudas. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 188p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- CAVALCANTE, A.M.B. **Germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit**. São Carlos: UFSCar, 1993. 92p. Dissertação de Mestrado.
- CHOINSKI JUNIOR, S.; TUOHY, J.M. Effect of water potential and temperature on the germination of four species of African savanna trees. **Annals of Botany**, London, v.68, p.227-233, 1991.
- CLARCK, S.M.; SCOTT, D.J. Effects of carboxin, benomyl and captan on the germination of wheat during the post harvest dormancy period. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.10, p.87-94, 1982.
- DEICHMANN, V.V. **Noções sobre sementes e viveiros florestais**. Curitiba: Escola de Florestas, UFPR, 1967. 196p.
- DELACHIAVE, M.E.A. **Efeito de diferentes potenciais da água sobre alguns aspectos fisiológicos da germinação de sementes de *Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw**. São Carlos: UFSCar, 1984. 85p. Tese de Doutorado.
- DUGUMA, B.; KANG, B.T.; OKALI, D.U.U. Factors affecting germination of *Leucaena* seed. **Seed Science & Technology**, Nigeria, v.16, p.489-500, 1988.
- DURAN, J.M.; TORTOSA, M.E. The effect of mechanical and chemical scarification germination of charlock *S. arvensis*. **Seed Science & Technology**, v.13, p.155-163, 1985.
- EGLEY, G.H. Water-impermeable seed coverings as barriers to germination. In: TAYLORSON, R.B. (Ed.). **Recent advances in the development and germination of seeds**. New York: Plenum Press, 1989. p.207-223.

- FANTI, S.C. **Comportamento germinativo sob condições de estresse e influência do sombreamento artificial e adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L.** São Carlos: UFSCar, 1996. 153p. Dissertação de Mestrado.
- FELKER, P. Produção de vagens de *Prosopis juliflora*: uma comparação de germoplasma norte-americano, sul-americano, havaiano, africano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBIA, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPAN, 1982. p.112-134.
- JUNTILA, O. Seed and embryo germination in *S. vulgaris* and *S. reflexa* as affected by temperature during seed development. **Plant Physiology**, v.29, p.264-268, 1976.
- LABOURIAU, L.J. **A germinação de sementes.** Washington: OEA, 1983. 174p.
- LABOURIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L.: temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, n.1, p.57-69, 1987.
- LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. Isothermal germination rates in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Boletim Venezuelano de Ciências Naturais**, Caracas, n.136, p.73-112, 1978.
- LABORIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, p.263-284, 1976.
- LIN, S.S.; FERRARI, C.V. Efeito da limitação de água disponível durante a pré-hidratação e posterior secagem sobre a germinação e o vigor de sementes de soja (*Glycine max*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, p.113-118, 1992.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MELLO, V.D.C.; TILLMANN, M.A.A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, p.8-12, 1987.
- MORRISON, D.A. Patterns of testa-imposed seed dormancy in native Australian legumes. **Annals of Botany**, v.70, p.157-163, 1992.
- NASSIF, S.M.L. ***Pterogyne nitens* Tul: estudos referentes ao comportamento germinativo sob influência da disponibilidade hídrica, salinidade, luz, profundidade de plantio, substrato, temperatura e tratamentos para quebra de dormência.** São Carlos: UFSCar, 1996. 179p. Dissertação de Mestrado.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. Influências da temperatura, interação temperatura-giberelina e do estresse térmico na germinação de *Prosopis juliflora* Sw (D.C.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.2, p.41-53, 1990.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.981-988, 1991.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1289-1295, nov.1995.
- RAMOS, A.; BIANCHETTI, A.; KUNYIOSHI, Y.S. Influência do tipo e da espessura de cobertura de canteiros na emergência e vigor de sementes de angico (*Parapiptadenia rigida*) (Benth) Brenan. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: SBS, 1983. p.446-448.
- ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v.44, p.365-396, July/Sept. 1978.
- SANTOS, V.L.M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.2, p.189-194, 1992.
- SILVA, H.D.; SOUZA, S.M. de; RIBASK, I.J. **Efeito de diferentes tipos de cobertura na produção de mudas de algumas espécies florestais.** Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1980. 31-42p. (Embrapa-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 2).
- TAMBELINI, M. **Tratamentos pré-germinativos e aspectos ecofisiológicos na germinação de sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart.** São Carlos: UFSCar, 1994. 112p. Dissertação de Mestrado.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1993. 164p.
- VILLELA, F.A.; DONI, L.F.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.