

EFEITO SIMULTÂNEO DO ESTRESSE HÍDRICO E DO ALUMÍNIO NA GERMINAÇÃO E NO ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE DUAS CULTIVARES DE GUANDU (*Cajanus cajan* (L.) Millsp., FABACEAE)

A. MARIN¹; D. M. M. SANTOS²; T. J. D. RODRIGUES³ & D. A. BANZATTO⁴

1. Eng. Agr., Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV/Unesp, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n,Cep 14884-900, Jaboticabal,SP. e-mail: admarin@fcav.unesp.br

2. Bióloga, Profa. Assistente Doutora, Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV/Unesp, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n,Cep 14884-900, Jaboticabal,SP. e-mail: dumaria@fcav.unesp.br

3. Bióloga, Profa. Adjunto, Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV/Unesp, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n,Cep 14884-900, Jaboticabal,SP. e-mail: tedelro@fcav.unesp.br

4. Eng. Agr., Prof. Adjunto, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/Unesp, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n,Cep 14884-900, Jaboticabal,SP. E-mail: banzatto@asbyte.com.br

Aceito para publicação em: 12/12/2001.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência simultânea do estresse hídrico e do alumínio na germinação e no estabelecimento de plântulas de guandu, cv. IAC Fava Larga e IAPAR 43 Aratã. As sementes germinaram em caixas gerbox, com uma folha de papel germitest umedecida com as soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) e de sulfato de alumínio. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de 3x3 (três potenciais osmóticos: -0,6, -0,8 e -1,0 MPa e três concentrações de alumínio: 0,5, 5,0 e 10,0 mmol dm⁻³ Al³⁺), além da testemunha (0,0 MPa e 0,0 mmol dm⁻³ Al³⁺), com quatro repetições de 50 sementes. O experimento foi conduzido em câmara de germinação a 25°C e plena luminosidade. Após 10 dias, foram determinadas a porcentagem de germinação e a massa seca da raiz primária e da plúmula. Os resultados mostraram que o efeito simultâneo do estresse hídrico e do alumínio diminuiu a porcentagem de germinação somente nas sementes da cv. IAC Fava Larga. O efeito simultâneo do estresse hídrico e alumínio provocou drástica redução do crescimento da raiz primária, tanto na cv. IAC Fava Larga quanto na cv. IAPAR 43 Aratã, apesar da cv. IAPAR 43 Aratã apresentar maior tolerância ao alumínio que a cv. IAC Fava Larga.

Palavras-Chave: sementes, forrageiras, polietilenoglicol-6000, sulfato de alumínio

SIMULTANEOUS EFFECT OF WATER STRESS AND ALUMINUM ON GERMINATION AND EARLY GROWTH OF TWO CULTIVARS OF PIGEONPEA (*Cajanus cajan* (L.) Millsp., FABACEAE)

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of water and aluminum stresses on seed germination and early growth of two cultivars of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp): IAC-Fava Larga and IAPAR 43 Aratã. The seeds were placed in germination boxes and plotters moistened with solutions of polyethyleneglycol (PEG 6000) and aluminum sulphate. The plots were arranged complete randomized experimental design and the treatments arranged factorial design 3x3 (three osmotic potentials: -0.6, -0.8 and -1.0 MPa; three aluminum concentrations: 0.5, 5.0 and 10.0 mmol dm⁻³ Al³⁺) plus the control treatment (0.0 MPa and 0.0 mmol dm⁻³ Al³⁺) and four replications of 50 seeds each. The experiment was conducted in germination chamber at 25°C ±

1°C. Germination percentage, radicle and plumule dry mass, were evaluated after 10 days. Simultaneous effects of water stress and aluminum decreased the primary root growth as IAC Fava Larga as IAPAR 43 Aratã, in spite of IAPAR 43 Aratã seems to be more tolerant to aluminium stress than IAC fava Larga.

Keywords: seeds, forrages, polyethyleneglicol 6000, aluminum sulphate.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o guandu é cultivado principalmente nas áreas marginais da região Nordeste (VIEIRA & SALGADO, 1992), porém esta leguminosa arbustiva aclimatou-se perfeitamente desde longa data, tendo sido introduzida, principalmente, devido à habilidade de ser resistente à seca e de crescer em solos pobres, apresentando bons resultados como fornecedora de massa verde nos pastos em períodos de chuvas escassas, além de ser muito adequada para a rotação de culturas (ALVES & MEDEIROS, 1997).

Os fatores do ambiente interferem na produtividade vegetal, tornando-se essencial a avaliação dos efeitos no crescimento e desenvolvimento de espécies que possuem importância econômica (PEREZ, 1995). Entre estes, o estresse hídrico e a toxicidade do alumínio são limitantes para o crescimento das plantas (KOCHIAN, 1995; SANDERSON et al., 1997).

O estresse hídrico influencia diversos aspectos do desenvolvimento da planta, e a sensibilidade diferencial de uma planta nos diversos estádios de desenvolvimento pode reduzir, acentuadamente, o crescimento vegetal (SANDERSON et al., 1997). Estudos realizados por NAYYAR & MALIK (1993) e THIND & MALIK (1994), em guandu sob estresse osmótico mostraram diminuição significativa da germinação das sementes e do crescimento inicial.

A disponibilidade do alumínio constitui, inicialmente, uma consequência da acidez dos solos (BONATO et al., 2000), que resulta na dissolução de minerais de argila e óxido de alumínio conduzindo ao aparecimento de forma trocável. Em solos ácidos, característicos dos trópicos e subtropicais, a toxicidade do alumínio é considerada como sendo o fator limitante da produtividade das plantas (KOCHIAN, 1995). Os efeitos da toxicidade provocados pelo alumínio no guandu, segundo NARAYANAN & SYAMALA (1989), evidenciaram acentuada redução da germinação e no crescimento das plântulas.

Diante da escassez de estudos sobre as respostas do guandu sob condições simultâneas de estresse hídrico e toxicidade do alumínio, no presente trabalho verificaram-se os efeitos destas condições adversas na germinação de sementes e no estabelecimento de plântulas de guandu, cv. IAC Fava Larga e cv. IAPAR 43 Aratã.

MATERIAL E MÉTODOS

Em virtude do ciclo longo, que possibilita um maior acúmulo de fitomassa, a cv. IAC Fava Larga é utilizada como adubo verde e como planta forrageira (IAC, 1989). A cv. IAPAR 43 Aratã, por outro lado, foi selecionada para ciclo curto, de modo a permitir aos agricultores o aproveitamento de terras de baixa fertilidade para produção de grãos de alto valor nutritivo para alimentação animal (IAPAR, 1995).

Os experimentos foram realizados no laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV, UNESP, Jaboticabal, SP.

As sementes de guandu da cv. IAC Fava Larga e da cv. IAPAR 43 Aratã, foram tratadas com uma mistura proporcional de 1:1 dos fungicidas Benomyl e Tolyfluanid na dose de 1 g kg⁻¹ de sementes.

Para verificar a influência simultânea do estresse hídrico e da toxicidade provocada pelo alumínio (Al³⁺) foram utilizadas soluções de nistatina na concentração de 0,2%, com diferentes concentrações de polietilenoglicol (PEG 6000) e sulfato de alumínio (Al₂(SO₄)₃. 14 a 18 H₂O).

Para a avaliar a germinação, foram colocadas 50 sementes, de cada cultivar, em caixa de germinação do tipo gerbox, previamente esterilizada, revestida com uma folha de papel germibox umedecido com as soluções dos tratamentos estresse hídrico e alumínio: -0,6 MPa e 0,5 mmol dm⁻³ Al³⁺, -0,8 MPa e 0,5 mmol dm⁻³ Al³⁺, -1,0 MPa e 0,5 mmol dm⁻³ Al³⁺, -0,6 MPa e 5,0 mmol dm⁻³ Al³⁺, -0,8 MPa e 5,0 mmol dm⁻³ Al³⁺, -1,0 MPa e 5,0 mmol dm⁻³ Al³⁺, -0,6 MPa e 10,0 mmol dm⁻³ Al³⁺, -0,8 MPa e 10,0 mmol dm⁻³ Al³⁺, -1,0 MPa e 10,0 mmol dm⁻³ Al³⁺ e, além do tratamento controle, 0,0 mmol dm⁻³ Al³⁺ e 0,0 MPa. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 3 x 3 mais uma testemunha, com quatro repetições.

O experimento foi conduzido em germinador FANEN mod. 347 CDG na temperatura de 25°C ± 1°C. A contagem das sementes germinadas foi realizada a cada 24 horas, sendo consideradas germinadas as que apresentaram extensão radicular ≥ 2mm (DURAN & ESTRELLA TORTOSA, 1985). As soluções nas caixas gerbox foram renovadas a cada três dias para manter constantes os valores dos potenciais osmóticos e das concentrações de Al³⁺.

Após 10 dias, calculou-se a porcentagem de germinação de sementes seguindo-se a determinação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) para a cultura do guandu. O estabelecimento das plântulas também foi avaliado, sendo que para tanto foram separadas as partes vegetativas em raízes primárias e plúmulas. Este material colocado em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 80°C, para obtenção da massa seca. As pesagens foram realizadas em balança analítica, Denver Instrument Company AA-200, com precisão de 0,0001g.

A análise de variância foi efetuada pelo teste F,

utilizando-se a análise da regressão polinomial para o desdobramento das variáveis PEG e alumínio, de acordo com BANZATTO & KRONKA (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de variância e da regressão polinomial da germinação de sementes de guandu, cv. IAC Fava Larga e cv. IAPAR 43 Aratã. Observa-se que houve influência simultânea do estresse hídrico e do alumínio (QM= 221,25**). Assim, foi realizado o estudo do desdobramento dos níveis de potencial osmótico dentro de cada concentração de Al³⁺ e dos níveis do Al³⁺ dentro de cada concentração de PEG, e verificou-se que houve, efeito dos níveis de potencial osmótico para todas as concentrações de Al³⁺ e dos níveis de alumínio para todas as concentrações de PEG. Deste modo, a Figura 1 mostra que, a germinação da cultivar IAC Fava Larga foi reduzida proporcionalmente tanto ao decréscimo da água no substrato (Figura 1A), quanto ao aumento das concentrações de alumínio (Figura 1B). Salienta-se que este resultado era esperado, pois SANTOS & RODRIGUES (1998) verificaram um menor poder germinativo desta cultivar, mesmo sem qualquer restrição hídrica e toxicidade de alumínio quando comparada com a germinação de outras cultivares de guandu. Por outro lado, verifica-se também na Tabela 1 e Figura 1C que a cv. IAPAR 43 Aratã foi mais sensível ao estresse hídrico, pois a análise de variância revelou que não houve efeito significativo da influência simultânea de ambos estresses (QM= 112,96^{ns}; Tabela 1). Este resultado concorda com os encontrados por COSSOLINI (2000), pois, embora não tenha tido restrição hídrica no substrato, a cultivar IAPAR 43 Aratã apresentou maior número de sementes germinadas nas concentrações de 0,5 mmol dm⁻³ Al³⁺; 5,0 mmol dm⁻³ Al³⁺ e 10,0 mmol dm⁻³ Al³⁺ que a cv. IAC Fava Larga, 10 dias após a semeadura. Salienta-se que, as concentrações de alumínio utilizadas por COSSOLINI (2000) são similares as usadas no presente trabalho. De fato, KUHAD & SHEORAN (1987) observaram que, em quatro cultivares de guandu, testadas com os potenciais osmóticos de -0,2 e -0,4 MPa obtidos com polietilenoglicol (PEG 6000), houve redução acentuada na germinação das sementes. Em sementes de guandu cv. A115, submetidas aos potenciais osmóticos de -0,3 e -0,5 MPa, utilizando PEG 6000, NAYYAR & MALIK (1993) observaram diminuição significativa na germinação das sementes.

Os efeitos simultâneos do estresse hídrico e do alumínio no estabelecimento das plântulas de ambas cultivares estão apresentados nas Tabelas 2 e 3 e Figuras 2 e 3. Verifica-se, na Tabela 2 que para a massa seca, da raiz primária houve efeito simultâneo do estresse hídrico e do alumínio (interação PEG x Alumínio significativo), tanto para cv. IAC Fava Larga quanto para cv. IAPAR 43 Aratã. A Figura 2 apresenta os resultados do desdobramento em regressão polinomial dos efeitos da interação para massa seca da raiz primária nas duas cultivares. Verifica-se que a cv. IAC Fava Larga (Figura 2A; 2B) e a cv. IAPAR 43 Aratã (Figura 2C) mostrou acentuada redução do crescimento da raiz primária conforme a restrição hídrica e as concentrações de alumínio aumentaram.

Tabela 1. Análise de variância e da regressão polinomial da germinação das sementes de guandu cv. IAC Fava Larga sob efeito simultâneo do estresse hídrico e do alumínio.

CAUSA DA VARIAÇÃO	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS
		Germinação ¹ IAC Fava Larga
Testemunha vs Fatorial	1	252
PEG	2	1554
Alumínio	2	6
Interação PEG X alumínio	4	22
R. L. para PEG d. Al ³⁺ 0,5 mmol dm ⁻³	1	915
R. Q. para PEG d. Al ³⁺ 0,5 mmol dm ⁻³	1	54
R. L. para PEG d. Al ³⁺ 5,0 mmol dm ⁻³	1	962
R. Q. para PEG d. Al ³⁺ 5,0 mmol dm ⁻³	1	42
R. L. para PEG d. Al ³⁺ 10,0 mmol dm ⁻³	1	1212
R. Q. para PEG d. Al ³⁺ 10,0 mmol dm ⁻³	1	26
R. L. para Al ³⁺ d. PEG -0,6 MPa	1	0
R. Q. para Al ³⁺ d. PEG -0,6 MPa	1	18
R. L. para Al ³⁺ d. PEG -0,8 MPa	1	4
R. Q. para Al ³⁺ d. PEG -0,8 MPa	1	25
R. L. para Al ³⁺ d. PEG -1,0 MPa	1	18
R. Q. para Al ³⁺ d. PEG -1,0 MPa	1	34
Resíduo	30	3
		Germinação IAPAR 43 Aratã
Testemunha X Fatorial	1	862
PEG	2	1178
Alumínio	2	8
Interação PEG X alumínio	4	11
R. L. para PEG	1	2334
R. Q. para PEG	1	18
Resíduo	30	4

¹ Dados de germinação transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$.

ns.: não significativo (P > 0,05);

* : significativo (P < 0,05);

** : significativo (P < 0,01).

R.L.: regressão linear. R.Q.: regressão quadrática.

Os resultados da massa seca da plúmula, apresentados na Tabela 3, para as duas cultivares mostram que não houve influencia simultânea dos estresses. Assim, a Figura 3 evidencia apenas o comportamento quadrático decrescente do efeito do estresse hídrico no crescimento da plúmula (Figuras 3A; 3B), mostrando que a massa seca da parte aérea das cultivares de guandu, é mais sensível à restrição hídrica que ao alumínio. De fato, em quatro cultivares de guandu, testados com os potenciais osmóticos de -0,2 e -0,4 MPa

obtidos com polietilenoglicol (PEG 6000), KUHAD & SHEORAN (1987) observaram que os comprimentos de plúmula e de raiz primária diminuíram com o aumento dos níveis de estresse. Tratando-se de estresse hídrico, os resultados do presente trabalho corroboram com TAIZ e ZEIGER (2002) que afirmam que as sementes expostas às condições de estresse hídrico têm o seu metabolismo modificado, podendo retardar o processo germinativo e de estabelecimento da plântula ou até mesmo inibi-lo completamente.

Tabela 2. Análise de variância e da regressão polinomial da massa seca da raiz primária de guandu, cv. IAC Fava Larga e cv. IAPAR 43 Aratã, sob efeito simultâneo do estresse hídrico e do alumínio.

CAUSA DA VARIAÇÃO	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		Massa Seca Raiz Primária ¹ (mg/50 plântulas)	
		IAC Fava Larga	IAPAR 43 Aratã
Testemunha vs Fatorial	1	214211	239857,49**
PEG	2	172728	64274,88**
Alumínio	2	12229	3824,68**
Interação PEG X alumínio	4	8078	2268,66**
R. L. para PEG d. Al ³⁺ 0,5 mmol dm ⁻³	1	188737	60621,62**
R. Q. para PEG d. Al ³⁺ 0,5 mmol dm ⁻³	1	14231	6156,81**
R. L. para PEG d. Al ³⁺ 5,0 mmol dm ⁻³	1	118779	50149,45**
R. Q. para PEG d. Al ³⁺ 5,0 mmol dm ⁻³	1	13367	3365,40**
R. L. para PEG d. Al ³⁺ 10,0 mmol dm ⁻³	1	41963	16507,45**
R. Q. para PEG d. Al ³⁺ 10,0 mmol dm ⁻³	1	693	823,68*
R. L. para Al ³⁺ d. PEG -0,6 MPa	1	54115	14627,40**
R. Q. para Al ³⁺ d. PEG -0,6 MPa	1	824	1496,13**
R. L. para Al ³⁺ d. PEG -0,8 MPa	1	1272	333,06 ^{ns}
R. Q. para Al ³⁺ d. PEG -0,8 MPa	1	509	263,48 ^{ns}
R. L. para Al ³⁺ d. PEG -1,0 MPa	1	5	3,93 ^{ns}
R. Q. para Al ³⁺ d. PEG -1,0 MPa	1	46	0,00 ^{ns}
Resíduo	30	1094	117,36

¹ : Dados acrescidos da constante 1,00.

ns.: não significativo (P > 0,05);

* : significativo (P < 0,05);

** : significativo (P < 0,01).

R.L.: regressão linear. R.Q.: regressão quadrática.

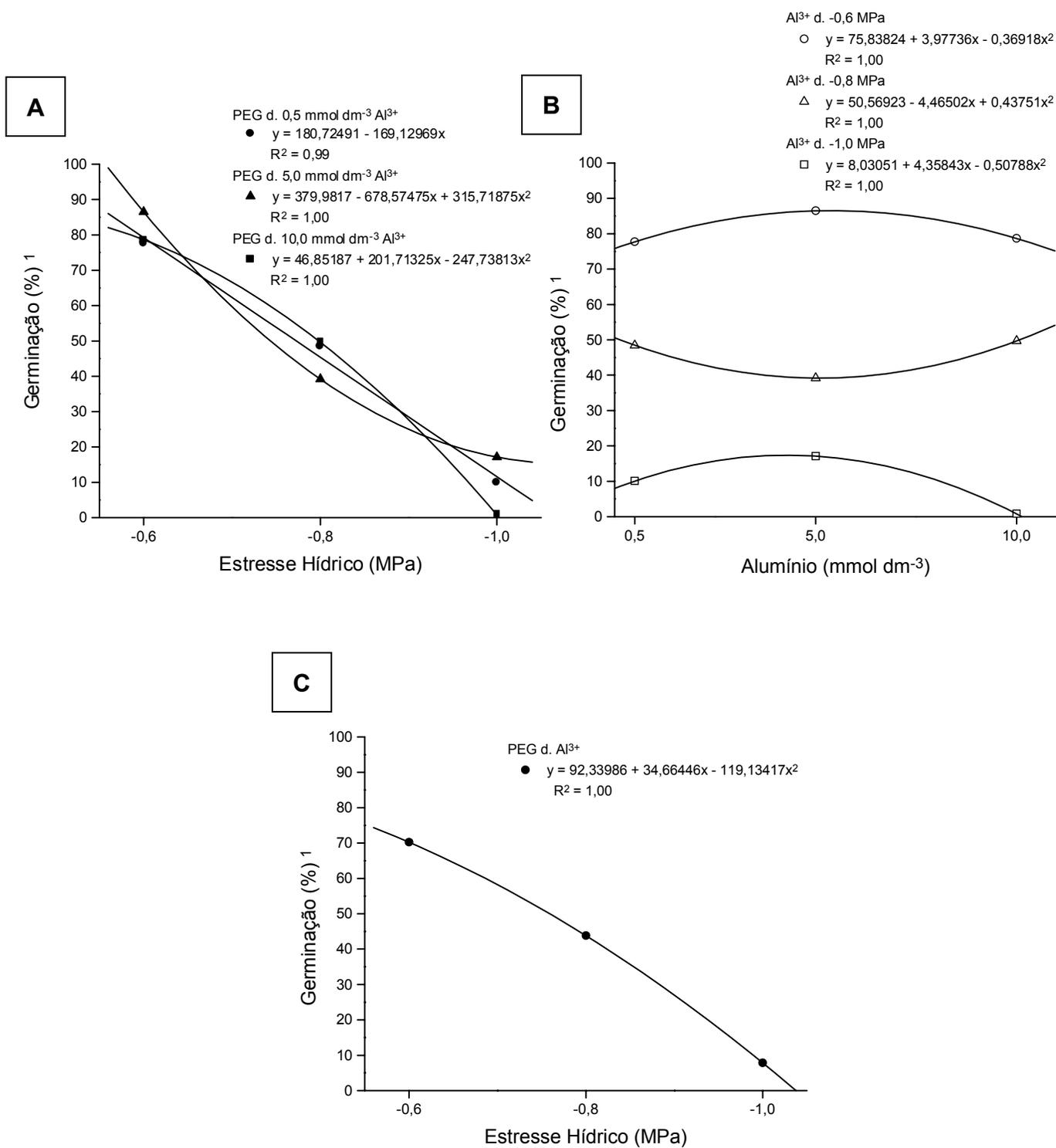


Figura 1. Germinação de sementes de guandú sob efeito simultâneo do estresse hídrico da toxicidade do alumínio. cv. IAC Fava Larga e estresse hídrico (A), cv. IAC Fava Larga e toxicidade do alumínio (B), cv. IAPAR 43 Aratã e estresse hídrico e da toxicidade do alumínio (C).

¹Dados de germinação transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$.

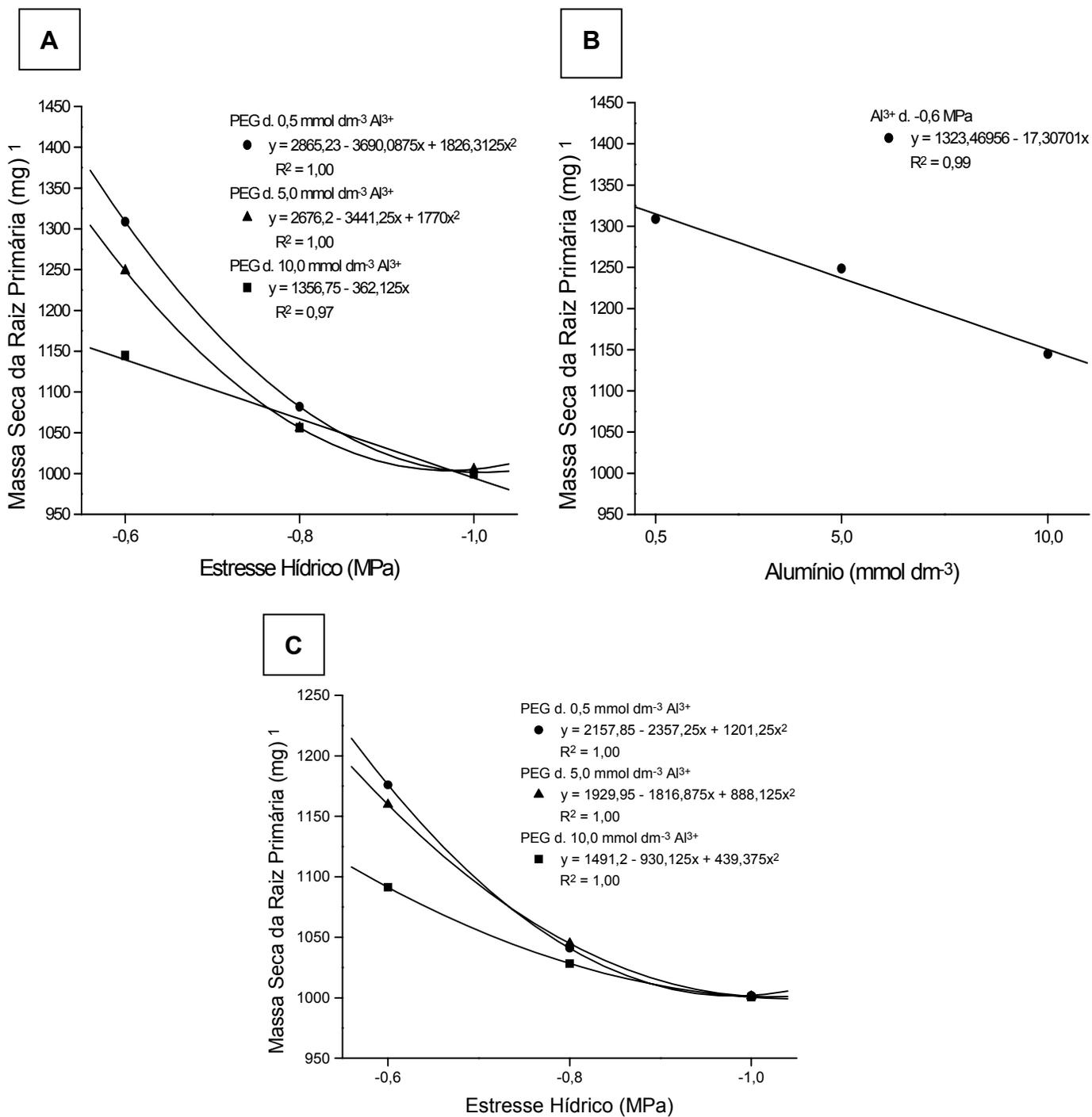


Figura 2. Massa seca da raiz primária das plântulas de guandu, cv. IAC Fava Larga (A e B) e cv. IAPAR 43 Aratã (C), sob efeito simultâneo do estresse hídrico e da toxicidade do alumínio. ¹ mg/50 plântulas.

Com relação ao alumínio, resultados encontrados por COSSOLINI (2000) comprovam que, o crescimento da cv. IAC Fava Larga, após 10 dias, foi acentuadamente influenciado pelas concentrações de 0,5 mmol dm⁻³ Al³⁺; 5,0 mmol dm⁻³ Al³⁺ e 10,0 mmol dm⁻³ Al³⁺, mesmo sem qualquer restrição hídrica no substrato.

De um modo geral, nas condições metodológicas adotadas no presente trabalho, pode-se considerar que cv. IAPAR 43 Aratã é provavelmente mais tolerante ao alumínio que a cv. IAC Fava Larga.

Tabela 3. Análise de variância e da regressão polinomial da massa seca da plúmula de guandu, cv. IAC Fava Larga e cv. IAPAR 43 Aratã, sob efeito simultâneo do estresse hídrico e do alumínio.

CAUSA DA VARIACÃO	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		Massa Seca da Plúmula ¹ (mg/50 plântulas)	
		IAC Fava Larga	IAPAR 43 Aratã
Testemunha vs Fatorial	1	207917	13953
PEG	2	27478	23
Alumínio	2	564	
Interação PEG X alumínio	4	564	
R. L. para PEG	1	41217	1194
R. Q. para PEG	1	13739	90
Resíduo	30	293	4

¹: Dados acrescidos da constante 1,00.

ns.: não significativo (P > 0,05);

* : significativo (P < 0,05); ** : significativo (P < 0,01).

R.L.: regressão linear. R.Q.: regressão quadrática.

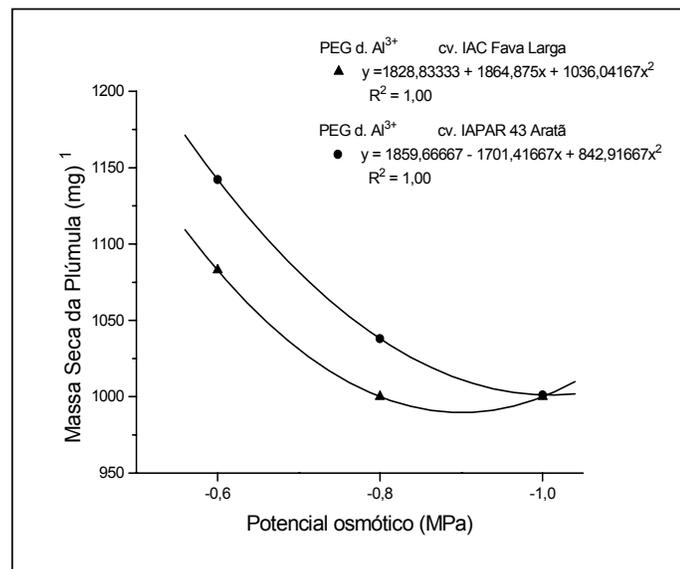


Figura 3. Massa seca da plúmula das plântulas de guandu, cv. IAC Fava Larga e cv. IAPAR 43 Aratã, sob efeito simultâneo do estresse hídrico e da toxicidade do alumínio.

¹ mg/50 plântulas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de estudo de Iniciação Científica (CNPq/PIBIC) concedida ao primeiro autor.

LITERATURA CITADA

ALVES, S.J.; MEDEIROS, G.B. Leguminosas em renovação de pastagens. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R. de A.; RODRIGUES, T.J.D. (Eds) SIMPÓSIO SOBRE

ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1997. p. 251-272.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N., 1995. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 247p.

BONATO, C.M.; CAMBRAIA, J.; SANT'ANNA, V.; VENEGAS, H.A., 2000. Efeito do alumínio sobre a absorção, a partição e a utilização de enxofre em sorgo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. 12: 17-24.

BRASIL., 1992. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Ministério da Agricultura SNAD-LANARY. 188p.

COSSOLINI, P.C. **Influência do alumínio na germinação e no crescimento de duas cultivares de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp., Fabaceae)**. 2000. 98 p. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

DURAN, J.M.; ESTRELLA TORTOSA, M., 1985. The effect of mechanical and chemical scarification on germination of charlock *Sinapsis arvensis* L. seed. **Seed Science & Technol.** 13 : 155-163.

IAC, Instituto Agronômico de Campinas., 1989. **Guandu IAC Fava Larga**. Campinas. não pag. Boletim Técnico.

IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná., 1995. **Guandu anão IAPAR 43 – Aratã**. Londrina. não pag. Boletim Técnico.

KOCHIAN, L.V., 1995. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology & Plant Molecular Biology**. 46 : 237-260.

KUHAD, M.S.; SHEORAN, I.S., 1987. Influence of simulated drought and salt stress at iso-osmotic levels on seedling growth of pigeonpea genotypes. **Internat. Pigeonpea Newsletters**. 6 : 48-50.

NARAYANAN, A.; SYAMALA, R., 1989. Response of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) genotypes to aluminium toxicity. **Indian Journal of Plant Physiology**. 32: 17-24.

NAYYAR, H; MALIK, C.P., 1993. Carbohydrate metabolism in germinating seeds of pigeonpea primed with water and 'Mixtalol' in relation to drought stress. **Indian Journal Agricultural Research**. 27 : 45-50.

NAYYAR, H; MALIK, C.P., 1993. Carbohydrate metabolism in germinating seeds of pigeonpea primed with water and 'Mixtalol' in relation to drought stress. **Indian Journal Agricultural Research**. 27: 45-50.

PEREZ, S.C.J. de A., 1995. Crescimento e resistência à seca da algarobeira (*Prosopis juliflora* Sw. D.C.) cultivada em solo de cerrado, com ou sem adubo orgânico. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 30 : 595-604.

SANDERSON, M.A.; STAIR, D.W.; HUSSEY, M.A., 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. **Advances in Agronomy**. 59 : 172-208.

SANTOS, D.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; 1998. Avaliação do desempenho germinativo e crescimento inicial de plântulas do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Revista Ecosistema**. 23 : 54-56.

TAIZ, L.; ZEIGER, E., 2002. **Plant Physiology**. Redwood City, Sinauer Associates, Inc. Publishers, 690p.

THIND, S.K.; MALIK, C.P., 1994. Seed germination, seedling growth and yield of pigeonpea under osmotic stress following presowing seed soaking in triadimefon. **Res. Bull. Punjab Univ. Sci.** 44: 1-4, p. 173-177.

VIEIRA, R.F.; SALGADO, L.T., 1992. A cultura do guandu. **Informe Agropecuário**. 16 : 52-60, 1992.