

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**SALINIDADE E TEMPERATURA NA RESPOSTA FISIOLÓGICA
DE SEMENTES E ANATOMIA RADICULAR DE PLÂNTULAS
DE *Guazuma ulmifolia* LAM. (STERCULIACEAE) E
Caesalpinia ferrea MART. (FABACEAE)**

ROSELI BETONI

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**SALINIDADE E TEMPERATURA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA
DE SEMENTES E ANATOMIA RADICULAR DE PLÂNTULAS DE
Guazuma ulmifolia LAM. E *Caesalpinia ferrea* MART.**

ROSELI BETONI

Bióloga

Orientadora: Profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**Dourados
Mato Grosso do Sul
2009**

Ficha elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal da Grande Dourados

631.521 Betoni, Roseli
B813s Salinidade e temperatura na resposta fisiológica de sementes e anatomia radicular de plântulas de *Guazuma ulmifolia* LAM. STERCULIACEAE E *Caesalpinia ferrea* MART. FABACEAE. Dourados, MS : UFGD, 2008.
101p.
Orientadora : Prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon
Dissertação (Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. *Guazuma ulmifolia* LAM STERCULIACEAE – Sementes – Germinação – Salinidade – Temperaturas. 2. *Caesalpinia ferrea* MART.FABACEAE – Sementes – Germinação – Salinidade – Temperaturas. I. Título.

*“No final tudo da certo. Se não deu certo é porque
não chegou o fim.”*

(Fernando Sabino)

Nos momentos de dificuldade, ausência, o seu sorriso, suas palavras, seu amor e compreensão me deram força de continuar. Ao Leandro meu marido, companheiro e maior incentivador.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus pela força e determinação;

Meu pai, meu verdadeiro mestre, parceiro, me ajudando nos experimentos a campo, coletas e quebra de frutos, tornando tudo mais divertido e interessante. Obrigada pelo seu apoio, dedicação, e sabedoria;

Minha mãe, modelo real de ética e perseverança, pelas suas orações, dedicação, paciência, colo e carinho nos momentos em que mais precisei;

Aos meus queridos: “Zan” “Rael” “Bel” “Rê” e “Lê”, pela eterna amizade, paciência, “apoio técnico” e pelo grande carinho que sempre tiveram por mim;

As Professoras Silvana de Paula Quintão Scalon e Mara Mussury pela orientação, amizade e compreensão nesses anos de estudo. Por terem me ensinado tanto e me feito crescer cada dia mais como pessoa.

As pessoas que sempre me ajudaram na execução do trabalho em especial aos acadêmicos Dayane Sampaio e Leandro Motta.

A Camila Kissmann, pela grande amizade, apoio e companheirismo durante todo o curso, e na montagem dos experimentos realizados neste trabalho.

Aos funcionários da UFGD pela ajuda no desenvolvimento da pesquisa;

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida;

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.	xiii
ABSTRACT.	xiii
1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	19
3 CAPÍTULO I. SALINIDADE E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>GUAZUMA ULMIFOLIA</i> LAM. (STERCULIACEAE).	22
3.1 RESUMO.	23
3.2 ABSTRACT.	23
3.3 INTRODUÇÃO.	25
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO.	30
3.6 CONCLUSÕES	47
3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
4 CAPÍTULO II. SALINIDADE E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>CAESALPINIA FERREA</i> MART. (FABACEAE).	53
4.1 RESUMO.	54
4.2 ABSTRACT.	54
4.3 INTRODUÇÃO.	56
4.4 MATERIAL E MÉTODOS.	58
4.5 RESULTADO E DISCUSSÃO.	60
4.6 CONCLUSÕES	82

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	83
5 CAPÍTULO III. ANATOMIA DA RAIZ EM PLÂNTULAS DE <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam (Sterculiaceae) E <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. (Fabaceae) SUBMETIDAS A ESPERMIDINA E SALINIDADE.	89
5.1 RESUMO.	90
5.2 ABSTRACT.	90
5.3 INTRODUÇÃO.	91
5.4 MATERIAL E MÉTODOS.	92
5.5 RESULTADO E DISCUSSÃO	93
5.6 CONCLUSÕES	98
5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	99

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
CAPÍTULO I. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Sterculiaceae).	22
QUADRO 1. Análise de variância da porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação das sementes, relação raiz/parte aérea, massa fresca e massa seca das plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	30
QUADRO 2. Análise de variância da porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, relação raiz/parte aérea, massa fresca e seca das plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. cultivadas em bandeja.	45
CAPÍTULO II. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de <i>Caesalpinia ferrea</i> (Mart.) (Fabaceae).	55
QUADRO 1. Análise de variância da porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação de sementes, relação raiz/parte aérea, massa fresca e seca de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	61
QUADRO 2. Análise de variância da porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, relação raiz/parte aérea, massa fresca e seca da plântula de <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	79
CAPÍTULO III. Anatomia da raiz em plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Sterculiaceae) e <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. (Fabaceae) submetidas a salinidade.	89
QUADRO 1. Análise de variância dos resultados de anatomia radicular de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> cultivadas a 30°C.	95
QUADRO 2. Diâmetro de Raiz e espessura de estelo de raízes de plântulas de <i>G. ulmifolia</i> embebidas em soluções salinas com (CE) e sem espermidina (SE) na temperatura de 30°C.	95
QUADRO 3. Análise de variância da anatomia radicular de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> cultivadas 20°C.	98

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

CAPÍTULO I. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes e <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Sterculiaceae).	22
FIGURA 1. Porcentagem de germinação de sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> em diferentes temperaturas e potenciais osmóticos de KCl (a), NaCl (b) e CaCl ₂ (c). Dourados-MS, 2008.	31
FIGURA 2. Porcentagem de germinação de sementes de <i>G. ulmifolia</i> tratadas com KCl, NaCl e CaCl ₂	34
FIGURA 3. Porcentagem de germinação de sementes de <i>G. ulmifolia</i> em diferentes potenciais osmóticos com e sem espermidina.	35
FIGURA 4. Índice de Velocidade de Germinação de sementes de <i>G. ulmifolia</i> em potenciais osmóticos de KCl, CaCl ₂ e NaCl em diferentes temperaturas com e sem espermidina.	35
FIGURA 5. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>G. ulmifolia</i> tratadas com KCl e NaCl e CaCl ₂	37
FIGURA 6: Relação Raiz/Parte Aérea de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> embebidas em potenciais osmóticos de KCl, CaCl ₂ e NaCl em diferentes temperaturas com e sem espermidina	38
FIGURA 7. Relação entre raiz e parte aérea de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> tratadas com soluções salinas e temperaturas diferentes.	40
FIGURA 8. Massa Fresca de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> em diferentes temperaturas e potenciais osmóticos.	42
FIGURA 9. Massa fresca de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> tratadas com e sem espermidina em diferentes potenciais osmóticos de NaCl e CaCl ₂	43
FIGURA 10. Massa seca de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> embebidas embebidas em potenciais osmóticos de KCl, NaCl e CaCl ₂ em diferentes temperaturas com e sem espermidina.	44

FIGURA 11. Massa fresca (a) e massa seca (b) de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> em diferentes potenciais osmóticos com e sem espermidina	46
FIGURA 12. Massa seca de plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> tratadas com e sem espermidina em função dos diferentes potenciais osmóticos.	46
CAPÍTULO II. Salinidade e temperatura na germinação e vigor de sementes de <i>Caesalpinia ferrea</i> (Mart.) (Fabaceae)	55
FIGURA 1: Porcentagem de germinação de sementes de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em soluções salinas de KCl tratadas com e sem espermidina, e NaCl tratadas com e sem espermidina em diferentes potenciais osmóticos.	61
FIGURA 2: Porcentagem de germinação de sementes de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl ₂ tratadas com e sem espermidina em diferentes temperaturas.	64
FIGURA 3: Índice de Velocidade de Germinação de sementes de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em diferentes potenciais osmóticos de soluções salinas de KCl e NaCl tratadas com espermidina e sem espermidina e tratadas com CaCl ₂	66
FIGURA 4: Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl ₂ tratadas com e sem espermidina em diferentes temperaturas	68
FIGURA 5: Relação raiz/parte aérea de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl ₂ tratadas com e sem espermidina em diferentes temperaturas.	71
FIGURA 6: Relação raiz e parte aérea das plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> tratadas com soluções salinas e temperaturas	72
FIGURA 7. Massa Fresca de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em diferentes temperaturas e potenciais osmóticos de KCl.	73
FIGURA 8: Massa fresca de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl ₂ tratadas com e sem espermidina em diferentes temperaturas.	74
FIGURA 9: Massa Seca de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl ₂ tratadas com e sem espermidina em diferentes temperaturas.	75

FIGURA 10: Massa seca de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em diferentes potenciais osmóticos de CaCl ₂ nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C	76
FIGURA 11: Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em diferentes potenciais osmóticos de soluções salinas.	80
FIGURA 12. Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em soluções salinas tratadas com e sem espermidina.	80
FIGURA 13. Massa fresca de plântulas de <i>Caesalpinia ferrea</i> embebidas em diferentes potenciais osmóticos de soluções salinas.	81
CAPÍTULO III. Anatomia da raiz em plântulas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Sterculiaceae) e <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. (Fabaceae) submetidas a salinidade	89
FIGURAS 1-4: Raiz primária de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	94
FIGURAS 5-8: Raiz primária de <i>Caesalpinia ferrea</i>	97

**SALINIDADE E TEMPERATURA NA RESPOSTA FISIOLÓGICA DE SEMENTES
E ANATOMIA RADICULAR DE PLÂNTULAS DE *Guazuma ulmifolia* LAM.
STERCULIACEAE E *Caesalpinia ferrea* MART. FABACEAE**

Autor: Roseli Betoni Bragante

Orientadora: Silvana de Paula Quintão Scalon

RESUMO

Neste estudo avaliou-se a germinação e o vigor de sementes bem como a anatomia radicular de duas espécies arbóreas nativas: *Guazuma ulmifolia* e *Caesalpinia ferrea* sob diferentes temperaturas e níveis de salinidade. O primeiro experimento foi realizado em laboratório onde as sementes foram colocadas em placas de petri e gerbox com soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa acrescidas (CE) ou não (SE) de espermidina (100ppm) constituindo 2 lotes. As sementes foram colocadas para germinar em câmaras de incubação (BOD) nas temperaturas de 15°, 20°, 30° e 35°C. Para cada sal o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições de 20 sementes para ambas espécies. As plântulas obtidas dos tratamentos de 0,0 e -2,0 MPa nas temperaturas de 30°C para o mutambo e 20°C para o pau ferro, foram seccionadas à mão livre para análise anatômica e estatística do diâmetro da raiz, espessura de córtex e estelo, para observação de possíveis alterações em resposta à salinidade. No segundo experimento as sementes de ambas as espécies foram separadas em 2 lotes (CE e SE). As sementes foram colocadas em placas de Petri embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais de 0,0 (controle); -1,2 e -2,0 MPa e incubadas em BOD com temperatura constante de 30°C durante 24 horas. As sementes foram semeadas em bandejas de célula contendo substrato Plantmax[®] e deixadas sob sombrite 50% por cerca de 30 dias. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Em laboratório os resultados demonstraram que as sementes de *G. ulmifolia* toleraram salinidade quando permaneceram à 30°C; a porcentagem e velocidade de germinação diminuíram com a redução dos potenciais osmóticos das soluções salinas; a espermidina não atenuou significativamente o estresse salino, mas atenuou o estresse térmico na temperatura de 35°C; em laboratório as sementes toleraram salinidade de até -2,0 MPa. Para *C. ferrea* os resultados mostraram que em geral houve diminuição na porcentagem e velocidade de germinação das sementes com a redução do potencial osmótico; o IVG aumentou linearmente ao aumento da temperatura; as temperaturas de 20, 30 e 35°C encontram-se dentro da faixa ótima para a germinação de sementes de pau ferro; a espermidina atenuou parcialmente os efeitos da salinidade nas sementes incubadas a 35°C; porém aos 15°C o tratamento com espermidina foi desfavorável para as características avaliadas. Os resultados da avaliação do crescimento em bandeja demonstram que, as sementes de ambas as espécies foram indiferentes à salinidade, porém para o crescimento inicial das plântulas, o limite de tolerância do mutambo é -1,2 MPa. Para *C. ferrea* não foi determinado limite de tolerância. Os resultados da avaliação anatômica demonstraram que a espermidina afetou significativamente o diâmetro das raízes das plântulas de *C. ferrea*, não alterando nenhuma outra característica avaliada; as raízes de *G. ulmifolia* apresentaram aumento na espessura do estelo das plântulas obtidas do lote CE; na interação espermidina/potencial osmótico, o tratamento sem sal apresentou maior espessura de estelo no lote CE; o incremento de sal, independente do tipo, diminuiu o diâmetro das raízes de *G. ulmifolia*.

Palavras chave: potencial osmótico, estresse, sementes.

**SALINITY AND TEMPERATURE IN THE PHYSIOLOGICAL REPLY OF SEEDS
AND ANATOMY RADICULAR OF *Guazuma ulmifolia* LAM. (STERCULIACEAE)
and *Caesalpinia ferrea* MART. (FABACEAE) SEEDLINGS**

ABSTRACT

In this study it was evaluated germination and the vigor of seeds as well as the anatomy to radicular of two native arboreal species: *Guazuma ulmifolia* and *Caesalpinia ferrea* under different temperatures and levels of salinity. The first experiment was carried through in laboratory where the seeds had been placed in plates of petri and gerbox with saline solutions of KCl, NaCl and CaCl₂ in the osmotic potentials of 0,0 (control); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa increased (CE) or (SE) of spermidine (100ppm) not constituting 2 lots. The seeds had been placed to germinate in chambers of incubation (BOD) in the temperatures of 15, 20, 30 and 35°C. For each salt the experimental delineation entirely was casualizado with 3 repetitions of 20 seeds for both species. Seedlings gotten of treatments of the 0,0 and -2,0 MPa in the temperatures of 30°C for *G. ulmifolia* and 20°C for *C.ferrea*, had been parted by hand free for anatomical analysis and statistics of the diameter of the root, thickness of cortex and estelo, for comment of possible alterations in reply to the salinity. In as the experiment the seeds of both the species had been separate in 2 lots (CE and SE). The seeds had been placed in absorbed plates of Petri in saline solutions of KCl, NaCl and CaCl₂ in the potentials of 0,0 (control); -1,2 and -2,0 MPa and incubated in BOD with constant temperature of 30°C during 24 hours. The seeds had been sown in cell trays contend Plantmax® substratum and left under sombrite 50% for about 30 days. The used delineation entirely was casualizado. In laboratory the results had demonstrated that the seeds of *G. ulmifolia* had tolerated salinity when they had remained to 30°C; the percentage and speed of germination had diminished with the reduction of the osmotic potentials of the saline solutions; the spermidine did not attenuate significantly saline stress, but stress it attenuated it thermal in the temperature of 35°C; in laboratory the seeds had tolerated salinity of up to -2,0 MPa. For *C. ferrea* the results had shown that in general it had reduction in the percentage and speed of germination of the seeds with the reduction of the osmotic potential; the IVG increased linearly to the increase of the temperature; the temperatures of 20, 30 and 35°C inside meet of the excellent band for the germination of *C. ferrea* seeds; the spermidine partially attenuated the effect of the salinity in the incubated seeds 35°C; however to 15°C the treatment with spermidine was favorable for the evaluated characteristics. The results of the evaluation of the growth in tray demonstrate that, the seeds of both the species had been indifferent to the salinity, however for the initial growth of seedlings, the limit of tolerance of *G. ulmifolia* was -1,2 MPa. For *C. ferrea* tolerance limit was not determined. The results of the anatomical evaluation had demonstrated that the spermidine significantly affected the diameter of roots of *C. ferrea seedlings*, not modifying none another evaluated characteristic; roots of *G. ulmifolia* seedlings had presented increase in the thickness of estelo of seedlings gotten of lot CE; in the spermidine interaction/ osmotic potential, the treatment without salt presented greater thickness of estelo in lot CE; the increment of salt, independent of the type, diminished the diameter of raizs of *G. ulmifolia*.

Keywords: osmótico potential, estresse, seeds.

INTRODUÇÃO GERAL

Os principais impactos ambientais ocorrentes em diversos estados brasileiros são caracterizados por processos de ocupação e exploração que remontam ao período colonial. Ao longo dos anos, as formações vegetais, tais como Cerrado e Florestas Semidecíduas, têm sido submetidas a impactos antrópicos devastadores (CARVALHO et al., 1999).

A cobertura vegetal primitiva foi reduzida a remanescentes esparsos, em sua maioria bastante perturbada pelo fogo, pela retirada seletiva de madeira levando ao desmatamento de áreas nativas, pela pecuária extensiva, atividades agrícolas como monocultura extensiva, uso excessivo de agrotóxicos, mecanização intensiva e compactação dos solos, levando como consequência a eliminação direta de espécies vegetais e modificação da qualidade do solo. Como consequência, várias regiões do Brasil estão hoje reduzidas a fragmentos esparsos, a maioria profundamente perturbada. As Florestas Semidecíduas, em particular, foram criticamente reduzidas, uma vez que sua ocorrência coincide com os solos mais férteis e úmidos, e, portanto mais visados pela agropecuária (BUSCHINELLI, 1992; OLIVEIRA-FILHO et al., 1994).

No que se refere aos fatores que afetam diretamente a produção agrícola, a disponibilidade de nutrientes assume grande importância para a maioria dos solos brasileiros, devendo ser adicionados nas quantidades, na forma e no momento mais adequado à planta. Entretanto, em algumas situações, nas quais não se faz o manejo integrado da adubação e da irrigação para assegurar a sustentabilidade da agricultura, podem ocorrer aumentos nas concentrações de sais no solo que inviabilizam o cultivo da maioria das plantas (TORRES et al., 2004).

Assim, o emprego incorreto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade, transformam terras férteis e produtivas em terras impróprias para a agricultura (AGBOOLA, 1998; FREIRE, 2000) e, dessa forma a proporção de solos salinizados está aumentando.

Os efeitos marginais da salinidade atuam durante todas as fases das plantas representando um dos mais sérios fatores a limitar o crescimento e a produção das culturas, induzindo às modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas vasculares (IZZO et al., 1991; SÁ, 1999).

As plantas estão sujeitas a condições de múltiplos estresses que limitam seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência dependendo dos locais onde se encontram (LARCHER, 2000). Segundo Jones e Jones (1991) o estresse pode ser definido em sentido geral

como uma pressão excessiva de algum fator adverso que apresenta a tendência de inibir o normal funcionamento dos sistemas. Levitt (1972) sugeriu que o estresse biológico poderia ser definido como determinadas condições ambientais, que induzem a um organismo a entrar num estado de tensão, definindo a tensão como determinadas alterações no metabolismo e na fisiologia do organismo, que podem ou não causar injúria.

A sobrevivência das plantas depende de sua habilidade para se adaptar ao estresse, que atua como pressão seletiva. Assim, as várias estratégias de sobrevivência selecionadas permitiram o aparecimento das diferentes formas de vida. Adaptação e resistência traduzem-se por profundas alterações no metabolismo da célula vegetal, entre elas a síntese de proteínas de defesa, expressas por genes específicos, ativados através de mecanismos complexos. (PINHEIRO et al., 1999).

As condições encontradas no solo para que as sementes germinem nem sempre são ótimas, dentre os diversos fatores ambientais capazes de influenciar a germinação, a disponibilidade de água é um dos mais importantes. Além da água, a salinidade do meio influencia significativamente a resposta germinativa das espécies. O efeito salino influencia no processo de embebição, que é dependente do gradiente hídrico entre a semente e o seu meio externo (SANTOS et al., 1992).

A germinação e o crescimento inicial de plântulas são os estágios de desenvolvimento mais sensíveis aos estresses (PRISCO, 1980). O primeiro contato entre o ambiente salino e as plântulas tem início durante o crescimento do eixo embrionário da semente, por isso, a germinação constitui-se na fase mais importante para a avaliação do comportamento de determinada cultura à salinidade (COSTA, 2000; LAUCHLI e EPSTEIN, 1984). O excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico do solo. O potencial osmótico de soluções salinas apresenta valores mais negativos do que o apresentado pelas células do embrião gerando menor capacidade de absorção de água pelas sementes, o que resulta em uma seca fisiológica. Além disso, a concentração de íons no embrião pode elevar-se a níveis tóxicos (PRISCO, 1980; SANTOS et al., 1992).

A tolerância das plantas à salinidade é descrita como a habilidade de evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma, e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000). As diferenças nos graus de tolerância das espécies ou cultivares depende, portanto, da eficiência dos mecanismos morfológicos e fisiológicos, que aumentam a capacidade das plantas de enfrentar o aumento da concentração de sais no solo (STOREY, 1995; MOYA et al., 1999; LACERDA et al., 2003). Os fatores que

promovem a tolerância em plantas a altos níveis de salinidade são freqüentemente dependentes da complexidade fisiológica e anatômica das mesmas (SHANNON, 1997).

Dentre os mecanismos de tolerância ao estresse salino, observa-se que as poliaminas (PAs) possuem função na modulação de diversos processos fisiológicos nas plantas, tanto no crescimento e diferenciação celular quanto na tolerância a estresses abióticos (MARTIN-TANGUY, 2001; BAIS e RAVISHANKAR, 2002). Esta função torna-se evidente em plantas que acumulam PAs em condições de estresse salino, atenuando os efeitos da toxidez dos sais presentes no desenvolvimento vegetal (MANSOUR et al., 2002; ZHAO e QIN, 2004).

Algumas plantas utilizam-se do mecanismo denominado ajustamento osmótico, para tolerar os efeitos dos estresses abióticos, que permite à célula preservar suas funções metabólicas mesmo em condições ambientais adversas para, assim, promover a tolerância ao estresse e manter o potencial osmótico relativamente alto (BAYUELO-JIMÉNEZ et al., 2002). Este mecanismo capacita à célula acumular substâncias denominadas osmólitos compatíveis, as quais preservam a integridade celular resultando na continuação das atividades vitais para o crescimento e desenvolvimento vegetal (BRAY et al., 2001).

Nos vegetais, as poliaminas mais freqüentemente encontradas são diaminas (putrescina e cadaverina), triaminas (espermidina) e tetraminas (espermina), sobretudo, a espermidina (1,8-Diamino-4-azaoctane, $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3 \text{NH}(\text{CH}_2)_4 \text{NH}_2$) considerada um regulador de crescimento vegetal atuando na divisão e diferenciação celular (GALSTON e KAUR-SAWHNEY, 1987; ASHRAF e HARRIS, 2004).

Vários estudos apontam diversos benefícios da adição de putrescina, entretanto, a tolerância ao estresse salino parece estar associada não apenas à capacidade de acumular putrescina, mas em manter ativo o metabolismo das poliaminas, incluindo-se aí a síntese de espermina e espermidina (TATTINI et al., 1993; WILLADINO et al., 1996). Em sementes, a espermidina está envolvida na permeabilidade da membrana, estabilidade de DNA, RNA e proteínas e balanço iônico (WILADINO et al., 1996) o que leva a supor que as triaminas estejam presentes na fase de germinação, podendo ser essenciais para este processo. De acordo com Dias Filho (1997), o crescimento satisfatório de algumas espécies a condições estressantes pode ser atribuído à capacidade de ajustar, eficaz e rapidamente, seu comportamento fisiológico para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente.

Apesar das poliaminas estarem envolvidas em um grande número de processos do desenvolvimento vegetal, a sua inclusão à classe dos hormônios vegetais ainda gera controvérsias entre a comunidade científica, pois agem em concentrações superiores aos hormônios convencionais, o que diverge do conceito de hormônio vegetal (COLLI, 2004). No

entanto, muitos pesquisadores incluem as poliaminas à classe dos hormônios vegetais, uma vez que regulam o desenvolvimento vegetal (CROZIER et al., 2001). A aplicação exógena de poliaminas tem mostrado proteger o tecido vegetal dos efeitos danosos de uma ampla gama de estresses ambientais, tal como a salinidade (ZHAO e QIN, 2004).

Os efeitos da salinidade sobre as plantas podem ser resumidos em: seca fisiológica, redução do crescimento inicial e desequilíbrio nutricional devido à elevada concentração iônica (CHINNUSAMY e ZHU, 2004). No que se refere às modificações estruturais relacionadas a fatores de estresse salino a literatura assinala algumas mudanças que ocorrem em plantas tolerantes à salinidade entre elas: aumento de suculência, mudança no número e tamanho de estômatos, diferença na espessura cuticular, mudança no diâmetro e número de vasos de xilema podendo ainda ocasionar no desenvolvimento de tiloses e ocorrência precoce de estrias de Caspary e lignificação (FLOWERS, 1986; POLJAKOFF-MAYBER, 1975). Essas mudanças refletem em prejuízos às plantas como redução do crescimento, inibição da divisão e expansão celular, desorganização celular, acúmulo de metabólitos tóxicos, inibição da fotossíntese e diminuição na aquisição de nutrientes (FLOWERS et al., 1985; HASEGAWA e BRESSAN, 2000).

As raízes da planta consistem num sistema experimental atrativo para investigar os efeitos da salinidade sobre crescimento e outros (ISHIKAWA e EVANS, 1995) devido ao fato de as células da raiz estarem diretamente expostas às diferentes concentrações salinas mudando o meio da raiz (HILAL et al., 1998).

Além da salinidade a temperatura consiste num fator capaz de alterar acentuadamente a germinação e o vigor da semente (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). A germinação de cada espécie depende da temperatura e ocorre dentro de limites definidos (mínimo, ótimo e máximo), que caracterizam sua distribuição geográfica. A temperatura ótima de germinação de espécies tropicais encontra-se entre 15° C e 30°C, a máxima entre 35° C e 40° C. A velocidade de germinação e uniformidade de emergência diminuem com temperaturas abaixo da ótima e temperaturas acima da ótima aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar (NASSIF et al., 1998).

De modo geral, a temperatura pode afetar as reações bioquímicas que determinam toda a germinação como modificações na conformação e estrutura das moléculas, particularmente proteínas e lipídeos. A temperatura afeta tanto a porcentagem como a velocidade de germinação, dessa forma os efeitos das temperaturas podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na capacidade de germinação ao longo do tempo de incubação (NAKAGAWA, 1988; BEWLEY e BLACK, 1994).

Guazuma ulmifolia Lam. é uma espécie comum no cerrado brasileiro pertencente à família Sterculiaceae e popularmente conhecida como, mutambo, mutamba, fruta-de-macaco, embira, embireira e mutamba verdadeira, chico-magro, dentre outros. É uma planta indispensável nos reflorestamentos por seus frutos servirem de alimento para animais e também por apresentar um rápido crescimento (LORENZI, 2002). Na medicina popular as folhas desta espécie são utilizadas sob a forma de chás tidos como purgativos e diaforéticos.

Caesalpinia ferrea Mart. (Fabaceae) espécie popularmente conhecida como pau-ferro e jucá, é uma planta tolerante ao plantio em áreas abertas e de rápido crescimento, é excelente para reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. É uma espécie economicamente importante na qual as folhas servem para forragem; a madeira, de cerne duro, é utilizada na construção civil como vigas, esteios, estacas e como lenho. Na medicina popular a decocção da madeira é anticatarral e cicatrizante; a casca é desobstruente; as raízes são febrífugas e antidiarréicas; o fruto tem propriedades béquicas e antidiabéticas (PENNA, 1946; PIO CORRÊA, 1984; LEWIS, 1987). Embora já existam algumas informações sobre germinação e importância medicinal dessas espécies, não foram encontrados na literatura consultada informações sobre a tolerância à salinidade e exigências térmicas.

O reconhecimento do valor da nossa biodiversidade é importante na busca pelo conhecimento dos atributos físicos e fisiológicos e da biologia das espécies florestais nativas, visando a sua domesticação e reprodução para reposição de cobertura vegetal de ambientes com algum tipo de perturbação. Assim, os mecanismos fisiológicos de sobrevivência ao estresse salino e térmico das espécies arbóreas são pouco estudados, sendo que a maioria das informações aborda o problema para plantas cultivadas. De acordo com Miranda (2000), o emprego incorreto de métodos biológicos para recuperação de solos salinos, embora seja bastante promissor, apresenta-se atualmente bastante limitado em virtude da pequena disponibilidade de espécies de interesse comercial, pelo baixo nível de tolerância das plantas ao estresse salino e pela pouca disponibilidade de dados que possam orientar seu cultivo. Dessa forma, devido à questionável eficácia dos métodos tradicionais de recuperação de solos salinos, a introdução de espécies adaptadas, dentre elas as de porte arbóreo, tolerantes a esses ambientes, configura-se como uma saída promissora.

Portanto, este trabalho objetivou avaliar a resposta fisiológica de sementes e a anatomia radicular de plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Caesalpinia ferrea* Mart. submetidas a diferentes níveis de salinidade e temperaturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGBOOLA, D.A. Effect of saline solutions and salt stress on seed germination of some tropical forest tree species. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 46, n. 4, p.1109-1115, dez.1998.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n. 1, p.3-16, jan. 2004.
- BAIS, H. P.; RAVISHANKAR, G. A. Role of polyamines in the ontogeny of plants and their biotechnological applications. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht v. 69, n. 1, p.1-34, Apr. 2002.
- BAYUELO-JIMÉNEZ; J. S.; DEBOUCK, D. G.; LYNCH, J. P. Salinity tolerance in *Phaseolus* species during early vegetative growth. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 2184-2192, 2002.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994, 445 p.
- BRAY, E. A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to abiotic stress. In: Buchanan, B.; Gruissem, W.; Jones, R. (eds). **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. 3a Imprensa. **American Society of Plant Physiologists**, Rockville, Cap.22, 2001. p. 1167-1168.
- BUSCHINELLI, C. C. A. Impacto ambiental dos resíduos agropecuários e agroindustriais na alimentação animal. In: **Simpósio “Utilização de sub-produtos agroindustriais e resíduos de colheita na alimentação de ruminantes”** 1992, São Carlos, Anais... São Carlos, SP, Embrapa - Uepae de São Carlos, SP, p.45-68.
- CARVALHO, D. A. et al. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de Florestas Ripárias do Alto São Francisco e Bacia do Rio Doce - MG**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/ CEMIG, 1999. 39 p.
- CHINNUSAMY, V.; ZHU, J. K. Plant salt tolerance. In: Hirt, H.; Shinozaki, K. (eds.). **Plant Response to Abiotic Stress**. Series: **Topics in Current Genetics**. Publisher: Springer-Verlag berlin Heidelberg. v. 4, cap. 9, p. 241-261, XIV, 2004. p. 300.
- COLLI, S. Outros Reguladores: Brassinosteróides, Poliaminas, Ácido Jasmônico e Salicílico. In KERBAY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo; Guanabara Koogan ed. 2004. p. 333-340,
- COSTA, J. R. M. **Efeito do revestimento lateral das covas e volumes de água salina sobre a produção e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo**. 2000. 72f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.
- CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (eds). **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. 3ª Imprensa. Rockville. American Society of Plant Physiologists. Cap. 17, 2001.p. 911-915.
- DIAS FILHO, M.B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. To contrasting lighy environmrnts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p.789-796, 1997.
- FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F.(Orgs). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- FLOWERS, T.J.; HAJIBAGHERI, M.A.; CLIPSON, J.W. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p. 89-121. 1986.

- FLOWERS, T.J.; DUQUE, E.; HAJIBAGHERI, M.A.; MCGONOGLE, T.P.; YEO, A.R. The effect of salinity on leaf ultrastructure and net photosynthesis in two varieties of rice: further evidence for a cellular component of salt resistance. **New Phytologist**, v.100, n.1, p. 37-43, may. 1985.
- FREIRE, A.L. de O. **Fixação do nitrogênio, crescimento e nutrição mineral de leucena sob condições de salinidade**. 2000. 92p. (Tese Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.
- GALSTON, A.W.; KAURSAWHNEY, R. Polyamines as endogenous growth regulators. In: DAVIES, P.J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. New York: Martinus Nijhoff Publishers, 1987. 681p.
- HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A. Plant cellular e molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, jun. 2000.
- HILAL, M.; ZENOFF, G.P.; PONESSA, G.; MORENO, H.; MASSA, E.M. Saline stress alters the temporal patterns of xilem differentiation and alternative oxidase expression in developing soybean roots. **Plant Physiology**, v.117, n. 2, p.695-701, jun. 1998.
- ISHIKAWA, H.; EVANS, M. Specialized Zones of Development in Roots. *Plant Physiology*, v. 94, p. 913-918, 1995.
- IZZO, R. NAVARI-IZZO, F. e QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in Maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, v. 14, p. 687-699, 1991.
- JONES, H.G.; JONES, M.B. Introduction: some terminology and common mechanisms. In JONES, H.G.; FLOWERS, M; JONES, M.B. **Plants under stress**. Cambridge press. 1991.
- LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A. & PRISCO, J.T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environ. Exp. Bot.*, 47:107-120, 2003.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, editora RIMA. São Paulo. 2000. 529p.
- LAUCHILI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, Berkely, v. 38, n. 10, p. 18-21, oct. 1984.
- LEVITT, J. Stress and strain terminology. In LEVITT, J **Chilling, freezing and high temperature stress**. vol. 1. Academic press. 1981. Chapter 1. p. 3-10.
- LEWIS, G.P. **“Legumes of Bahia”** Royal Botanic Gardens, Kew. 1987.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed Plantarum, 2002. v.1, p.343.
- MANSOUR, M. M. F., SALAMA, K. H. A., AL-MUTANA, M. M., ABOUD HADID, A. F. Effect of NaCl and polyamines on plasma membrane lipids of wheat roots. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 45, n. 2, p. 235-239, 2002.
- MARTIN-TANGUY, J. Metabolism and function of polyamines in plants: recent development (new approaches). **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 34, p. 135-148, 2001.
- MIRANDA, J.R.P. **Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de Cajueiro Anão-Precoce (*Anacardium occidentale* L.) e de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.)**. 2000. 186 p. (Tese de doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

- MOYA, J.L.; PRIMO-MILLO, E. & TALON, M. Morphological factors determining salt tolerance in citrus seedlings: the shoot to root ratio modulates passive root uptake of chloride ions and their accumulation in leaves. *Plant Cell Environ.*, 22:1425-1433, 1999.
- NAKAGAWA, J.; SILVA, A.A.; CARMELLO, S. M. Germinação e vigor de sementes de *Crotalaria lanceolata*. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.10, n.2, p.67-73, 1988.
- NASSIF, SARAIA M. L.; VIEIRA, ISRAEL G.; FERNADES, GELSON D. Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, **Informativo Sementes IPEF**, 1998. Disponível em: <Http://www.ipef.br/sementes/>. Acesso em: 05/dez/2008.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 51, n. 3, p. 355-389, 1994.
- PENNA, M. **Dicionário brasileiro de plantas medicinais**. Rio de Janeiro: Kosmos, 1946. 409p.
- PIO CORREA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro. Imprensa nacional v.5 1984. 108-129.
- PINHEIRO, M.M.; SANDRONI, M.; LUMMERZHEIM, M.; OLIVEIRA D. E. A defesa das plantas contra as doenças. **Revista Ciência Hoje** v. 147, março 1999.
- POLJAKOFF-MAYBER, A; MAYER, A.M.; ed. **The germination of seeds**. 2. ed. Oxford, Pergamon Press, 1975. p. 21-45.
- PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do "stress" salino. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, p.85-94, 1980.
- SÁ. J. R. de. **Níveis de salinidade da água sobre o comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) cultivado em recipientes de polietileno**. 1999. 53f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.
- 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**, Pelotas, v. 14, n.2, p.189-194, 1992.
- SHANNON, M.C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in Agronomy** 60: 75-120, 1997.
- STOREY, R. Salt tolerance, ion relations and the effect of root medium on the response of citrus to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 22:101-114, 1995.
- TATTINI, B.Y.; HEIMLER, D.; TRAVERSI, M.L; PIERONI, A. Polyamine analysis in salt stressed plants of olive. **Journal of Horticultural Science**, Queens Road, v. 68, p. 613-617, 1993.
- TORRES, A.N.L.; PEREIRA, P.R.G.; TORRES, J.T.; GALLOTTI, G.J.M.; PILATI, J.A.; REBELO, J.A.; HENKELS, H.A **A salinidade e suas implicações no cultivo de plantas**. Florianópolis: Epagri, 2004. 54 p. (Documentos, 215).
- ZHAO, F. G.; QIN, P. Protective effect of exogenous polyamines on root tonoplast function against salt stress in barley seedlings. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 42, p. 97-103, 2004.
- WILLADINO, L. CÂMARA, T.R.; BOGET, N.; SANTOS, M.A.; TORNE, J.M. Polyamine variations in sensitive embryogenic callus of maize as a response to NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.8, n.2, p.161-164, 1996.

CAPÍTULO I

**SALINIDADE E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E
VIGOR DE SEMENTES DE *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae).**

SALINIDADE E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae).

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a germinação e vigor de sementes e plântulas de *G. ulmifolia* em resposta à salinidade e a diferentes temperaturas. Foram realizados dois experimentos. O primeiro foi realizado em laboratório onde as sementes foram colocadas em placas de petri com soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa acrescidas ou não de espermidina (100ppm) sendo denominados CE ou SE. As sementes foram colocadas para germinar em câmaras de incubação (BOD) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Para cada sal o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições de 20 sementes. No segundo experimento as sementes foram separadas em 2 lotes (CE e SE), colocadas em placas de Petri embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais de 0,0 (controle); -1,2 e -2,0 MPa e incubadas em BOD com temperatura constante de 30°C durante 24 horas. As sementes foram colocadas em bandejas de célula contendo substrato Plantmax[®] e deixadas sob sombrite 50% por cerca de 30 dias. Para cada sal o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições de 20 sementes. Não houve germinação na temperatura de 15°C. Para os três sais avaliados os valores para porcentagem de germinação foram maiores a 30°C. Os valores do índice de velocidade de germinação diminuíram com a redução dos potenciais osmóticos dos três sais, sendo a temperatura de 30°C a que proporcionou os maiores índices de velocidade de germinação. A massa fresca (MF) apresentou valores maiores na temperatura de 30°C. A relação raiz/parte aérea foi significativamente maior na temperatura de 20°C, não havendo diferenças significativas entre CE e SE. O lote de sementes CE teve os valores de MF reduzido conforme os potenciais osmóticos diminuíram. Os valores de massa seca (MS) foram maiores nas temperaturas de 30 e 35°C nos tratamentos com KCl e NaCl e na temperatura de 30°C para o sal CaCl₂. Não houve diferença significativa na interação entre sal e potencial osmótico para a característica massa seca. Os melhores resultados para porcentagem de emergência foram observados para o tratamento com CaCl₂ (83,3%) e NaCl (75,8%). Os valores de massa fresca e massa seca aumentaram até o potencial osmótico de -1,2 MPa decrescendo a partir desse potencial. Não foram observadas diferenças significativas para demais características avaliadas.

Palavras chave: nativas, germinação, espermidina, estresse.

ABSTRACT

Salinity and temperature in the germination and vigor of seeds of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae). This work was developed with the objective to evaluate the germination and vigor of seeds and plântulas of *Guazuma ulmifolia* in reply to the salinity and the different temperatures. Two experiments had been carried through. The first one was carried through in laboratory where the seeds had been placed in plates of petri with saline solutions of KCl, NaCl and CaCl₂ in the osmotic potentials of 0,0 (control); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa increased or not of spermidine (100ppm) being called CE or SE. The seeds had been placed to germinate in chambers of incubation (BOD) in the temperatures of 15, 20, 30 and 35°C. For each salt the experimental delineation entirely was casualizado with 3 repetitions of 20 seeds. In as the experiment the seeds had been separate in 2 lots (CE and SE), placed in absorbed plates of Petri in saline solutions of KCl, NaCl and CaCl₂ in the potentials of 0,0 (control); -1,2 and -2,0 MPa and incubated in BOD with constant temperature of 30°C during 24 hours. The seeds had been sown in cell trays contend

Plantmax® substratum and left under sombrite 50% for about 30 days. For each salt the experimental delineation entirely was casualizado with 4 repetitions of 20 seeds. It did not have germination in the temperature of 15°C. For the three you leave evaluated the values for percentage germination had been bigger 30°C. The values of the index of germination speed had diminished with the reduction of the osmotic potentials of the three leave, being the temperature of 30°C the one that provided the biggest indices of germination speed. The fresh mass (MF) had presented bigger values in the temperature of 30°C. The relation root/aerial part was significantly bigger in the temperature of 20°C, not having significant differences between CE and SE. The lot of seeds CE had the values of reduced MF as the osmotic potentials had diminished. The values of dry mass (MS) had been bigger in the temperatures of 30 and 35°C in the treatments with KCl and NaCl and in the temperature of 30°C for the salt CaCl₂. It did not have significant difference in the interaction between salt and osmotic potential for the characteristic dry mass. The best ones resulted for emergency percentage had been observed for the treatment with CaCl₂ (83.3%) and NaCl (75.8%). The values of average fresh mass and dry mass had increased until the osmotic potential of -1,2 MPa decreasing from this potential. Evaluated significant differences for excessively characteristic had not been observed.

Key words: natives, germination, spermidine, stress.

INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, a idéia difundida era de que a natureza teria um estoque ilimitado de recursos à disposição do ser humano, até que a mesma começou a demonstrar sua fragilidade diante da ação devastadora do homem. Nos dias atuais, a preocupação com a conservação dos recursos naturais vem tomando grande dimensão nas discussões dos governos de diferentes países, mostrando ser imprescindível modificar o tratamento do meio ambiente para a manutenção da espécie humana no planeta.

No processo intenso e contínuo de exploração, a atividade antrópica vêm influenciando o meio ambiente e causando impactos como a devastação de matas nativas, que reduzem a ocorrência de várias espécies com potencial para múltiplos usos. A isso soma-se a falta de informações sobre as espécies nativas tropicais ainda nos dias de hoje.

A salinização resultante devido à ação antrópica é conhecida como salinização secundária. Frequentemente, os problemas de salinidade na agricultura tem ocorrido devido à elevação do nível do lençol freático. Neste caso, a salinidade do solo resulta da qualidade da água usada na irrigação da eficiência de lixiviação dos sais e da drenagem do solo (SILVA et al., 2009).

Uma vez que o aumento da salinidade dos solos está associada à redução dos seus potenciais ao ponto de limitar a germinação de sementes, tornam-se relevantes os estudos de germinação e desenvolvimento inicial de espécies nativas, sobretudo aquelas comumente utilizadas em projetos de reposição de cobertura vegetal em áreas degradadas. De acordo com KAGEYAMA et al. (2003), a reposição de cobertura vegetal pode ter um papel importante na conservação da biodiversidade desde que haja um trabalho criterioso no estabelecimento de populações representativas de espécies nativas do local a ser restaurado.

Devido esses fatores, o interesse na propagação de espécies florestais tem aumentado no intuito de facilitar a adoção de práticas conservacionistas ou de revegetação de áreas degradadas (ARAUJO- NETO et al., 2003; CARPI et al., 1996; OLIVEIRA FILHO, 1994). Para isso, é necessário ainda determinar a temperatura adequada para a germinação de sementes devido ao fato desta afetar tanto a capacidade quanto a taxa de germinação, dificultando o cultivo de espécies nativas, visando sua utilização para os mais diversos fins.

Além da temperatura adequada, a água deve estar disponível em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas, pois um estresse hídrico pode resultar em desequilíbrio metabólico. Trabalhos com sementes de diversas espécies têm sido conduzidos sob condições de deficiência hídrica, com o objetivo de determinar o vigor em condições de estresse. Para tanto, diversas soluções osmóticas têm sido usadas para simular um ambiente com reduzida umidade.

Dentre estas, pode-se citar o PEG (polietileno glicol), o Manitol, o CaCl_2 (cloreto de cálcio), o KCl (cloreto de potássio) e o NaCl (cloreto de sódio). Quantidades específicas, para cada um destes agentes osmóticos, simulam um determinado potencial osmótico e estes potenciais podem ser estabelecidos pela equação de Van't Hoff (BRAGA et al., 1999; SOUZA e CARDOSO, 2000). Entretanto, as diferenças químicas existentes entre estas soluções, podem acarretar diferenças nos resultados de germinação e vigor das sementes, mesmo em potenciais hídricos similares (SOUZA e CARDOSO, 2000).

Além da seca, a salinidade é um problema cada vez maior para a agricultura, sendo que o aumento desta última prejudica a vegetação nativa em consequência dos efeitos tóxicos e osmóticos dos sais na germinação e crescimento das plantas (BLACKMAN et al., 1992; GHASSEMI et al., 1995). Os sais de alta solubilidade são os mais nocivos, porque as sementes, ao absorverem água, do substrato, absorvem, também, os sais que, em excesso, provocam toxidez e, conseqüentemente, acarretam distúrbios fisiológicos às sementes, produzindo decréscimo no potencial de germinação (TORRES et al., 2000); contudo, por sua vez podem ser utilizados como fatores de seleção de materiais que venham a exibir respostas de tolerância a condições de baixa disponibilidade hídrica ou de salinidade (MACHADO NETO et al., 2003, 2004).

A salinidade afeta a germinação, não só dificultando a cinética da absorção de água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes em embebição (SANTOS et al., 1992). A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico do solo dificulta a absorção de água pelas raízes aumentando a concentração de íons no protoplasma (AMORIM et al., 2002), sendo um fator limitante para o crescimento e a produção das culturas, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores.

A resistência à salinidade é descrita como a habilidade de evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000). O aumento da concentração de compostos como prolina, polióis e açúcares, serve para manter o potencial osmótico da célula compatível com a manutenção da estabilidade de algumas macromoléculas, proporcionando redução na perda de atividade enzimática ou da integridade da membrana, que ocorrem quando existe estresse hídrico ou salino (FREIRE, 2000).

Sabe-se que em condições de estresse há um desequilíbrio no balanço hormonal da planta. As poliaminas putrescina (Put), espermidina (Spd) e espermina (Spm), incluídas entre os fitorreguladores, além de interagirem com as membranas celulares, eliminar radicais livres e

alterar a expressão gênica, são importantes moduladores de processos biológicos como divisão celular, repostas ao estresse e o desenvolvimento. O conteúdo e a concentração das poliaminas em sementes maduras variam de acordo com a espécie, havendo uma distribuição entre os órgãos de reserva (cotilédone e endosperma) e eixo embrionário; evidências indicam que o conteúdo de poliaminas aumenta durante estágios iniciais de germinação (KOETJE et al., 1993; MATILLA, 1996).

Um dos métodos mais defendidos para se determinar o limite de tolerância das plantas aos sais é a observação da porcentagem de germinação das sementes em substratos salinos, que, quando comparada ao controle, serve como um indicador da tolerância das sementes à salinidade. Assim, a germinação é um indicador da tolerância das plantas aos sais em estádios subsequentes do crescimento e desenvolvimento (LARCHER, 2000).

Como visto anteriormente a salinização dos solos tem sido um problema. Para isso, diversos estudos com espécies nativas vem sendo realizado com intuito de fornecer subsídios para projetos de revegetação de áreas degradadas. Jeller e Perez (1997) estudando respostas de plantas á salinidade observaram para *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba) que a diminuição do potencial osmótico de soluções salinas produziu um decréscimo na germinação e velocidade de germinação. Cavalcante e Perez (1995), também constataram que a velocidade de germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* Lam. foi inversamente proporcional ao potencial de NaCl. Ou seja, em geral o aumento da salinidade reduz a germinação de sementes de espécies nativas.

Na revisão de literatura realizada não foram encontrados trabalhos envolvendo a espécie *Guazuma ulmifolia* nem mesmo outras espécies pertencentes à família Sterculiaceae submetidas à estresse salino. No entanto, *G. ulmifolia* por ser uma espécie arbórea pertencente aos estágios iniciais de sucessão secundária, sendo classificada por Ferretti et al. (1995) como secundária inicial apresenta grande potencial para a revegetação de áreas degradadas (BARBOSA e MACEDO, 1993; LORENZI, 2002). Além disso, vem sendo utilizada com o objetivo de restauração do solo, quebra vento (SCHUMACHER et al. 2005) e revegetação em dunas degradadas por mineração (ROSADO et al. 2008). Dessa forma trabalhos que investiguem o desenvolvimento inicial de *G. ulmifolia* e suas respostas fisiológicas também em condições de salinidade é um passo importante para auxiliar em programas de recuperação de áreas degradadas pela ação antrópica.

As espécies selecionadas para a recolonização de áreas inóspitas devem possuir boa tolerância à seca, sistema radicial profundo e vigoroso, capacidade de sobrevivência sob condições de baixa fertilidade e propiciar rápida e boa cobertura do solo. Entretanto, para compreender como ocorre a regeneração natural ou de que forma o homem pode fazer a reposição da cobertura vegetal de uma área degradada, é necessário o conhecimento da ecofisiologia destas

espécies. O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação e vigor de sementes e plântulas de *G. ulmifolia* em resposta à salinidade e a diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Guazuma ulmifolia* (mutambo) foram coletados após a queda espontânea no mês de Junho de 2007, no município de Dourados-MS, de diversas matrizes no Campus II da UFGD-MS e armazenados em sacos plásticos pretos. Os frutos foram primeiramente selecionados, retirando os que apresentavam deformação e sinais de ataque de insetos. Em seguida foram quebrados para extração das sementes, que foram retiradas manualmente das cápsulas e descartadas aquelas que apresentavam sinais de predação.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de sementes da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) durante o período de julho a setembro de 2007.

A avaliação do teor de água das sementes foi realizada utilizando-se 4 repetições de 5g de semente, determinado pelo método de estufa à temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 h, seguindo-se as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O teor de água foi calculado com base no peso das sementes úmidas.

Antes do início de cada experimento, as sementes de *G. ulmifolia* foram escarificadas com água a 100°C por 5 minutos para quebra de dormência tegumentar (SCALON. et al., 2004). Em seguida, as sementes foram separadas em dois lotes, sendo que o primeiro lote foi caracterizado pela imersão das sementes em solução de espermidina 100 ppm durante 3 horas sendo denominado como CE (Adptado de FONSECA e PEREZ, 2001). No segundo lote, denominado SE (sem espermidina) as sementes foram imersas apenas nas soluções salinas. Posteriormente, todas as sementes, foram desinfestadas com hipoclorito de sódio (1%) durante 5 minutos e lavadas em água corrente.

As sementes foram incubadas em placas de Petri previamente autoclavadas, contendo papel de filtro, umedecido com 10 ml de soluções salinas de KCl (PM 74,56g/mol), NaCl (PM 58,44g/mol), e CaCl_2 (PM 110,9g/mol) nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa para cada sal utilizado. As soluções salinas foram preparadas a partir da equação de Van't Hoff, citada por Salisbury e Ross (1992). Os coeficientes isotônicos para os sais

cloreto de sódio, cloreto de potássio e cloreto de cálcio foram, respectivamente, 1,8, 1,8 e 2,4. As placas de Petri foram seladas com filme plástico e colocadas para germinar em câmaras de germinação (BOD) com temperaturas constantes de 15, 20, 30 e 35°C sob luz branca contínua a fim de se determinar o limite máximo de tolerância das sementes para cada sal em cada temperatura. Adotou-se como critério de limite máximo de tolerância ao sal o intervalo entre menor potencial osmótico onde ocorreu germinação e potencial subsequente onde as sementes não germinaram ou apresentaram-se deterioradas. As soluções testes foram trocadas semanalmente. As placas de Petri do tratamento controle foram umedecidas com água deionizada.

A avaliação da porcentagem e do índice de velocidade de germinação foi realizada segundo Popinigs (1985) em dias alternados, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão da raiz primária igual ou maior a 2 mm e foram finalizados quando as leituras repetiram-se por três avaliações consecutivas.

Para cada sal o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 (com e sem espermidina) x 6 (potenciais osmóticos) x 3 (temperaturas de incubação) com três repetições de 20 sementes. Aos 25 dias após semeadura foram avaliados relação raiz / parte aérea, massa fresca e massa seca das plântulas.

Os dados foram analisados pelo teste F e havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, para comparar o efeito da temperatura e regressão para avaliar o efeito dos potenciais osmóticos.

Para a avaliação do desenvolvimento das plântulas em bandeja as mesmas foram escarificadas conforme citado anteriormente, as sementes foram incubadas nos seguintes sais: KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -1,2; -2,0 MPa com espermidina 100 ppm (CE) ou sem espermidina (SE) porém incubadas a 30°C durante 24 h. A semeadura foi realizada em bandejas contendo substrato Plantmax[®] e deixadas sob sombrite 50% durante 30 dias e irrigação diária.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado em fatorial 2 (com e sem espermidina) x 3 (sais) x 3 (potenciais osmóticos) em 4 repetições de 20 sementes. Foram avaliados a porcentagem e o índice de velocidade de emergência das sementes e relação raiz/ parte aérea, massa fresca e massa seca das plântulas.

Os dados foram analisados pelo teste F e havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, para comparar o efeito da temperatura e regressão para avaliar o efeito dos potenciais osmóticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o beneficiamento as sementes de *Guazuma ulmifolia* apresentaram teor de água de 11,28%, valor próximo ao observado para mesma espécie por Motta et al. (2006), com 12,2% de água. Não houve germinação das sementes de *G. ulmifolia* na temperatura de 15°C, portanto este tratamento não foi considerado na análise estatística. A análise de variância para a germinação e o vigor das sementes em laboratório, encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1. Análise de variância da porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes, relação raiz/parte aérea (R/PA), massa fresca (MF) e massa seca (MS) das plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam, Dourados-MS, 2008.

KCl						
Fonte de variação	GL	%G	IVG	R/PA	MF	MS
Temperatura(T)	2	*	*	*	*	*
Espermidina(E)	1	-	-	-	*	-
Potencial Osmótico(PO)	5	-	*	-	*	-
T x E	2	-	-	-	*	-
T x PO	10	*	-	-	*	-
E x PO	5	-	-	*	-	-
T x E x PO	10	-	-	-	-	-
Resíduo	72					
NaCl						
Fonte de variação	GL	%G	IVG	R/PA	MF	MS
Temperatura(T)	2	*	*	*	*	*
Espermidina(E)	1	-	-	-	-	-
Potencial Osmótico(PO)	5	*	*	-	*	-
T x E	2	-	*	-	-	-
T x PO	10	*	*	-	*	-
E x PO	5	*	*	-	*	-
T x E x PO	10	-	-	-	-	-
Resíduo	72					
CaCl ₂						
Fonte de variação	GL	%G	IVG	R/PA	MF	MS
Temperatura(T)	2	*	*	-	*	*
Espermidina(E)	1	-	-	*	-	-
Potencial Osmótico(PO)	5	*	*	*	-	-
T x E	2	*	*	-	-	*
T x PO	10	*	-	-	*	-
E x PO	5	-	-	*	*	-
T x E x PO	10	-	-	-	-	-
Resíduo	72					

(*) significativo ($P < 0,05$); (-) não significativo ($P > 0,05$).

Para todos os tratamentos observou-se que a porcentagem de germinação foi reduzida com a diminuição dos potenciais osmóticos, com exceção da temperatura de 30°C nos sais KCl e NaCl (Figura 1).

Para os três sais avaliados a temperatura na qual ocorreu maior germinação das sementes de *G. ulmifolia* foi a de 30°C (Figura 1), sendo significativamente maior que as demais, porém, independente do sal utilizado os limites de tolerância não foram alcançados. No entanto, as sementes tratadas com KCl e NaCl e incubadas a 30°C apresentaram valores de porcentagem de germinação estáveis em todos os potenciais testados e significativamente maiores que nas demais temperaturas. Nas sementes tratadas com CaCl₂ a temperatura de 30°C apresentou valores para porcentagem de germinação maiores em relação às demais temperaturas, nesse mesmo sal, porém diferiu entre os potenciais osmóticos testados, reduzindo significativamente no potencial de -2,0 MPa quando comparado ao potencial controle (Figura 1c).

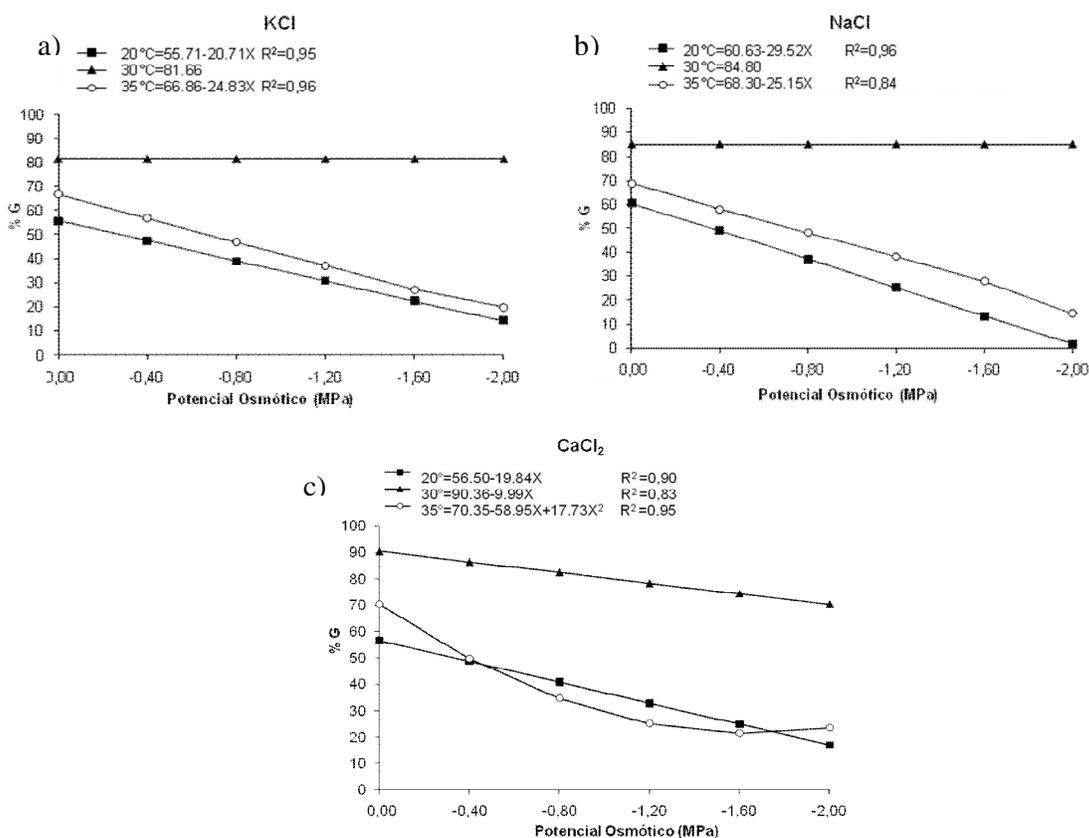


Figura 1. Porcentagem de germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* em diferentes temperaturas e potenciais osmóticos de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c). Dourados-MS, 2008.

Fonseca e Perez (1999), estudando a germinação de *Anadenanthera pavonina* L. (olho de dragão) tratadas com os mesmos potenciais osmóticos dos mesmos sais, também observaram melhor porcentagem de germinação na temperatura de 30°C.

Para *G. ulmifolia* a temperatura de 15 e 20°C estão abaixo da temperatura ótima observada para a espécie (30°C) (ARAÚJO-NETO e AGUIAR, 1999). Com ao aumento da salinidade as temperaturas de 20 e 35°C foram as que mais afetaram a porcentagem de germinação. Nas sementes mantidas a 35°C foi observada intensa proliferação de microorganismos, ocasionada pela umidade e temperatura elevada, além da redução no vigor. Araújo-Neto et al. (2002), também observaram para *G. ulmifolia* que nessa temperatura ocorreu alta porcentagem de germinação porém menor velocidade de germinação e vigor das sementes. Entretanto, apesar das sementes incubadas a 20°C não terem sofrido com a ação desses fatores, foi essa temperatura que apresentou menor porcentagem de germinação em todos os sais utilizados (Figura 1).

De acordo com Figliolia et al, (1993) o teste de germinação determina, numa amostra, a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis. Este teste é conduzido oferecendo às sementes as condições mais favoráveis, tais como luz, substrato mais adequado, temperatura, umidade e aeração. Segundo CARVALHO e NAKAGAWA (2000), a temperatura afeta o processo germinativo de três maneiras distintas: sobre o total de germinação, sobre a velocidade de germinação e sobre a uniformidade de germinação. A germinação só ocorrerá dentro de certos limites de temperatura: acima ou abaixo dos limites superior ou inferior, respectivamente, a germinação não ocorrerá. Dentro desses limites, existe uma faixa de temperatura, na qual o processo ocorre com a máxima eficiência, ou seja, obtém-se o máximo de germinação no menor período de tempo possível.

Dessa forma, com base nos resultados, acredita-se que tenha ocorrido sinergismo entre os fatores abióticos (temperatura, umidade, luminosidade e salinidade). A 30°C todos os fatores colaboraram proporcionando condições mais favoráveis à germinação e ao desenvolvimento da plântula.

Nas temperaturas de 20 e 35°C, nas diferentes soluções salinas avaliadas, os índices de porcentagem de germinação no potencial osmótico de -2,0 MPa, reduziram significativamente em relação ao tratamento controle (0,0 MPa) (Figuras 1a, 1b e 1c). No entanto, as sementes tratadas com NaCl na temperatura de 20°C (Figura 1b) foram mais afetadas, apresentando valores de germinação próximos de zero no potencial de -2,0 MPa. Isso deve-se ao alto teor de sais no meio germinativo, especialmente o NaCl, que pode inibir a germinação por causa dos efeitos osmótico e tóxico (BLISS et al., 1986).

Resultado semelhante foi observado para sementes de *Anadenanthera colubrina* Vell. (angico) tratadas com NaCl a 25°C, entretanto, para *Cenostigma gardnerianum* Tul. (caneleira) os decréscimos na porcentagem de germinação nessa condição não foram significativos (RIBEIRO e PELACANI, 2006). Esses autores sugerem que a redução na porcentagem de germinação e o atraso no início da germinação com o aumento do estresse podem estar relacionados com a seca fisiológica produzida, pois quando existe o aumento das concentrações de substâncias no meio germinativo, há uma diminuição do potencial osmótico e, conseqüentemente, uma redução do potencial hídrico. Esta redução pode afetar a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico), como também elevar a níveis tóxicos a concentração de íons no embrião (efeito tóxico). Sugerem ainda que o comportamento de *C. gardnerianum* pode ser um indicativo de que essa espécie pode tolerar a seca fisiológica produzida pela diminuição do potencial osmótico nesse meio germinativo.

Os estresses salino e hídrico produzidos por NaCl, CaCl₂, Na₂SO₄ ou PEG 6000 exerceram efeitos negativos na germinação e no vigor de sementes de soja, sendo que nas maiores concentrações, estes efeitos foram mais acentuados em sementes com baixo vigor do que naquelas com alto vigor (SANTOS et al., 1992; BRACCINI et al., 1998).

O potencial osmótico de soluções salinas pode apresentar valores mais negativos do que aquele apresentado pelas células do embrião, dificultando, portanto, a absorção da água necessária para a germinação. A diminuição da germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico, ocasionado pelo aumento da salinidade, é atribuída à redução das atividades enzimáticas (SANTOS et al., 1992). A redução da porcentagem e velocidade de germinação e o efeito tóxico no embrião são explicados pelos efeitos dos sais no comportamento germinativo de sementes de muitas espécies (CAMPOS e ASSUNÇÃO, 1990). Em geral as espécies, tolerantes ou não, respondem de maneira semelhante ao estresse salino, ou seja, a porcentagem e velocidade de germinação são inversamente proporcionais ao aumento da salinidade, variando apenas o limite máximo de tolerância ao sal (PEREZ e MORAES, 1994).

Segundo Vidaver e Hsiao (1975), as altas temperaturas podem levar à perda de viabilidade das sementes. Nos limites letais, são verificadas mudanças na permeabilidade das membranas, seguidas por desnaturação das proteínas das sementes e perda deletéria de material.

Araújo-Neto et al. (2002), consideram a faixa de temperatura ótima para *G. ulmifolia* de 25 à 35°C, e a temperatura máxima entre 35 e 40°C, semelhante ao obtido no presente estudo, na qual a germinação ocorreu em maior porcentagem na temperatura de 30°C alcançando médias de 81,66 e 84,80% quando tratadas com os sais KCl e NaCl respectivamente. Esses resultados se assemelham também aos encontrados para *Leucaena leucocephala* Lam. (leucena)

por Cavalcante e Perez (1995) que observaram melhor germinação no intervalo de 25,5° a 33,5°C e por Souza Filho (2000) que observaram germinação superior a 74% no intervalo de 20 a 30°C.

Os resultados quanto à melhor temperatura para germinação estão de acordo com o proposto por Borges e Rena (1993), pois sementes de grande número de espécies florestais subtropicais e tropicais mostram-se com potencial máximo de germinação na faixa de temperatura entre 20 e 30°C.

Para a interação entre temperatura e espermidina da porcentagem de germinação, os dados observados nos gráficos confirmam que, independente do sal, a temperatura de 30°C foi a que possibilitou melhor germinação.

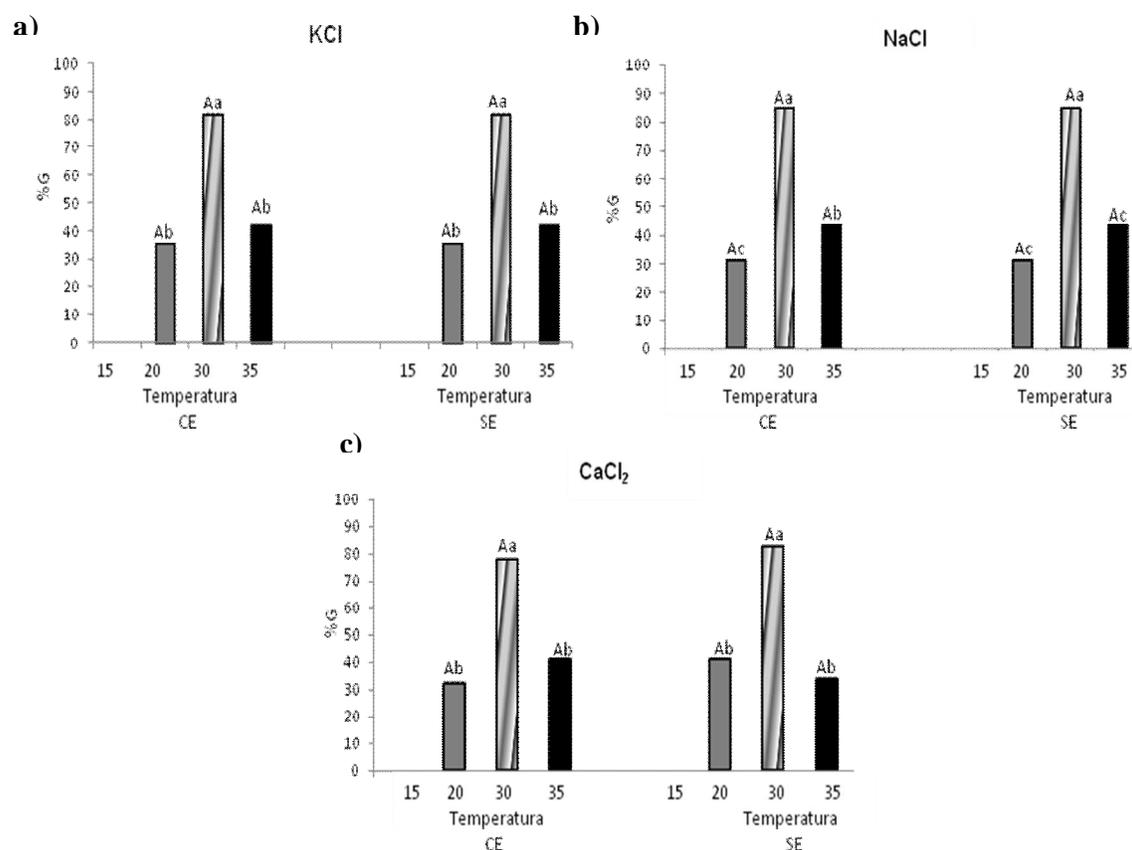


Figura 2. Porcentagem de germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas dentro do fator espermidina; médias seguidas de letras maiúsculas comparam a espermidina dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

A interação entre espermidina e potencial osmótico para porcentagem de germinação só foi significativa na presença de NaCl (Figura 3), apresentando valores mais elevados CE até o potencial de -1,2 MPa, igualando-se ao tratamento SE a partir desse potencial.

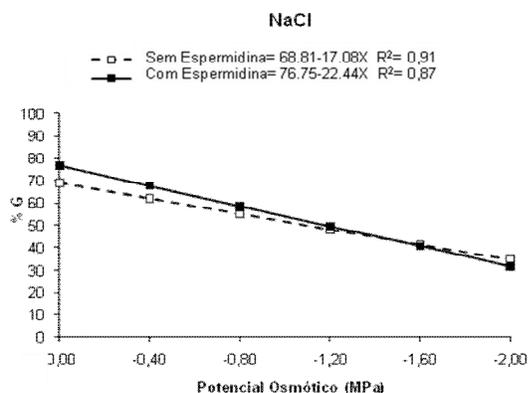


Figura 3. Porcentagem de germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* em diferentes potenciais osmóticos com e sem espermidina. Dourados-MS, 2008.

A análise dos resultados apresentados na Figuras 4 permitiu concluir que o decréscimo nos potenciais osmóticos induzidos pelas soluções salinas reduziu o índice de velocidade de germinação das sementes de *G. ulmifolia*. No entanto, não houve diferença significativa entre as temperaturas e os potenciais osmóticos dos sais KCl e CaCl₂ (Figura 4a e 4b).

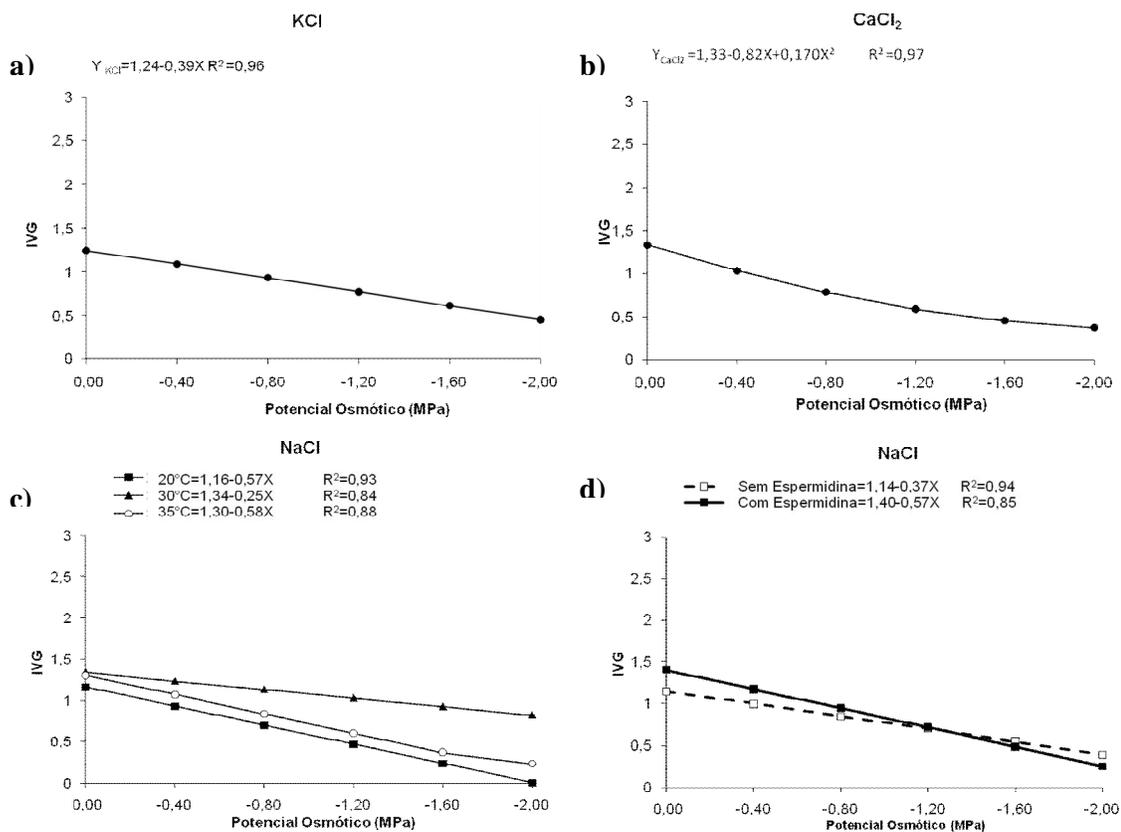


Figura 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* em diferentes potenciais osmóticos dos sais KCl (a), CaCl₂ (b), e NaCl(c) e solução de NaCl tratadas com e sem espermidina (d). Dourados-MS, 2008.

Para as sementes tratadas em solução de NaCl, apesar de também ser observado um decréscimo com a redução dos potenciais, houve interação entre temperaturas e potenciais osmóticos nas quais o maior índice de velocidade de germinação ocorreu na temperatura de 30°C (Figura 4c). Os índice de velocidade de germinação de sementes tratadas com NaCl, da mesma forma que a porcentagem de germinação, foi mais afetado a 20°C, apresentando velocidade próxima de zero no potencial mais negativo. Isso indica que o cloreto de sódio na temperatura mais baixa apresenta-se como o sal mais tóxico para sementes de *G. ulmifolia*.

Ribeiro e Pelacani (2006), por sua vez, observaram o mesmo resultado analisando a germinação de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. No entanto em sementes de *Anadenanthera pavonina*, o cloreto de potássio apresentou-se como o agente osmótico mais tóxico, seguido pelos cloretos de sódio e cálcio, sendo que a germinação foi observada até o potencial de -1,4 MPa; a partir de -1,5 MPa não foi computado mais nenhum evento de germinação, o mesmo acontecendo com *Leucena leucocephala* Lam. (CAVALCANTE e PEREZ, 1995).

Em sementes de *G. ulmifolia* tratadas com NaCl a germinação ocorreu até o potencial de -2,0 MPa, no entanto nessa concentração a germinação chegou próxima de zero. Isto pode evidenciar que essas condições não adequadas para germinação podem induzir as sementes a estado de dormência secundária ou mesmo causar efeito tóxico resultante da concentração de íons no protoplasma (FANTI e PEREZ, 2004).

Semelhante ao resultado obtido para porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação das sementes tratadas com NaCl apresentou interação linearmente significativa entre os potenciais osmóticos e espermidina (Figura 4d), nos lotes de sementes CE e SE, onde os valores decrescem em relação ao controle (0,0 MPa).

Os resultados acima corroboram com os observados por Jeller e Perez (1997) *Copaifera langsdorffii* Desf.; por Perez e Tambelini (1995) com *Prosopis juliflora* (SW.) D.C. e por Nassif e Perez (1997) com *Pterogyne nitens* Tull.

Mayer e Poljakoff-Mayber (1989) afirmam que quanto maior a temperatura maior o índice de velocidade de germinação e acrescentam que quanto menor a temperatura, maior o tempo necessário para que todas as sementes germinem e, menor a porcentagem total de germinação e a velocidade de germinação.

Analisando a Figura 5, o índice de velocidade de germinação apresentou melhores valores na temperatura de 30°C independente do sal e da espermidina. Embora a interação entre temperatura e espermidina tenha ocorrido para os sais NaCl e CaCl₂, a diferença entre os tratamentos CE e SE só foi significativa para sementes tratadas com CaCl₂ nas temperaturas de 20 e

35°C (Figura 5c). Sendo que na temperatura de 20°C o índice de velocidade de germinação das sementes do lote SE foi melhor quando comparado ao lote CE. No entanto na temperatura de 35°C os índices de velocidade de germinação foram maiores para as sementes do lote CE (Figura 5c). Portanto o tratamento das sementes CE na temperatura de 35°C, mostrou-se eficaz na atenuação dos efeitos da salinidade induzida pelos CaCl_2 , melhorando os resultados para o índice de velocidade de germinação quando comparado as sementes do lote SE.

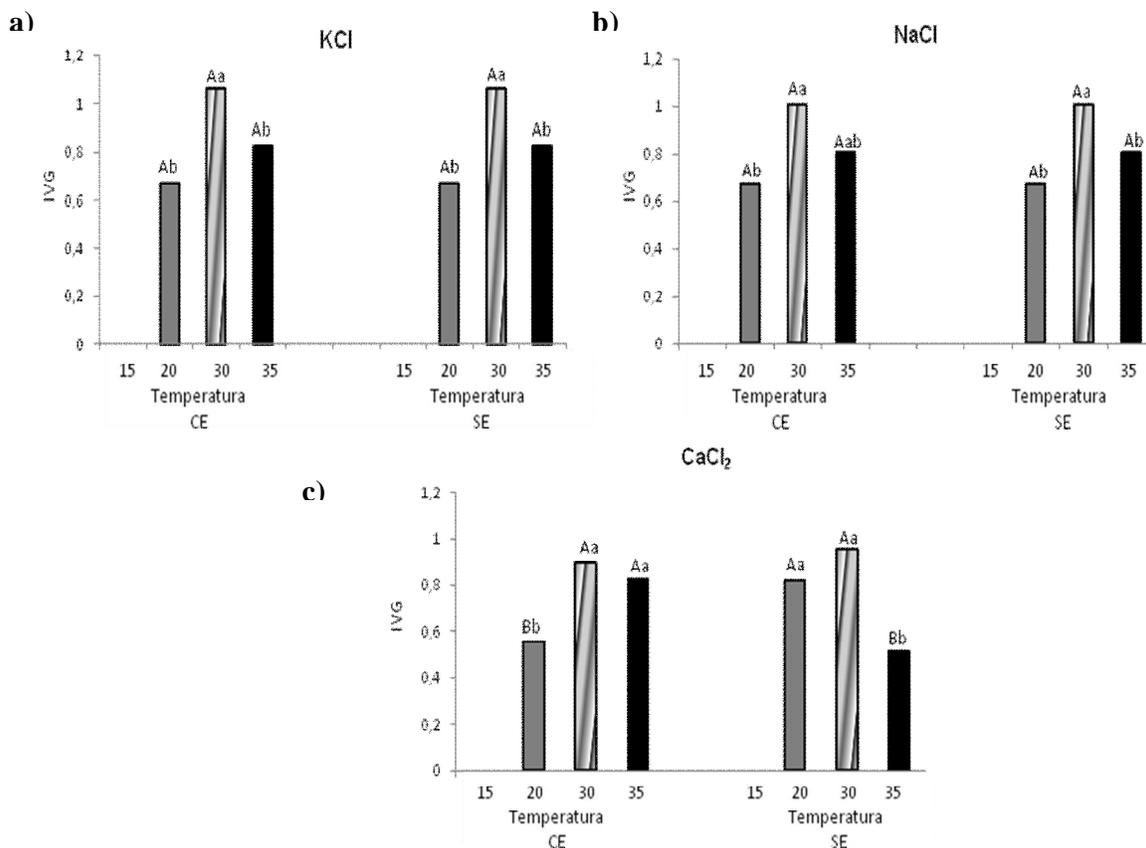


Figura 5. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl_2 (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas dentro do fator espermidina e médias seguidas de letras maiúsculas comparam a espermidina dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

Independente do sal utilizado (figura 5), as sementes de *G. ulmifolia* tiveram a sua velocidade de germinação diminuída nas temperaturas de 20°C e 35°C quando comparadas aos valores de índice de velocidade de germinação na temperatura de 30°C, da mesma forma como foi observado para porcentagem de germinação. As plântulas obtidas na temperatura de 35°C apresentaram-se menos vigorosas em relação às plântulas obtidas nas demais temperaturas. Isso ocorreu devido ao estresse térmico causado pela temperatura elevada, bem como à proliferação de

microorganismos ocasionada nessa condição. O uso de temperaturas altas na germinação de sementes tem ocasionado estresse, proporcionando-lhes dormência térmica ou mesmo perda de viabilidade (VIDAVER e HSIAO, 1975; BEWLEY e BLACK, 1982).

Carvalho e Nakagawa (1988) afirmam que temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade da germinação, expondo plântulas por maior período a fatores adversos, o que pode levar à redução no total de germinação. No entanto, de acordo com Labouriau e Agudo (1987), esse atraso na germinação pode aumentar a probabilidade das plântulas encontrarem condições favoráveis em ambiente mutável. Nas sementes de *G. ulmifolia* observou-se que na temperatura de 35°C o índice de velocidade de germinação reduziu, devido também aos fatores bióticos ocasionados nessa temperatura, como a presença de microorganismos.

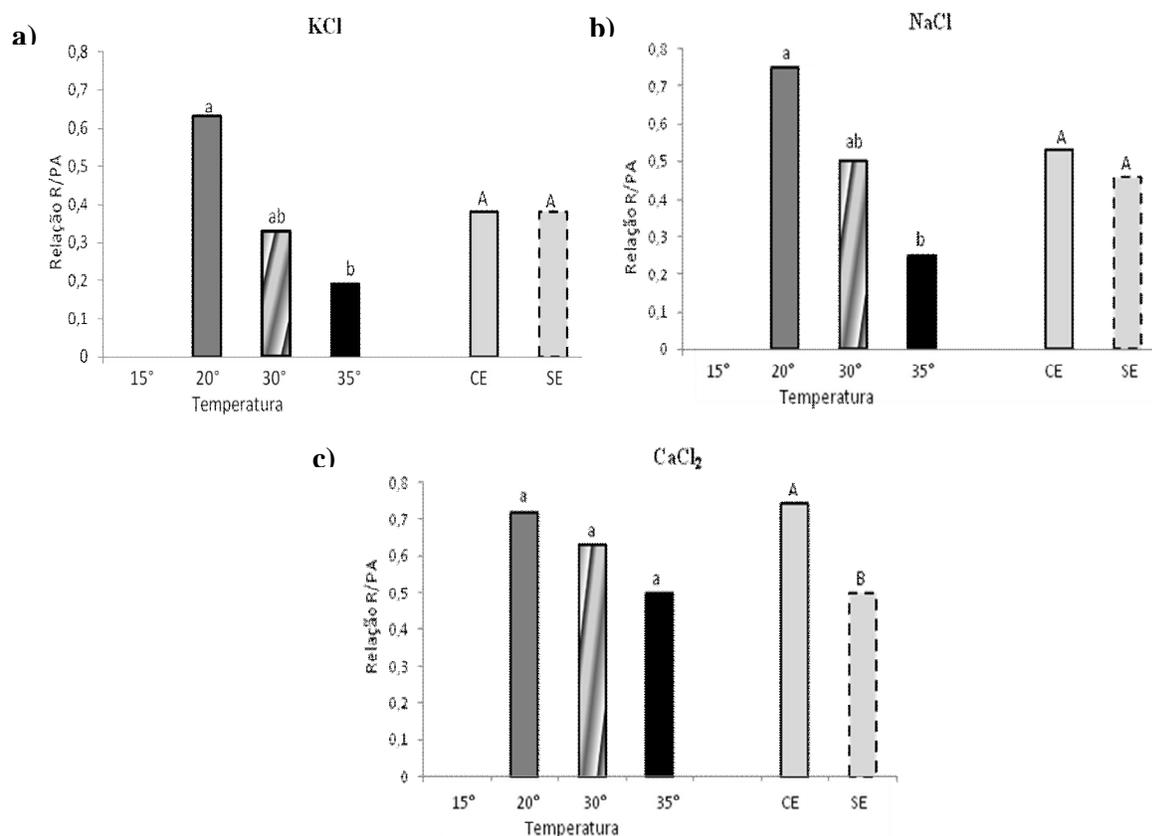


Figura 6: Relação Raiz/Parte Aérea de plântulas de *Guazuma ulmifolia* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam a temperatura, médias seguidas de letra maiúscula comparam com (CE) e sem espermidina (SE). Dourados-MS, 2008

Para as sementes tratadas com KCl e NaCl a relação raiz/parte aérea foi significativamente maior na temperatura de 20°C, onde o comprimento do sistema radicular foi

maior em comparação com o da parte aérea, não havendo diferenças significativas entre com e sem espermidina (Figura 6a e 6b). A relação raiz/parte aérea foi maior na temperatura de 20°C, independente do sal utilizado, sendo menor na temperatura de 35°C, com excessão do CaCl₂ (Figura 6c).

A efetividade das poliaminas em proteger as membranas corresponde ao número de cargas por molécula, da concentração e do tipo de poliamina exógena utilizada no tratamento além de necessitar das condições favoráveis para que isso ocorra (GALSTON e KAUR-SAWHNEY, 1987; BOUCHEREAU et al.,1999). Provavelmente a temperatura de 20°C, considerada abaixo da ótima, não tenha favorecido a efetividade da espermidina em proteger as membranas, ou seja, mesmo com a aplicação exógena ela não tenha sido atuante. Por isso nessa temperatura os resultados de comprimento de raiz foram melhores sem a espermidina.

Para sementes tratadas com CaCl₂ não houve diferenças significativas entre as temperaturas avaliadas, no entanto no tratamento CE a relação raiz/parte aérea foi significativamente maior do que o SE, onde o comprimento da parte aérea foi maior do que o da raiz (Figura 6c).

O aumento da concentração de sais no meio radicular provoca redução no potencial hídrico das raízes. De acordo com Larcher (2000) a primeira e mais sensível resposta à deficiência hídrica é a diminuição da turgescência e, associada a esse evento, a diminuição do processo de crescimento (particularmente o crescimento em extensão). Dessa forma, o desenvolvimento do sistema radicular das plantas é reduzido sob condições de déficit hídrico.

Em relação ao sal utilizado a adição de KCl na solução nutritiva reduziu significativamente a razão raiz /parte aérea das plântulas incubadas a 30 e 35°C (Figura 7), indicando que para esse sal, o efeito da salinidade foi mais evidente na raízes que na parte aérea. Ou seja, nas condições tratadas houve alocação diferencial de recursos.

Entretanto em termos relativos, verifica-se que a redução foi maior na temperatura de 35 e 30°C do que na de 20°C sugerindo, então, que a parte aérea das plântulas incubadas a 35°C foram menos afetadas pela salinidade.

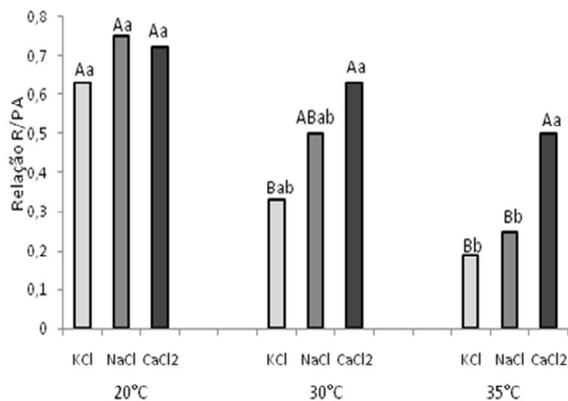


Figura 7. Relação entre raiz e parte aérea (R/P) das plântulas de *Guazuma ulmifolia* tratadas com soluções salinas e temperaturas diferentes. Dourados-MS, 2008. Médias seguidas de letras minúsculas comparam os sais dentro do fator temperatura, médias seguidas de letras maiúsculas comparam a temperatura dentro de cada fator sal.

Uma das explicações mais aceitas para a inibição do crescimento pelo sal é o desvio de energia do crescimento para a manutenção (RICHARDSON E McCREE, 1985), incluindo a regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células, a síntese de solutos orgânicos para a osmorregulação e/ou proteção de macromoléculas, e a manutenção da integridade das membranas.

O sal que apresentou maior relação raiz/parte aérea independente da temperatura foi o CaCl₂, o qual mostrou-se menos tóxico. Ou seja, o CaCl₂ não prejudicou o desenvolvimento das raízes quanto os demais sais utilizados (figura 7'). Esse aumento no comprimento da raiz das plântulas do *G. ulmifolia*, pode ser uma resposta fisiológica e morfológica a um sinal ambiental indutivo, no caso o tratamento com CaCl₂. De acordo com Haridasan (2000), as questões da deficiência nutricional no cerrado e da adaptabilidade das espécies nativas aos solos de baixa fertilidade devem ser resolvidas através da capacidade de espécies individuais para responder a uma maior disponibilidade de nutrientes. Este autor indica ainda que a maioria das espécies nativas de cerrado é capaz de responder a calagem e adubação.

Moraes-Neto et al. (2003) avaliando o crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis, encontraram para mudas de *G. ulmifolia*, com seis meses de idade, variação da relação raiz/parte aérea de 0,49 (testemunha) a 0,92 (adubação máxima). Diferente do observado com as plântulas do presente estudo, com médias de 0,19 a 0,75. No entanto, deve-se considerar que Moraes Neto et al. (2003) avaliaram plantas em estágio avançado de desenvolvimento.

A razão raiz/parte aérea de plântulas pode ser indicativa de especialização a diferentes ambientes. No geral, quanto mais sombreado o ambiente, maior a alocação de biomassa

para as folhas. O aumento da biomassa da parte aérea (folhas e caules) se faz em detrimento da biomassa das raízes. Além disso a relação entre raiz e parte aérea expressa um balanço funcional entre a taxa fotossintética e a absorção de água pelas raízes, que em condições tidas como normais apresenta certo equilíbrio (TAIZ e ZEIGER, 2004). Segundo Goss (1973), a relação raiz/parte aérea é uma correlação de desenvolvimento, expressando o fato de que o crescimento radicular pode afetar o da parte aérea e vice-versa. Sob condições de estresse hídrico, geralmente aumenta a relação entre matéria seca da raiz e matéria seca da parte aérea.

Como a temperatura de 30°C foi a temperatura ideal para o desenvolvimento das plântulas de *G. ulmifolia* sendo que a relação raiz/parte aérea encontrou-se dentro da média para os sais NaCl e CaCl₂ considerados menos tóxicos que o KCl. Ou seja, nessa temperatura as plântulas apresentaram uma tendência a desenvolver mais a parte aérea do que o sistema radicular, uma vez que essa temperatura está dentro das condições ideais para a espécie.

Já nas temperaturas abaixo e acima da ótima, 20 e 35°C, respectivamente as plântulas comportaram-se de forma diferente. Na temperatura mais baixa as plântulas tenderam a desenvolver mais o sistema radicular para suprir além do estresse térmico também o estresse hídrico ocasionado pela salinidade. Na temperatura de 35°C a parte aérea foi maior do que a raiz, por isso a relação raiz/parte aérea foi a mais baixa. No entanto, isso pode ser explicado pela umidade e pela intensa proliferação de microorganismos ocasionados nessa temperatura o que causou deterioração do sistema radicular de algumas plântulas.

Como observado para a temperatura de 35°C, a parte aérea foi mais afetada pela salinidade que o sistema radicular, esse mesmo resultado foi observado por Nobre et al. (2003) em mudas de gravioleira e por Hackbart e Cordazzo (2007) em plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (acariçoba). Esse fato pode ser explicado pela necessidade que a planta tem de garantir uma maior superfície radicular para absorção de água, devido ao abaixamento do potencial osmótico da solução. No entanto, Cruz et al. (2003), estudando a produção e partição de matéria seca do limoeiro cravo submetido à estresse salino, observaram que além do acúmulo de matéria seca, o estresse salino reduziu o comprimento da raiz principal e conseqüentemente, os pontos de aparecimento de raízes laterais.

Resultados contraditórios são encontrados por diversos autores trabalhando com espécies diferentes. Dessa forma, alguns relatam maior sensibilidade da parte aérea em condições de salinidade: gravioleira (NOBRE et al., 2003), algodoeiro (MELONI et al., 2001) e salvadora (RAMOLIYA e PANDEY, 2002), em contrapartida, outros autores indicam o sistema radicular ser

mais sensível à salinidade: abacaxizeiro (MARINHO et al., 1998) e alho (AMORIM et al., 2002) possivelmente devido a constituição genética.

Apesar de geralmente o efeito salino ser negativo, existem plantas classificadas como halófitas ou natrófilas, para as quais o elemento sódio é benéfico com estímulo ao crescimento (MARSCHNER, 1995 apud SILVA et al., 2000). Bergmann (1992), afirma que tais plantas têm a capacidade de estabelecer equilíbrio osmótico com o baixo potencial de água no solo. Isto é possível por acumularem os íons absorvidos no vacúolo das células foliares, mantendo a concentração salina no citoplasma e nas organelas em baixos níveis, de modo a não interferirem nos mecanismos enzimáticos e metabólicos e na hidratação de proteínas das células.

Avaliando a massa fresca das plântulas, observa-se que embora a regressão polinomial tenha sido significativa na interação entre temperatura e potencial osmótico (Quadro 1), não houve ajuste linear nem quadrático para as médias nas temperaturas de 20 e 30°C para o KCl nem para 35°C com NaCl (Figuras 8a e 8b). A temperatura de 30°C apresenta-se como a melhor temperatura para todos os sais, com médias de 41,8 mg e 46,9 mg de massa fresca para NaCl e CaCl₂ respectivamente (Figura 8).

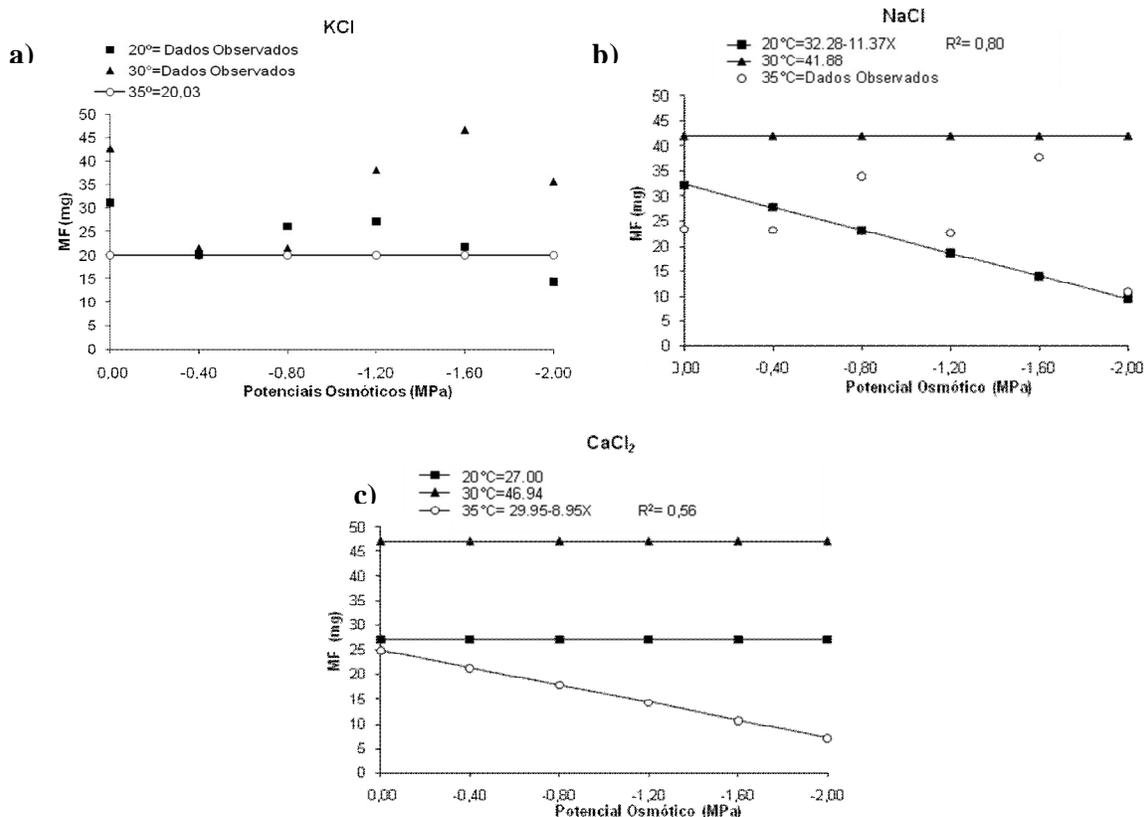


Figura 8. Massa Fresca de plântulas de *Guazuma ulmifolia* em diferentes temperaturas e potenciais osmóticos. Dourados-MS, 2008.

Pela observação da interação significativa entre espermidina e os potenciais osmóticos das soluções salinas, houve uma redução nos índices de massa fresca com o decréscimo dos potenciais osmóticos no lote de sementes tratadas CE. A ausência de espermidina manteve estáveis os valores de massa fresca (Figuras 9a e 9b).

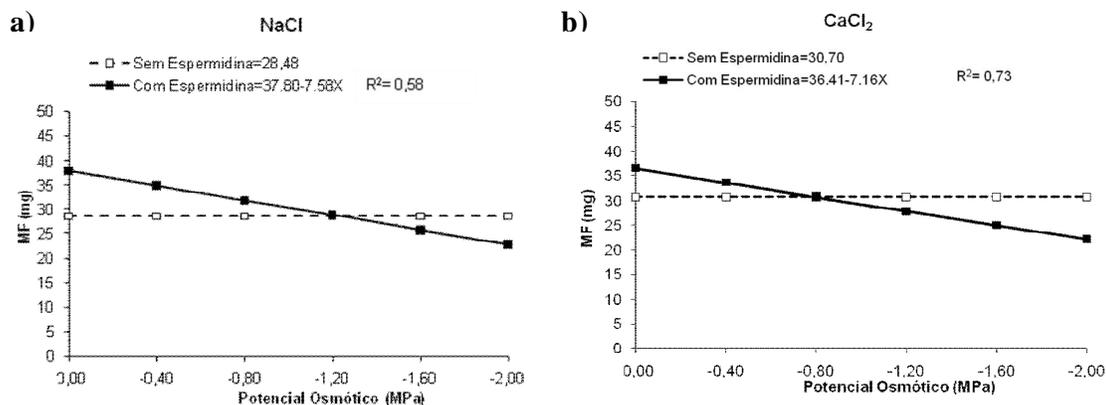


Figura 9. Massa fresca de plântulas de *Guazuma ulmifolia* tratadas com e sem espermidina em diferentes potenciais osmóticos de NaCl (a) e CaCl₂ (b). Dourados-MS, 2008.

Na análise da interação entre temperaturas e espermidina foi possível observar que os valores de massa seca das plântulas de *G. ulmifolia* foram maiores a 30°C, da mesma forma como o observado para todas as características avaliadas de germinação e vigor até o presente momento.

A incubação das sementes em soluções salinas de KCl e NaCl a 30 e 35°C propiciaram um incremento nos valores de massa seca das plântulas de *G. ulmifolia* (Figura 10a e 10b), não havendo diferenças entre os tratamentos com e sem espermidina. Nas soluções de CaCl₂ os valores de massa seca foram maiores a 30°C nos lote CE e SE (Figura 10c).

Não houve interação significativa entre sal e potencial osmótico das soluções salinas para a característica massa seca de plântulas. Desse modo, a massa seca das plântulas de *G. ulmifolia* não foi influenciada pelos diferentes níveis de salinidade, ficando praticamente constantes. O mesmo fato, foi observado por Lima et al. (2005) para valores de massa seca obtidos de cultivares de arroz BRS 6 Chuí e IAS 12-9 Formosa, submetidas a condições de salinidade, onde a massa seca desses cultivares não foi influenciada pela concentração salina. Normalmente, em plantas sensíveis, a salinidade diminui a taxa de emergência e reduz a matéria seca e fresca da parte aérea e do sistema radical (SHANNON et al., 1998). No entanto, apesar de não ter se determinado os limites de tolerância de *G. ulmifolia* à salinidade, esta, pode ser uma espécie tolerante também à salinidade, nos potenciais osmóticos avaliados no presente estudo, por ser considerada de acordo com Rosado (2008), uma espécie pioneira e rústica em áreas de revegetação.

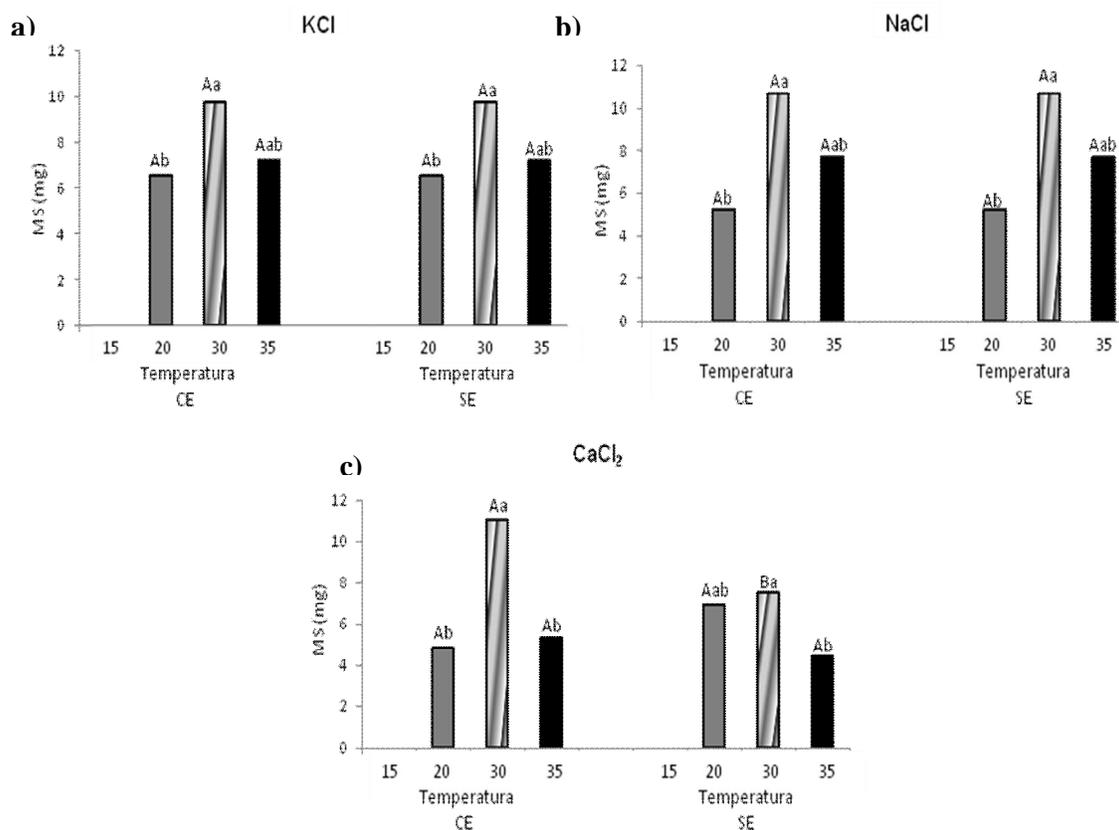


Figura 10. Massa seca de plântulas de *Guazuma ulmifolia* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) a 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas testadas dentro do fator espermidina e médias seguidas de letras maiúsculas comparam o tratamento com e sem espermidina dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

Neste contexto, Perez (1988) apud Nassif e Perez (1997) verificaram que sementes de *P. juliflora* também germinaram em potenciais hídricos de até -1,9 MPa em solução de manitol. As sementes de *P. nitens* apresentaram resistência ao estresse hídrico simulado, com limite de tolerância entre -2,4 MPa para o manitol; a espécie mostrou-se tolerante ao NaCl, CaCl₂ e KCl (JELER e PEREZ, 1997).

As análises de variância para a germinação e vigor das sementes de *G. ulmifolia* semeadas em bandejas encontram-se no Quadro 2.

Não houve diferenças significativas para o fator espermidina nem para o fator potencial osmótico para a característica porcentagem de emergência das plântulas de *G. ulmifolia* cultivadas em bandejas (Quadro 2).

Quadro 2 Análise de variância da porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), relação raiz/parte aérea (R/PA), massa fresca (MF) e seca (MS) das plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. cultivadas em bandeja. Dourados-MS, 2008.

Fonte de variação	GL	%E	IVE	R/PA	MF	MS
Espermidina (E)	1	-	-	-	-	-
Sal (S)	2	*	-	-	-	-
Potencial Osmótico (PO)	2	-	-	-	*	*
E x S	2	-	-	-	-	-
E x PO	2	-	-	-	-	*
S x PO	4	-	-	-	-	-
E x S x PO	4	-	-	-	-	-
Resíduo	36					

(*) significativo ($P < 0,05$); (-) não significativo.

Os valores de porcentagem de emergência para as soluções salinas mostram que o KCl foi o sal com menor porcentagem de emergência em relação aos demais sais, apresentando média de 74,16%, enquanto o NaCl teve 75,83% de emergência e o CaCl_2 83,33%. Fonseca e Perez (2001) trabalhando com estresse salino na germinação de sementes de *A. pavonina* observaram que o sal KCl também proporcionou menor germinação, seguido pelo NaCl e pelo CaCl_2 . Lima et al. (2005), observaram decréscimo na porcentagem de germinação em todos os cultivares de arroz estudados, no entanto, o índice de velocidade de germinação não foi influenciado pelo teor de NaCl no meio. Para as plântulas de *G. ulmifolia* o cultivo em bandeja não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao índice de velocidade de emergência, que apresentou baixa velocidade (Quadro 2).

Não houve interação significativa para nenhum dos fatores avaliados quanto a análise da relação raiz/parte aérea de plântulas de *G. ulmifolia* cultivadas em bandeja. No entanto, embora não tenha ocorrido relação significativa para os sais utilizados, Moraes Neto (2003) trabalhando com produção de mudas de plantas nativas com adubo controlado, observou que a adubação com KCl pode ser recomendada para produção de mudas de *G. ulmifolia*. Já Haridasan et al. (1997) afirmaram que calagem e adubação podem aumentar a concentração de nutrientes na biomassa vegetal e aumentar a produtividade.

Freitas et al. (2006), estudando o efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento de plantas do meloeiro observaram redução de massa fresca e seca com o aumento dos níveis de salinidade. Lima et al. (2005) e Figueiredo et al. (2006), obtiveram resultados semelhantes avaliando o crescimento inicial de arroz e do cafeeiro, respectivamente. No entanto, diferente do observado por esses autores, as plântulas de *G. ulmifolia* tiveram os valores de massa fresca e seca nos potenciais de 0,0 e -1,2 MPa elevados decrescendo no potencial de -2,0

MPa (Figuras 11 a e 11 b). A redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica, no caso efeito da salinidade, se dá devido à demora dos processos fisiológicos e bioquímicos ou pela dificuldade da hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes (BEWLEY e BLACK, 1994).

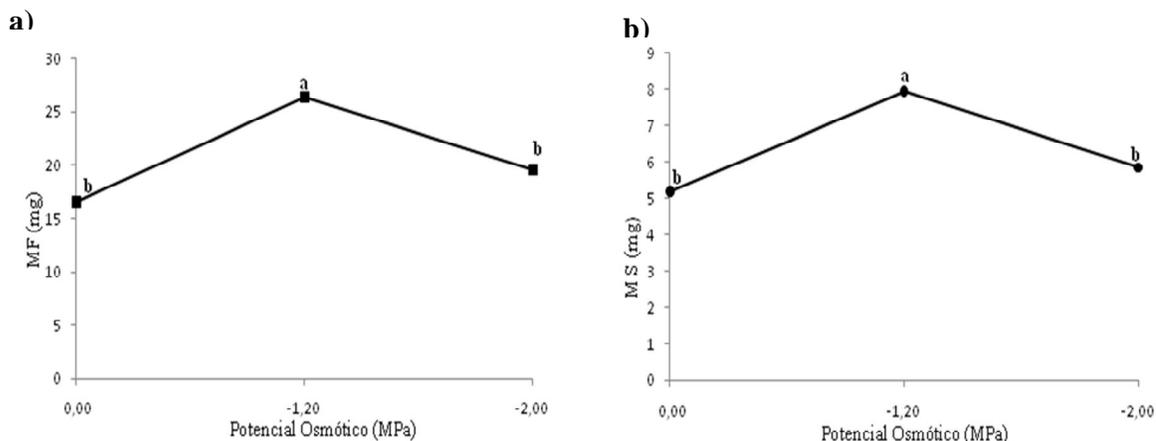


Figura 11. Massa fresca (a) e massa seca (b) de plântulas de *Guazuma ulmifolia* em função dos diferentes potenciais osmóticos. Dourados-MS, 2008.

Analisando a interação significativa entre espermidina e os potenciais osmóticos das soluções salinas (Figura 12), foi possível observar que houve um aumento nos índices de massa seca de plântulas obtidas de ambos os lotes (SE e CE) entre o controle (0,0 MPa) e o potencial de -1,2 MPa, sendo que as plantas do lote CE apresentaram maior valor MS. No entanto, a partir do potencial de -1,2 MPa houve uma inversão nos índices de MS, onde o tratamento CE proporcionou resultados maiores quando comparados aos obtidos para o lote SE.

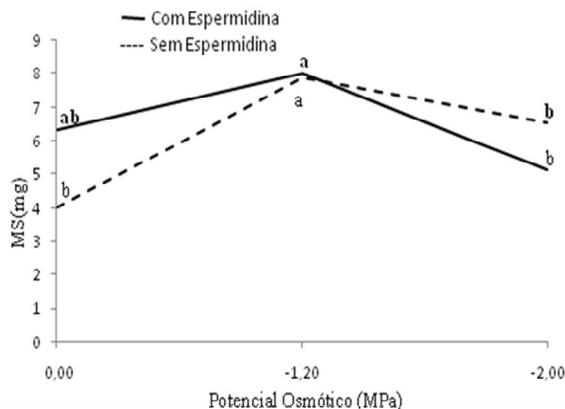


Figura 12. Massa seca de plântulas de *Guazuma ulmifolia* tratadas com e sem espermidina em função dos diferentes potenciais osmóticos. Dourados-MS, 2008.

Esse decréscimo demonstra que a poliamina, provavelmente, não tenha causado atenuação do estresse salino. Esses resultados vêm confirmar as observações de Galston e Kaur-Sawhney (1994) que as poliaminas são responsáveis por muitos controles fisiológicos como luz, hormônios, injúrias e estresses, e aplicações externas podem afetar importantes outros processos. No entanto, contraria Colli (2004) que afirma que a adição exógena de poliaminas induz a recuperação do crescimento sob estresse abiótico.

Nas condições controladas do presente estudo, as plântulas de *G. ulmifolia* apresentaram germinação e vigor em níveis satisfatórios, não apresentando limite de tolerância a nenhum dos sais utilizados. Considerando a utilização de espécies nativas para a recuperação de áreas degradadas *G. ulmifolia* pode ser utilizada em regiões de solo sujeito à salinidade, levando em consideração as condições ambientais do local de plantio.

CONCLUSÕES

- As sementes de *Guazuma ulmifolia* responderam as variações de temperatura e salinidade;
- Em laboratório as sementes de *G. ulmifolia* não germinaram na temperatura de 15°C e apresentaram maior germinação e vigor a 30°C;
- As sementes de *G. ulmifolia*, independente do sal, toleraram salinidade de até -2,0 MPa;
- A porcentagem e velocidade de germinação diminuíram com a redução dos potenciais osmóticos de KCl, NaCl e CaCl₂ no meio germinativo;
- O uso de espermidina a 35°C foi eficaz na atenuação dos efeitos da salinidade induzida pelo CaCl₂ para o índice de velocidade de germinação de sementes de *G. ulmifolia*.
- A relação raiz/parte aérea foi maior na temperatura de 20°C, independente do sal utilizado;
- Em bandejas, as sementes apresentaram maior porcentagem de emergência quando tratadas com CaCl₂, seguida por NaCl e KCl;
- Os índices de massa fresca e massa seca de plântulas oriundas de sementes embebidas no potencial osmótico de -1,2 MPa e cultivadas em bandeja foram maiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 167-176, fev. 2002.
- ARAÚJO-NETO, J.C. AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249-256, jun. 2003.
- ARAÚJO-NETO, J.C. RODRIGUES, T.J.D.; FERREIRA, V.M.; AGUIAR, I.B. Temperaturas Cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 460-465, Set.-Dez. 2002.
- ARAÚJO-NETO, J.C.; AGUIAR, I.B. Desarrollo ontogénico de plántulas de *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae). **Revista de Biología Tropical**, San José, v.47, n.4, p.785-790, dez.1999.
- BARBOSA, J.M.; MACEDO, A.C. **Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo: informações técnicas sobre sementes, grupo ecológico, fenologia e produção de mudas**. São Paulo: Instituto de Botânica e Fundação Florestal, 1993. 125p.
- BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis**. New York: G. Fisher, 1992. 741 p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed and relation to germination: viability, dormancy and environmental control**. Berlin: Springer Verlag 1982. 375 p.
- BLACKMAN, S.A; OBENDORF, R.L.; LEOPOLD, A.C. Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 100, n. 1, p. 225-230, 1992.
- BLISS, R.D.; PLATT-ALOIA, K.A.; THOMPSON, W.W. **Plant cell environment**. [S.l.: s.n.], 1986. 727p.
- 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.
- BOUCHEREAU, A.; AZIZ, F. LARHER; J. MARTIN-TANGUY. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Physiology** 140:103-125. 1999.
- 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**, v.18, n.1, p.10-16, 1996
- BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.95-102, 1999.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília. 1992. 365p.

- CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Estresse salino e hídrico na germinação e vigor do arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25,n.6, p.857-862, 1990.
- CARPI, S.M.F.; BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de *Cedrella fissilis* Vell. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.18, n.2, p.271-275, 1996.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. rev. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n.2, p.281-289, 1995.
- CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M, T. COELHO, E.F.; DIAS, A.T.; PAES, R.A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro “cravo” submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.25, n.3, p.528-531, dez. 2003.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Recomposição de matas ciliares em dois sítios às margens da represa de Camargos/Itutinga, MG. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS AMBIENTAIS SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 3. - FOREST'94, 1994, Porto Alegre. **Anais**. . . Porto Alegre: 1994. p. 46-47.
- DELL'AQUILA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, Camberra, v.69, n.2, p.167-171, 1992
- FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G. de A. Germinação de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.9, p.903-909, set. 2004.
- FERRETTI, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; ÁRBOCZ, G.F.; SANTOS, J.D.; BARROS, M.I.A.; LORZA, R.F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.3, n.7, p.73-77, 1995.
- FIGLIOLIA, M. B; OLIVEIRA, E. C; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord). **Sementes Florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993a, p.137-174.
- FIGUEIRÊDO, V.B. FARIA, M.A; SILVA, E.L. Crescimento inicial do cafeeiro irrigado com água salina e salinização do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n. 1, p.50–57, jan.-mar. 2006.
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L.) ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n.2, p. 14-20, 2001.
- FONSECA, S.C.L; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito dos sais e da temperatura na germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L.-Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 21, n.2, p.70-77, 1999.
- FREIRE, A.L. de O. **Fixação do nitrogênio, crescimento e nutrição mineral de leucena sob condições de salinidade**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 92p.
- FREITAS, R. S.; AMARO FILHO, J. MOURA FILHO, E.R. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento de plantas de meloeiro. **Revista Verde**, Mossoró, v.1, n.2, p.113-121, jul.- dez. 2006.

- GALSTON, A.W.; R. KAUR-SAWHNEY. 1987. Polyamines and senescence in plants. p.176-81. In: Thompson, W., E. Nothangel and R. Huffaker (Eds.). *Plant senescence: Its biochemistry and physiology*. Rockville: Amer. Soc. **Plant Physiology**.
- GHASSEMI, F.; JAKEMAN, A.J.; NIX, H.A. Salinization of land and water resources: human causes, extent, management and case studies, **CAB International**, Egito, 1995. 526p.
- GOSS, J. A. **Physiology of plants and their cells**. New York: Pergamon. p.457. 1973.
- GUARIM-NETO, G. O saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. **Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.17, p. 71-89 jul./dez. 2006.
- HACKBART, V.C.S.; CORDAZZO, C.V. Germinação e crescimento de plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Apiaceae) em diferentes concentrações de NaCl. **Atlântica**, Rio Grande, v.29, n. 2, p. 85-92, 2007
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.54-64, 2000.
- HARIDASAN, M.; PINHEIRO, A. A. M. C.; TORRES, F. R. R. Resposta de algumas espécies do estrato rasteiro de um cerrado à calagem e à adubação. In: Leite, L. L. e Saito, C. H. (editores). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado**. Brasília, Universidade de Brasília DF, p.87- 91. 1997.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e da semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, v.19, n. 2, p. 219-225, 1997.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: Kageyama, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; Engel, V. L. & Gandara, F. B. (orgs.). **Restauração ecológica em ecossistemas naturais**. FEPAF, Botucatu, SP. 340p. 2003.
- KOETJE, D.S.; KONONOWICZ, H.; HODGES, T.K. Polyamine metabolism associated with growth and embryogenic potencial of rice. **Journal of Plant Physiology**, v.141, p.215-220, 1993.
- LABOURIAU, F. G. A; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 59, p. 57-69, 1987.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, editora RIMA. São Paulo. 2000. 529p.
- LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M. ; ABREU, C.M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, v. 27, n.1, p. 54-61, jun. 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed Plantarum, 2002. v.1, p.343.
- MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C.; MAIA, C.A.; MATSUMOTO, R.S. Estresse salino e hídrico durante a germinação em populações de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 20., 2003, Gramado. **Informativo Abrates**, Londrina, v.3, p.78, 2003.
- MACHADO NETO, N.B.; SATURNINO, S.M.; BOMFIM, D.C.; CUSTÓDIO, C.C. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.4, p. 521-529, 2004
- MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: PergamonPress, 1989. 270p.

- MARINHO, F. J. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Desenvolvimento de mudas de abacaxizeiro, cv. Smooth Cayenne, sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 1-5, Jan.-Abr. 1998.
- MATILLA, A.J. Polyamines and seed germination. **Seed Science Research**, v.6, p.81-93, 1996.
- MELONI, D. A.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A.; MARTINEZ, C. A. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 3, p. 599- 612, fev. 2001.
- MORAES, W.S.; SILVA E SILVA, B.M.; DANTAS, V.A.V.; ALMEIDA, C.C.; LIMA, J.D. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa v.30, n.4, p.513-518, Jul.-Ago. 2006.
- MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L.M.; RODRIGUES, C.J.; GERES, W.L.A.; DUCATTI, F.; AGUIRRE, J.H.JR. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.6, p.779-789, 2003.
- MOTTA, M.S.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, R.A. Longevidade de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. - Sterculiaceae) no solo em condições naturais. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p.07-14, 2006.
- NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim – do campo (*Pterogyne nitens*) influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.172-179, 1997.
- NOBRE, R.G.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SANTOS, F.J.S.; BEZERRA, I.L.; GURGEL, M.T. Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1365-1371, dez. 2003
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 51, n. 3, p. 355-389, 1994.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. Estresse salino no processo germinativo de algarobeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.3, p.389-396, 1994.
- 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**, v.30, n.11, p.1289-1295, 1995.
- POPINIGS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: Agriplan, 1985. 285p.
- RAMOLIYA, P. J.; PANDEY, A. N. Effect of increasing salt concentration on emergence, growth and survival of seedlings of *Salvadora oleoides*. **Journal of Arid Environments**, London, v. 51, n. 1, p. 121-132, may, 2002.
- RIBEIRO, R.C.; PELACANI, C.R. Influência do manitol e NaCl na germinação de sementes de duas espécies de leguminosas com importância no semi-árido baiano. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 6, n. 2, p.105-109, abr-jun 2006.
- RICHARDSON, N.S.G.; MCCREE, K.J. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. **Plant Physiology**, Rockville, v.79, n.4, p.1015-20, 1985.
- ROSADO, S.C.S.Revegetação de dunas degradadas no litoral norte da Paraíba. 2008.

Disponível em :<<http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/Palestras/Rosado.pdf>>

Acesso em: 05/12/08

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**, Pelotas, v. 14, n.2, p.189-194, 1992.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4 ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.

SCALON, S. P. Q. ; RAMOS, M.B.M.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R.M.;VIEIRA,M.C. Tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de Guazuma ulmifolia Lam. In: 44 CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2004, Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 22. p. 343, 2004.

SHANNON, M.C.; RHOADES, J.D.; DRAPER, J.H.; SCARDACI, S.C.; SPYRES, M.D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in Califórnia. **Crop Science**, Madison, v.38, n.2, p.394-398, mar-apr. 1998.

SILVA, C.R.; JÚNIOR, J. A.; ARAÚJO DA SILVA, T.; COSTA, V.M. *Prevenção de solos à salinização* pós-graduação em Irrigação e Drenagem. 2009.

Disponível em:< <http://www.irrigarte.hpg.ig.com.br/Salinidade.htm>> Acesso em: <19/01/2009>

SILVA, F.A. de M., MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.

SOUZA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science Technology**, Zürich, v.28, n.3, p.621-630, 2000.

SOUZA FILHO, A.P.S. Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Pasturas tropicais**, Cali, v. 22, n.2, p. 47-53, 2000.

SCHUMACHER, M.V.; CALIL, F.N.; VOGEL, A.L.M. **Silvicultura aplicada**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais. 2005. Disponível em:< <http://www.ufsm.br/petagonomia>> Acesso em: 10-12-2008, 10:43am.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.

TORRES, S.B.; VIEIRA, E.L.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.39-44, 2000.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v.85, p.391-396, 2000.

VAN DER MOEZEL, P.G.; BELL, D.T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca* species. **Seed Science & Technology**, Zürich, v.15, n.1, p.239-246, 1987.

VIDAVER, W., HSIAO, A.I. Secondary dormancy in light sensitive lettuce seeds incubated anaerobically or at elevated temperature. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.53, p.2557-2560, 1975.

CAPÍTULO II

SALINIDADE E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Caesalpinia ferrea* Mart. (Fabaceae).

SALINIDADE E TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Caesalpinia ferrea* Mart. (Fabaceae).

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a germinação e vigor de sementes e plântulas de *Caesalpinia ferrea* em resposta à salinidade e a diferentes temperaturas. Foram realizados dois experimentos. O primeiro foi realizado em laboratório onde as sementes foram colocadas em placas de petri com soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa acrescidas ou não de espermidina (100ppm) sendo denominados CE ou SE. As sementes sem espermidina foram imersas apenas nas soluções salinas e ambas foram colocadas para germinar em câmaras de incubação (BOD) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Para cada sal o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições de 20 sementes. No segundo experimento as sementes foram separadas em 2 lotes (CE e SE), colocadas em Gerbox embebidas em soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais de 0,0 (controle); -1,2 e -2,0 MPa e incubadas em BOD com temperatura constante de 30°C durante 24 horas. As sementes foram semeadas em bandejas de célula contendo substrato Plantmax® e deixadas sob sombrite 50% por cerca de 30 dias. Para cada sal o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições de 20 sementes. A espermidina incrementou os valores de porcentagem de germinação (%G) das sementes tratadas com KCl e NaCl. O índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes tratadas com KCl apresentou melhores índices quando incubado a 20°C e 35°C com espermidina; para sementes tratadas com NaCl e CaCl₂ isso ocorreu a 30 e 35°C. A temperatura com maiores índices de %G e IVG variou entre 20, 30 e 35°C dependendo do sal utilizado. Os valores de massa fresca (MF) foram maiores a 15°C independente da espermidina em sementes tratadas com KCl e NaCl. Os índices de massa seca (MS) foram maiores a 20°C independente da espermidina para todos os sais avaliados. As sementes de *C. ferrea* cultivadas em bandeja apresentaram média de 40,7% de porcentagem de emergência. A redução do potencial osmótico incrementaram os valores para índice de velocidade de emergência (IVE). Nas sementes tratadas com espermidina, o IVE teve maiores valores quando tratadas com KCl e menores para o CaCl₂. Não foram observadas diferenças significativas para demais características avaliadas.

Palavras chave: nativas, germinação, espermidina, estresse.

ABSTRACT

Action of the salinity and temperature in the germination and vigor of seeds of *Caesalpinia ferrea* Mart. (Fabaceae). It was evaluated tolerance of seeds and seedlings of *Caesalpinia ferrea* under different conditions of salinity and temperature through the study of the germination and vigor of seeds. Two experiments had been carried through. The first one was carried through in laboratory where the seeds had been placed in plates of petri with saline solutions of KCl, NaCl and CaCl₂ in the osmotic potentials of 0,0 (control); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa. Later, the seeds had been separate in two lots, the seeds had been submitted to the increased saline solutions of spermidine (100 ppm) in the same osmotic potentials (CE), as, called SE, were immersed only in deionized water and placed to germinate in chambers of incubation (BOD) in the 20, lot temperatures 15, 30 and 35°C. For each salt the experimental delineation entirely was casualizado with 3 repetitions of 20 seeds. In as the experiment the seeds had been separate in 2 lots (CE and SE), placed in gerbox absorbed in saline solutions of KCl, NaCl and CaCl₂ in the potentials of 0,0 (control); -1,2 and -2,0 MPa and incubadas in BOD with constant temperature of 30°C during 24 hours. The seeds had been sown in cell trays contend Plantmax® substratum and left under sombrite 50% for about 30

days. For each salt the experimental delineation entirely was casualizado with 4 repetitions of 20 seeds. The spermidine developed the values of percentage of germination (%G) of the seeds dealt with KCl and NaCl. The index of speed of germination (IVG) of the seeds dealt with KCl presented better indices when incubated 20°C and 35°C with spermidine; for seeds dealt with NaCl and CaCl₂ this occurred the 30 and 35°C. The temperature with bigger index of %G and IVG varied between 20, 30 and 35°C depending on the used salt. The values of fresh mass (MF) had been bigger 15°C independent of the spermidine in seeds dealt with KCl and NaCl. The index of dry mass (MS) had been bigger 20°C independent of the spermidine for leave them to all evaluated. The cultivated seeds of *C. ferrea* in tray had presented average of 40,7% of emergency percentage the reduction of the osmotic potential had developed the values for index of emergency speed (IVE). In the seeds dealt with spermidine, the IVE had greater values when treated with KCl and minors for the CaCl₂. Evaluated significant differences for excessively characteristic had not been observed.

Key Words: natives, germination, spermidine, stress.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o interesse pela propagação de espécies nativas vem se intensificando, devido à necessidade de recuperação de áreas degradadas e a revegetação de paisagens. Porém, não existe ainda conhecimento suficiente para o manejo e análise das sementes da maioria das espécies florestais nativas, que possam fornecer dados de caracterização dos seus atributos físicos e fisiológicos. Além disso, há necessidade de obtenção de informações básicas sobre a germinação, cultivo e potencialidade dessas espécies, visando a sua utilização para os mais diversos fins (ARAÚJO-NETO et al., 2003).

As plantas estão sujeitas a condições de múltiplos estresses que limitam o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência, dependendo dos locais onde se encontram (LARCHER, 2000). Dentre os fatores do ambiente que influenciam a germinação, a água é um dos mais importantes. A diminuição do potencial hídrico do meio pode atrasar ou reduzir a taxa de germinação de muitas espécies vegetais, pois interfere na embebição e no alongamento celular do embrião (BRADFORD, 1990).

Associado à água, a salinidade do meio influencia significativamente a resposta germinativa das espécies. Prisco (1980) relata que as plantas são mais sensíveis à salinidade durante a germinação e primeiros estádios de crescimento, e tal sensibilidade depende da espécie vegetal e do tipo de sal existente no solo. O excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico do solo, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes, o que resulta em uma seca fisiológica. Além disso, o potencial osmótico de íons no embrião pode elevar-se a níveis tóxicos. Para Doneen (1975) os altos potenciais osmóticos afetam o metabolismo da planta em vários aspectos e provocam mudanças na sua morfologia, prejudicando a germinação, o tamanho das plantas, dos ramos, das folhas e de outras partes da planta.

Além da água e salinidade, a temperatura também afeta tanto a capacidade de germinação das sementes quanto o total de sementes germinadas (BEWLEY e BLACK, 1994). Geralmente a temperatura ideal para germinação varia dentro da faixa de temperatura encontrada no local e na época ideal para a emergência e estabelecimento das plântulas (RAMOS e VARELA, 2003). A temperatura ótima e a extensão de sua faixa determinam a distribuição geográfica da espécie (LABOURIAU, 1987).

É sabido que em condições de estresse há um desequilíbrio no balanço hormonal da planta. Desta forma, a falta de germinação pode ser causa da presença de inibidor(es) ativo(s) e/ou deficiência de promotor(es) essencial (ais) nessas sementes. Em tais condições, a adição de um fitorregulador pode induzir ou estimular a germinação (DAVIES, 1994). Atualmente, o uso de diversas substâncias como reguladores vegetais (giberelinas, auxinas, etc.) tem sido utilizado em experimentos para melhorar o desempenho germinativo das sementes (SINSKA e LEWANDOWSKA, 1991; CÂMARA et al., 1998; BOTELHO et al., 2001; FONSECA e PEREZ, 2001). As poliaminas, putrescina (Put), espermidina (Spd) e espermina (Spm), também classificadas como reguladores vegetais, estão relacionadas com diversas respostas fisiológicas, como a senescência e estresse (LIMA et al., 2003). Classificadas como reguladores de crescimento, as poliaminas estão envolvidas em processos celulares e subcelulares. São importantes moduladores de processos biológicos como divisão celular, repostas ao estresse e o desenvolvimento. (KOETJE et al., 1993).

Um dos métodos mais difundidos para a determinação da tolerância das plantas aos estresses hídrico, salino e térmico é a observação da germinação das sementes nessas condições (LARCHER, 2000). Este autor salienta ainda que, no estudo da germinação de sementes, o conhecimento sobre como o estresse afeta esse processo tem importância especial na ecofisiologia para avaliação dos limites de tolerância e da capacidade de adaptação das espécies, pois os fatores abióticos interferem na germinação de sementes. Os mecanismos fisiológicos de sobrevivência ao estresse hídrico e salino são pouco estudados, sendo que a maioria das informações aborda o problema para plantas cultivadas, sendo escassas as informações sobre os efeitos da salinidade sobre a germinação de sementes de espécies arbóreas.

O rápido recobrimento de áreas a serem vegetadas deve ser efetuado mediante a utilização de espécies “especialistas” nesta função, ou seja, pioneiras, com habilidade de apreender e utilizar os nutrientes disponíveis, de maneira eficaz. Destacam-se nestes aspectos as leguminosas, pela alta percentagem de espécies fixadoras de nitrogênio, e de rápido crescimento (FARIA et al., 1989; KAGEYAMA et al., 1989).

A revegetação de áreas degradadas, bem como a sustentabilidade dos sistemas de produção poderá ser conseguida através da restauração da fertilidade do solo, obtida pela fertilização e/ou pelo repovoamento com leguminosas arbustivo-arbóreas, espécies vegetais de crescimento rápido, com capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio e que podem, inclusive, ser utilizadas para a aceleração da sucessão secundária progressiva (FRANCO et al., 1992). Esta forma que busca a recuperação é uma tecnologia de baixo custo e viável para

revegetação de solos degradados, pois, promove a sua melhoria, através do aporte de matéria orgânica e pela adição e reciclagem de nutrientes. Por isto, na atualidade, não se pode deixar de lado a possibilidade concreta do cultivo de leguminosas arbóreas para utilização de sua biomassa com várias finalidades, com ênfase na recuperação da matéria orgânica do solo e a manutenção de sua fertilidade (ARAÚJO FILHO, 2007).

A dormência das sementes de *Caesalpinia ferrea* é do tipo tegumentar, que necessita de escarificação mecânica ou química para acelerar a germinação. A escarificação natural é realizada pela ação de fatores bióticos, como perfuração por insetos, e abióticos (BASKIN e BASKIN, 1998). A emergência das sementes ocorre em 20-30 dias e pode atingir índices de germinação superiores a 70%. Como a planta é tolerante ao plantio em áreas abertas e de rápido crescimento, é excelente para reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. Botelho e Davide (2002) recomendam o uso de *C. ferrea* como uma das espécies arbóreas com potencial para utilização em implantação da mata ciliar na região do alto e médio Rio Grande em Minas Gerais. Na caatinga nordestina, suas folhas são utilizadas como forrageiras (CREPALDI et al., 1998).

Caesalpinia ferrea além do uso em áreas de revegetação a espécie é economicamente importante, principalmente na indústria de fármacos e na construção civil, As folhas servem para forragem; a madeira, de cerne duro, é utilizada na construção civil como vigas, esteios, estacas e como lenho. Embora já existam algumas informações sobre germinação, importância medicinal e utilização dessa espécie em trabalhos de revegetação, não foram encontrados na literatura consultada informações sobre sua tolerância à salinidade e exigências térmicas.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da salinidade e da temperatura na resposta germinativa e no vigor de sementes de *Caesalpinia ferrea*.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *Caesalpineia ferrea* foram obtidas a partir de frutos coletados de diferentes matrizes na área urbana da cidade de Dourados-MS. As sementes foram retiradas manualmente das vagens e descartadas aquelas que apresentavam

imperfeições sendo armazenadas em sacos plásticos pretos. O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados-MS, durante os meses de junho a setembro de 2007.

O grau de umidade das sementes foi realizado com 4 repetições de 10g de sementes determinado pelo método de estufa à temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 h, seguindo-se as recomendações das Regras para Análise de sementes (Brasil, 1992). Os resultados foram obtidos com base no peso das sementes úmidas.

Antes do início de cada experimento, as sementes de *C. ferrea* foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos para quebra de dormência tegumentar e lavadas em água corrente (CREPALDI et al., 1998). Em seguida, as sementes foram separadas em dois lotes, sendo que o primeiro lote foi caracterizado pela imersão das sementes em solução de espermidina 100 ppm durante 3 horas sendo denominado como CE (Adaptado de FONSECA e PEREZ, 2001). No segundo lote, denominado SE (sem espermidina) as sementes foram imersas apenas nas soluções salinas. Posteriormente, todas as sementes, foram desinfestadas com hipoclorito de sódio (1%) durante 5 minutos e lavadas em água corrente.

As sementes foram incubadas em caixas tipo gerbox previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio 1%, contendo papel de filtro, umedecido com 10 ml de soluções salinas de KCl (PM 74,56g/mol), NaCl (PM 58,44g/mol), e CaCl_2 (PM 110,9g/mol) nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -0,4; -0,8; -1,2; -1,6; -2,0 MPa para cada sal utilizado. As soluções salinas foram preparadas a partir da equação de Van't Hoff, citada por Salisbury e Ross (1992). Os coeficientes isotônicos para os sais cloreto de sódio, cloreto de potássio e cloreto de cálcio foram, respectivamente, 1,8, 1,8 e 2,4.

Os potenciais osmóticos nos gerbox foram mantidos constantes com trocas semanais das soluções-testes. Os gerbox do tratamento controle foram umedecidos com água deionizada. Os gerbox foram selados com filme plástico e incubados em câmaras de germinação (BOD) com temperaturas constantes de 15°C , 20°C , 30°C e 35°C sob luz branca contínua a fim de se determinar o limite máximo de tolerância para cada sal em cada temperatura. Adotou-se como critério de limite máximo de tolerância o intervalo entre o menor potencial osmótico do sal onde ocorreu germinação e o potencial subsequente onde não houve protrusão de raiz.

Para cada sal o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 (com e sem espermidina) x 6 (potenciais osmóticos) x 4 (temperaturas de incubação) com 3 repetições de 20 sementes.

A avaliação da porcentagem e do índice de velocidade de germinação foi realizada segundo Popinigs (1985) em dias alternados, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular igual ou maior a 2 mm. As medições de relação raiz/parte aérea (R/PA), massa fresca (MF) e massa seca (MS) das plântulas foram realizadas aos 25 dias após a sementeira.

Os dados foram analisados pelo teste F e havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparar o efeito da temperatura e regressão para avaliar o efeito das doses e a interação entre os tratamentos, utilizando o programa computacional SANEST.

Para o crescimento das plântulas em bandeja após serem escarificadas conforme citado anteriormente, as sementes de pau ferro foram incubadas nos seguintes sais: KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -1,2; -2,0 MPa com (CE) ou sem espermidina (SE) (100 ppm), porém incubadas a 30°C durante 24 h. A sementeira foi realizada em bandejas contendo substrato Plantmax[®] e deixadas sob sombrite 50% durante 30 dias.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2 (com e sem espermidina) x 3 (sal) x 3 (potenciais) em 4 repetições de 20 sementes e deixadas sob sombrite 50% por cerca de 30 dias. Foi avaliada a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência das sementes (Popinigs, 1985), relação raiz/parte aérea, massa fresca e massa seca das plântulas

Os dados foram analisados pelo teste F e havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparar o efeito do tipo de sal e a regressão para avaliar o efeito das doses e a interação entre os tratamentos, utilizando o programa computacional SANEST.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se no Quadro 1, as análises de variância para a germinação e o vigor das sementes incubadas em laboratório.

Analisando os resultados de porcentagem de germinação das sementes mantidas aos 15°C para o KCl (Figuras 1a e 1b), os valores de germinação foram melhores no lote SE. Nessa temperatura, foi possível observar no controle (0,0 MPa), que os valores de

%G foram menores quando comparados com os demais potenciais osmóticos avaliados, sendo que no lote CE os valores reduziram a partir de -1,2 MPa ao invés de continuarem aumentando.

Quadro 1. Análise de variância da porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação de sementes (IVG), relação raiz/parte aérea (R/PA), massa fresca (MF) e seca (MS) de plântulas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Dourados-MS, 2008.

KCl						
Fonte de variação	GL	%G	IVG	R/PA	MF	MS
Temperatura (T)	3	*	*	-	*	*
Espermidina (E)	1	-	*	-	-	-
Potencial Osmótico (PO)	5	*	-	-	-	-
T x E	3	*	*	-	*	-
T x PO	15	*	*	-	*	-
E x PO	5	-	-	-	-	-
T x E x PO	15	*	*	-	-	-
Resíduo	96					
NaCl						
Fonte de variação	GL	%G	IVG	R/PA	MF	MS
Temperatura (T)	3	*	*	*	*	*
Espermidina (E)	1	*	*	-	-	*
Potencial Osmótico (PO)	5	-	-	-	-	-
T x E	3	*	*	-	*	-
T x PO	15	*	*	-	-	-
E x PO	5	-	-	-	-	-
T x E x PO	15	*	*	-	-	-
Resíduo	96					
CaCl ₂						
Fonte de variação	GL	%G	IVG	R/PA	MF	MS
Temperatura (T)	3	*	*	*	*	*
Espermidina (E)	1	*	*	-	-	*
Potencial Osmótico (PO)	5	-	-	-	-	-
T x E	3	*	*	-	*	*
T x PO	15	-	*	-	-	*
E x PO	5	-	-	-	-	-
T x E x PO	15	-	-	-	-	-
Resíduo	96					

(*) significativo ($P < 0,05$); (-) não significativo ($P > 0,05$).

Para sementes tratadas com KCl os melhores resultados de porcentagem de germinação foram observados na temperatura de 20°C - CE, não variando seus valores com a diminuição dos potenciais osmóticos (Figura 1a). Para as sementes do lote SE (Figura 1b) os maiores índices de porcentagem de germinação também ocorreram na temperatura de 20°C, porém não se mantiveram constantes, alcançando germinação máxima no potencial de -0,8

MPa. No entanto esses valores foram inferiores aos observados nas sementes do lote 20°C CE, declinando a partir desse potencial.

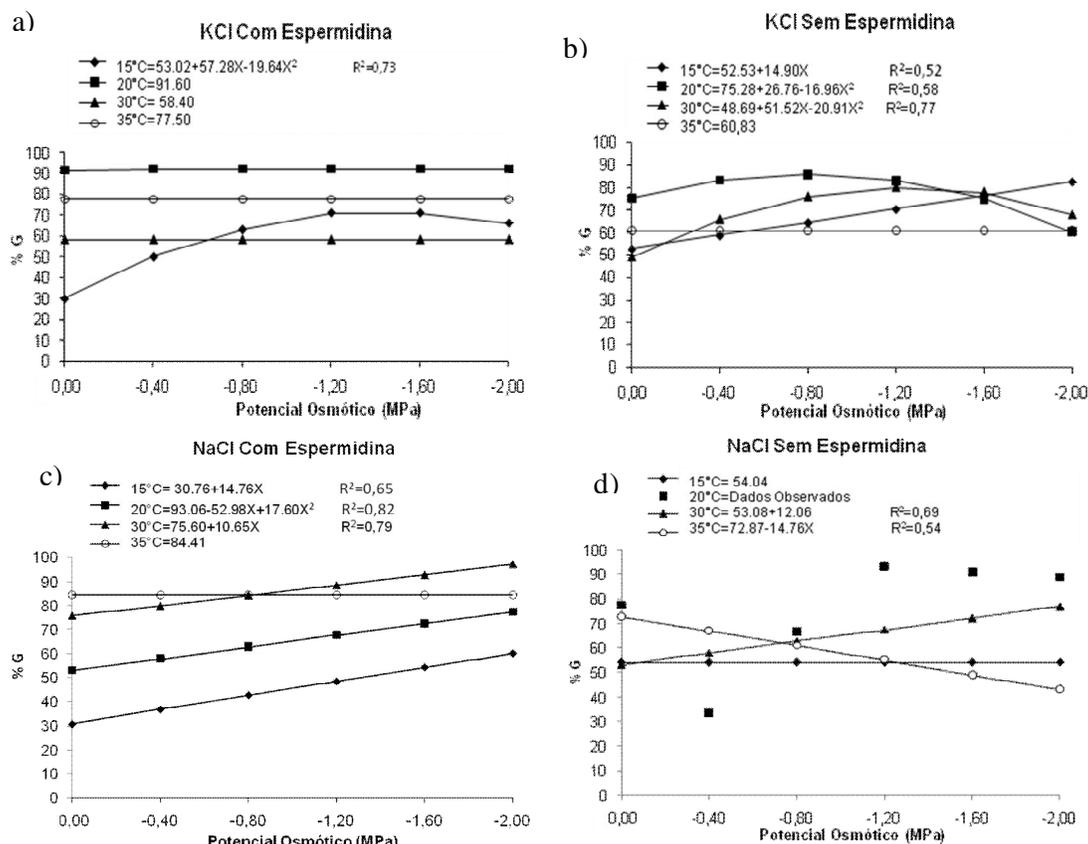


Figura 1: Porcentagem de germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* embebidas em soluções salinas de KCl tratadas com (a) e sem (b) espermidina, e NaCl tratadas com (c) e sem espermidina (d) em diferentes potenciais osmóticos. Dourados-MS, 2008.

Ainda para sementes tratadas com KCl, na temperatura de 30°C CE, os valores de %G mantiveram-se constantes em relação ao controle (Figura 1a). No lote SE, os índices de %G aumentaram até o potencial osmótico de -1,2 MPa em relação ao controle e ao potencial de -2,0 MPa (Figura 1b). Aos 35°C, os níveis de %G mantiveram-se estáveis nos lotes CE e SE, com médias de 77,5% e 60,8% respectivamente (Figura 1a e b). Portanto, a espermidina pode ter proporcionado um efeito benéfico atenuando um possível estresse térmico aos 35°C no tratamento com KCl, pois sem espermidina a %G foi menor, afetando também a qualidade das plântulas obtidas.

Para as sementes tratadas com NaCl aos 15, 20 e 30°C - CE os valores de porcentagem de germinação aumentaram em relação ao controle, com a redução dos potenciais osmóticos, sendo maiores a 30°C (Figura 1c). No entanto, sem espermidina os

índices de %G a 15°C mantiveram-se estáveis, com média de 54%, não havendo ajuste linear nem quadrático para as médias de 20°C (Figura 1d).

Na temperatura de 30°C os valores de %G para o lote CE foram maiores em relação ao lote SE, embora em ambos os tratamentos os índices de germinação foram maiores no potencial de -2,0 MPa quando comparados ao tratamento controle (0,0 MPa) (Figura 1c e 1d). No lote de sementes NaCl-CE mantido a 35°C, os valores de porcentagem de germinação não variaram com a redução dos potenciais osmóticos mantendo-se constantes com média de 84,4%. Entretanto, no lote SE os valores de %G observados no potencial foram maiores do que no potencial de -2,0 MPa (Figura 1c e 1d). Jeller (1997) e Fonseca e Perez (2001) observaram diferenças na porcentagem de germinação em relação ao tratamento controle em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. (cássia do nordeste) e *Adenantha pavonina* L.(olho-de-dragão), na qual a germinação foi reduzida à medida que os potenciais osmóticos se tornavam mais negativos.

Tobe et al. (2004), estudando os efeitos de cinco sais, verificaram que os tratamentos utilizando NaCl e MgCl₂ e a adição de CaCl₂ em baixas concentrações favoreceram germinação das sementes *Haloxylon ammodendron* (C.A.Mey.) Bunge. e as respostas em relação ao crescimento inicial da espécie nas soluções salinas foram atribuídas às diferenças entre componentes salinos e seus efeitos tóxicos na permeabilidade das membranas celulares.

É possível observar, através dos dados apresentados na figura 1, que a espermidina aumentou os índices de porcentagem de germinação das sementes tratadas com KCl e NaCl, possivelmente atenuando, os efeitos causados pelo sal e/ou pela temperatura. Fonseca e Perez (2001), estudando a germinação de *A. pavonina*, também observaram que a espermidina aumentou os valores de %G das sementes tratadas com soluções de KCl, atenuando, em determinados potenciais, o estresse causado por esse sal às sementes. Moraes Neto (2003) trabalhando com adubação controlada na produção de plantas nativas, observou que a adubação com KCl pode ser recomendada para produção de espécies pioneiras e secundárias iniciais. Dessa forma, como o pau ferro é classificado como secundária inicial (CARVALHO et al., 1996) os sais, dentre eles o KCl, podem ter funcionado como nutrientes nos tratamentos CE, pois a espermidina atenuou os possíveis efeitos tóxicos dos potenciais osmóticos das soluções salinas utilizadas.

Quanto à avaliação da interação entre temperatura e espermidina, observa-se que existe uma variação na porcentagem de germinação nos três sais nas diferentes temperaturas (Figura 2). Para o KCl, a porcentagem de sementes germinadas do lote CE é

maior nas temperaturas de 20 e 35°C. Para as sementes do lote SE as temperaturas de 20 e 30°C que apresentaram 77,16% e 69,5% de germinação, respectivamente (Figura 2a). Para o NaCl a %G com espermidina foi maior aos 30 e 35°C e sem espermidina aos 20°C (Figura 2b).

Os diferentes potenciais osmóticos de CaCl₂ não alteraram a %G (Quadro 1), entretanto os melhores valores para germinação das sementes CE foram observados nas temperaturas de 20°, 30° e 35°C com médias que não variaram significativamente entre si (76,63%, 78,09% e 81,09% respectivamente). Nas sementes SE as temperaturas que propiciaram os melhores índices de %G de sementes de pau ferro foram 20°C e 35°C (74,05% e 71,08% respectivamente) (Figura 2c).

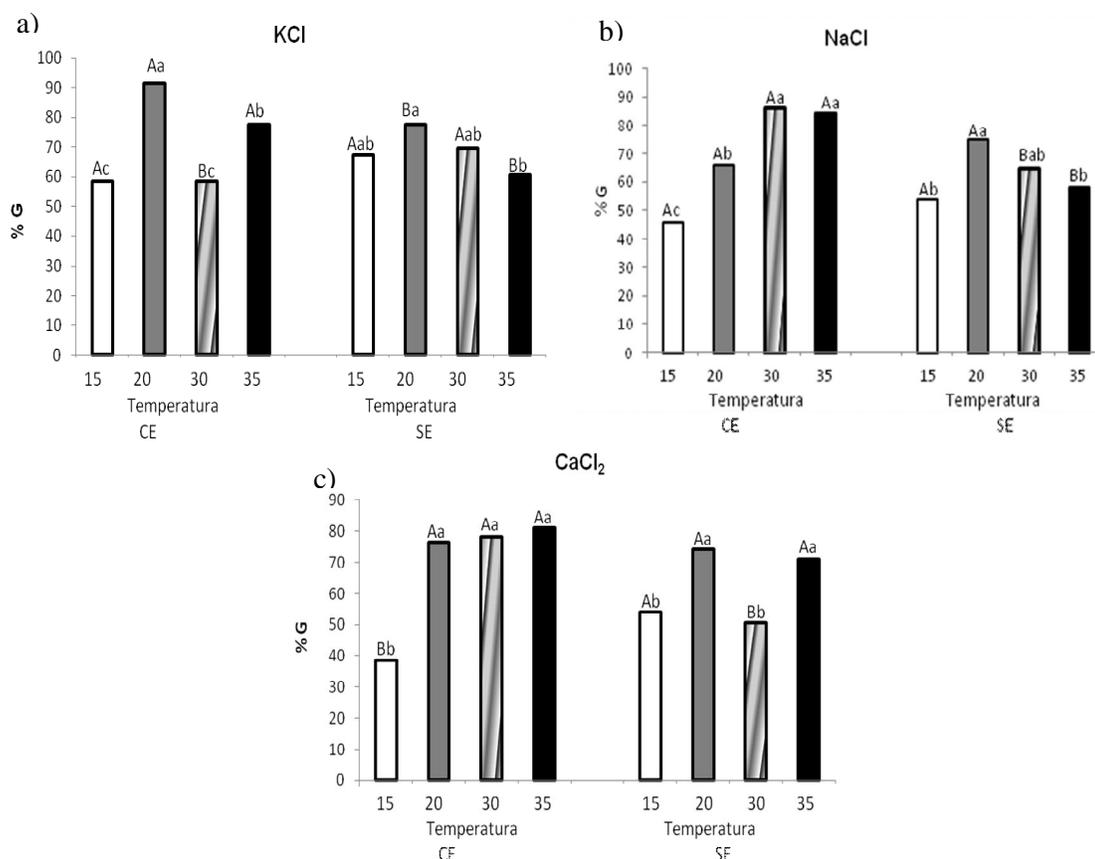


Figura 2: Porcentagem de germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas testadas dentro do fator espermidina; Médias seguidas de letras maiúsculas comparam o tratamento com e sem espermidina dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

Verifica-se então que as sementes de pau ferro germinaram na faixa de temperatura de 15°C a 35° (Figura 1). Outras espécies de regiões de clima tropical germinam

em faixas muito próximas a estas: *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim-do-campo) entre 12 e 42°C (NASSIF e PEREZ, 2000), *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (barbatimão) entre 10 e 40°C (TAMBELINI e PEREZ, 1999), *Dimorphandra mollis* Benth. (barbatimão-falso) entre 12°C e 39°C (ZPEVAK, 1994) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (canafístula) com temperatura mínima um pouco mais baixa, entre 9 e 39°C (PEREZ et al., 1998).

Os resultados quanto à melhor temperatura para germinação estão de acordo com o proposto por Borges e Rena (1993), pois sementes de grande número de espécies florestais subtropicais e tropicais mostram-se com potencial máximo de germinação na faixa de temperatura entre 20 e 30°C.

Lima et al. (2006), observaram para pau ferro que não houve diferença na porcentagem de germinação das sementes, nas temperaturas de 25 e 35°C, todavia, a 35°C houve uma tendência de queda na porcentagem de germinação, além de ter sido observado maior incidência de microorganismos nas sementes, fato também observado na presente pesquisa, para as plântulas obtidas de sementes incubadas nessa temperatura.

De maneira geral as altas temperaturas desnaturam proteínas, alteram a permeabilidade das membranas, ocasionam perda de material enquanto que as baixas temperaturas retardam as taxas metabólicas, até o ponto em que as vias essenciais ao início da germinação não podem mais operar (HENDRICKS e TAYLORSON, 1976). Isso se deve ao fato de temperaturas muito elevadas produzirem estresse, ocasionando então a dormência térmica ou mesmo perda da viabilidade. Assim, o estresse tende a retardar a germinação ou mesmo suprimi-la temporariamente em sementes quiescentes ou mesmo nas que já iniciaram sua germinação (VIDAVER e HSIAO, 1975).

Os valores de índice de velocidade de germinação de sementes tratadas com KCl foram melhores quando as sementes foram incubadas a 20°C, independente do tratamento com espermidina (Figuras 3a e 3b). Entretanto, aos 30°C não houve ajuste linear nem quadrático para as médias dos tratamentos CE e SE.

No que se refera à temperatura de 35°C, as sementes inicialmente tratadas com espermidina apresentaram valores maiores de índice de velocidade de germinação em relação às sementes não tratadas, porém, com a redução dos potenciais osmóticos esses valores diminuíram. Diferente do observado no lote SE, que a 35°C a velocidade de germinação permaneceu constante.

Para as sementes do lote CE tratadas com NaCl as temperaturas mais altas aceleraram a germinação elevando os valores de IVG, alcançando maior velocidade quando incubadas a 35 e 30°C respectivamente. Aos 20°C - CE, o IVG apresenta valores diretamente

proporcionais aos potenciais osmóticos, quanto mais negativos estes se tornam, menores são os valores de velocidade de germinação (Figura 3c).

Para o NaCl sem espermidina, os valores de IVG na temperatura de 35°C são diretamente proporcionais a redução dos potenciais, apresentando índices maiores para o potencial de 0,0 MPa em relação ao de -2,0 MPa. Nas sementes mantidas a 30°C o índice de velocidade de germinação foram inversamente proporcionais, aumentando do potencial de 0,0 para o de -2,0 MPa (Figura 3d).

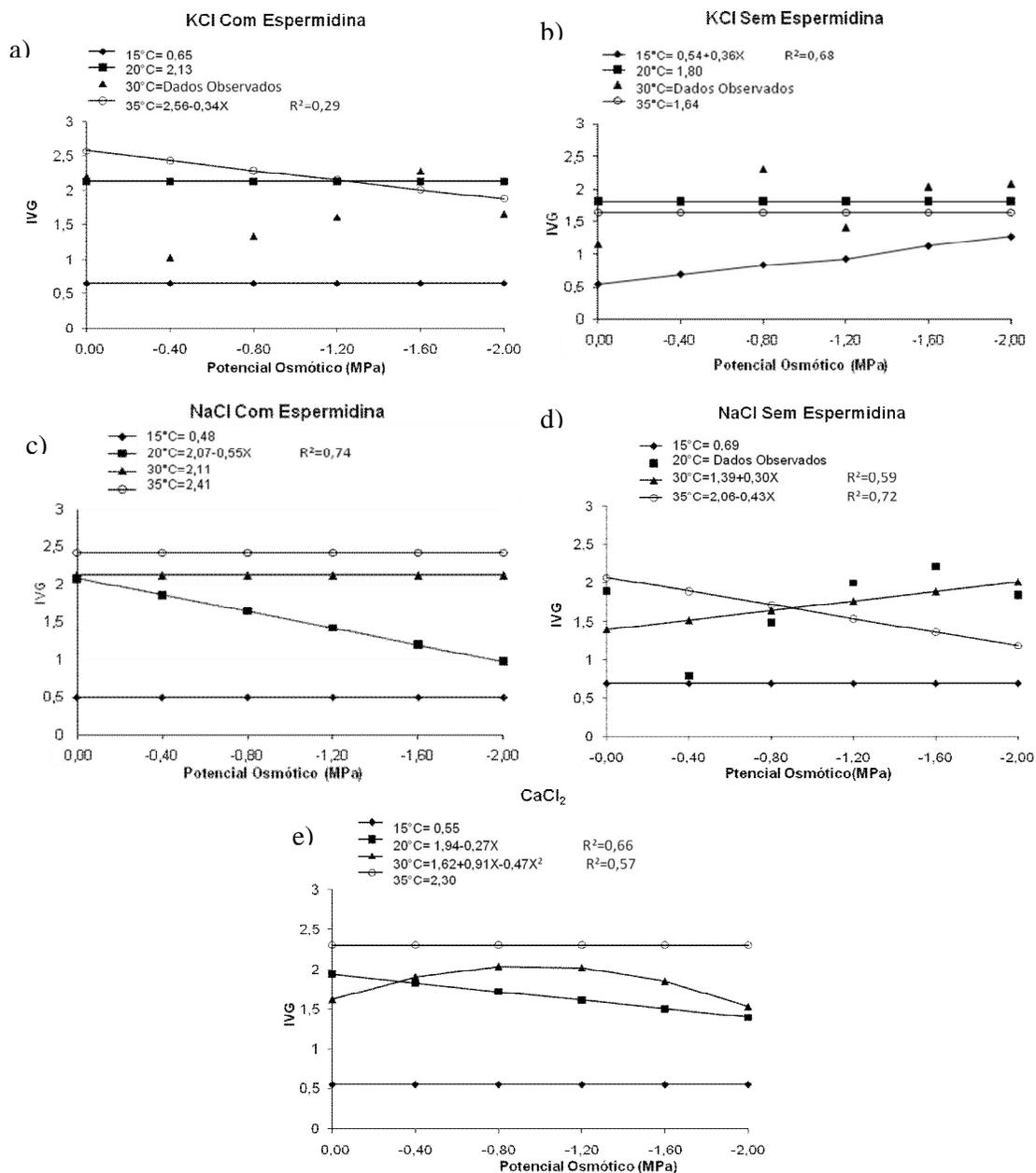


Figura 3: Índice de Velocidade de Germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* embebidas em diferentes potenciais osmóticos de soluções salinas de KCl tratadas com

espermidina (a) e sem espermidina (b), NaCl com (c) e sem espermidina (d) e tratadas com CaCl_2 (e). Dourados-MS, 2008.

Nos tratamentos com CaCl_2 , não houve interação entre os fatores temperatura, potencial osmótico e espermidina. Na interação entre temperatura e potenciais osmóticos os valores de velocidade de germinação foram diretamente proporcionais à redução dos potenciais na temperatura de 20°C, sendo maiores para o controle (0,0 MPa). Dessa forma, os melhores valores de IVG são observados para 35 e 30°C, sendo que a 35°C o índice de velocidade de germinação não variou entre os potenciais osmóticos, mantendo-se constante. Na temperatura de 30°C os índices aumentaram de forma quadrática com valores decrescendo a partir de -1,2 MPa em relação ao controle (0,0 MPa) (Figura 3e).

A temperatura de 15°C foi a que apresentou os menores valores de IVG em todos os tratamentos avaliados. No entanto, no tratamento de KCl-SE a 15°C (Figura 3b), apesar de os valores de IVG continuarem menores em relação às demais temperaturas, este foi o único tratamento a 15°C no qual a velocidade aumentou com a redução dos potenciais osmóticos.

Palavan-Ünsal (1995) define que a resposta usual ao estresse é um aumento em uma ou mais poliaminas já presentes no início do estresse. Estudos realizados por Shen et al. (2000), mostram que os níveis de espermidina nas folhas durante o “chilling” aumentam em plantas tolerantes ao frio. Portanto, a aplicação exógena de espermidina pode ter prejudicado a germinação de sementes de pau ferro mantidas a 15°C. Por isso as sementes não tratadas com espermidina respondem melhor, como foi observado para as sementes submetidas ao KCl (Figura 3b).

Na interação entre temperatura e espermidina (Quadro 1), constata-se que existe variação no índice de velocidade de germinação para os três sais nas diferentes temperaturas. Com o uso de KCl a presença de espermidina foi significativa a 20 e 35°C apresentando maior IVG (Figura 4a). No entanto, para os sais NaCl e CaCl_2 , essa diferença foi observada para as temperaturas de 30 e 35°C, sendo o IVG maior nessas temperaturas com espermidina nos dois sais (Figuras 4b e 4c). Os menores valores de IVG para a interação temperatura/espermidina independente do sal também foram observados a 15°C da mesma forma como o observado para a interação com os potenciais (Figura 4).

Aos 15°C, a menor temperatura estudada, os valores de IVG mantiveram-se mais baixos em relação às demais temperaturas em todos os tratamentos, no qual as sementes demoraram mais para germinar. Mayer e Poljakoff-Mayber (1989) afirmam que quanto menor a temperatura, maior o tempo necessário para que todas as sementes germinem e, menor a

porcentagem total de germinação e a velocidade de germinação. A Figura 4c ilustra o aumento equivalente dos valores de IVG acompanhando o aumento das temperaturas.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (1988), temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade de germinação, expondo plântulas por maior período a fatores adversos, o que pode levar à redução no total de germinação. No entanto, de acordo com Labouriau e Agudo (1987), esse atraso na germinação pode aumentar a probabilidade das plântulas encontrarem condições favoráveis em ambiente mutável

Marcos Filho (2005), afirma que a redução da temperatura, em função dos efeitos sobre a velocidade de embebição e de mobilização de reservas, provoca decréscimo acentuado na velocidade de germinação. Garcia (1994) verificou que a temperatura de 15°C foi suficiente para inibir a germinação de sementes de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum). Araújo Neto et al. (2003) relata para *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) que na temperatura de 15°C o desempenho germinativo foi prejudicado, com germinação praticamente nula.

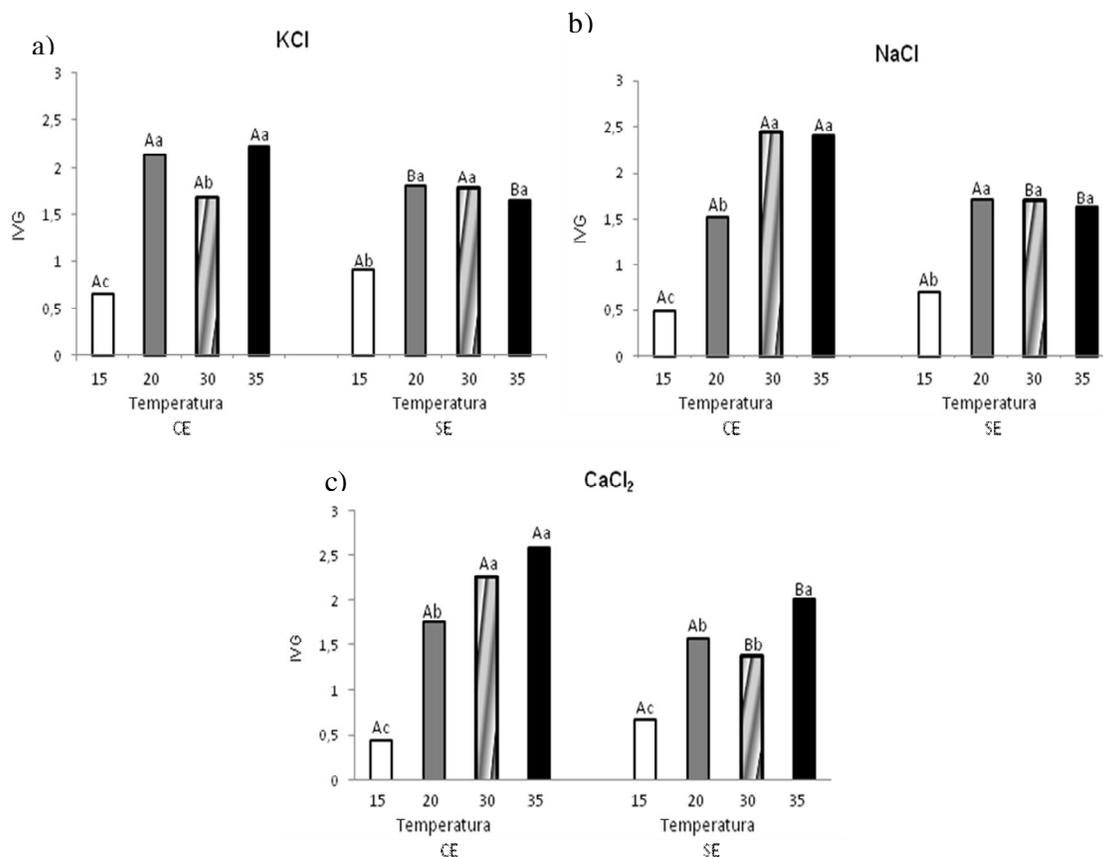


Figura 4: Índice de velocidade de germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas testadas dentro do fator espermidina;

Médias seguidas de letras maiúsculas comparam o tratamento com e sem espermidina dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

Para *Caesalpinia ferrea*, a porcentagem de germinação na temperatura de 15°C não foi nula (Figuras 2 e 4), a observação dos dados apontam para o índice de velocidade de germinação como um fator mais sensível aos efeitos da temperatura de 15°C do que o porcentual de germinação. Nessa temperatura as sementes levaram 23 dias para finalizar a germinação, ao passo que a 20°C levaram 16 dias e, a 30 e 35°C, esse processo se completou em apenas 12 dias, ou seja, o aumento da temperatura aumenta a velocidade de germinação diminuindo o tempo necessário para que as sementes germinassem. Resultados semelhantes foram observados por Araújo-Neto et al. (2003) para *A. polyphylla* onde a 15°C inicia a germinação aos 18 dias; a 20°C no 9º e continua até o 16º dia e a 30°C inicia-se no 8º até o 16º dia. Esses resultados concordam ainda com as afirmações de Heydecker (1977) no qual o aumento do estresse, em geral, leva inicialmente a um decréscimo na velocidade de germinação e só posteriormente vem afetar a porcentagem de germinação.

O limite de temperatura relativamente amplo (15 a 35°C) no qual as sementes de pau ferro germinam confere a esta espécie uma grande vantagem adaptativa. Segundo Hendricks e Taylorson (1976) esta plasticidade pode propiciar uma alta capacidade de estabelecimento em campo, aumentando a chance de sobrevivência, em comparação com espécies que apresentam estreitos limites de temperatura para germinar, principalmente em ambientes tropicais, onde a temperatura é bastante variável ao longo do ano.

Os efeitos da salinidade sobre a germinação de sementes de diferentes espécies, conforme observado para sementes de pau ferro têm sido descritos por diferentes autores (PEREZ e MORAES, 1994; JELLER e PEREZ, 1997; FONSECA e PEREZ, 1999; FONSECA e PEREZ, 2001; CÂMARA et al., 2000; SILVA et al., 2000; SOUZA FILHO, 2000; JELLER e PEREZ, 2001a, 2001b; RIBEIRO e PELACANI, 2006; FREITAS et al., 2006) havendo variações na intensidade de resposta em função da espécie de planta estudada. A salinidade pode interferir na nutrição de vários nutrientes essenciais (RENGEL, 1992) podendo levar a deficiência ou à toxidez (NIEMAN e CLARK, 1976). No entanto, o fato das sementes de *C. ferrea* apresentarem maior capacidade para germinarem em condições salinas de até -2,0 MPa, dependendo da temperatura, para os sais KCl, NaCl e CaCl₂ do que as sementes de outras espécies como *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (PEREZ e MORAES, 1994), *Copaifera langsdorffii* Desf. (JELLER e PEREZ, 1997), *A. pavonina* (FONSECA e PEREZ, 1999; 2001), *Senna spectabilis* (DC) Irwin e Barn, *Zea mays* (CÂMARA et al., 2000), *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (SILVA et al., 2000); (JELLER e PEREZ, 2001a);

Leucaena leucocephala Lam. (SOUZA FILHO, 2000), *Cenostigma gardnerianum* Tul. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) (RIBEIRO e PELACANI, 2006), *Cucumis melo* L. (FREITAS et al., 2006) não é uma evidência que tenham maiores habilidades para vegetar em solos salinos que as demais espécies. Em muitas espécies de plantas a sensibilidade ao NaCl, por exemplo, é conhecida por variar entre os diferentes estádios de desenvolvimento (MASS e HOFFMAN, 1977 apud SOUZA FILHO, 2000) sendo o estresse salino mais inibitório durante a fase de germinação do que qualquer outro estágio de desenvolvimento (BEWLEY e BLACK, 1982). A sensibilidade ou tolerância ao fator salinidade não indica, de maneira nenhuma, que a planta evidenciará similar comportamento na fase adulta. Algumas espécies são mais tolerantes à salinidade na fase de planta madura do que na germinação ou fase inicial de crescimento (ROGERS e NOBLE, 1991)

Assim, não foi possível estabelecer um limite máximo de tolerância aos sais para *C. ferrea*, pois mesmo a -2,0 MPa as sementes continuavam germinando. Entretanto, o valor de -2,0 MPa pode ser considerado prejudicial à algumas espécies florestais. Resultado semelhante foi observado por Nassif e Perez (1997) para sementes de *Pterogyne nitens* que suportaram a salinidade até os limites de -2,0 MPa em solução de NaCl. HEBLING (1997) apud BOTELHO et al. (2001) observou para *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (orelha de macaco) limite de -1,8 MPa. Já Sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba) (PEREZ, 1988) apresentaram um limite elevado de tolerância ao NaCl, entre -2,6 e -3,1 MPa, estando incluídas entre as glicófitas bastante tolerante ao sal.

Na temperatura de 35°C foi observada proliferação de microorganismos devido a alta temperatura e a umidade mantidas nesse tratamento, ocasionando amarelecimento e perda de folhas e, raízes ressecadas o que prejudicou o vigor das plântulas obtidas nessas condições.

Analisando a relação raiz/parte aérea não houve interação significativa para o fator espermidina em nenhum dos tratamentos utilizados. No entanto, a relação manteve-se elevada, acima de 0,83 (Figura 5).

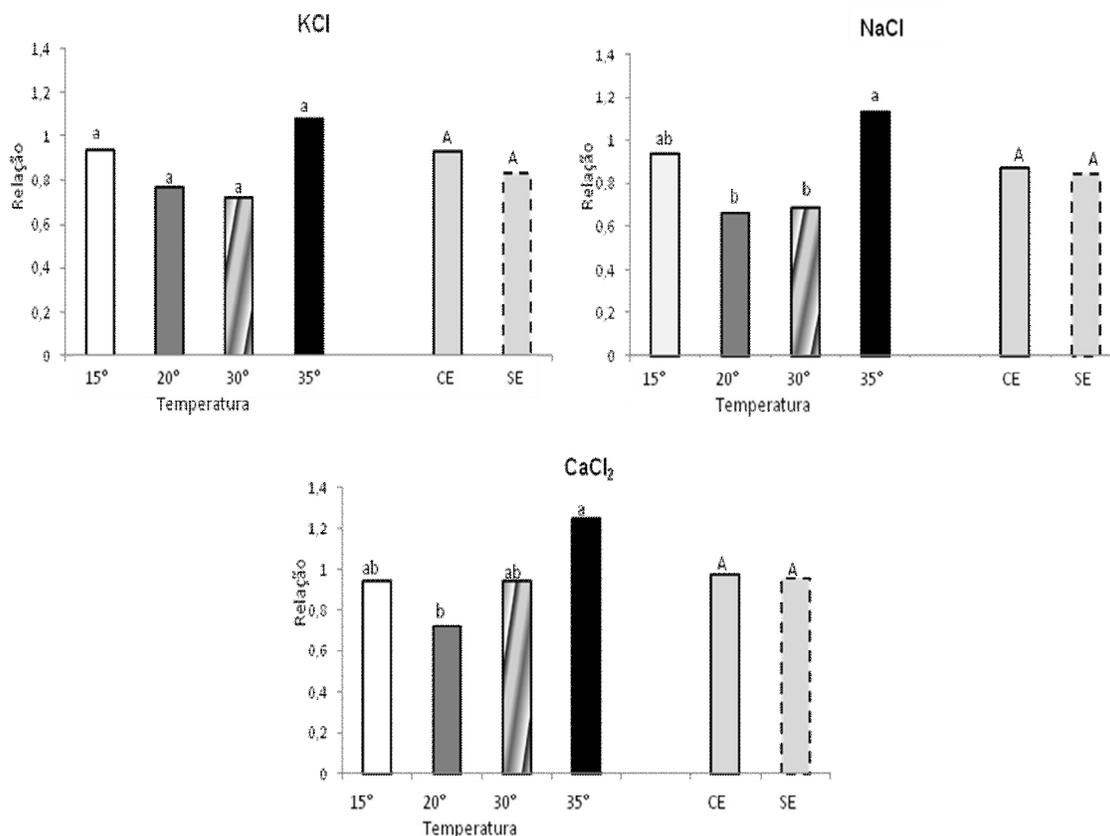


Figura 5: Relação raiz/parte aérea de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas; Médias seguidas de letras maiúsculas comparam com e sem espermidina. Dourados-MS, 2008.

A relação raiz/parte aérea foi maior na temperatura de 35°C independente do tratamento salino utilizado. Nessa temperatura a velocidade de germinação das sementes foi alta proporcionando maior tempo para que as plântulas desenvolvessem raízes. Entretanto, nessa temperatura houve intensa proliferação de microorganismos os quais ocasionaram queda de folíolos prejudicando a parte aérea. Dessa forma, a parte aérea foi mais afetada do que as raízes aumentando os valores da relação raiz/ parte aérea.

Isso pode ser explicado pelo fato desta espécie ser natural da caatinga, dentre outras formações vegetais. As espécies vegetais constituintes da caatinga enfrentam condições adversas com altas temperaturas, precipitações escassas e irregulares (RADAMBRASIL, 1983; NIMER, 1977); os solos desta região natural têm uma distribuição complexa, variando em profundidade, fertilidade, salinidade, constituição mineralógica, dentre outras características (RODAL et al., 1992).

A insuficiência hídrica é uma característica marcante dos solos sob fisionomia de Caatinga, os aspectos adaptativos estão relacionados à eficiência do uso da água pelas plantas (TROVÃO et al., 2004). Talvez por isso no presente estudo, as plântulas de pau ferro apresentaram emissão de raízes e parte aérea rapidamente em todos os tratamento com sais, pois podem estar adaptadas a seca fisiológica ocasionada pelas soluções salinas, ou as raízes tenham crescido em “busca de água”.

A redução dos valores da relação R/P foi maior na temperatura de 20 do que na de 30°C sugerindo, então, que a parte aérea das plântulas incubadas a 30°C foram menos afetadas pela salinidade.

Com exceção da temperatura de 20°C o CaCl₂ foi o sal que apresentou maiores valores para a relação raiz/parte aérea, alcançando o maior valor na temperatura de 35°C. Ou seja, o CaCl₂ mostrou-se menos tóxico pois não prejudicou tanto o desenvolvimento das raízes quanto os demais sais utilizados (Figura 6).

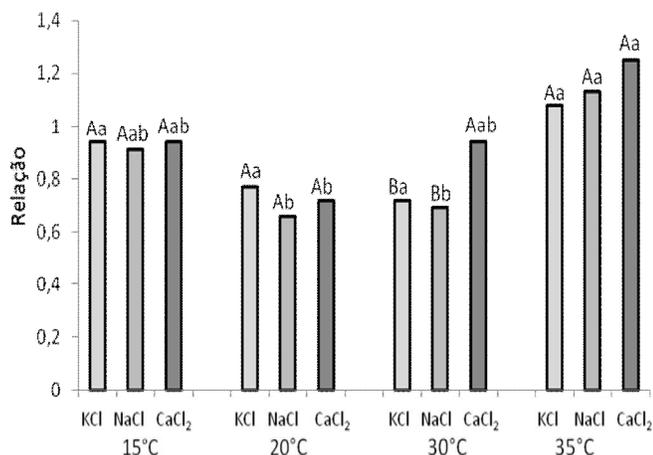


Figura 6. Relação raiz e parte aérea (R/P) das plântulas de *Caesalpinia ferrea* tratadas com soluções salinas e temperaturas diferentes. Dourados-MS, 2008. Médias seguidas de letras minúsculas comparam os sais dentro do fator temperatura, médias seguidas de letras maiúsculas comparam a temperatura dentro de cada fator sal.

O comportamento de *C. ferrea* sugere que os diferentes potenciais osmóticos de NaCl e CaCl₂ não interferiram nos valores de massa fresca das plântulas (Quadro 1), pois para esses tratamentos, não houve interação significativa entre potenciais osmóticos e os demais fatores. Entretanto, nas sementes tratadas com KCl houve interação entre temperatura e potencial osmótico (Figura 7) apresentando maior massa fresca a 15°C, seguido por médias de 20 e 30°C, não variando portanto em relação aos diferentes potenciais

osmóticos. Aos 35°C, houve os menores valores de massa fresca das plântulas de pau ferro, e também o seu crescente aumento em relação ao potencial controle (0,0 MPa) (Figura 7).

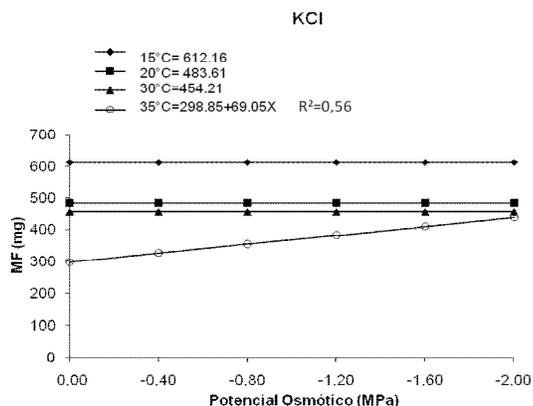


Figura 7: Massa Fresca (MF) de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebedas em diferentes temperaturas e potenciais osmóticos de KCl. Dourados-MS, 2008.

Na interação temperatura/espermidina, em geral, a massa fresca foi maior a 15°C em todos os sais, embora não tenha havido diferenças significativas para com e sem espermidina nos tratamentos com KCl e NaCl (Figura 8a e 8b). As sementes tratadas com espermidina produziram plântulas com maior massa fresca quando incubadas a 15°C para o KCl e 15, 20 e 30°C para o NaCl e CaCl₂, embora os resultados não diferissem estatisticamente entre si. Nas sementes tratadas com CaCl₂ na temperatura de 15°C ocorreu um decréscimo da massa fresca no tratamento com espermidina (Figura 8c). Esse decréscimo demonstra que a poliamina, provavelmente, não tenha causado atenuação do estresse térmico, divergindo do ocorrido nas demais temperaturas, pois de acordo com Colli (2004) a adição exógena de poliaminas induz a recuperação do crescimento sob estresse abiótico.

Na temperatura de 35°C a espermidina proporcionou maior acúmulo de massa fresca nas plantas tratadas com todos os sais, diferindo estatisticamente quando comparado aos tratamentos sem espermidina (Figuras 8a, 8b e 8c), o que sugere um possível efeito atenuante do estresse térmico.

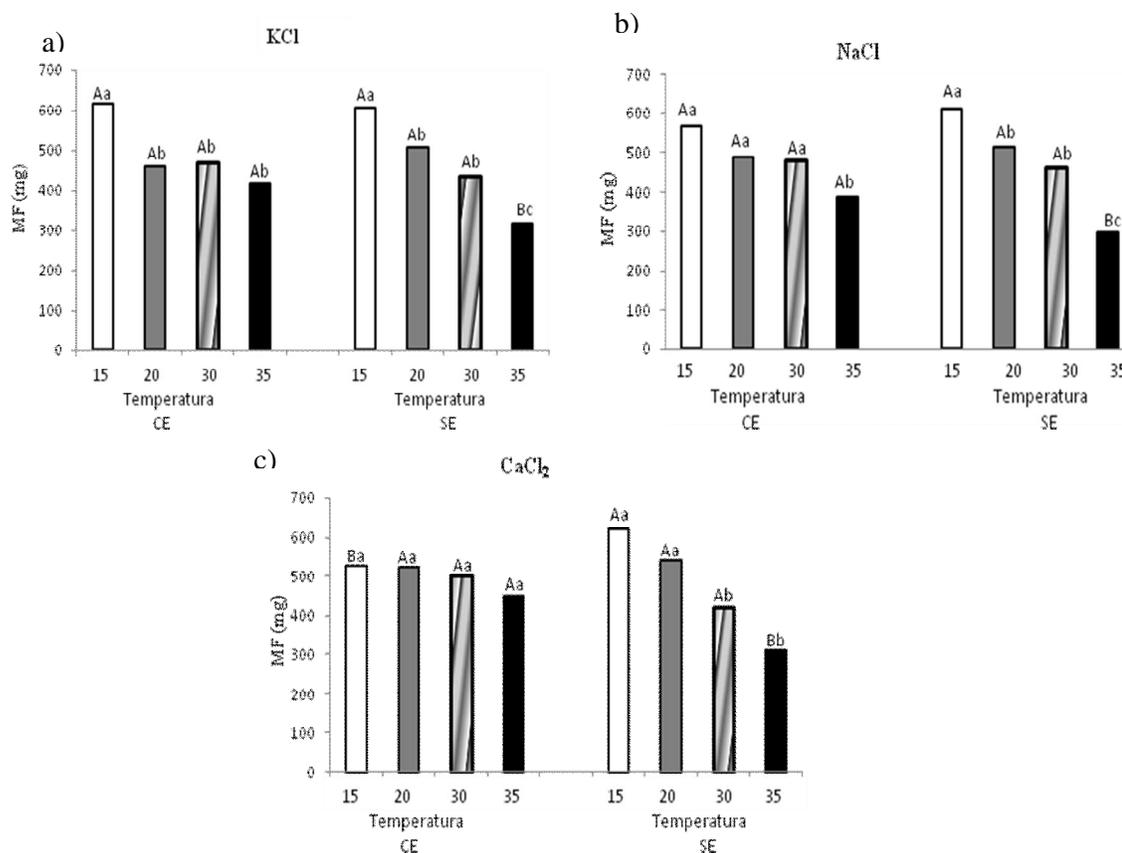


Figura 8: Massa fresca de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas dentro do fator espermidina; Médias seguidas de letras maiúsculas comparam com e sem espermidina dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

A Figura 8 evidencia que diferenças mais acentuadas entre sementes de pau ferro, embebidas ou não em solução de espermidina, parecem ocorrer a 15°C e a 35°C, sendo que nas temperaturas de 20 e 30°C, esta diferença torna-se muito sutil. O mesmo foi observado por Perez e Moraes (1990) com *Prosopis juliflora* tratadas com giberelina nas temperaturas de 10 e 15°C. Porém, o que se observa na temperatura de 15°C é o oposto do que ocorre a 35°C, onde a presença da espermidina melhora os resultados obtidos. As sementes de pau ferro incubadas a 15°C, independente do fator analisado e do sal utilizado, apresentam valores maiores quando não tratadas com espermidina, apesar de estes valores ainda serem menores do que os encontrados para as temperaturas de 20 e 30°C.

Quanto à avaliação da massa seca das plântulas houve interação significativa entre temperatura e espermidina (Figura 9c) e temperatura e potencial osmótico (Figura 10) apenas para o CaCl₂. Para os demais sais houve significância apenas para os

fatores isolados. Entretanto, independente do sal utilizado a massa seca de plântula foi maior a 20°C (Figura 9). A espermidina foi significativa na temperatura de 35°C com CaCl₂, tendo maior massa seca com espermidina (Figura 9c).

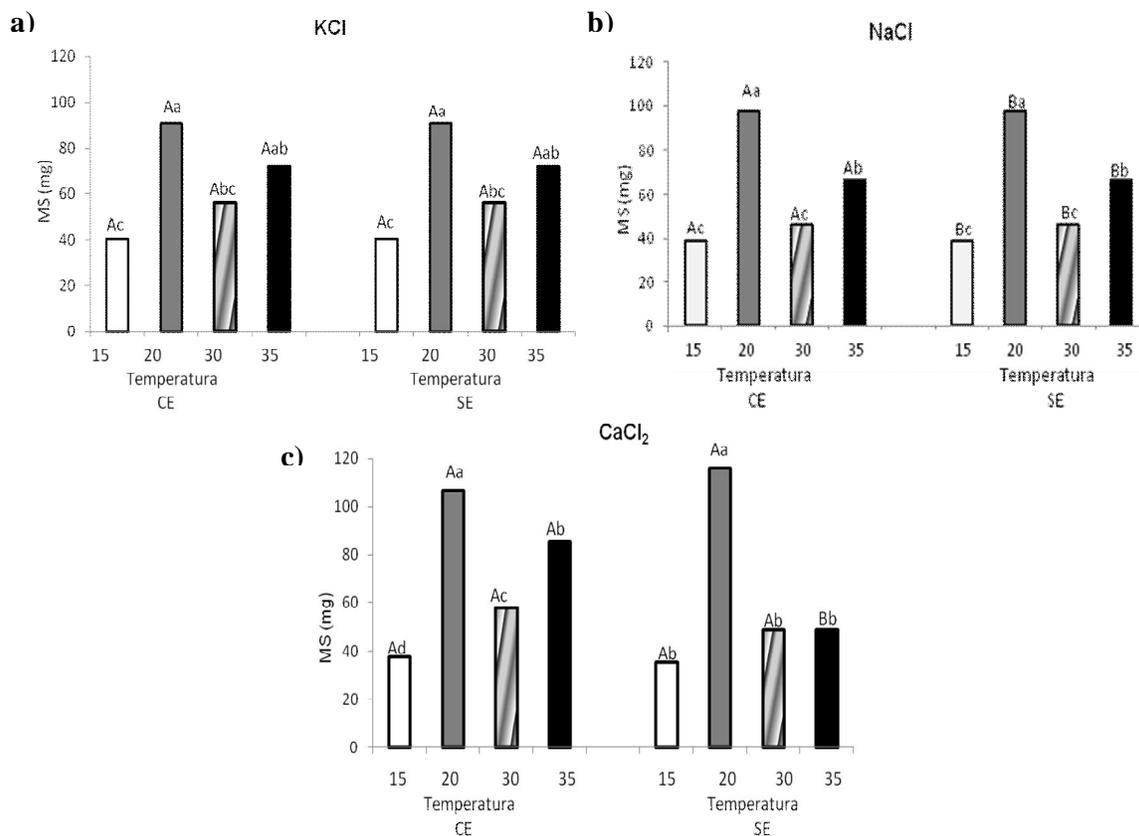


Figura 9 Massa Seca de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebidas em soluções salinas de KCl (a), NaCl (b) e CaCl₂ (c) tratadas com (CE) e sem espermidina (SE) nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas dentro do fator espermidina; Médias seguidas de letras maiúsculas comparam com e sem espermidina dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

Para CaCl₂, na interação Temperatura/Potencial osmótico, a temperatura de 20°C foi a que alcançou maiores valores de massa seca. Apesar de não ter diferido significativamente com relação à salinidade, numericamente apresentou queda nos potenciais de -1,2 e -1,6 MPa voltando a recuperar altas médias no potencial de -2,0 MPa (Figura 10). Em contrapartida, a menor massa seca foi obtida na temperatura de 15°C em todos os potenciais. Porém, não apresentou queda proporcional a diminuição dos potenciais osmóticos como observado por Braccini et al. (1996) e Moraes e Menezes (2003) trabalhando com sementes de soja. A redução na biomassa seca, assim como no crescimento das plântulas, pode ser explicada pela diminuição no metabolismo das sementes, em função da menor

disponibilidade de água para digestão das reservas e translocação de produtos metabolizados (BEWLEY e BLACK, 1994).

Villanueva e Huang (1993) relatam que, durante o período de quebra de dormência tardio e no início do processo de embebição, as concentrações de poliaminas aumentam e ficam semelhantes às de RNA, DNA e proteínas, sugerindo que as poliaminas estejam envolvidas nos estádios iniciais da germinação e sejam essenciais ao processo. Nesse sentido, diversos autores vêm conseguindo aumentar o desempenho germinativo de muitas espécies com a utilização de poliaminas (putrescina, espermina e/ou espermidina) em sementes: *Peltophorum dubium* (Spr.) Taub. (BOTELHO et al., 2001), *Mallus domestica* Borkh, (SINSKA e LEWANDOWSKA, 1991) *Zea mays* L. (CÂMARA et al., 1998), verificando uma atenuação dos estresses pelas poliaminas que aumentaram significativamente a germinação e a velocidade de germinação das sementes.

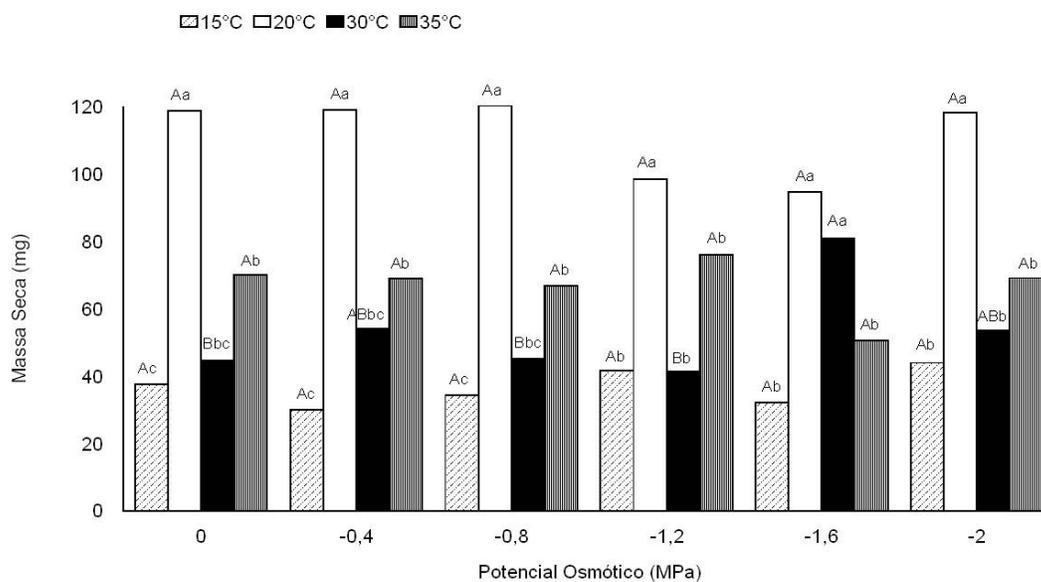


Figura 10: Massa seca de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebidas em diferentes potenciais osmóticos de CaCl_2 nas temperaturas de 15, 20, 30 e 35°C. Médias seguidas de letras minúsculas comparam as temperaturas dentro dos potenciais osmóticos testados; Médias seguidas de letras maiúsculas comparam o potencial dentro do fator temperatura. Dourados-MS, 2008.

Durante o estresse salino, o conteúdo de poliaminas endógenas pode aumentar ou reduzir, dependendo do tecido, da espécie, do teor de salinidade e duração do tratamento experimental (KASINATHAN e WINGLER, 2004). As plantas tolerantes geralmente têm uma ampla capacidade de aumentar a biossíntese de poliaminas em resposta ao estresse, elevando de duas a três vezes os níveis de poliaminas endógenas (KASUKABE et

al., 2004). Os efeitos do estresse salino na biosíntese de PA tem sido estudados em diversas plantas e o metabolismo padrão das PA em resposta ao estresse salino parece ser dependente da espécie da planta, dos sistemas da planta usados e/ou da duração de exposição ao estresse salino (PRAKASH et al., 1988; BASU et al., 1988; BENAVIDES et al., 1997).

Câmara et al. (1998) estudaram o efeito da Putrescina (Put-uma poliamina como a espermidina) e do estresse salino em calos de milho, observaram que a respostas dos genótipos à adição de Putrescina foi distinta. O efeito do tratamento com Put exógena foi positivo para um genótipo com exceção da dose 205 mM, indicando que a intensidade do estresse pode suplantar os benefícios da aplicação exógena ao meio. Para outro genótipo, o efeito benéfico só se verificou até a dose de 68 mM de NaCl. Esta resposta dependente do genótipo está de acordo com outros autores, os quais afirmam que a aplicação de poliaminas ao meio tanto pode atenuar o efeito do sal (KRISHNAMURTHY, 1991); induzir a recuperação do crescimento sob estresse (COLLI, 2004), como causar distúrbios no metabolismo vegetal (DI TOMASO et al., 1989). Dessa forma Câmara et al. (1998) observaram uma correlação entre a intensidade do estresse salino e a acumulação de poliaminas.

No presente trabalho a espermidina atenuou parcialmente os efeitos da salinidade na germinação e vigor das sementes incubadas a 35°C. Porém no tratamento com 15°C pode-se observar que a aplicação exógena de espermidina não favoreceu o desenvolvimento de plântulas obtidas de sementes incubadas nessa temperatura, da mesma forma como não favoreceu a germinação. Provavelmente a adição de espermidina não atenuou o estresse causado pela baixa temperatura, de certa forma acabou prejudicando o desenvolvimento das plântulas, visto que na ausência da espermidina nessa temperatura melhorou a germinação e o vigor de sementes de *C. ferrea*. O que contraria informações da literatura, onde a adição exógena de poliaminas induz a recuperação do crescimento sob estresse abiótico (COLLI, 2004).

Talvez as temperaturas baixas não tenham ativado o maquinário enzimático necessário para a estabilização das membranas. Desta forma, a falta ou redução da germinação pode ter sido causa da presença de inibidores ativos ou deficiência de promotores essenciais nessas sementes.

Ashraf e Harris (2004) afirmam que o estresse prolongado causa pequenas variações nos níveis de poliaminas, enquanto, no curto período, o estresse causa aumento significativo nesses níveis. Assim, torna-se necessário novas investigações sobre concentrações e tempos de exposição a fim de se determinar os efeitos da espermidina.

Esses resultados vêm confirmar as observações de Galston e Kaur-Sawhney (1994) de que as poliaminas são responsáveis por muitos controles fisiológicos como luz, hormônios, injúrias e estresses, e aplicações externas podem afetar importantes outros processos.

O tratamento com inibidor da biossíntese de poliaminas aumenta a sensibilidade da planta ao estresse, mas o tratamento simultâneo com poliamina exógena restabelece a tolerância (ASHRAF e HARRIS, 2004), apoiando a hipótese de que as poliaminas desempenham funções essenciais na tolerância das plantas aos estresses ambientais.

A função protetora das poliaminas é devida, principalmente, à sua natureza catiônica em pH celular, através da ligação a proteínas e lipídeos, podendo estabilizar as estruturas celulares (UPADHYAYA et al., 2001; KASINATHAN e WINGLER, 2004). Em plântulas de ervilha, as poliaminas mais frequentes nas plantas atenuam o efeito do estresse salino (ASHRAF e HARRIS, 2004) e a aplicação de poliaminas exógenas em aveias estressadas osmoticamente atrasa a degradação de proteínas, a perda de clorofila e estabiliza as membranas dos tilacóides (MARTIN-TANGUY, 2001). Em arroz, a aplicação exógena de poliaminas diminuiu a toxicidade salina (UPADHYAYA et al., 2001; NDAYIRAGIJE e LUTTS, 2006). De acordo com Davies (1994), a espermidina está envolvida na germinação, e é provável que possa alterar a permeabilidade da membrana, bem como participar dos processos de crescimento do embrião.

Quanto ao fator temperatura, as temperaturas de 20, 30 e 35°C encontram-se dentro da faixa ótima para a germinação de sementes de pau ferro. Apesar da temperatura de 35°C ser a mais elevada foi possível observar através dos dados mostrados nos gráficos das interações temperatura/espermidina, que essa temperatura afetou mais significativamente as características de massa fresca e massa seca de plântulas do que porcentagem e índice de velocidade de germinação das sementes.

Encontram-se no Quadro 2, a análise de variância para a germinação das sementes e o vigor das plântulas de *C. ferrea*, cultivadas em bandejas, para os fatores temperatura, espermidina e potenciais osmóticos e a interação entre esses fatores.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e nem interação entre os mesmos na análise de variância para a porcentagem de emergência das sementes de pau ferro cultivadas em bandeja com os sais KCl, NaCl e CaCl₂, com ou sem espermidina (Quadro 2), quando a média de 40,7% de emergência das plântulas foi atingida.

Quadro 2. Análise de variância da porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), relação raiz/parte aérea (R/PA), massa fresca (MF) e seca (MS) da plântula de *Caesalpinia ferrea* Mart.. Dourados-MS, 2008.

Fonte de variação	GL	%E	IVE	R/PA	MF	MS
Espermidina (E)	1	-	-	-	-	-
Sal (S)	2	-	-	-	-	-
Potencial Osmótico (PO)	2	-	*	-	*	-
E x S	2	-	*	-	*	-
E x PO	2	-	-	-	-	-
S x PO	4	-	-	-	-	-
E x S x PO	4	-	-	-	-	-
Resíduo	36					

(*) significativo ($P < 0,05$); (-) não significativo ($P > 0,05$);

Observa-se que a porcentagem de germinação do mesmo lote de sementes semeado em laboratório apresentou médias em torno de 60%. Medeiros Filho et al. (2005) estudaram o desenvolvimento de plântulas de pau ferro obtidas de sementes escarificadas com H_2SO_4 por 15 minutos. Neste experimento, conduzido em casa de vegetação com regas manuais em dias alternados para manter a umidade relativa em torno de 60% e temperatura média de $27,5^\circ C$, os autores observaram porcentagem de emergência mais alta do que o observado no presente trabalho alcançando média de 94% de emergência.

Os níveis de salinidade afetaram significativamente o índice de velocidade de emergência de plântulas. No entanto, no presente estudo a redução do potencial osmótico aumentou o índice de velocidade de emergência (Figura 11). Resultados opostos aos observados por Nobre et al. (2003), em sementes de gravioleira (*Annona muricata* L.) onde o aumento dos níveis de salinidade reduziram o índice de velocidade de emergência. Medeiros Filho et al. (2005) observaram para pau ferro um índice de velocidade de emergência mais alto (7,17) do que o maior valor observado nesse trabalho.

Cavalcante e Perez (1995) também constataram que o índice de velocidade de emergência de leucena foi inversamente proporcional à concentração de NaCl da solução, à medida que se aumentou à permanência das sementes no sal o índice de velocidade de emergência foi maior, isso sugere que superado o estresse salino, e por meio de algum tratamento que supere a dormência, as sementes buscam germinar o mais rápido possível, desde que em condições favoráveis.

Os dados referentes ao índice de velocidade de emergência indicam que não houve diferença significativa entre os potenciais osmóticos de -1,2 e -2,0 MPa diferente do

observado por Bertagnolli et al. (2004) estudando sementes de soja submetidas a soluções salinas de NaCl onde não houve diferença entre o controle e o potencial de -1,2 MPa.

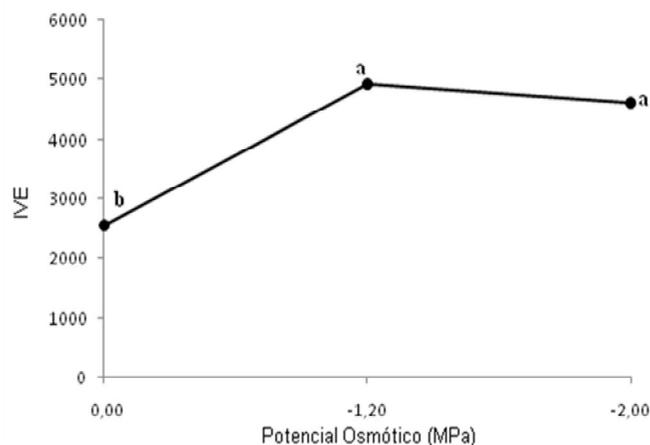


Figura 11. Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebidas em diferentes potenciais osmóticos de soluções salinas. Dourados-MS, 2008.

A interação entre sal/espermidina também foi significativa para o índice de velocidade de emergência, sendo que, nas sementes tratadas com espermidina, o IVE foi maior para o KCl e menor para o CaCl₂, não havendo diferença significativa entre os sais analisados no tratamento sem espermidina (Figura 12). Talvez o aumento da salinidade induzida pelo KCl tenha funcionado como um nutriente, pois o fator nutricional depende do fluxo de densidade ou da quantidade de nutrientes utilizados por unidade de tempo e unidade de área. A absorção de nutrientes minerais é afetada pela constituição do meio de cultura, pela composição do tecido da planta e pelo ambiente de cultura (WILLIANS, 1991).

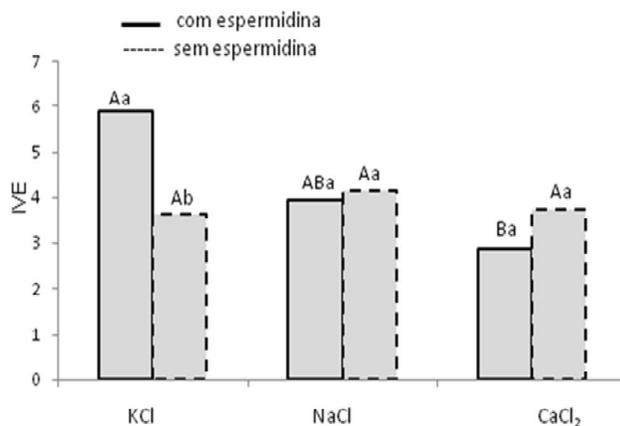


Figura 12. Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebidas em soluções salinas tratadas com e sem espermidina. Médias seguidas de letras minúsculas comparam com e sem espermidina dentro do fator sal; Médias seguidas

de letras maiúsculas comparam os sais dentro de com espermidina (linha contínua) e sem espermidina (linha interrompida). Dourados-MS, 2008.

Não houve interação significativa em nenhum dos fatores para a relação raiz/parte aérea de plântulas de *C. ferrea* cultivadas em bandeja. Ou seja, não houve alocação diferencial de recursos. Conforme Chartzoulakis e Klapaki (2000), o aumento da salinidade no substrato reduz a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, tendo como consequência a redução no crescimento e desenvolvimento da cultura.

Devido ao fato dos níveis de sal não terem sido mantidos no substrato durante toda a duração do experimento, mas apenas num pré-tratamento talvez essa rápida exposição ao sal, não tenha sido suficiente para ocasionar um efeito maior nas características analisadas concordando com os resultados obtidos por outros autores. No entanto, os valores de massa fresca (Figura 13) aumentaram do potencial controle (0,0 MPa) para o potencial de -2,0 MPa.

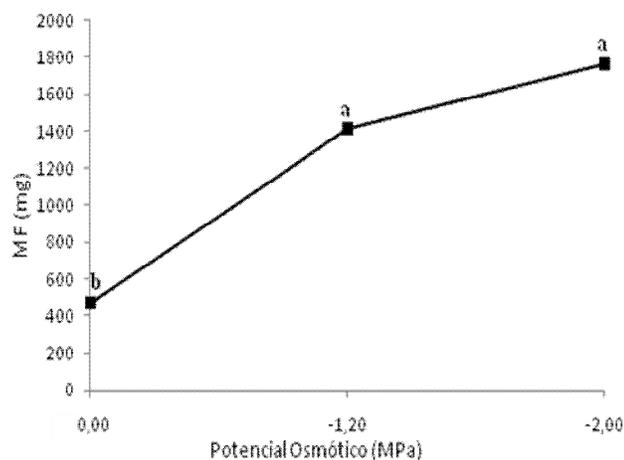


Figura 13. Massa fresca de plântulas de *Caesalpinia ferrea* embebidas em diferentes potenciais osmóticos de soluções salinas. Dourados-MS, 2008.

Os resultados obtidos em bandeja revelam a importância da avaliação dos potenciais salinos do substrato, e não apenas nos processos de pré-embebição, considerados críticos para a germinação das sementes e estabelecimento das plântulas de pau ferro.

Nas condições controladas do presente estudo, as sementes de *Caesalpinia ferrea* apresentaram germinação e vigor em níveis satisfatórios, não apresentando limite de tolerância a nenhum dos sais utilizados. Acredita-se que, por esta espécie ser natural da caatinga, dentre outras formações vegetacionais, esteja adaptada a baixa disponibilidade de nutrientes. Araújo Filho (2007), utilizou mudas de *C. ferrea* dentre as espécies avaliadas

visando selecionar leguminosas arbóreas simbiontes para a revegetação de áreas degradadas em uma caatinga aberta no Ceará.

Devido ao resultados obtidos para as plântulas de *C. ferrea* neste trabalho estarem de acordo com as características necessárias a espécies selecionadas para recolonização de áreas inóspitas: possuir boa tolerância à seca, sistema radicular profundo e vigoroso, capacidade de sobrevivência sob condições de baixa fertilidade e propiciar rápida e boa cobertura do solo, a planta em estudo é uma espécie recomendada para plantio em áreas degradadas.

CONCLUSÕES

- Em geral houve diminuição na porcentagem e velocidade de germinação das sementes com a redução da potencial osmótico de KCl, NaCl e CaCl₂ no meio germinativo;
- As temperaturas de 20, 30 e 35°C encontra-se dentro da faixa ótima para a germinação das sementes;
- O índice de velocidade de germinação aumentou linearmente ao aumento da temperatura;
- A espermidina atenuou parcialmente os efeitos da salinidade nas sementes incubadas a 35°C; Porém aos 15°C o tratamento sem espermidina favoreceu a germinação e o vigor das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO FILHO, J. A. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p. 1592-1595, out. 2007.
- ARAÚJO-NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.249-256, 2003.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**. v.166, p. 3-16, 2004.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seed: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination**. Academic Press. 1998.666p.
- BERTAGNOLLI, CARLA M.; CUNHA, CRISTINA DOS S. M. MENEZES, SABRINA M. DE; MORAES, DÁRIO M. DE; LOPES, NEI F; ABREU, CLAUDETE M. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de soja submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 3, p. 287-291, jul-set, 2004.
- BASU, B., N. MAITRA AND B. GHOSH. Salinity results in polyamine accumulation in early rice *Oryza sativa* L. seedlings. **Australian Journal Plant Physiology**, 15: 777-786. 1988.
- BENAVIDES, M.P., G. AIZENCANG AND M.L. TOMARO. 1997. Polyamines in *Helianthus annuus* L. during germination under salt stress. **Journal Plant Growth Regulation**, 16: 205-211.
- BEWLEY, J.D; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed and relation to germination: viability, dormancy and environmental control**. Berlin: Springer Verlag 1982. 375 p.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. 1993. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p.83-136.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2002. p. 123-145.
- BOTELHO, B.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agrícola**, v. 58, n.1, p. 43-49, 2001.
- BRACCINI, A.L.; RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S. 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**, Brasília, v.18, n.1, p.10- 16, 1996.
- BRADFORD, K.J. A water relations analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, Lancaster, v.94, n.3, p.840-849, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA, DNDV, CLV, 1992. 365p.

- CÂMARA, T.R.; WILLADINO, L.; TORNÉ, J.M.; MANICK, A.; SANTOS, M.A. Efeito do estresse salino e da prolina exógena em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.12, n.2, p.146-155, ago. 2000.
- CÂMARA, T.R.; WILLADINO, L.; TORNE, J.M.; SANTOS, M.A. Efeito da putrescina e do estresse salino em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10, p.153-156, 1998.
- CARVALHO, J.C.T., TEIXEIRA, J.R.M., SOUZA, P.J.C., BASTOS, J.K., FILHO, D.S., SARTI, S. J. Preliminary studies of analgesic and anti-inflammatory properties of *Caesalpinia ferrea* crude extract, **Journal of Ethnopharmacology**, v.53, p. 175-178, 1996.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Gargill. 1988. 424p.
- CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n., p.281-289,1995.
- CHARTZOULAKIS, K.; KLAPAKI, G. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.86, n. 3, p. 247-260, 2000.
- COLLI, S. Outros Reguladores: Brassinosteróides, Poliaminas, Ácido Jasmônico e Salicílico. In KERBAY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo; Guanabara Koogan ed. 2004, p. 333-340.
- CREPALDI, I. C.; SANTANA, J. R. F.; LIMA, P. B. Quebra de dormência de sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. – Leguminosae, Caesalpinioideae). **Sitientibus**, Feira de Santana, n.18, p.19-29, 1998.
- DAVIES, P.J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. New York: Martinus Nijhoof Publisher, 1994. 679p.
- DI TOMASO, J.M.; SHAFF, J.E.; KOCHIAN, L.V. Putrescine-induced wounding and its effects on membrane integrity and ion transport processes in root corn seedlings. **Plant Physiology**, v.90, p. 988-995, 1989.
- DONEEN, L.D. Water quality for irrigated agriculture. In: POLJAKOFF - MAYBER, A.; GALE, J. (ed). **Plants in saline environments**. Berlin: Springer-Verlag. 1975. p. 56-64.
- FARIA, S.M.; LEWIS, G.P.; SPRENT, J.I.; SUTHERLAND, J.M. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. **New Phytologist**, Cambridge, v.11, p. 607-619, 1989.
- FREITAS, R.S.; FILHO, J.A.; FILHO, E. R.. Efeito da salinidade na germinação de plantas de meloeiro. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 2, p.113-121, 2006.
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito dos sais e da temperatura na germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L.-Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 21, n.2, p. 70-77, 1999.
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G. A Germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L.) ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n.2, p. 14-20, 2001.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; MONTEIRO, E. M. da S.; FARIA, S. M. **Revegetação de solos degradados**. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS, 1992. 11p.(EMBRAPA-CNPBS. Comunicado Técnico, 9).
- GALSTON, A.W.; KAUR-SAWHNEY, R. Polyamines as endogenous growth regulators. In:

- DAVIES, P.J. **Plant hormones: their role in plant growth and development**. 2.ed. New York: Nijhoff Publishers, 1994. p.280-295.
- GARCIA, L.C. Influência da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng) Schum.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.7, p.1145-1150, 1994.
- HEYDECKER, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. North-Holland Publishing Company, 1977, p.237- 282.
- HENDRICKS, S.B.; TAYLORSON, R.B. Variation in the germination and amino acid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**. v.58, p.7-11,1976.
- JELLER, H. **Efeitos de fatores ambientais e métodos artificiais para superação de dormência de sementes de *Cassia excelsa* Scrhad.** 1997. 133p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito dos estresses hídrico e salino e da ação da giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p. 93-104. 2001a.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf.- Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 19, n. 2, p. 219-225. 2001b.
- JELLER, H; PEREZ, S.C.J.G. A. Efeito da salinidade e da semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n. 2, p. 219-225, 1997.
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. Pp. 130-143. In: **Anais do Simpósio sobre Mata Ciliar**. Fundação Cargill, Campinas. 1989.
- KASUKABE, Y.; H.E.L.; NADA, K.; MISAWA, S.; IHARA, I.; TACHIBANA, S. Overexpression of spermidine synthase enhances tolerance to multiple environmental stresses and up-regulates the expression of various stressregulated genes in transgenic *Arabidopsis thaliana*. **Plant & Cell Physiology**, Oxford, v. 45, n. 6, p. 712-722, 2004.
- KASINATHAN V.; WINGLER, A. Effect of reduced arginine decarboxylase activity on salt tolerance and on polyamine formation during salt stress in *Arabidopsis thaliana*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 121, p. 101-107, 2004.
- KOETJE, D.S.; KONONOWICZ, H.; HODGES, T.K. Polyamine metabolism associated with growth and embryogenic potencial of rice. **Journal of Plant Physiology**, v. 141, p.215-220, 1993.
- KRISHNAMURTHY, R. Amelioration of salinity effects in salt tolerance rice by foliar applications of putrescine. **Plant Cell Physiology**, v. 32, p. 699-703, 1991.
- LABOURIAU, L.; 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.37-56, 1987.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2000. 531 p
- LIMA, J.D.; ALMEIDA, C.C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA e SILVA, B.M.; MORAES, W.S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.513-518. 2006.
- LIMA, G. P. P., PIZA, I. M. T., MOSCA, J. L. S. A. Lacerda e J. A. Giannoni. Poliaminas

- exógenas como anti-senescentes durante a maturação de bananas (*Musa* AAA Cavendish cv Nanica). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 20, n. 1, p.87-96, 2003.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1989. 270 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ. 2005. 495 p.
- MARTIN-TANGUY, J. Metabolism and function of polyamines in plants: recent development (new approaches). **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 34, p. 135-148, 2001.
- MATILLA, A.J. Polyamines and seed germination. **Seed Science Research**, v.6, p.81-93, 1996.
- MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, M.A.P.; SANTOS FILHA, M.E.C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul var. *ferrea* em casa de vegetação e germinador. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, p. 203-208, mai.-ago. 2005.
- 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, 2003.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J.L.M.; RODRIGUES, C.J.; GERES, W.L.A.; DUCATTI, F.; AGUIRRE, J.H.JR. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.6, p.779-789, 2003.
- NASSIF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.D. Efeitos da Temperatura na germinação de sementes de Amendoim-do-Campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 22, n. 1, p.1-6, 2000.
- NDAYIRAGIJE, A.; LUTTS, S. Exogenous putrescine reduces sodium and chloride accumulation in NaCl-treated calli of the salt-sensitive rice cultivar I Kong Fao. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, n. 48, p. 51-63, 2006.
- NIEMAN, R.H.; CLARK, R.A. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on the concentrations of phosphate and phosphate esters in mature photosynthesizing corn leaves. **Plant Physiology**, v.57, p.157-161, 1976.
- NIMER, E. **Clima**. in: IBGE. Geografia do Brasil; região Nordeste. Rio de Janeiro.1977. Pp 47-48
- NOBRE, R.G.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SANTOS, F.J. S; BEZERRA, I.L.; GURGEL, M.T. Germinação e formação de mudas enxertadas de graviola sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira PAB**, Brasília, v.38, n.12, p.1365-1371, 2003.
- PALAVAN-ÜNSAL, N. Stress and polyamine metabolism. **Bulgarian Journal Plant Physiology**, v.21, n.2-3, p.3-14, 1995.
- PENNA, M. **Dicionário brasileiro de plantas medicinais**. Rio de Janeiro: Kosmos, 1946. 409p.
- PEREZ, S.C.J.G. A.; MORAES, J.A.P.V. Estresse salino no germinação de algaroeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 389-396, 1994.
- PEREZ, S.C.J.G.A; MORAES, J.A.P.V. Influências da temperatura, da interação temperatura-giberelina e do estresse térmico na germinação de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, n.1, p.41-53, 1990.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Temperature limit and thermal stress on the germination of Canafistula (*Peltophonom dubium* (Spreng.)Taubert) **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 20, n.1, p.134-142, 1998.
- PEREZ, S.C.J.G.A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de algaroeira**. 1988. 241p. (Tese

Doutorado): UFSCar, São Carlos-SP.

POPINIGS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, Agriplan. 1985. 285p.

PRAKASH, L., M. DUTT AND G. PRATHAPASENAN. 1988. NaCl alters contents of nucleic acids protein polyamines and the activity of agmatin deiminase during germination and seedling growth of rice *Oryza sativa* L. **Australian Journal Plant Physiology**, 15: 769-776.

PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do "stress" salino. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, p.85-94, 1980.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais (anexo)**; folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife. Vol.30. Rio de Janeiro. 1983.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae, Mimosoideae. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém do Pará, v. 39, p. 123-133, 2003.

RENGEL, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell and Environment**, v.15, p.625-632, 1992.

RIBEIRO, R.C; PELACANI, C.R. Influência do manitol e NaCl na germinação de sementes de duas espécies de leguminosas com importância no semi-árido baiano. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana v.6, n.2, p.105-109, 2006.

RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de Caatinga em Pernambuco**. 1992. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 198p.

ROGERS, M.E.; NOBLE,C.L. The effect of NaCl on the establishment and growth of balansa clover (*Trifolium michelianum* Sasi Var. Balansae Boiss.) **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 44, p.785-798, 1991.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4 ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.

SANTOS, R.V.; TERTULIANO, S.S.X. Crescimento de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.239-242, 1998.

SHEN, W.; KAZUYOSHI, N.; TACHIBANA, S. Involvement of polyamines in the chilling tolerance of cucumber cultivars. **Plant Physiology**, v.124, p. 431-439, 2000.

SILVA, F.A.M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P. de; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **CERNE**, Lavras, v. 6, n.1, p.52-59, 2000.

SINSKA, I.; LEWANDOWSKA, U. Polyamines and ethylene in the removal of embryonal dormancy in apple seeds. **Physiologia Plantarum**, v.81, p.59-64, 1991.

SOUZA FILHO, A.P. da S.S. Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Pasturas Tropicales**, Cali v.22, n.2, p.47-53, 2000.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S.C.J.G.A. Temperature limits on germination of *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. **Journal of Tropical Forestry Science**. Kuala-Lumpur, v. 11, n.4, p.630-636, 1999.

- TOBE, K.; X. LI; OMASA, K. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (*Chenopodiaceae*) **Seed Science Research**, v.14, n.4, p.345-353, 2004.
- TROVÃO, D.M.B.; FERNANDES, P.D., ANDRADE, L.A.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, A.; QUEIROZ, J.A. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, - 2º Semestre, 2004.
- UPADHYAYA, T.; CHAVAN, S.; MISHRA, D. P. Polyamine accumulation under salt stress in salt resistant and salt sensitive varieties of rice. **Physiol. Mol. Biol. Plants**, v. 7, p. 55-59, 2001
- VIDAVER, W., HSIAO, A.I. Secondary dormancy in light sensitive lettuce seeds incubated anaerobically or at elevated temperature. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.53, p.2557-2560, 1975.
- VILLANUEVA, V.R.; HUANG, H. Effect of polyamine inhibition on pea seed germination. **Journal of Plant Physiology**, v.141, p.336-340, 1993.
- WILLIAMS, R.R. Factors determining mineral uptake in vitro. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.289, p.165-166, 1991.
- ZPEVAK, F.A. Efeitos do ácido abscísico, potencial hídrico, temperatura e tratamentos para quebra de dormência na germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. São Carlos: UFSCar, 1994. 104p. (Dissertação Mestrado).

CAPÍTULO III

Anatomia da raiz em plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae) e *Caesalpinia ferrea* Mart. (Fabaceae) submetidas a espermidina e salinidade

Anatomia da raiz em plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae) e *Caesalpinia ferrea* Mart. (Fabaceae) submetidas a espermidina e salinidade

RESUMO

Avaliou-se a anatomia da raiz primária de plântulas de *Guazuma ulmifolia* e *Caesalpinia ferrea* submetidas a dois níveis de salinidade e espermidina. O objetivo desse trabalho foi descrever alterações anatômicas ocasionadas pela salinidade na qual as plântulas foram submetidas. As sementes foram previamente separadas constituindo dois lotes: tratadas com espermidina (CE) (3h/100 ppm) e sementes não tratadas (SE). As sementes foram semeadas em gerbox com soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais osmóticos de 0,0 e -2,0 MPa e colocadas para germinar em câmara de incubação (BOD) na temperatura de 30°C (*G. ulmifolia*) e 20°C (*C. ferrea*). As plântulas obtidas dos tratamentos foram seccionadas à mão livre para análise anatômica e analisado o diâmetro de raiz, espessura de córtex e estelo, a fim de observar as alterações em resposta à salinidade. A raiz primária de *G. ulmifolia* é tetrarca, apresenta epiderme unisseriada, hipoderme com células em formato hexagonal, córtex com oito a dez camadas de células parenquimáticas endoderme com estrias de Caspary e sistema vascular delimitado por periciclo com células em divisões periclinais. Os resultados da avaliação estatística demonstram que as raízes de plântulas de *G. ulmifolia* apresentaram a espessura do estelo aumentado quando tratado com espermidina; na interação espermidina/potencial osmótico, o tratamento sem sal apresentou maior espessura de estelo com espermidina; o incremento de sal, independente do tipo, diminuiu o diâmetro das raízes de *G. ulmifolia*. A raiz primária de *Caesalpinia ferrea* apresenta epiderme unisseriada, córtex com oito camadas de células parenquimáticas endoderme com estrias de Caspary. O sistema vascular apresenta grupos de floema primário intercalados com quatro pólos de protoxilema sendo, portanto, a raiz tetrarca. No centro do órgão observa-se uma medula formada por células parenquimáticas. Os resultados da avaliação anatômica demonstram que a espermidina afetou significativamente o diâmetro das raízes das plântulas de *C. ferrea*, não alterando nenhuma outra característica avaliada.

Palavras chave: raiz, nativas, salinidade, estresse.

ABSTRACT-Anatomy of the root in plântulas of *ulmifolia* *Guazuma* Lam. (Sterculiaceae) and railway *Caesalpinia* Mart. (Fabaceae) submitted the espermidina and salinity. It was evaluated anatomy of the primary root of *Guazuma ulmifolia* and *Caesalpinia ferrea* seedlings submitted the two levels of salinity and spermidine. The objective of this work was to describe anatomical alterations caused by the salinity in which seedlings had been submitted. The seeds had been previously separate constituting two lots: treated with spermidine(CE) (3h/100 ppm) and seeds not treated (SE). The seeds had been sown in gerbox with saline solutions of KCl, NaCl and CaCl₂ in osmotic potentials of 0,0 and -2,0 MPa and placed to germinate in chamber of incubation (BOD) in the temperature of 30°C (*G. ulmifolia*) and 20°C (*C. ferrea*). Seedlings gotten of the treatments had been parted by hand free for analysis anatomical and analyzed the diameter of root, thickness of cortex and estelo, in order to observe the alterations in reply to the salinity. The primary root of *G. ulmifolia* is tetrarca, presents unisseriada epidermis, hipoderme with cells in hexagonal format, cortex with eight the ten layers of parenquimatics cells endoderm with estrias of Caspary and vascular system delimited by periciclo with cells in periclinais divisions. The results of the evaluation statistics demonstrate that the roots of plântulas of *G. ulmifolia* had presented the thickness of estelo increased when treated with spermidine; in the spermidine interaction/potential osmótico, the treatment without salt presented greater thickness of estelo with spermidine; the increment of salt, independent of the type, diminished the diameter of the roots of *G. ulmifolia*

The primary root of *C. ferrea* presents uniseriada epidermis, cortex with eight layers of parenquimáticas cells endoderm with estrias of Caspary. The vascular system presents groups of primary bast intercalated with four polar regions of protoxilem being, therefore, the root tetrarc. In the center of the agency a marrow formed for parenquimatics cells is observed. The results of the anatomical evaluation demonstrate that the spermidine significantly affected the diameter of the roots of *C. ferrea* seedlings, not modifying none another evaluated characteristic.

Keywords: root, natives, salinity, estresse.

INTRODUÇÃO

Devido à grande área superficial no mundo afetada por solos salinos e subseqüentes perdas de produção (KENT e LÄUCHLI, 1985), vários são os estudos que vêm sendo desenvolvidos sobre os efeitos da salinidade nos processos fisiológicos da planta (PEREZ e MORAES, 1994; HWANG e CHEN, 1995; JELLER e PEREZ, 1997; 2001; CÂMARA et al., 1998; 2000; SOUZA FILHO, 2000; SILVA et al., 2000; FONSECA e PEREZ, 2001; MUNNS, 2002; ARAÚJO-NETO et al., 2003; CRUZ et al., 2003; RIBEIRO e PELACANI, 2006; FREITAS et al., 2006) e, apesar de extensamente discutido, ainda existem controvérsias a respeito dos mecanismos de tolerância aos sais nos vegetais (NEUMANN, 1995).

A salinidade tem sido considerada um importante fator limitante para a distribuição das plantas em ambientes naturais (LOVATO, 1991), determinando a distribuição ecofisiológica das espécies (MARSCHNER, 1995) e limitando o crescimento e desenvolvimento de muitas plantas (KENT e LÄUCHLI, 1985).

A literatura assinala algumas mudanças estruturais que ocorrem em plantas tolerantes à salinidade entre elas o aumento de suculência, mudança no número e tamanho de estômatos, diferença na espessura cuticular, mudança no diâmetro e número de vasos de xilema podendo ainda ocasionar no desenvolvimento de tiloses e ocorrência precoce de estrias de Caspary e lignificação (FLOWERS, 1986; POLJAKOFF-MAYBER, 1975). Essas mudanças refletem em prejuízos às plantas como redução do crescimento, inibição da divisão e expansão celular, desorganização celular, acúmulo de metabólitos tóxicos, inibição da fotossíntese e diminuição na aquisição de nutrientes (FLOWERS et al., 1985; HASEGAWA e BRESSAN, 2000). Os fatores que atuam na tolerância a esses altos níveis de salinidade são freqüentemente dependentes da complexidade fisiológica e anatômica da planta (SHANNON, 1997).

A maioria dos trabalhos referentes à resistência à salinidade em plantas trata dos aspectos fisiológicos das plantas de interesse econômico como *Solanum lycopersicum* L. (SAM et al., 2003) e *Triticum aestivum* L. (HU et al., 2005). Entretanto, os estudos referentes às mudanças

anatômicas no sistema radicular de plantas submetidas à salinidade são escassos (HWANG e CHEN, 1995; HILAL et al., 1998; TATTINI et al., 2006; DEGANO, 1999; CASENAVE et al., 1999), principalmente com espécies arbóreas nativas. O preenchimento de tal lacuna pode constituir base para estudos ecológicos, especialmente de recuperação de áreas degradadas com vegetação nativa (MOREIRA-CONGLIAN e OLIVEIRA, 2006).

As raízes das plantas constituem um sistema experimental atrativo para investigar os efeitos da salinidade sobre crescimento e outros (ISHIKAWA e EVANS, 1995) devido ao fato de suas células estarem diretamente expostas às diferentes concentrações salinas mudando o meio da raiz (HILAL et al., 1998).

O objetivo desse trabalho foi descrever anatomicamente as raízes primárias das plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Caesalpinia ferrea* Mart. bem como identificar as alterações anatômicas ocasionadas pelos diferentes níveis de salinidade e espermidina a que foram submetidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido durante os meses de junho a setembro de 2007 no Laboratório de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Grande Dourados-MS (UFGD).

As sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. foram extraídas de frutos coletados no Campus II da UFGD em Dourados, MS. As sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. foram extraídas a partir de frutos coletados de diversas matrizes na área urbana da cidade de Dourados, MS. As sementes das espécies estudadas foram retiradas manualmente dos frutos e posteriormente selecionadas de acordo com as imperfeições detectadas.

As sementes de *G. ulmifolia* foram escarificadas com água fervente por 5 minutos (SCALON. et al., 2004)., e as de *C. ferrea* foram imersas em ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos para quebra de dormência tegumentar (CREPALDI et al., 1998)., sendo todas posteriormente lavadas em água corrente.

Em seguida, as sementes foram separadas em dois lotes, sendo que o primeiro lote foi caracterizado pela imersão das sementes em solução de espermidina 100 ppm durante 3 horas sendo denominado como CE (Adptado de FONSECA e PEREZ, 2001). No segundo lote, denominado SE (sem espermidina) as sementes foram imersas apenas nas soluções salinas. Posteriormente, todas as sementes, foram desinfestadas com hipoclorito de sódio (1%) durante 5

minutos e lavadas em água corrente.

As sementes de *G. ulmifolia* foram colocadas em placas de petri e as sementes de *C. ferrea* em caixas tipo gerbox contendo papel de filtro umedecidos com 10 ml de soluções salinas de KCl, NaCl e CaCl₂ nos potenciais de 0,0 (H₂O deionizada) e -2,0 MPa. As soluções salinas foram preparadas a partir da equação de Van't Hoff, citada por Salisbury e Ross (1992). Os coeficientes isotônicos para os sais cloreto de sódio, cloreto de potássio e cloreto de cálcio foram, respectivamente, 1,8, 1,8 e 2,4. Os potenciais osmóticos no ambiente germinativo de cada espécie (gerbox e placas de petri) foram mantidos constantes com trocas semanais das soluções-testes.

As sementes foram colocadas para germinar em câmaras de germinação (BOD) com temperatura constante de 30°C para *G. ulmifolia* e 20°C para *C. ferrea*.

Os experimentos foram realizados com 3 repetições de 20 sementes em cada tratamento e foram finalizados quando todas as sementes germinaram ou quando as remanescentes apresentaram-se deterioradas.

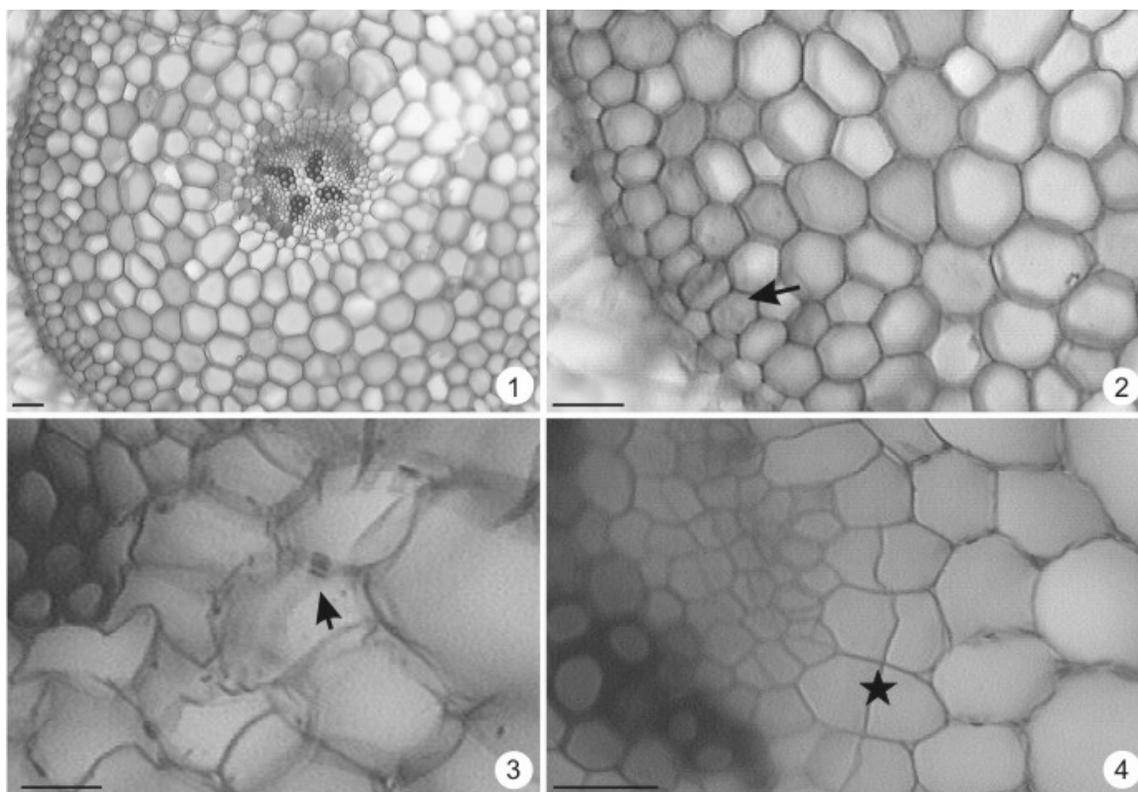
Para observação das modificações anatômicas na raiz primária de *G. ulmifolia* e *C. ferrea* foram utilizadas a testemunha e três plântulas de cada tratamento com o mesmo estágio de desenvolvimento. As raízes obtidas nos diferentes tratamentos foram seccionadas a aproximadamente 1 mm do colo de *G. ulmifolia* e 1 cm do colo de *C. ferrea* utilizando-se 3 repetições por tratamento. As secções obtidas à mão livre foram clarificadas com hipoclorito de sódio a 20% e, após serem lavadas em água acética 2%, foram submetidas à dupla coloração com azul de Astra 1% e Safranina Aquosa 1% (BUKATSCH, 1972) e montadas em gelatina glicerinada (DOP e GAUTIÉ, 1928). Após análise do laminário, o material vegetal foi documentado por meio de fotomicrografias, em microscópico binocular com câmara fotográfica acoplada e programa de captura de imagem Moticam 2300 3.0MP live Resolution. No laminário obtido para cada tratamento foram avaliados de acordo com a metodologia proposta por Hwang e Chen (1995), o diâmetro de raiz (DR), espessura do córtex (EC) e espessura do estelo (EE). Os dados foram analisados pelo teste F e havendo significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na região pilífera, a raiz primária das plântulas controle de *G. ulmifolia* com 15 dias é do tipo tetarca (Figura 1). O sistema dérmico é composto por epiderme unisseriada com

pêlos absorventes. Abaixo da epiderme encontra-se uma camada de células maiores, hexagonais constituindo uma hipoderme (Figura 2). Adjacente, observa-se de oito a dez camadas de parênquima cortical. Na endoderme ocorre estrias de Caspary evidentes (Figura 3). O sistema vascular é delimitado pelo periciclo (Figura 4) com células em divisões periclinais evidentes.

Encontram-se no Quadro 1, as análises de variância para a diâmetro de raiz, espessura do córtex e espessura do estelo de raízes de plântulas de *G. ulmifolia*. O diâmetro de raiz foi maior nas plântulas do tratamento controle (0,0 MPa) (Quadro 2).



Figuras 1-4: Raiz primária da testemunha de *G. ulmifolia*; 1- Visão geral da raiz em estrutura primária (tetraarca); 2. Detalhe do sistema dérmico (Hipoderme- seta); 3. Detalhe da estria de Caspary (seta); 4. Detalhe do periciclo (★). Figuras 1 e 3: Barra de escala- 50 μm ; Figuras 2 e 4- Barra de escala- 100 μm . Dourados-MS, 2008.

A presença de espermidina aumentou a espessura do estelo (Quadro 2). Para a interação entre potencial osmótico e espermidina os valores de espessura de estelo no controle (0,0 MPa) foram maiores com espermidina (Quadro 2).

Quadro 1. Análise de variância dos resultados de anatomia radicular de plântulas de *Guazuma ulmifolia* cultivadas a 30°C. (DR- Diâmetro de raiz; EC- espessura de Córtex; EE- espessura de Estelo; Esp- Espermidina, PO- Potencial Osmótico). Dourados-MS, 2008.

Fonte de variação	GL	DR	EC	EE
Espermidina (Esp)	1	0,67 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,002*
Sal (S)	2	0,56 ^{NS}	0,55 ^{NS}	0,95 ^{NS}
Potencial Osmótico(PO)	1	0,005*	0,93 ^{NS}	0,04*
Esp * S	2	0,97 ^{NS}	0,36 ^{NS}	0,57 ^{NS}
Esp* PO	1	0,23 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,001*
S*P	2	0,56 ^{NS}	0,55 ^{NS}	0,95 ^{NS}
Esp* S* PO	2	0,97 ^{NS}	0,36 ^{NS}	0,57 ^{NS}
Resíduo	24			
Total	35			

* significativo ($P < 0,05$); ns:não significativo ($P > 0,05$).

O tipo de sal não influenciou nos resultados, não havendo diferença significativa para o fator sal, para as características analisadas. Porém, o fator potencial osmótico foi significativo para o diâmetro de raiz (Quadro 1). O incremento de sal, independente do tipo, diminuiu o diâmetro da raiz. Esses dados corroboram com os obtidos por Casenave et al. (1999), estudando modificações anatômicas na raiz primária de algodão tratadas com NaCl, sendo observado que as plântulas submetidas aos altos níveis de salinidade tiveram diâmetro significativamente menor em relação às plântulas controle.

Quadro 2. Diâmetro de Raiz e espessura de estelo de raízes de plântulas de *G. ulmifolia* embebidas em soluções salinas com (CE) e sem espermidina (SE) na temperatura de 30°C. (DR- Diâmetro de raiz; EE- espessura de Estelo; Esp- Espermidina, PO- Potencial Osmótico). Dourados-MS, 2008.

(PO)	DR(μm)	
0.0	1.031667	a
2.0	0.926667	b
Esp	EE(μm)	
SE	0.208333	b
CE	0.231111	a
Esp/PO	EE(μm)	
	0.0 MPa	2.0 MPa
SE	0.203333 Ba	.213333 Aa
CE	0.250000 Aa	.212222 Ab

*Médias seguidas de letras minúsculas (linha) comparam os potenciais osmóticos dentro de com e sem espermidina; Médias seguidas de letras maiúsculas (coluna) comparam a espermidina dentro dos potenciais.

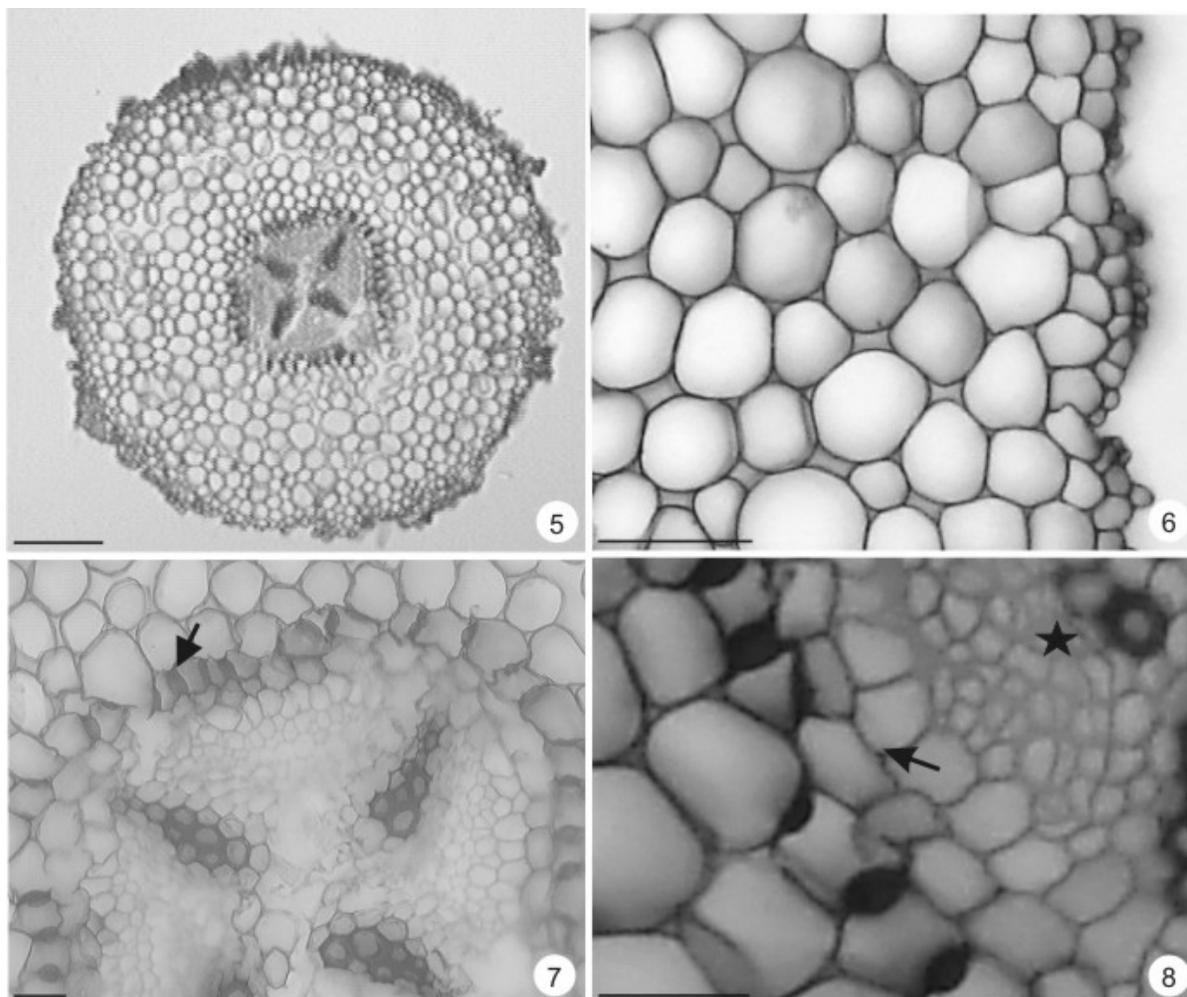
A resposta da planta à condição salina é variável em função da espécie. Serrato Valenti et al. (1991), observaram que em *Prosopis tamarugo* Phil. houve diminuição do diâmetro de raiz e menor número de camadas corticais quando cresceram em concentrações de NaCl. Nobre et al. (2003) observaram em *Annona muricata* L. que os níveis de salinidade da água também diminuíram significativamente o diâmetro do caule. *Suaeda maritima*, uma halófito, apresentou diferentes respostas de crescimento ao ambiente salino, quando na presença de NaCl, observando aumento do diâmetro radicular e da espessura do córtex quando comparado ao controle (HAJIBAGHERI et al., 1985 citado por HWANG e CHEN, 1995).

Em secção transversal a raiz primária das plântulas controle de *C. ferrea* com cerca de 15 dias (Figura 5) apresentou sistema dérmico constituído por epiderme unisseriada sendo, a parede periclinal externa ligeiramente mais espessada que a parede periclinal interna (Figura 6). O córtex é constituído por oito camadas de células parenquimáticas de diferentes tamanhos com espaços intercelulares evidentes. A endoderme apresenta células com estrias de Caspary evidentes (Figura 7 e 8). O cilindro central é circundado por periciclo bisseriado (Figura 8).

Shannon et al. (1994) afirmaram que a freqüente salinidade promove suberização da hipoderme e endoderme com a formação de estrias de Caspary bem desenvolvidas na região próxima ao ápice radicular o que não ocorre nas raízes em meio não salino. Esse efeito foi observado nas raízes de *S. maritima* (HAJIBAGHERI et al., 1985 apud HWANG E CHEN, 1995). Em plantas sensíveis à salinidade, a tolerância aos níveis moderados de sal no solo depende em parte da capacidade das raízes de impedir que íons potencialmente prejudiciais alcancem as partes aéreas. Dessa forma, a endoderme tem uma função extremamente importante na raiz que é desviar o fluxo de solutos do apoplasto para o simplasto (APEZZATO-DA-GLÓRIA, 2004).

O sistema vascular apresenta grupos de floema primário intercalados com quatro pólos de protoxilema sendo, portanto, a raiz tetraarca (Figura 5). No centro do órgão observa-se uma medula formada por células parenquimáticas.

Na análise anatômica, os tratamentos com espermidina não mostraram diferenças em relação à testemunha. No entanto, observou-se a partir da análise estatística que o diâmetro de raiz apresentou diferença significativa para o fator espermidina (Quadro 3), onde as raízes tratadas tiveram seu diâmetro maior em comparação com plantas não tratadas, apresentando médias de 1.69 μm e 1.56 μm , respectivamente. Vollet (2006) observou o mesmo para feijão Guandu variedade IAC Fava Larga onde a adição de espermidina proporcionou aumento no diâmetro do sistema radicular.



Figuras 5-8: Raiz primária de *Caesalpinia ferrea* Testemunhas. 5. Visão geral de Raiz em estágio inicial (tetra-archa); 6. Detalhe da epiderme e células corticais; 7. Detalhe das estrias de Caspary (seta) na endoderme; 8. Câmbio vascular (★) e periciclo bisseriado (seta); Figura 5- Barra de Escala-50 μm ; Figura 6- Barra de Escala 25 μm e Figura 7 -Barra de Escala 20 μm e Figura 8 -Barra de Escala 12,5 μm . Dourados-MS, 2008.

A seção transversal da raiz de *C. ferrea* não mostra nenhuma mudança anatômica associada com a salinidade no que se refere às características: espessura de córtex e espessura do estelo. Observa-se na literatura resposta variável das plantas frente à condição salina. Reinoso et al. (2004) observaram em *Prosopis strombulifera* (Lam.) Benth (espinilha), que a salinidade causada por NaCl induziu mudanças anatômicas na zona jovem e de maturação das raízes. O diâmetro da zona jovem da raiz foi menor do que a planta controle com redução no número de camadas corticais e do sistema vascular. De acordo com o autor citado acima, as raízes de plantas tolerantes mostram precoce suberização e lignificação das células da endoderme e atividade pericíclica. Degano (1999) observou em raízes de *Tessaria absinthioides* (Hook. et Arn) tratadas com NaCl um incremento notável da espessura do córtex.

Quadro 3. Análise de variância da anatomia radicular de plântulas de *Caesalpinia ferrea* cultivadas 20°C. (DR- Diâmetro de raiz; EC- Espessura de Córtex; EE- Espessura do Estelo). Dourados-MS, 2008.

Fonte de variação	GL	DR	CC	CE
Espermidina (Esp)	1	0,03*	0,26 ^{NS}	0,09 ^{NS}
Sal (S)	2	0,53 ^{NS}	0,51 ^{NS}	0,88 ^{NS}
Potencial Osmótico(PO)	1	0,66 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,32 ^{NS}
Esp * S	2	0,58 ^{NS}	0,57 ^{NS}	0,60 ^{NS}
Esp* PO	1	0,32 ^{NS}	0,95 ^{NS}	0,32 ^{NS}
S*P	2	0,52 ^{NS}	0,70 ^{NS}	0,54 ^{NS}
Esp* S* PO	2	0,58 ^{NS}	0,57 ^{NS}	0,60 ^{NS}
Resíduo	26			
Total	35			

Diâmetro de raiz * significativo ($P < 0,05$); ns: não significativo ($P > 0,05$).

Em condições de estresse salino, as plântulas podem compensar o reduzido crescimento em comprimento pelo aumento da espessura das raízes (expansão celular lateral ou alargamento celular), podendo amenizar, em tese, o efeito da deficiência hídrica induzido pelo estresse salino pela acentuada redução do potencial osmótico do substrato. Quando as raízes estão sob o estresse salino com NaCl, o excesso de íons Na^+ conduz ao estresse hídrico, causando nas plantas a redução da taxa de absorção de água, que influencia os processos de divisão e alongamento celular (TESTER e DAVENPORT, 2003; LIMA et al., 2004).

CONCLUSÕES

- A resposta da plântula à condição salina é variável de acordo com a espécie;
- As raízes de plântulas de *Guazuma ulmifolia* tiveram a espessura do estelo aumentado quando tratado com espermidina;
- O incremento de sal, independente do tipo, diminuiu o diâmetro das raízes;
- Na interação espermidina/potencial osmótico, o tratamento sem sal apresentou maior espessura de estelo com espermidina.
- A espermidina aumentou o diâmetro das raízes das plântulas de *Caesalpinia ferrea*, não alterando nenhuma outra característica avaliada;
- Na fase de crescimento analisada, as plântulas de *G. ulmifolia* e *C. ferrea* mostram indicação de tolerância à salinidade nas doses testadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPEZZATO-DA-GLÓRIA B; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV. 2004. 438p.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.249-256, jun. 2003.
- BUKATSCH F. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau – Safranin. *Mikrokosmos*, 1972. 61:225.
- CÂMARA, T.R.; WILLADINO, L.; TORNÉ, J.M.; MANICK, A.; SANTOS, M.A. Efeito do estresse salino e da prolina exógena em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.12, n.2, p.146-155, ago. 2000.
- CÂMARA, T.R.; WILLADINO, L.; TORNE, J.M.; SANTOS, M.A. Efeito da putrescina e do estresse salino em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10, p.153-156, 1998.
- CASENAVE, E.C.; DEGANO, C.A.M.; TOSELLI, M.E.; CATAN, E.A. Statistical studies on anatomical modifications in the radicle and hypocotyl of cotton induced by NaCl. **Biological Research**, Santiago, v. 32, n.4, p. 289-295, 1999.
- CREPALDI, I. C.; SANTANA, J. R. F.; LIMA, P. B. Quebra de dormência de sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. – Leguminosae, Caesalpinioideae). **Sitientibus**, Feira de Santana, n.18, p.19-29, 1998.
- CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M, T. COELHO, E.F.; DIAS, A.T. E PAES, R.A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro “cravo” submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.25, n.3, p.528-531. Dez. 2003.
- DEGANO, C.A.M. Respuestas morfológicas y anatómicas de *Tessaria absinthioides* (Hook. Et Arn.) DC a la salinidad. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n.3, p.357-363, dez. 1999.
- DOP P; GAUTIÉ A. **Manual de technique botanique**. Paris: J. Lamare. 1928. 594p.
- FLOWERS, T.J.; HAJIBAGHERI, M.A.; CLIPSON, J.W. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p. 89-121. 1986.
- FLOWERS, T.J.; DUQUE, E.; HAJIBAGHERI, M.A.; MCGONOGLE, T.P.; YEO, A.R. The effect of salinity on leaf ultrastructure and net photosynthesis in two varieties of rice: further evidence for a cellular component of salt resistance. **New Phytologist**, v.100, n.1, p. 37-43, may. 1985.
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L.) ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n.2, p. 14-20, 2001.
- FREITAS, R.S.; FILHO, J.A.; FILHO, E. R.. Efeito da salinidade na germinação de plantas de meloeiro. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 2, p.113-121, 2006.
- HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A. Plant cellular e molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, jun. 2000.

HILAL, M.; ZENOFF, G.P.; PONESSA, G.; MORENO, H.; MASSA, E.M. Saline stress alters the temporal patterns of xilem differentiation and alternative oxidase expression in developing soybean roots. **Plant Physiology**, v.117, n. 2, p.695-701, jun. 1998.

HU, Y.; FROMM, J.; SCHMIDHALTER, U. Effect of salinity on tissue architecture in expanding wheat leaves. **Planta**, v. 220, p.838-848, 2005.

HWANG, Y.H.; CHEN, S.C. Anatomical responses in *Kandelia candel* (L.) Druce seedlings growing in the presence of different concentrations of NaCl. **Botanical Bulletin Academical Sinica**, v.36, p.181-188, 1995.

ISHIKAWA, H.; EVANS, M. Specialized Zones of Development in Roots. **Plant Physiology**, v. 94, p. 913-918, 1995.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito dos estresses hídrico e salino e da ação da giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p. 93-104. 2001.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e da semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, v.19, n. 2, p. 219-225, 1997.

KENT, L. A.; LAUCHLI, A. Germination and seedling growth of cotton: salinity calcium interactions. **Plant Cell Environmental**, v. 8, p.115-159, 1985.

LEWIS, G.P. **“Legumes of Bahia”** Royal Botanic Gardens, Kew. 1987.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed Plantarum, 2002. v.1, p.343.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; MENDES, C. R. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 335-340, 2004.

LOVATO, M.B. **Variabilidade genética da tolerância salina em populações de *Stylosanthes humilis* H. B. K. de diferentes regiões ecogeográficas do Estado de Pernambuco**.1991.134 p. (Tese de doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2a ed. London: Academic Press Inc. 1995. 889 p.

MOREIRA-CONEGLIAN, I. R.; OLIVEIRA, D.M.T. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae). **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n. 2, p. 193-207.abr./ jun. 2006.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n. 2, p.239–250, fev. 2002.

NEUMANN, P.M. The role of cell wall adjustment in plant resistance to water deficits. **Crop Science**, Madison, v.35, n. 5, p.1258-1266, set. 1995.

NOBRE, R.G.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SANTOS, F.J.S.; BEZERRA, I.L.; GURGEL, M.T. Germinação e formação de mudas enxertadas de graviola sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1365-1371, dez. 2003

PENNA, M. **Dicionário brasileiro de plantas medicinais**. Rio de Janeiro: Kosmos, 1946. 409p.
PEREZ, S.C.J.G. A.; MORAES, J.A.P.V. Estresse salino no germinação de algarobeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 389-396, 1994.

- PIO CORREA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro. Imprensa nacional v.5 1984. 108-129.
- POLJAKOFF-MAYBER, A; MAYER, A.M.; ed. **The germination of seeds**. 2. ed. Oxford, Pergamon Press, 1975. p. 21-45.
- REINOSO H; SOSA L; RAMÍREZ L; LUNA V. Salt-induced changes in the vegetative anatomy of *Prosopis strombulifera* (Leguminosae). **Canadian Journal of Botany**. 82(5): 618–628, 2004.
- RIBEIRO, R.C.; PELACANI, C.R. Influência do manitol e NaCl na germinação de sementes de duas espécies de leguminosas com importância no semi-árido baiano. **Sítientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v.6, n.2, p.105-109, abr.-jun. 2006.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4 ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.
- SAM, O.; RAMÍREZ, C.; CORONADO, M.J.; TESTILLANO, P.S.; RISUEÑO, M.C. Changes in tomato leaves induced by NaCl stress: Leaf organization and cell ultrastructure. **Biologia Plantarum**, v.47, p.361-366, 2003.
- SCALON, S. P. Q. ; RAMOS, M.B.M.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R.M.;VIEIRA,M.C. Tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. In: 44 CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2004, Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 22. p. 343, 2004.
- SERRATO VALENTI, G.; FERRO, M.. FERRARO, D.; RIVEROS, F. Anatomical changes in *Prosopis tamarugo* Phil. Seedlings growing at different levels of NaCl salinity. **Annals of Botany**, v.70, p.399-404, 1991.
- SHANNON, M.C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in Agronomy** 60: 75-120, 1997.
- SILVA, F.A. de M., MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **CERNE**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000
- SOUZA FILHO,A.P.S. Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Pasturas tropicales**, Cali, v. 22, n.2, p. 47-53, 2000.
- TATTINI, M.; REMORINI, D.; PINELLI. Morpho-anatomical, physiological and biochemical adjustments in response to root zone salinity stress and high solar radiation in two Mediterranean evergreen shrubs, *Myrtus communis* and *Pistacia lentiscus*. **New Phytologist**, v. 170, n.4, p.779-794, jun. 2006.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants **Annals of Botany**, London, v. 91, p. 503-527, 2003.
- VOLLET, V.C. **Teores de glicina betaína no sistema radicular de genótipos de guandu sob efeito do estresse salino associado à poliamina exógena**. 2006. (Dissertação de Mestrado). UNESP –Jaboticabal, 59p.