

QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE *Brachiaria brizantha* EM FUNÇÃO DO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO

ELIANA DUARTE CARDOSO¹, MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ, KUNIKO IWAMOTO HAGA, FLÁVIO FERREIRA DA SILVA BINOTTI¹, EDILSON COSTA¹

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS, Unidade de Cassilândia, Cassilândia/MS, Brasil, dclia78@yahoo.com.br, binotti@uems.br, mestrine@uems.br; ² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP, Brasil, marcosa@agr.feis.unesp.br, kuniko@bio.feis.unesp.br

RESUMO: O condicionamento fisiológico de sementes tem se mostrado benéfico, entretanto há necessidade de estudos específicos para cada espécie. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do condicionamento osmótico (CO) com diferentes soluções na qualidade fisiológica e composição química das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado e o estudo foi constituído por soluções mistas (1:1) formadas por PEG 8000 (potencial de -1,5 MPa a 25 °C) junto a soluções com nutrientes (KNO₃ 0,2%, Ca(NO₃)₂ 0,2%), com reguladores de crescimento/bioestimulante (Citocinina – CIN 1,62 mg L⁻¹, Giberelina - GA₃ 0,5 mg L⁻¹, Auxina – IBA 0,5 mg L⁻¹ e Stimulate[®] 1%), com solução de nutrientes + reguladores/bioestimulante (KNO₃ 0,2% + GA₃ 0,5 mg L⁻¹, KNO₃ 0,2% + Stimulate[®] 1% e Ca(NO₃)₂ 0,2% + GA₃ 0,5 mg L⁻¹) e testemunha, com quatro repetições. Avaliou-se a germinação, vigor e composição química das sementes. Conclui-se que o CO não influenciou a qualidade fisiológica das sementes, porém soluções de PEG 8000 com KNO₃, Ca(NO₃)₂ e bioestimulante proporcionam aumento de potássio, cálcio e magnésio, respectivamente, na composição química das sementes de *B. brizantha* cv. MG-5.

PALAVRAS-CHAVE: Cv. MG-5 Vitória, fitorreguladores, KNO₃, polietileno glicol 8000, condicionamento fisiológico.

PHYSIOLOGICAL QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF *Brachiaria brizantha* SEEDS AS A FUNCTION OF PRIMING

ABSTRACT: The seed priming has resulted in beneficial effects; however, there is need of specific studies for each species or cultivar. The objective of the present study was to evaluate the effects of priming with different solutions on the physiology quality and chemical composition of *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 seeds. The experimental was arranged in a completely randomized design (CRD), with four replications. The study consisted of mixed solution (1:1) formed by polyethylene glycol (PEG 8,000) with a osmotic potential of -1.5 MPa at 25 °C, associated the solutions with nutrients (KNO₃ 0.2%, Ca(NO₃)₂ 0.2%), with plant growth regulators or biostimulant (Cytokinin - CIN 1.62 mg L⁻¹, Gibberellin - GA₃ 0.5 mg L⁻¹, Auxin - IBA 0.5 mg L⁻¹ and Stimulate[®] 1%), and with nutrients plus growth regulators or biostimulant (KNO₃ 0.2% + GA₃ 0.5 mg L⁻¹, KNO₃ 0.2% + stimulate[®] 1% and Ca(NO₃)₂ 0.2% + GA₃ 0.5 mg L⁻¹) and control treatment. The germination, vigor and chemical composition of the seeds were evaluated. The results suggest that priming had no beneficial effect on physiological quality of seeds; however, the conditioning with PEG 8,000 + KNO₃, PEG 8,000 + Ca(NO₃)₂ and PEG 8,000 + Biostimulant resulted in increased potassium, calcium and magnesium, respectively, at the chemical composition of *B. brizantha* cv. MG-5 seeds.

KEY WORDS: Cv. MG-5 Vitória, plant growth regulator, polyethylene glycol, KNO₃, priming.

INTRODUÇÃO

A utilização de sementes de alta qualidade é um fator importante para que ocorra o estabelecimento rápido das plântulas no campo, levando a um estande uniforme, refletindo na produtividade e na qualidade do produto colhido, atributos estes que são desejáveis pelos produtores e pesquisadores da área de tecnologia de sementes.

De modo geral, o condicionamento fisiológico e, por consequência, a hidratação controlada de sementes, pode proporcionar melhoria na expressão do vigor, além de ativar os processos fisiológicos da germinação, sem que ocorra emissão da radícula. Porém, é possível constatar que o efeito do condicionamento fisiológico depende das condições em que as sementes foram submetidas desde a sua formação em campo de produção até o seu destino final, como condições edafoclimáticas, tamanho, tipo e tratamento dessas sementes.

O condicionamento fisiológico em sementes pode ser aplicado através de várias formas, como imersão direta em água, umedecimento de substratos para embebição e contato com substâncias que realizam osmocondicionamento. O KNO_3 vem sendo utilizado em vários trabalhos devido a sua atuação na superação de dormência em sementes de várias espécies, provavelmente devido ao fato do nitrato sofrer redução e passar para a forma de nitrito, acarretando a reoxidação do NAD(P)H e, posteriormente, disponibilizando o NAD(P), que atuará estimulando a via pentose fosfato e, conseqüentemente, a via do Ácido Chiquímico, através da Eritrose – 4 Fosfato. Essas duas vias são de extrema importância para a biossíntese de novos compostos. A Via Pentose Fosfato irá sintetizar a Ribulose 5- Fosfato utilizada na síntese de nucleotídeos, constituintes dos ácidos nucléicos (RNA e DNA) e síntese de coenzimas, que poderá influenciar o processo germinativo. A via do Ácido Chiquímico é de extrema importância para a biossíntese de aminoácidos essenciais (triptofano, fenilalanina e tirosina), compostos fenólicos e outros compostos secundários.

Jeller e Perez (2003) constataram que, quando o condicionamento das sementes é favorável, ocorre o processo de mobilização de reservas, ativação e síntese de algumas enzimas, e início e aumento da síntese de DNA e RNA, disponibilizando às sementes os precursores utilizados na síntese de macromoléculas. Essas sínteses podem estar relacionadas à remoção de certos agentes inibidores da germinação, como o ácido abscísico (ABA), ou à produção de fatores promotores, como o ácido giberélico. Taiz e Zeiger (2004) citaram que as giberelinas são substâncias que exercem papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle da hidrólise de reservas. Já Floss (2008) menciona que a citocinina é efetiva na promoção da germinação, pois aceleram a síntese protéica e estão envolvidas com a divisão das células do embrião.

Os reguladores vegetais aplicados exogenamente podem afetar internamente as respostas fisiológicas das sementes e os bioestimulantes tem sido usado em vários trabalhos com este propósito por possuir em sua composição mistura de reguladores vegetais como auxina, ácido giberélico e citocinina. Pela facilidade de acesso aos produtores, existe atualmente no mercado a opção de uso do bioestimulante como o Stimulate®, que possui $0,09\text{g L}^{-1}$ de cinetina (citocinina), $0,05\text{g L}^{-1}$ de ácido giberélico (giberelina) e $0,05\text{g L}^{-1}$ de ácido indolbútrico (auxina).

Sendo assim, considerando que o condicionamento fisiológico com o uso de reguladores e solução com nutrientes podem ser capazes de beneficiar a germinação e o vigor das sementes, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do condicionamento osmótico com soluções mistas (1:1) constituídas por Polietileno glicol 8000 + solução com nutriente, reguladores de crescimento ou bioestimulante, e associação entre eles, sobre a qualidade fisiológica e composição química das sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio - Economia da Faculdade de Engenharia - UNESP, Campus de Ilha Solteira no período de junho a setembro de 2009. Foram utilizadas sementes puras de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória, sem tratamento prévio, oriunda de campos de produção de sementes do grupo Matsuda Importadora e Exportadora Ltda, da safra 2007/2008, cuja qualidade fisiológica e química inicial está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica e química inicial de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ilha Solteira (SP), 2009.

¹ TA	Massa de 1000 sementes	Tetrazólio	² PCG	³ TG	⁴ IVG	Teores de nutrientes					
						N	P	K	Ca	Mg	S
%	g	-----%							g kg ⁻¹		
11,1	11,2	81	8	40	1,6	19,8	2,7	2,4	0,4	1,7	1,5

¹Teor de água das sementes, ²Primeira contagem da germinação, ³Teste de germinação, ⁴Índice de velocidade de germinação. N=nitrogênio, P=fósforo, K=potássio, Ca=cálcio, Mg=magnésio e S=enxofre.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) e foi avaliado o condicionamento osmótico com soluções mistas (1:1) constituídas por polietileno glicol 8000 (PEG 8000), com potencial de -1,5 MPa a 25°C + solução com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante, e associação entre eles, em descrição que se segue: PEG 8000 + soluções [KNO₃ 0,2%, Ca(NO₃)₂ 0,2%]; PEG 8000 + reguladores de crescimento ou bioestimulante (Citocinina – CIN 1,62 mg L⁻¹, Giberelina - GA₃ 0,5 mg L⁻¹, auxina – IBA 0,5 mg L⁻¹ e bioestimulante - Stimulate® 1%), PEG 8000 + solução com nutrientes + reguladores de crescimento ou bioestimulante [KNO₃ 0,2% + Giberelina - GA₃ 0,5 mg L⁻¹, KNO₃ 0,2% + bioestimulante - Stimulate® 1% e Ca(NO₃)₂ 0,2% + Giberelina - GA₃ 0,5 mg L⁻¹] e testemunha, com quatro repetições. Antes, da aplicação dos diferentes tratamentos, as sementes foram submetidas à escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos (CARDOSO et al., 2014). Logo após, as sementes foram lavadas em água corrente deionizada e secas, até a retomada da umidade inicial.

Os reguladores de crescimento utilizados foram: Citocinina na forma de Cinetina (CIN), Giberelina na forma de Ácido Giberélico (GA₃) e Auxina na forma de Ácido Indolbutírico (IBA). O bioestimulante utilizado foi o Stimulate® produzido pela Stoller Interprises Inc., contendo reguladores vegetais e traços de sais minerais quelatizados. Os reguladores vegetais que fazem parte da sua constituição são o ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%.

A solução de polietileno glicol 8000 (PEG-8000) empregada para obter o potencial hídrico -1,5 MPa a 25 °C, foi preparada de acordo com a Tabela indicada por Villela e Beckert (2001). Utilizou-se o potencial hídrico -1,5 MPa baseado nos resultados obtidos por Bonome et al. (2006), que trabalhou com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Para o condicionamento osmótico das sementes, as mesmas foram colocadas entre camadas de papéis tipo germitest, sobre duas folhas e recoberta por uma. O substrato foi umedecido com as diferentes soluções numa quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do mesmo, envolvidas em sacos plásticos e mantidas na posição vertical em um germinador a 25°C por 6 horas. Posteriormente, as sementes foram secas a 32° C por 24 horas, em estufa com circulação de ar. O tempo de condicionamento foi baseado nos resultados obtidos por Bonome et al. (2006).

As sementes de cada tratamento foram avaliadas por meio dos seguintes parâmetros:

Teor de água das sementes - Foi determinado pelo método da estufa, a 105 ± 3 °C durante 24 horas, conforme a metodologia indicada pelas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009) antes e após a realização dos tratamentos.

Primeira contagem de germinação - Realizada juntamente com o teste de germinação, registrando-se a porcentagem de plântulas normais aos 7 dias após a instalação do ensaio (NAKAGAWA, 1999).

Teste de germinação – Foi realizado com 4 sub-amostras de 50 sementes em gerbox a 30°C, mantendo-se a temperatura constante, com fotoperíodo de 12 horas. As contagens de plântulas normais foram realizadas aos 7 e 21 dias após a semeadura.

Índice de velocidade de germinação – Foi realizado em conjunto com o teste de germinação, onde o índice de velocidade foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962).

Determinação de N, P, K, Ca, Mg, e S – A determinação de K foi realizada através da fotometria de chama e N, P, Ca, Mg e S foi determinado em espectrofotômetro de absorção atômica. Os dados foram expressos em g kg^{-1} de semente (SILVA, 1999).

Todos os dados, foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo ao nível de 5 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias. Foi utilizado o programa SANEST, Sistema de Análise Estatística para microcomputadores (ZONTA; MACHADO, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 verificou-se que o teor de água das sementes teve influência pela prática do condicionamento osmótico, onde as maiores leituras se deram com a utilização de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina em comparação a testemunha, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%, Citocinina, Auxina e Bioestimulante. O condicionamento osmótico com KNO_3 0,2%, Giberelina, KNO_3 + Giberelina e KNO_3 + Bioestimulante não diferiram do tratamento com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina. O condicionamento osmótico propiciou maior grau de umidade independente do tratamento utilizado; fato esperado pelo contato da água com as sementes durante o condicionamento osmótico.

A utilização de KNO_3 0,2% como nutriente no condicionamento osmótico proporcionou maior valor na avaliação de primeira contagem de germinação aos 7 dias em comparação com o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%, KNO_3 + Giberelina, KNO_3 + Bioestimulante e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina; porém não se diferiu dos tratamentos com Bioestimulante, Auxina, Giberelina, Citocinina e Testemunha (sem condicionamento).

Pode-se observar que o condicionamento osmótico com a KNO_3 0,2% proporcionou uma maior germinação, quando comparado com o tratamento $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina. Cardoso et al. (2014), trabalhando com *B. brizantha* cv MG5 e condicionamento fisiológico por imersão em solução de KNO_3 , afirmam que o condicionamento não teve efeito sobre o teste de germinação e primeira contagem de germinação. Já Kissman et al. (2010), trabalhando com sementes de *Stryphnodendron adstringens*, *S. obovatum* e *S. polyphyllum* citaram que o tratamento de embebição em KNO_3 causou uma redução linear da porcentagem de germinação com o aumento do tempo de condicionamento. Bonome et al. (2006) citam que o KNO_3 , devido ao baixo peso molecular, pode penetrar nos tecidos das sementes causando fitotoxidez, a qual tende a ser mais severa quanto maior o tempo de exposição das sementes à

solução. Perez e Negreiros (2002) observaram redução do poder germinativo das sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafístula) pré-condicionadas em KNO_3 , sendo que esta redução foi ainda mais acentuada com o aumento da concentração de KNO_3 de -0,5 MPa para -1,0 MPa.

Tabela 2. Teor de água das sementes (TA) após o condicionamento osmótico, primeira contagem de germinação (7 dias) (PC), teste de germinação (TG) e índice de velocidade de germinação (IVG) em função do condicionamento osmótico em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

Condicionamento osmótico	² TA	³ PC	⁴ TG	⁵ IVG
	----- % -----			
Testemunha (sem condicionamento)	¹ 11,12 c	08 abc	40 ab	1,61 abc
KNO_3 0,2%	28,6 ab	18 a	59 a	2,61 a
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%	26,12 b	04 c	42 ab	1,48 bc
Citocinina (CIN 1,62 mg L ⁻¹)	26,03 b	08 abc	53 ab	2,01 abc
Giberelina (GA_3 0,5 mg L ⁻¹)	27,94 ab	15 ab	45 ab	2,41 ab
Auxina (IBA 0,5 mg L ⁻¹)	26,24 b	08 abc	47 ab	1,78 abc
Bioestimulante (Stimulate® 1%)	26,38 b	09 abc	41 ab	1,69 abc
KNO_3 + Giberelina	26,89 ab	06 bc	32 ab	1,32 c
KNO_3 + Bioestimulante	26,95 ab	05 bc	32 ab	1,27 c
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina	29,1 a	03 c	30 b	1,14 c
C. V. (%)	2,6	56,5	26,2	25,9

¹Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes aos da primeira contagem de germinação foram obtidos para índice de velocidade de germinação, evidenciando que o condicionamento com nitrato de potássio influenciou de forma positiva o vigor das sementes.

Na Tabela 3 observamos os resultados obtidos de teores de nutriente nas sementes, sendo que os teores de nitrogênio e enxofre não foram influenciados pelo condicionamento osmótico. Para os teores de fósforo, o condicionamento osmótico com KNO_3 0,2% e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2% proporcionou aumento nos teores desse elemento, quando comparados com tratamentos utilizando Citocinina, KNO_3 + Giberelina, KNO_3 + Bioestimulante e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + Giberelina.

O condicionamento osmótico com solução de KNO_3 0,2% proporcionou maiores teores de potássio, quando comparado com condicionamento realizado com KNO_3 + Giberelina e Testemunha (sem condicionamento). Maior teor de cálcio nas sementes foi proporcionado ao se utilizar o condicionamento com $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%, em relação à testemunha e demais tratamentos, porém, não diferindo do e KNO_3 0,2%. O condicionamento osmótico teve efeito sobre os teores de magnésio nas sementes de *Brachiaria brizantha*, sendo que a aplicação de condicionamento osmótico com Bioestimulante proporcionou maiores teores de magnésio em relação aos tratamentos com KNO_3 + Giberelina, KNO_3 + bioestimulante e testemunha (sem condicionamento).

Pode-se verificar, na Tabela 4, ao se separar os tratamentos de condicionamento osmótico (CO) em CO + Nutrientes (Nu), CO + Bioestimulante (Bi) e CO + associação entre Nu e Bi, que o condicionamento com nutrientes proporcionou o maior valor médio de germinação (50,5 %), com um aumento de 10,5 pontos percentuais em relação à testemunha e um aumento no valor relativo de 26,3 % na germinação em relação ao tratamento sem condicionamento.

Tabela 3. Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em sementes *B. brizantha* cv. MG-5, após o condicionamento osmótico. Ilha Solteira-SP, 2009.

Condicionamento osmótico	Nutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Testemunha (sem condicionamento)	19,8	2,71ab ¹	2,41bc	0,40bc	1,75bc	1,47
KNO ₃ 0,2%	18,1	3,55a	3,20a	0,54ab	2,24ab	1,33
Ca(NO ₃) ₂ 0,2%	18,7	3,38a	2,91abc	0,59a	2,16ab	1,31
Citocinina (CIN 1,62 mg L ⁻¹)	20,2	2,02b	2,75abc	0,28c	1,92abc	1,17
Giberelina (GA ₃ 0,5 mg L ⁻¹)	18,8	2,52ab	2,83abc	0,27c	1,98abc	1,05
Auxina (IBA 0,5 mg L ⁻¹)	18,7	2,73ab	2,73abc	0,38bc	2,00abc	1,51
Bioestimulante (Stimulate® 1%)	18,5	3,05ab	2,99ab	0,41bc	2,36a	1,23
KNO ₃ + Giberelina	20,6	2,01b	2,31c	0,40bc	1,57c	1,65
KNO ₃ + Bioestimulante	19,9	2,13b	2,60abc	0,37c	1,75bc	1,60
Ca(NO ₃) ₂ + Giberelina	19,8	2,09b	2,59abc	0,40bc	1,86abc	1,21
C. V. (%)	5,4	19,4	10,1	17,6	10,8	26,3

¹Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Média da germinação (MG), aumento da germinação (AG) e valor relativo (VR) com condicionamento osmótico com nutrientes, reguladores de crescimento ou bioestimulante e associação entre eles em sementes de *B. brizantha* cv. MG-5. Ilha Solteira (SP), 2009.

Tratamentos	MG	AG	² VR
Condicionamento Osmótico	----- % -----	¹ p. p.	----- % -----
Testemunha (Sem condicionamento)	40	—	—
Condicionamento com nutrientes (Nu)	50,5	10,5	26,3
Condicionamento com regulador ou bioestimulante (Bi)	49	9	22,5
Condicionamento com associação (Nu + Bi)	31,3	-8,7	-21,8

¹p.p.= pontos percentuais; ²valor relativo = aumento relativo da germinação com o condicionamento osmótico.

É possível evidenciar, também, que o condicionamento osmótico com regulador ou bioestimulante proporcionou aumento da germinação de sementes de *B. brizantha*. Todavia, a associação de nutrientes + regulador ou bioestimulante causou uma queda na germinação em relação à testemunha.

O condicionamento com KNO₃ proporcionou melhoria na expressão do vigor de sementes de *B. brizantha* cv. MG-5 quando as mesmas são escarificadas. É importante salientar que novos estudos devem ser realizados a fim de avaliar o comportamento do condicionamento osmótico em sementes não escarificadas.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o condicionamento osmótico não influenciou a qualidade fisiológica, porém soluções de PEG 8000 com KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e bioestimulante proporcionam aumento de potássio, cálcio e magnésio, respectivamente, na composição química das sementes de *B. brizantha* cv. MG-5.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONOME, L. T. S.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; ANDRADE, V. C.; CABRAL, P. S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 30, n.3, p. 422-428, 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília-DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I.; BINOTTI, F. F.S.; NOGUEIRA, D. C.; VALÉRIO FILHO, W. V. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 35, n. 1, p. 21-38, 2014.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. Passo Fundo-RS: Ed.Universidade de Passo Fundo, 2008. 733p.
- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A.; RAIZER, J. Water uptake, priming, drying and storage effects in *Cassia excelsa* Schrad seeds. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos-SP, v. 63, n.1, p.61-68, 2003.
- KISSMANN, C.; SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON, S. P. Q; MOTA, L. H. S.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. Osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, vol. 32, nº 2 p. 026-035, 2010.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina-PR: ABRATES, p.1-24, 1999.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; NEGREIROS, G.F. Pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v.23, n.1, p.175-183, 2002.
- SILVA, F. C. (org). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília-DF: EMBRAPA. Comunicação para transferência de tecnologia, 1999, 370p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- VILLELA, F. A.; BECKERT, O. P. Potencial osmótico de soluções aquosas de polietileno glicol 8000. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v. 23, n. 1, p. 267-275, 2001.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de Análise Estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas-RS: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150p.