

Efeito do Cálcio em Plantas de Milho "Saracura" BRS-4154 sob Condições de Alagamento Avaliado Através da Fluorescência da Clorofila.

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

Jorge R. Ferrer¹, Paulo C. Magalhães² e José D. Alves³.

¹CORPOICA – Colômbia. E-mail: jorgeromeroferrier@yahoo.com ²Embrapa Milho e Sorgo. Caixa postal 151. 35701-970 Sete Lagoas, M.G. Universidade Federal de Lavras (UFLA), ³ Fisiologia Vegetal, Caixa postal 37, CEP 37200-000 Lavras, M.G.

Palavras chave: Alagamento, cálcio, fluorescência da clorofila *a*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, estima-se que haja cerca de 28 milhões de hectares de solos sujeitos a encharcamento e que podem ser incorporados ao processo produtivo. A cultura do milho apresenta-se como uma opção válida, especialmente para as várzeas sujeitas a encharcamento temporário. Nas espécies vegetais são conhecidas as variações de tolerância às condições de inundação, o que torna possível a seleção e o melhoramento genético para essa condição do solo. Essa variação na tolerância, especificamente, em milho, tem sido descritas por Atwell (1995), Carangal (1988), Kanwar & Sial (1988), Wu *et al.* (1987), Parentoni *et al.* (1995). Todos os fatores de estresse por encharcamento têm uma ação inibitória na fase bioquímica da fotossíntese; sabendo-se que o fotossistema II (PSII) é responsável pelo fornecimento de energia para a fotossíntese, a avaliação de sua eficiência pode tornar-se um indicador de danos em plantas sob inundação, e este monitoramento pode ser obtido pela fluorescência da clorofila (Schreiber *et al.*, 1997). Vitorino *et al.* (2001) verificaram que a cultivar " Saracura " apresentou índice de sobrevivência de plântulas de 42% após 3 dias em condições de hipoxia, e que as plântulas não viáveis apresentavam aspecto translúcido na região do mesocótilo, o que foi atribuído a maior atividade de enzimas relacionadas ao metabolismo de parede celular. Dantas(1999), observou que após 12 horas de hipoxia as plântulas sobreviventes apresentavam cerca de 12% da área do córtex das raízes ocupadas por aerênquimas, podendo esses espaços intercelulares chegarem a ocupar 50% dessa área após 4 dias de estresse. Como estes trabalhos relacionaram a maior tolerância a baixa pressão de oxigênio com o metabolismo de parede celular, surgiu a necessidade de verificar qual a participação do cálcio nesse mecanismo visto que esse íon atua como elemento estrutural conferindo maior resistência a parede celular (Damarty *et al.*, 1984; Grant *et al.*, 1973). A adição de cloreto de cálcio à solução de germinação promoveu o aumento na sobrevivência das plântulas, sob condições de hipoxia, tanto do " Saracura" como também da variedade BR-107 classificada como não tolerante a este tipo de estresse (Vitorino *et al.* 2001; Dantas 1999). Estes experimentos foram conduzidos em laboratório, nas fases de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas. Assim visualiza-se a necessidade de maiores investigações de como esse elemento influencia a tolerância ao alagamento ao longo do desenvolvimento normal das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar através da fluorescência da clorofila o efeito de diferentes doses, fontes e modos de aplicação do cálcio em plantas de milho "Saracura" BRS- 4154 sob condições de alagamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em regime controlado de casa de vegetação na Embrapa Milho e Sorgo, Sete lagoas, M.G. Foram utilizados vasos de 20 kg de solo proveniente de várzea, com três plantas/vaso. O solo foi adubado de acordo com a recomendação da análise química. Os tratamentos foram constituídos por uma variação de doses de cálcio (300, 500 e 1500 kg ha⁻¹), fontes de cálcio (gesso e cloreto de cálcio) e modos de aplicação do adubo (incorporado a 8 cm da superfície, em todo o solo e sem incorporação). Cada tratamento foi avaliado em condições normais de irrigação e sob encharcamento imposto no estágio V6. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. As avaliações do ensaio foram realizadas na floração tomando-se: área foliar, através de um integrador de área foliar da marca LICOR (Licor-1000); resistência estomática, transpiração, temperatura e umidade relativa da folha, utilizando-se um porômetro (Steady State Porometer, Licor 1600) e a Fluorescência da Clorofila *a*, através de um PEA II (Hansatech Instruments Co. UK). As avaliações de fluorescência e porométricas foram realizadas no horário das 9:00 as 11:00 horas, na terceira folha do ápice para a base.

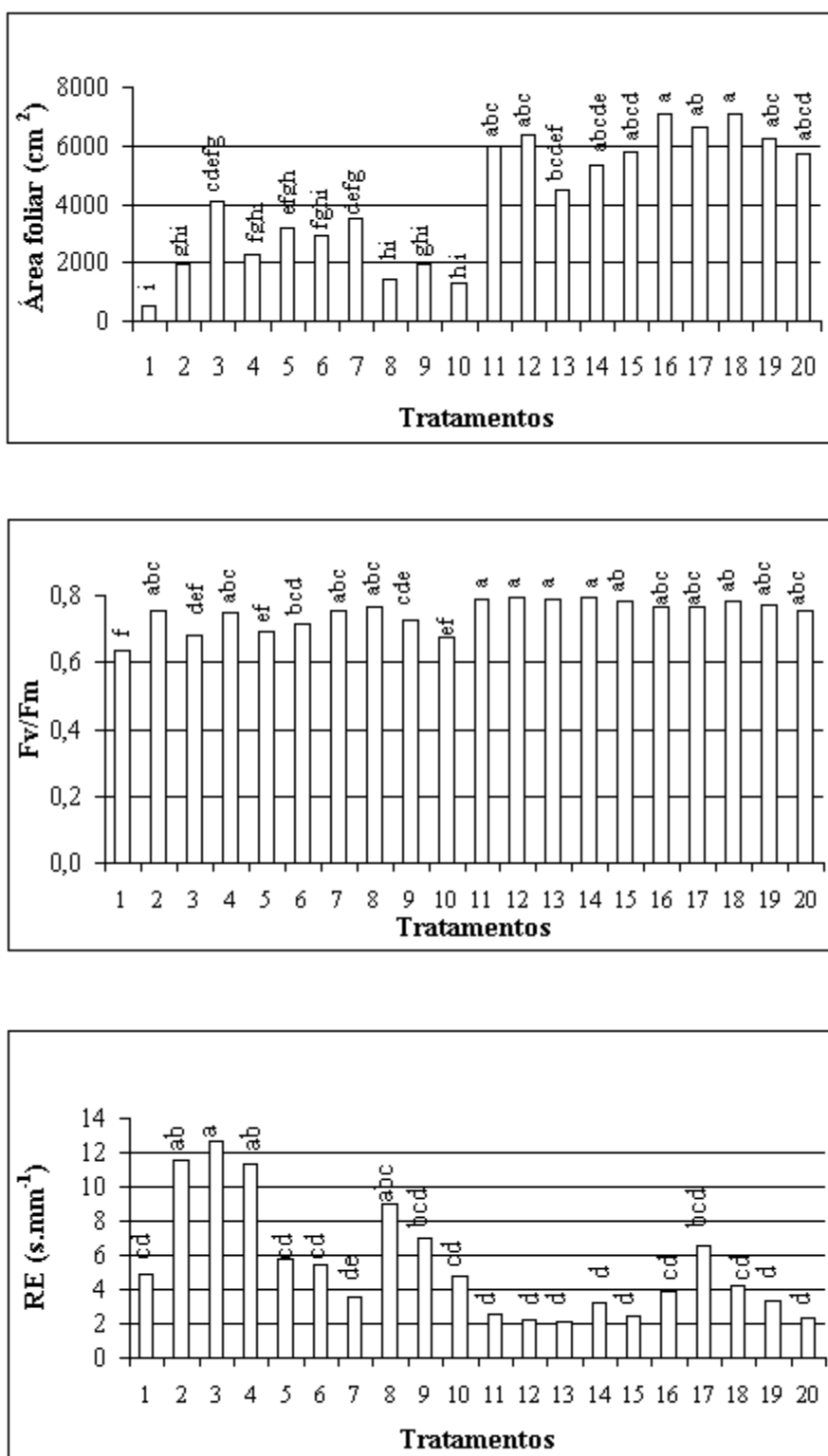
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1, que para as variáveis área foliar (AF) e fluorescência da clorofila *a*, (**Fv/Fm**), houve uma tendência de menores valores nos tratamentos que receberam alagamento, (tratamentos de 1 a 10), enquanto que para a Resistência Estomática (RE), sob este mesmo regime hídrico, foram obtidos em geral maiores valores do que no regime de irrigação normal. No entanto ao se comparar os efeitos dos diversos tratamentos com cálcio dentro dos tratamentos alagados (A) e irrigados normalmente (IN), observa-se que a relação Fv/Fm, não apresentou diferenças significativas para os tratamentos submetidos a IN (tratamentos 11 a 20). Porém para os tratamentos submetidos ao encharcamento foram detectadas diferenças significativas, ressaltando o tratamento 8, (300 kg ha⁻¹ de cloreto de cálcio incorporado a 8 cm da superfície), o qual apresentou o maior valor da fluorescência da clorofila *a* (0,767), quando comparado com a testemunha (Trat. 1) cujo valor foi de 0,637. Isto indica que o cálcio teve um efeito positivo na tolerância do milho saracura quando submetido ao estresse de excesso de água. Já os tratamentos 1, 10, 3, 5, 9 e 6, resultaram em valores abaixo de 0,75, índice considerado como limite para acontecer um dano no fotossistema II (Bolhar-Nordenkampf, 1989). Para as variáveis AF e RE o tratamento 3, com 500 kg ha⁻¹ de gesso incorporado em todo o solo, encharcado, apresentou os maiores valores (4082 cm² e 12,69 s.mm⁻¹ respectivamente). Área foliar de todos os tratamentos alagados dobraram seus valores em relação a testemunha o que pode ser considerado como um aporte do cálcio a este estresse. A temperatura da folha, Umidade Relativa e transpiração foliar praticamente não apresentaram diferenças significativas entre os diversos tratamentos (Tabela 1).

CONCLUSÃO

O cálcio teve um efeito positivo na tolerância do milho saracura submetido ao estresse por alagamento.

O tratamento com 300 kg ha⁻¹ de cloreto de cálcio, incorporado a 8 cm da superfície sob alagamento, apresentou o maior valor de fluorescência da clorofila *a* (0,767).



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 1. Área Foliar, Fluorescência da clorofila *a* (Fv/Fm) e Resistência Estomática

(R E) relacionada aos diversos tratamentos. Sete Lagoas, MG. 2002

Tabela 1. Médias de temperatura da folha, umidade relativa e transpiração relacionada aos diversos tratamentos. Sete Lagoas, MG – 2002.

Tratamentos	Temp. folha (°C)		UR (%)		Transpiração $\mu\text{g CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	
1	29,46	bc ¹	46,13	ab	3,698	abcde
2	31,27	a	60,89	ab	1,572	de
3	28,56	cde	64,00	ab	1,160	e
4	28,8	cd	58,80	ab	0,716	e
5	30,70	ab	56,58	ab	3,729	abcde
6	27,76	defgh	73,87	ab	1,464	e
7	26,56	ghi	71,23	ab	2,290	bcde
8	26,36	i	62,80	ab	1,384	e
9	27,63	defghi	54,93	ab	1,936	cde
10	26,90	fghi	53,47	ab	4,052	abcde
11	29,93	abc	45,47	ab	5,857	a
12	30,66	ab	62,40	ab	4,900	abcd
13	28,00	def	56,80	ab	5,005	abc
14	27,80	defg	40,10	b	3,380	abcde
15	28,83	cd	56,27	ab	5,315	ab
16	26,76	fghi	71,20	ab	2,214	bcde
17	27,56	defghi	68,40	ab	1,332	e
18	27,00	fghi	75,20	a	1,659	cde
19	27,26	efghi	48,51	ab	2,418	bcde
20	26,40	hi	64,53	ab	3,249	abcde

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

- | | |
|---|---|
| 1. Sem Cálcio (testemunha), Alagado (A) | 11. Sem Cálcio (testemunha), irrigação normal (IN) |
| 2. 500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado 8 cm da superfície, (A) | 12. 500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado 8 cm da superfície, (IN) |
| 3. 500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado em todo o solo, (A) | 13. 500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado em todo o solo, (IN) |
| 4. 500 kg ha ⁻¹ de gesso – sem incorporar, (A) | 14. 500 kg ha ⁻¹ de gesso – sem incorporar, (IN) |
| 5. 1500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado a 8 cm da superfície, (A) | 15. 1500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado a 8 cm da superfície, (IN) |
| 6. 1500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado em todo o solo, (A) | 16. 1500 kg ha ⁻¹ de gesso – incorporado em todo o solo, (IN) |
| 7. 1500 kg ha ⁻¹ de gesso – sem incorporar, (A) | 17. 1500 kg ha ⁻¹ de gesso – sem incorporar, (IN) |
| 8. 300 kg ha ⁻¹ de CaCl ₂ – incorporado a 8 cm da superfície, (A) | 18. 300 kg ha ⁻¹ de CaCl ₂ – incorporado a 8 cm da superfície, (IN) |
| 9. 300 kg ha ⁻¹ de CaCl ₂ – incorporado em todo o solo, (A) | 19. 300 kg ha ⁻¹ de CaCl ₂ – incorporado em todo o solo, (IN) |
| 10. 300 kg ha ⁻¹ de CaCl ₂ – sem incorporar, (A) | 20. 300 kg ha ⁻¹ de CaCl ₂ – sem incorporar, (IN) |

LITERATURA CITADA

- ATWELL, B.J. A steady of the imparied growth of root of *Zea mays* at low oxygen concentration. **Plant cell and environment**. 8:178-188. 1995.
- BOLHAR-NORDENKAMPF, .H.R.; LONG, S.P.; OQUIST, G.; SCHREIBER, U.; LECHNER, G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of laeves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, v.3, p. 497-514,

1989 .

CARANGAL, V. R. Maize and rice-based cropping system. In: ASIAN REGIONAL MAIZE WORKSHOP 3. Mexico 1988. Proceedings. Mexico. CIMMYT. p. 119-190.

DAMARTY, M.; MORUAN, C.; THELLIER, M. Calcium and Cell. **Plant cell Environmental**, Oxford, V 7, p. 441-448. 1984.

DANTAS, B. F. Efeito do cálcio no desenvolvimento de aerênquimas e na atividade de enzimas de degradação e afrouxamento de parede celular em plântulas de milho (*Zea mays* L.) cv. Saracura BRS 4154 submetidas à hipoxia. Lavras: UFLA, 43 p. (Dissertação de Mestrado- Fisiologia Vegetal), 1999.

GRANT, G. T.; MORRIS, D. A.; REES, P. J. P.; SMITH. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model. **FEBS Letters**, V 32, p. 195-198. 1973.

KANWAR, R. S. and SIAL, J.K. Effects of waterlogging on growth on corn. In: ICID EUROPEAN REGIONAL CONFERENCE, 15, Dubrovnik, Yugoslavia, 1988. **Proceeding.....** Dubrovnik: Luterrational Comission on Irrigation and Drainage. V 2, p 167-171. 1988.

PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; MAGALHÃES, P. C. Selection for tolerance to waterlogging in maize (*Zea mays* L.). In: **Simpósio Internacional sobre estresse abiótico**. Belo Horizonte, MG. – Brasil. p. 434-449. 1995.

PEZESHKI, S,R.; PARDUE J.L. & DeLAUNE, R.D.L. Leaf gas exchange and growth of flood-tolerant and flood-sensitive tree species under low soil redox condition. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, p 453-458, 1996.

PURCINO, R. P. Efeito fisiológico do cálcio na germinação e crescimento inicial de plântulas de milho da variedade BRS- 4154 e sua relação com o aumento da tolerância ao alagamento. Lavras: UFLA, 40 p. (Dissertação de Mestrado- Fisiologia Vegetal), 2001.

SCHREIBER, U; GADEMANN, R.; RALF, P. J.; LARKUN, ^a W. D. Assessment of photosynthetic performance of prochloron in *lisocinum patella* in hospite by chlorophyll fluorescence measurements. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 38, n. 8, p. 945-951, 1997.

VITORINO, P. F. P. G.; ALVES, J.D.; MAGALHÃES, P.C.; MAGALHÃES, M.M.; LIMA, L.C.O & OLIVEIRA, L.E.M. Flooding tolerance and cell wall alterations in maize mesocotyl during hypoxia. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 36, n. 8, p. 1027-1035, ago. 2001.

WU, M.S.; JIANG, C.G. & SONG, Z. W. Control of waterlogging in summer maize and its effect on yield. Jiangsu – Mongye – Kexue, n 4, p. 13-15. 1987. **Journal**, London, p.508-514, 1954.
