

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Apeiba tibourbou* SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO E DIFERENTES TEMPERATURAS

GERMINATION AND VIGOR OF *Apeiba tibourbou* SEEDS SUBMITTED TO WATER STRESS AND TO DIFFERENT TEMPERATURES

Roberta Sales Guedes¹ Edna Ursulino Alves² Jeandson Silva Viana³ Edilma Pereira Gonçalves³
Cosmo Rufino de Lima⁴ Severino do Ramo Nascimento dos Santos⁴

RESUMO

A *Apeiba tibourbou* é uma espécie florestal pertencente à família Tiliaceae, conhecida popularmente como pau-de-jangada, que é bastante utilizada como planta ornamental, na medicina popular e sua madeira usada na fabricação de pequenas embarcações. Sementes dessa espécie foram escarificadas com lixa d'água nº80, por 5 minutos e submetidas a diferentes potenciais osmóticos, induzidos por polietilenoglicol (PEG-6000), com o objetivo de avaliar a sua resistência a condições de deficiência hídrica. As sementes foram colocadas para germinar a 25 e 30 °C, nos potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. Avaliou-se a porcentagem, o índice de velocidade e a primeira contagem de germinação, bem como o comprimento e massa seca de plântulas. Pelos resultados obtidos observou-se que a velocidade e a porcentagem final de germinação foram significativamente reduzidas a partir de -0,2 MPa, em relação às sementes não submetidas ao estresse hídrico. O limite de resistência da espécie ao estresse hídrico situa-se entre -0,4 e -0,6 MPa.

Palavras-chave: pau-jangada; sementes florestais; potencial osmótico; polietilenoglicol.

ABSTRACT

The *Apeiba tibourbou* is a forest species belonging to the family Tiliaceae, popularly known as 'pau-de-jangada', which is widely used as ornamental, in medicine and your timber used in the manufacture of small boats. Seeds of this species were submitted to different osmotic potentials induced by polyethyleneglycol (PEG-6000) in order to verify their resistance to drought conditions. Seeds were previously scarified with sandpaper for 5 minutes and incubated at 25 and 30 °C, at osmotic potentials of 0.0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa. The following parameters were analyzed: germination percentage, index germination speed, first count germination, length and dry matter of seedlings. A significant reduction in germination velocity and final percentage of germination from -0.2 MPa in relation to control was observed. It was found that water stress resistance limits ranged from -0.4 to -0.6 MPa.

Keywords: 'jangadeira'; forests seeds; osmotic potential; polyethyleneglycol.

1. Bióloga, Dra., Professora do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, CEP 88034-001, Florianópolis (SC). guedes.r.s@ufsc.br
2. Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Caixa Postal 02, CEP 58397-000, Areia (PB). ednaursulino@cca.ufpb.br
3. Engenheiros Agrônomos, Professores da Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Bom Pastor, s/n, Boa Vista, CEP 55292-270, Garanhuns (PE). edilmapg@hotmail.com / jeandsonsv@hotmail.com
4. Engenheiros Agrônomos, Doutorandos em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Caixa Postal 02, CEP 58397-000, Areia (PB). cosmoagr@hotmail.com / ninoagro@hotmail.com

Recebido para publicação em 11/11/2009 e aceito em 9/11/2011

INTRODUÇÃO

Apeiba tibourbou é uma espécie florestal pertencente à família Tiliaceae, conhecida popularmente como pau-de-jangada, pente-de-macaco, embira branca ou jangadeira, ocorre desde o Norte do Brasil até Minas Gerais e São Paulo (LORENZI, 2000). A madeira, de baixa densidade, é empregada na fabricação de pequenas embarcações. Além disso, a espécie é utilizada na arborização e ornamentação de praças e avenidas, principalmente devido à beleza de suas folhas e exuberância dos frutos. Almeida et al. (1998) mencionaram que a espécie é comumente utilizada para artesanato, com potencial madeireiro, medicinal e ornamental.

As condições em que as sementes se encontram no solo para a germinação nem sempre são ótimas, como é o caso dos solos salinos, sódicos ou com déficit hídrico, que são de ocorrência natural nas regiões áridas e semiáridas. Portanto, torna-se importante entender os mecanismos que conferem às sementes de algumas espécies a capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico e, conseqüentemente, vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (ROSA et al., 2005). Os estudos relacionados com a resposta germinativa de sementes à condição de estresses artificiais têm importância especial para a ecofisiologia e constituem-se em ferramentas que possibilitam a avaliação dos limites de tolerância de sobrevivência e adaptação destas espécies às condições de estresses naturais, como seca, calor e solos afetados por sais, a semelhança da caatinga e do semiárido nordestino.

A disponibilidade de água é um dos fatores essenciais para desencadear a germinação, uma vez que está envolvida direta e indiretamente em todas as demais etapas do metabolismo germinativo, atuando, portanto, como um agente estimulador e controlador, pois, além de promover o amolecimento do tegumento, favorece a penetração do oxigênio, proporciona aumento no volume do embrião e dos tecidos de reserva, estimula as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005). Para germinar, as sementes devem atingir um teor mínimo de umidade, que é muito variável entre as espécies, e que demora mais para ser atingido quando o potencial hídrico do substrato é mais baixo (BRADFORD, 1995).

Os potenciais osmóticos negativos, especialmente no começo da embebição podem

retardar e diminuir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, inviabilizando a sequência dos eventos germinativos da semente durante a absorção de água (BANSAL et al., 1980). Por outro lado, o excesso de umidade ocasiona um decréscimo na germinação, visto que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante (BORGES e RENA, 1993).

Uma das técnicas utilizadas em laboratório para simular condições de baixa umidade no substrato tem sido o uso de soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos (HARDEGREE e EMMERICH, 1994), podendo provocar atraso no processo germinativo ou diminuição na porcentagem final de germinação. Na condução desse procedimento, diversos compostos químicos têm sido utilizados na simulação de estresse hídrico, dentre eles o polietilenoglicol, agente osmótico sem efeitos adversos para as sementes, por ser quimicamente inerte, atóxico, de elevado peso molecular e, portanto, de difícil absorção, de forma que tem proporcionado restrição hídrica às sementes, dependendo da concentração, simulando, desta forma a seca (VILLELA et al., 1991; MORAES e MENEZES, 2003).

A temperatura em que ocorre a germinação das sementes é outro fator que tem influência sobre o referido processo, tanto sob o aspecto da germinação total como da velocidade em que a mesma ocorre. A temperatura interfere tanto na dinâmica da absorção de água como nos limites e velocidade das reações bioquímicas, além dos processos fisiológicos que determinam todo o processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

Dessa forma, a pesquisa foi realizada com o objetivo de se conhecer o comportamento germinativo das sementes de *Apeiba tibourbou*, submetidas a diferentes potenciais hídricos e regimes de temperatura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, (CCA - UFPB), Areia - PB. Foram coletados frutos de *Apeiba tibourbou* diretamente de cinco árvores matrizes, no CCA - UFPB. Após a coleta os frutos foram levados ao LAS, onde as sementes foram beneficiadas e, em seguida submetidas à escarificação mecânica em lixa d'água

n° 80 por 5 minutos (GUEDES et al., 2011). Depois de submetidas aos tratamentos para superação de dormência, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 5 % durante 5 minutos, e, em seguida os ensaios foram instalados.

Teste de germinação

Para submeter as sementes ao estresse hídrico foram utilizadas soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) preparadas de acordo com Villela et al. (1991). Os potenciais osmóticos utilizados foram: 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. Para cada tratamento utilizou-se 100 sementes, divididas em quatro repetições com 25, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel-toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel-toalha foi umedecido com as soluções de polietileno glicol (PEG 6000) supracitadas, com a quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, sem adição posterior da solução.

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos, transparentes, de 0,04 mm de espessura, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação (COIMBRA et al., 2007). O teste de germinação foi conduzido em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* - BOD regulados para os regimes de temperaturas constantes de 25 e 30 °C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de 10 dias, quando o experimento foi encerrado. As contagens foram realizadas considerando-se como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária e a parte aérea.

Primeira contagem de germinação

Conduzido conjuntamente com o teste de germinação, onde se computou as sementes germinadas no sexto dia após a instalação do teste, quando se verificou uniformidade na germinação, sendo os dados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de germinação (IVG)

O teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, onde foram efetuadas contagens diárias das sementes germinadas, durante 10 dias, quando se verificou a estabilização da germinação e, o índice de velocidade de germinação calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), onde $IVG = (G_1/N) + (G_2/N) + \dots$

$+ (G_n/N_n)$, sendo: G_1, G_2 e G_n = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagem; N_1, N_2 e N_n = número de dias da semente à primeira, segunda e última contagem.

Comprimento e massa seca de plântulas

No final do teste de germinação (10 dias) as plântulas normais de cada repetição foram medidas da raiz até a parte aérea, usando-se uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula. As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g/plântula.

Procedimento estatístico

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, sendo que cada temperatura foi considerada como um experimento independente, tendo os seis potenciais osmóticos distribuídos em quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, em análise conjunta, para fins de comparação entre as temperaturas. Concluídas as análises individuais, programaram-se as análises conjuntas. Para comparação das médias, utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5 e 1 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes de *Apeiba tibourbou* foi afetada pelos potenciais hídricos testados, tendo-se constatado no tratamento controle (0,0), os maiores percentuais de germinação de 73 e 88 %, respectivamente nas temperaturas de 25 e 30 °C (Figura 1 e Tabela 1). A porcentagem de germinação reduziu significativamente a partir do potencial hídrico de -0,2 MPa, chegando a 51 % na temperatura de 30 °C e na temperatura de 25 °C as sementes tiveram sua capacidade germinativa mais afetada, chegando a 37 % de germinação. A partir do potencial de -0,6 MPa a germinação tornou-se nula.

Um dos fatores que poderia explicar esta redução na germinação é o alto peso molecular do polietilenoglicol, que não é absorvido devido à alta viscosidade, que somada à baixa taxa de difusão de O_2 pode comprometer a disponibilidade de oxigênio

para as sementes, durante o processo germinativo (BRACCINI et al., 1996).

Este comportamento de redução na porcentagem de germinação quando o potencial osmótico se torna mais negativo, ocorre em razão do aumento no tempo correspondente a fase III do processo de embebição, pois de acordo com o padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994), nesta fase ocorre a intensa absorção de água e a protrusão da raiz primária pelas sementes. No entanto, em sementes de *Apeiba tibourbou* verificou-se que a disponibilidade de água no meio foi suficiente para iniciar a germinação, mas não para completar todo o processo que resulta na formação de plântulas normais. De acordo com Eira (1988) a ausência ou uma pequena absorção de água pode ocorrer por uma elevação na concentração do fitorregulador ácido abscísico (ABA) nas sementes, com uma consequente inibição do alongamento celular e redução da germinação.

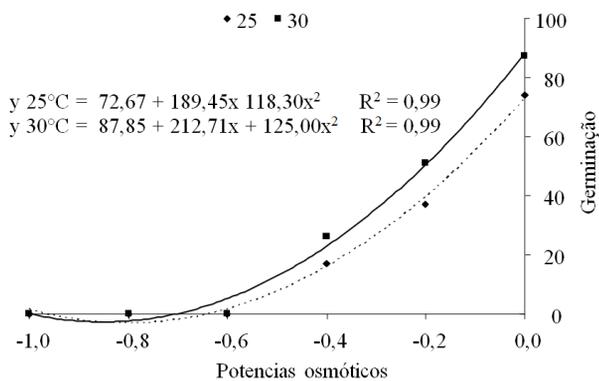


FIGURA 1: Germinação (%) de sementes de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

FIGURE 1: Germination of ‘pau-de-jangada’ (*Apeiba tibourbou*) seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

Resultados semelhantes foram observados em sementes de *Senna spectabilis*, quando Jeller e Perez (2001) registraram ausência de germinação em potencial de -0,8 MPa. A germinação das sementes de *Peltophorum dubium* (BOTELHO e PEREZ, 2001), *Adenantha pavonina* (FONSECA e PEREZ, 2003) e de *Ateleia glazioviana* (ROSA et al., 2005) foi sensível ao estresse hídrico simulado com PEG, uma vez que a germinação foi reduzida em potenciais mais negativos. A porcentagem de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* decresceu significativamente a partir do potencial de -0,1 MPa em soluções de PEG 6000 (BRAGA et al., 2008).

Os dados referentes ao vigor, determinado pela primeira contagem de germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* encontram-se na Figura 2. Verificou-se que os maiores percentuais de germinação na primeira contagem foram obtidos com sementes provenientes da temperatura de 30 °C no tratamento controle (potencial 0,0), atingindo 65 % de germinação, seguido da temperatura de 25 °C, na qual se obteve 57 % de germinação na primeira contagem (Tabela 2). Quando os potenciais se tornaram mais negativos houve uma redução drástica na germinação, independente da temperatura utilizada, com inibição da germinação no potencial de -0,6 MPa, indicando sensibilidade das sementes ao estresse.

Nos potenciais osmóticos de -0,25 e -0,30 MPa, Stefanello et al. (2006) verificaram que não ocorreu a formação de plântulas normais de *Foeniculum vulgare* na primeira contagem do teste de germinação. A intensidade da resposta ao estresse hídrico é variável entre as sementes de diferentes espécies, as quais se comportam de maneira diferenciada à condição de estresse induzida pela redução no potencial osmótico da solução (PEREZ et al., 1998).

Quanto ao índice de velocidade de germinação de sementes de *Apeiba tibourbou*, foi observado que o maior índice foi alcançado pelas sementes do tratamento controle (Figura 3), com valor médio de

TABELA 1: Valores médios para porcentagem de germinação de sementes de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

TABLE 1: Mean values for percentage of germination of ‘pau-de-jangada’ (*Apeiba tibourbou*) seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

Temperaturas (°C)	Potenciais osmóticos (MPa)					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
25	73,00 b	37,00 b	17,00 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
30	88,00 a	51,00 a	26,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Em que: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

2,307 na temperatura de 30 °C e 1,519 na temperatura de 25 °C e, a partir daí, este índice foi reduzido à medida que se aumentou o potencial osmótico, sendo mais significativa na temperatura de 25 °C (Tabela 3).

Com estes dados evidencia-se a necessidade de um período mais longo para que a semente intumescça e germine, portanto, há uma menor

velocidade de germinação. Esses resultados são condizentes com as informações de Heydecker (1977), de que o aumento do estresse ambiental, em geral, leva inicialmente a um decréscimo na velocidade de germinação e só posteriormente vem afetar a porcentagem final de germinação das sementes.

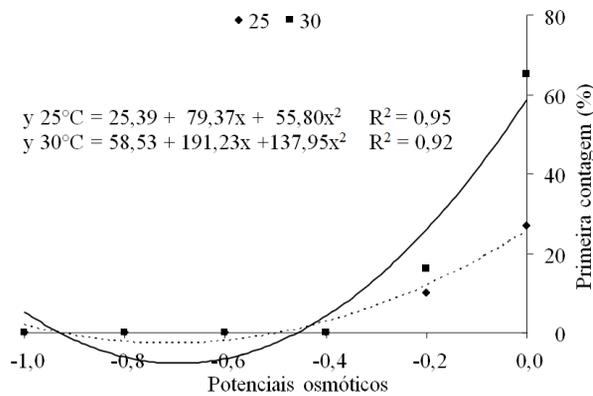


FIGURA 2: Primeira contagem de germinação de sementes de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

FIGURE 2: First count of germination of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

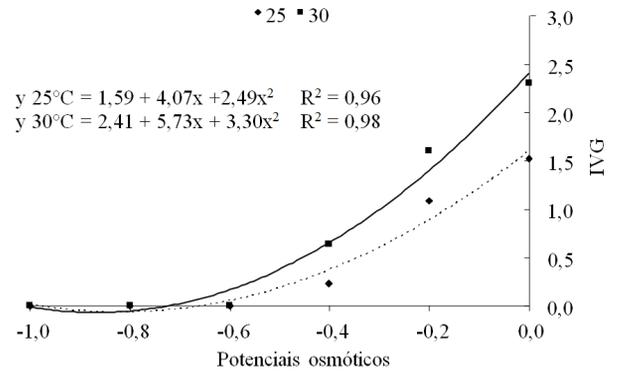


FIGURA 3: Índice de velocidade de germinação de sementes de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

FIGURE 3: Index of speed of germination (ISG) of seeds of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

TABELA 2: Valores médios para primeira contagem de germinação de sementes de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

TABLE 2: Mean values for first count of germination of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

Temperaturas (°C)	Potenciais osmóticos (MPa)					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
25	57,00 b	10,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
30	65,00 a	10,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Em que: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

TABELA 3: Valores médios para o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

TABLE 3: Mean values for index of speed of germination (ISG) of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

Temperaturas (°C)	Potenciais osmóticos (MPa)					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
25	1,519 b	1,081 b	0,232 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
30	2,307 a	1,606 a	0,632 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Em que: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

Para sementes de *Senna spectabilis* houve redução significativa do índice de velocidade de germinação a partir do potencial -0,2 MPa (JELLER e PEREZ, 2001). A velocidade de germinação das sementes de *Peltophorum dubium* começou a reduzir significativamente em potências -0,2 MPa (BOTELHO e PEREZ, 2001). Fonseca e Perez (2003) observaram maior tempo requerido para a germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* quando o potencial osmótico reduziu da testemunha até -0,5 MPa. Em sementes *Foeniculum vulgare* o potencial de osmótico -0,1 MPa promoveu reduções significativas na velocidade de germinação (STEFANELLO et al., 2006). A germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* foi inibida completamente a partir de -0,3 MPa em soluções de PEG 6000 (BRAGA et al., 2008).

Tanto a germinação quanto a velocidade de germinação foram maiores na temperatura mais elevada (30 °C) (Tabelas 2 e 3), o que decorre, possivelmente, da embebição mais rápida e, conseqüentemente, da aceleração das reações metabólicas que ocorreram durante o processo de germinação das sementes na temperatura mais elevada. Larcher (2000) mencionou que as temperaturas elevadas aceleram os movimentos das moléculas, tornando mais fracas as ligações químicas que associam os átomos, de forma que as camadas de lipídios das biomembranas tornam-se mais fluidas, o que ocasiona um aumento do efluxo de material celular para o meio.

Embora a temperatura de 30 °C tenha proporcionado a máxima germinação num período mais curto, esta foi desfavorável quando os potenciais osmóticos estavam mais negativos (-0,4, -0,6 e -0,8 MPa) (Tabela 3). Nestes potenciais houve emissão de raiz primária, mas não o desenvolvimento subsequente do sistema radicular, impedindo a formação de plântulas normais e favorecendo a deterioração das sementes. Possivelmente as paredes do tegumento tornaram-se mais fluidas devido à alta temperatura, ocorrendo liberação de exsudatos no meio germinativo, desenvolvendo fungos na superfície das sementes. Fato semelhante ocorreu com sementes de *Chorisia speciosa* quando expostas às temperaturas mais elevadas (42 e 45 °C), as quais liberaram maior quantidade de exsudatos no meio germinativo, com acelerado processo de deterioração (FANTI, 2001).

Em outras espécies florestais como nas sementes de *Adenanthera pavonina* houve

germinação até o potencial osmótico de -0,4 MPa, implicando um limite de tolerância das sementes entre -0,4 e -0,5 MPa (FONSECA e PEREZ, 2003). Potenciais abaixo de -0,5 MPa foram considerados críticos à germinação de sementes de *Bowdichia virgilioides* (SILVA et al., 2001) e de -0,4 MPa para aquelas de *Ateleia glazioviana* (ROSA et al., 2005). As concentrações de PEG 6000, a partir de -0,8 MPa impediram a absorção de água pelas sementes de *Anadenanthera colubrina* (REGO et al., 2007).

Na Figura 4 encontram-se os dados do comprimento de plântulas de *Apeiba tibourbou* oriundas de sementes submetidas a diferentes potenciais osmóticos e temperaturas. Na temperatura de 30 °C constatou-se maior comprimento (3,28 cm) de plântulas, enquanto que na temperatura de 25 °C as plântulas atingiram 2,28 cm (Figura 4 e Tabela 4). Esta diferença no comprimento pode ser explicada porque, além de fornecidas as condições necessárias à germinação, as sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função da maior capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999).

O conteúdo de massa seca das plântulas de *Apeiba tibourbou* (Figura 5) também foi afetado pelos diferentes potenciais osmóticos e pelas temperaturas. Observou-se que os maiores conteúdos de massa seca (0,730g) foram obtidos no tratamento controle, na temperatura de 30 °C, ocorrendo a partir deste potencial redução do conteúdo até se tornar quase nulo no potencial osmótico de -0,8 Mpa (Tabela 5). Na temperatura de 25 °C verificou-se redução linear do conteúdo de massa seca de plântulas, no entanto foi menos afetado que na temperatura de 30 °C, onde houve maior redução do vigor. Em sementes *Foeniculum vulgare* a diminuição do potencial osmótico também promoveu reduções significativas na massa seca das plântulas (STEFANELLO et al., 2006).

Os resultados obtidos com o estresse hídrico em sementes de *Apeiba tibourbou* têm importância ecológica, pois demonstram que as sementes desta espécie possuem exigências especiais de água para a sua geminação, principalmente nas fases iniciais do seu ciclo de vida. Este baixo limite de tolerância ao estresse hídrico confere à *Apeiba tibourbou* um caráter não adaptativo, propiciando baixa capacidade de estabelecimento em campo e redução de sobrevivência devido aos estreitos limites para a germinação.

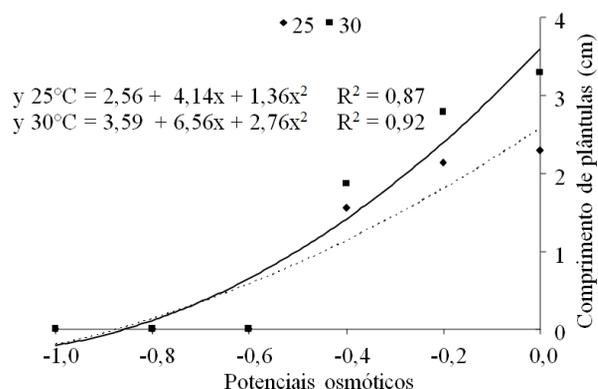


FIGURA 4: Massa seca de plântulas de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

FIGURE 4: Dry mass of the seedlings of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) derived from seeds submitted to different levels of moisture stress.

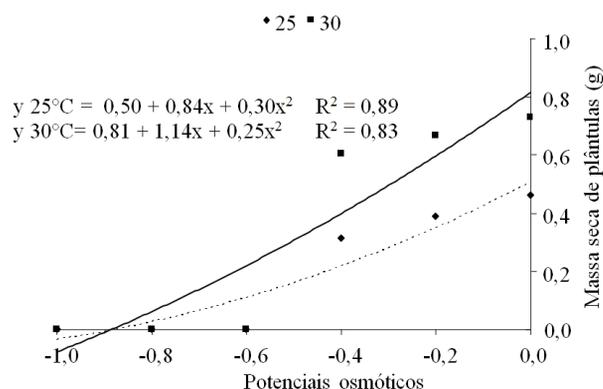


FIGURA 5: Comprimento de plântulas de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

FIGURE 5: Length of the seedlings of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) derived from seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

TABELA 4: Valores médios para comprimento (cm) de plântulas de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

TABLE 4: Mean values for length of seedlings of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) derived from seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

Temperaturas (°C)	Potenciais osmóticos (MPa)					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
25	2,28 b	2,13 b	1,56 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
30	3,28 a	2,78 a	1,86 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Em que: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

TABELA 5: Valores médios para massa seca (g) de plântulas de pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*) oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

TABLE 5: Mean values for dry mass of the seedlings of 'pau-de-jangada' (*Apeiba tibourbou*) derived from seeds submitted to different levels of moisture stress and temperature.

Temperaturas (°C)	Potenciais osmóticos (MPa)					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
25	0,462 b	0,387 b	0,312 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
30	0,730 a	0,667 a	0,605 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Em que: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

CONCLUSÃO

O limite de resistência das sementes de espécie *Apeiba tibourbou* ao estresse hídrico situa-se entre -0,4 e -0,6 MPa, com limitada tolerância a ambiente com baixa disponibilidade de água, nas fases iniciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEM, D. N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 22, n. 2, p.

- 327-331, Sept. 1980.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 3rd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-136.
- BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafistula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n.1, p. 43-49, jan./mar. 2001.
- BRACCINI, A. L. et al. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 10-16, jan./mar. 1996.
- BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J. D.; GALILI, G. (eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 351-396.
- BRAGA, L. F. et al. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 157-163, jun. 2008.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588 p.
- COIMBRA, R. A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.
- EIRA, M. T. S. **Condicionamento osmótico de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresse hídrico, salino, térmico**. 1988. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1988.
- FANTI, S. C. **Aspectos da germinação e efeitos do condicionamento osmótico em sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil. - *Bombacaceae*)**. 2001. 145 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.
- FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 1-6, jul. 2003.
- GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; J.M.; SANTOS, S.R.N.; COSTA, E.G. Tratamentos pré-germinativos e temperaturas para a germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.33, n.1, p.131-140, jan./mar, 2011.
- HARDEGREE, S. P.; EMMERICH, W. E. Seed germination in response to polyethylene glycol solution. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 22, n. 1, p. 1-7, jan./mar. 1994.
- HEYDECKER, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1977. p. 237-282.
- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 93-104, jun. 2001.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1, 351 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Zürich, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar. 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 219-226, abr. 2003.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇANETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência da temperatura sobre a resistência das sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert) ao estresse hídrico simulado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 96-103, set./dez. 1998.
- REGO, S. S. et al. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan (Angico-branco) - Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 549-551, jul. 2007. Supl. 2

- ROSA, L. S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 306-314, jul./dez. 2005.
- SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; RODRIGUES, T. J. D. Germinação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth, sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 115-118, jan./abr. 2001.
- STEFANELLO, R. et al. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 135-141, mai./ago. 2006.
- VILLELA, F. A.; FILHO, L. D.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11-12, p. 957-1968, nov./dez. 1991.