

Metodologia para determinação do estresse hídrico em feijão guandu em solos com diferente textura no Semiárido cearense

Fernando Lisboa Guedes¹
Francisco Augusto Machado da Ponte Filho²
Luana Brena dos Santos Gama³
Henrique Antunes de Souza⁴
Roberto Cláudio Franco Fernandes Pompeu⁵

Foto: Augusto Machado



Introdução

O guandu (*Cajanus cajan*) é considerado como uma cultura tolerante à seca com uma grande variabilidade em relação ao ciclo fenológico. Em geral, quatro grupos de ciclo fenológico são reconhecidos no guandu: superprecoce (90 dias-120 dias), precoce (120 dias-150 dias), normal (150 dias-200 dias) e tardio (200 dias-300 dias). Como resultado dessa variabilidade, a cultura é amplamente adaptada a uma variedade de ambientes e sistemas de cultivo (CHOUDHARY, 2011). A variabilidade existente em relação ao ciclo fenológico (tardio, normal, superprecoce e precoce) e a combinação do genótipo com a duração do provável período de disponibilidade de água do solo na região de cultivo é a primeira estratégia utilizada contra o estresse hídrico (SERRAJ et al., 2003).

Diversos trabalhos relacionados a verificar os mecanismos fisiológicos e agrônômicos do feijão quando em condições de déficit hídrico foram publicados desde a década de 1980. Entre eles se destacam os resultados pioneiros encontrado por Lopez et al. (1988), que verificaram uma baixa perda de água e de troca de CO₂ fotossintético no guandu em resposta ao estresse hídrico. Onim (1983) e Likoswe e Lawn (2008) verificaram que os genótipos tolerantes ao estresse hídrico investem tanto no crescimento rápido quanto no acúmulo de matéria seca total das raízes.

Kuhad et al. (1989) encontraram correlação significativa entre as cultivares de crescimento indeterminado e de tamanho de sementes pequenas com maior retenção de água nas folhas sob déficit hídrico. Flower e Ludlow (1987) e Subbarao et al. (2000), também verificaram que o

¹Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE.

²Zootecnista, mestrando em Zootecnia, bolsista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE.

³Acadêmica de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, bolsista da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina/PI.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE.

ajuste osmótico das folhas é uma das principais estratégias fisiológicas da planta do guandu para ser tolerante ao estresse hídrico. Jaleel et al. (2008) identificaram que o ajuste osmótico está altamente correlacionado com o aumento da prolina e α -glutamil quinase, além das enzimas antioxidantes, incluindo superóxido dismutase e peroxidase que protege o guandu da destruição das reações oxidativas.

Em resumo, os parâmetros fisiológicos, como a tolerância à desidratação, teor relativo de água e ajuste osmótico parece ser importante para combater a condição de déficit hídrico em guandu. Caracteres agrônômicos como maior teor de matéria seca total, tamanho de raiz, maior porcentagem de vagem por planta, maior número de sementes por vagem e maior produção de sementes por planta sob a condição de déficit hídrico, são recomendados para seleção em programa de melhoramento para tolerância à seca em guandu. No entanto, evidências conclusivas de que esses parâmetros também conferem vantagens reprodutivas aos genótipos sobreviventes e metodologias padronizadas para seleção ao estresse hídrico são escassas.

Dessa forma, para as condições de semiárido brasileiro, os programas de melhoramento do guandu, cujo um dos objetivos é selecionar genótipos tolerantes a seca, torna-se necessário como primeiro passo, definir qual metodologia de estresse hídrico utilizar para seleção dos materiais. Como a deficiência hídrica, está diretamente ligada à evapotranspiração da cultura, Doorenbos e Kassam (1994), com base nessa relação, elaboraram um fator de resposta da cultura ao estresse hídrico (Ky), pelo qual se pode determinar em que fase fenológica a planta é mais sensível. Esse fator decorre da redução na produtividade relativa, de acordo com a diminuição da evapotranspiração da cultura, causada pelo déficit hídrico. Como o fator de resposta da cultura ao estresse hídrico

está diretamente ligado a evapotranspiração, torna-se importante verificar as diferenças existente em solos com diferentes texturas. Dessa forma, determinou-se o nível de sensibilidade ao estresse hídrico do guandu (*Cajanus cajan*) cv. BRS Mandarin em diferentes tipos de lâmina de irrigação cultivada em solo com diferentes texturas, em condições de temperatura e evapotranspiração de região semiárida.

Materiais

- Bancada de alumínio
- Balança de precisão (0,000 g)
- Bequer com volume de 100 mL
- Casa de vegetação climatizada
- Calculadora científica
- Cultivar de guandu BRS Mandarin
- Etiquetas de identificação
- Estufa com ventilação forçada a 60 °C
- Saco de papel kraft 5 kg
- Solo arenoso
- Solo argiloso
- Tanque classe A
- Tesoura de poda
- Vasos de 10 dm³

Etapas

Coleta e caracterização dos solos

Foram coletados dois tipos de solos com textura diferente, os quais foram caracterizados para textura e fertilidade, conforme apresentado na Tabela 1. O solo arenoso apresentou 95% de areia, além de baixa quantidade de matéria orgânica (MO). O solo argiloso apresentou 30% de argila mais silte e quatro vezes mais matéria orgânica do que o arenoso.

Tabela 1. Características físico-químicas do solo utilizado no experimento.

Solos	pH	MO	P	Ca	Mg	Al	V	Areia	Silte	Argila
	H ₂ O	g dm ⁻³	mehlich mg dm ⁻³	----- cmok dm ⁻³ -----	----- cmok dm ⁻³ -----	----- cmok dm ⁻³ -----	%	----- g/kg -----	----- g/kg -----	----- g/kg -----
Arenoso	7,6	5,0	42	2,2	0,7	0	79	950,0	2,0	48,0
Argiloso	7,4	23,0	59	4,1	1,6	0	86	690,0	143,0	167,0

Plantio e estabelecimento do ensaio

Do plantio até o início do ensaio, a irrigação foi realizada diária e uniformemente em casa de vegetação climatizada, localizada em Sobral-CE, a 3°41'S de latitude, 40°20'W de longitude e altitude de 80 m, para estabelecimento das plantas (Figura 1).

Foto: Augusto Machado



Figura 1. Estabelecimento do ensaio em casa de vegetação climatizada.

Após 30 dias do plantio, os vasos foram levados para parte externa da casa de vegetação, em local com clima tipo BSh, semiárido quente segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 27,4 °C, com variação máxima 38,4 °C e mínima 19,8 °C e evapotranspiração média diária de 11,5 mm e acumulada de 815 mm nos 70 dias de experimento. Não ocorreu precipitação pluviométrica durante o experimento. Iniciou-se as aplicações de lâminas de irrigação de forma manual com base na evaporação diária obtida do tanque classe "A" em ambiente aberto (Figura 2). Dessa forma, utilizaram-se quatro lâminas de irrigação (L1 – 125%, L2 – 100%, L3 – 75%, L4 – 50%) da água evapotranspirada – ETc, diariamente.

Foto: Augusto Machado



Figura 2. Disposição do ensaio de estresse hídrico do Guandu, em solo arenoso (esquerda) e argiloso (direita).

1) Delineamento e coleta de dados

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x2), quatro lâminas de irrigação em dois solos de textura diferente, com quatro repetições e um vaso por parcela contendo duas plantas. Após 70 dias de ensaio, no estágio fenológico vegetativo, foram mensuradas as variáveis massa fresca da parte aérea e posteriormente secada em estufa a 60 °C para estimativa de massa seca (g por vaso).

2) Determinação da sensibilidade do guandu ao estresse hídrico

Para a determinação do K_y , a ET_c obtida no balanço hídrico foi considerada como evapotranspiração real da cultura (ET_r). Assim, a partir dos dados de produção de massa seca da parte aérea e dos cálculos de ET_r e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m), foi possível determinar a sensibilidade da cultura do guandu, submetida a diferentes lâminas de irrigação, pelo fator K_y , a partir da equação elaborada por Doorenbos e Kassam (1994):

$$K_y = (1 - Y_a/Y_m)/(1 - ET_a/ET_m)$$

Onde:

K_y = fator de resposta produtiva ao déficit hídrico;

Y_a = produtividade real da cultura em kg/ha;

Y_m = produtividade máxima da cultura em kg/ha;

ET_a = evapotranspiração real da cultura em mm;

ET_m = evapotranspiração máxima da cultura em mm.

3) Produtividade do guandu sob estresse hídrico em solos argiloso e arenoso

De posse dos dados de massa seca, procedeu-se ao teste F e quando significativo, utilizou-se análise de regressão para lâminas. Houve comportamento diferente em relação ao teor de matéria seca do guandu nos diferentes solos avaliados. O solo de textura argilosa apresentou melhor desempenho em relação ao solo de textura arenosa (Figura 3), apesar de que em ambas situações, o crescimento da parte aérea foi afetado negativamente pelo estresse hídrico. Dessa forma, nos dois tipos de solos, obtiveram-se respostas diferentes em relação à produção de matéria seca nas diferentes lâminas de água aplicadas, sendo que o guandu

foi mais responsivo em solo com textura argilosa, que apresentou melhor fertilidade em relação a quantidade de fósforo e matéria orgânica.

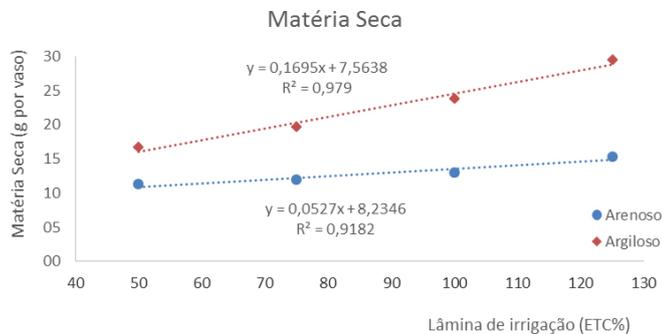


Figura 3. Matéria seca do guandu em função das lâminas de água com os dois tipos de textura do solo.

Em solo arenoso, a produtividade máxima de matéria seca (Y_m) foi de 2029,177 kg/ha referente ao tratamento que recebeu a reposição de lâmina de irrigação de 125% da ET_c , sendo 26% mais produtivo do que o tratamento que recebeu a reposição com menor lâmina de irrigação (Tabela 2). Já para solo argiloso, a produtividade máxima de matéria seca (Y_m) foi de 3907,493 kg/ha, para mesma lâmina de irrigação, sendo 43% mais produtivo do que o tratamento que recebeu a reposição com menor lâmina de irrigação.

Para verificar como os dois tipos de solos se comportam em relação à retenção de água, foi realizada a medição da umidade gravimétrica do solo nas diferentes lâminas de irrigação a cada 15 dias (Figura 4). Em todas as lâminas de irrigação, tanto o solo argiloso quanto arenoso, seguiram uma mesma tendência de comportamento para umidade gravimétrica, exceto para o tratamento com solo arenoso e lâmina de irrigação de 125% da ET_c . Ou seja, os dois tipos de solos apresentaram condições de umidade.

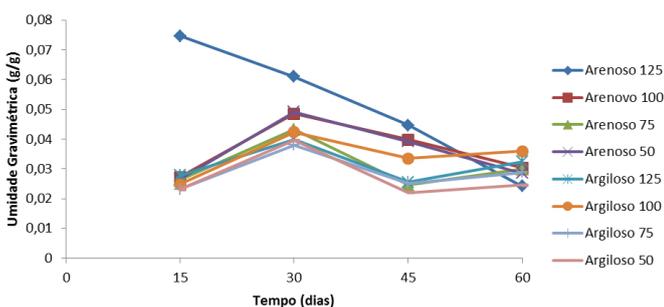


Figura 4. Umidade gravimétrica dos solos nas diferentes lâminas de irrigação durante o período do experimento.

4) Comportamento do guandu quanto à sensibilidade ao estresse hídrico em solos argiloso e arenoso

Segundo Doorenbos e Kassam (1994), os coeficientes de sensibilidade (K_y) podem apresentar as seguintes faixas de interpretação: baixa sensibilidade ($K_y < 0,85$); de baixa/média sensibilidade ($0,85 < K_y < 1,00$); de média/alta sensibilidade ($1,00 < K_y < 1,15$) e de alta sensibilidade ($K_y > 1,15$). Dessa forma, as estimativas do coeficiente de estresse hídrico (K_y) do guandu foram maiores no solo argiloso do que no arenoso (Tabela 2).

Para o solo arenoso, o guandu se comportou com baixa sensibilidade ao estresse hídrico em todas as lâminas de irrigação ($K_y < 0,85$) (Tabela 2). Para o solo argiloso, o guandu se comportou com baixa sensibilidade ao estresse hídrico até a lâmina de irrigação de 75% da ET_c , apresentando média/alta sensibilidade ao déficit hídrico quando a lâmina de irrigação foi de 50% da ET_c , ou seja, apresentou redução na produtividade de matéria seca diretamente proporcional à redução do uso da água (Tabela 1). Esses fatos são confirmados pelo índice de eficiência do uso da água, no qual se observou que no solo arenoso, o guandu apresentou 42% de eficiência do uso da água contra 29% do solo argiloso quando se compara as três lâminas de irrigação dentro de cada tipo de textura de solo.

O guandu classifica-se entre baixa a média sensibilidade ao estresse hídrico em solos arenosos e argilosos, respectivamente. O desempenho produtivo do guandu é superior em solo argiloso. Contudo, essa cultura apresenta menor sensibilidade ao déficit hídrico em solo arenoso.

Isso pode estar relacionado à capacidade de a planta se adaptar a oscilações hídricas, de modo a ajustar os processos metabólicos, de tal forma que, a partir de determinado status hídrico do solo, a resposta produtiva não seja afetada (LARCHER, 2000). Esses resultados corroboram com as pesquisas de tolerância ao estresse hídrico em guandu (KUMAR et al., 2011; MONTEIRO et al., 2014).

Tabela 2. Valores de irrigação totais (L/vaso), produtividade de matéria seca (g/vaso), eficiência no uso da água (g/L/vaso) e coeficiente de sensibilidade (K_y), do guandu (*Cajanus cajan*) cv. BRS Mandarin, em solos argiloso e arenoso.

Solos	Irrigação Total L/vaso	MS g/vaso		EUA g/L/vaso		K_y	
		Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso
100%	52.97	23.738	12.913	0.448	0.244	0.243	0.195
75%	39.72	19.663	11.938	0.495	0.301	0.554	0.366
50%	26.48	16.700	11.233	0.631	0.424	1.083	0.664

5) Perspectiva de uso da metodologia em programas de melhoramento do guandu em região semiárida

De forma geral, o guandu apresentou boa tolerância ao estresse hídrico, com comportamento distinto em solos com diferentes texturas. O melhor desempenho produtivo de matéria seca foi solos argilosos, o que permite à utilização dessa cultura em região semiárida. Para avaliação e seleção de genótipos ao estresse hídrico, pode-se aplicar lâminas de irrigação de reposição até 50% da evapotranspiração, uma vez que a espécie apresenta baixa sensibilidade ao estresse hídrico, além de apresentar responsividade produtiva quando irrigado com lâminas de reposição de 100% a 125% da evapotranspiração. Esse fato facilitará definir um número mínimo de lâminas para execução de ensaios de seleção com grande número de genótipos de guandu, sendo possível utilizar apenas duas lâminas de irrigação contrastantes.

Agradecimentos

À Funcap pela bolsa de estudos e Embrapa pelo financiamento da pesquisa.

Referências

CHOUDHARY A. K. Effects of pollination control in pigeonpea and their implication. **Journal of Food Legumes**, Kanpur, v. 24, n. 1, p. 50-53, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

FLOWER, D. J.; LUDLOW, M. M. Variation among accessions of pigeonpea (*Cajanus cajan*) in osmotic adjustment and dehydration tolerance of leaves. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 17, n. 3/4 p. 229-243, Dec. 1987.

JALEEL, C. A.; AZOOZ, M. M.; MANIVANNAN, P.; PENNEERSELVAM, R. Involvement of Paclabutrastazol and ABA on drought induced osmoregulation in *Cajanus cajan*. **American-Eurasian journal of Botany**, Dubai, v. 1, n. 2, p. 46-52, 2008.

KUHAD, M. S.; NANDWAL, A. S.; KUNDU, B. S. Physiological responses of pigeonpea (*Cajanus cajan*) genotypes to water stress. **Indian Journal Plant Physiology**, New Delhi, v. 32, n. 3, p. 212-216, Sept. 1989.

KUMAR, R. R.; KARJOL, K.; NAIK, G. R. Variation of sensitivity to drought stress in pigeon pea (*Cajanus cajan* [L.] Millsp) cultivars during seed germination and early seedling growth. **World Journal of Science and Technology**, New York, v. 1, n. 2, p. 11-18, 2011.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.

LIKOSWE, A. A.; LAWN, R. J. Response to terminal water deficit stress of cowpea, pigeonpea, and soybean in pure stand and in competition. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 59, n. 1, p. 27-37, 2008.

LOPEZ, F. B.; SETTER, T. L.; McDAVID, C. R. Stomatal conductance and photosynthesis and water vapor exchange of pigeon pea leaves in response to water deficit and recovery. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 1, p. 141-145, Jan./Feb. 1988.

MONTEIRO, J. G.; CRUZ, F. J. R.; NARDIN, M. B.; SANTOS, D. M. M. dos. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 1, p. 18-25, jan. 2014. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101700/1/Crescimento-e-conteudo-de-prolina.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.

ONIM, J. F. M. Association between grain yield and drought resistance in pigeonpea in marginal rainfall areas of Kenya. In: HOLMES, J. C.; TAHIR, W. M. (Ed.). **More food from better technology**. Nairobi: Nairobi University, 1983. p. 864-872.

SERRAJ, R.; BIDINGER, F. R.; CHAUHAN, Y. S.; SEETHARAMA, N.; NIGAM, S. N.; SAXENA, N. P. Management of drought in ICRISAT cereal and legume mandate crops. In: KIJNE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Ed.). **Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement**. London: CAB International: International Water Management Institute, 2003. p. 127-144.

SUBBARAO, G. V.; CHAUHAN, Y. S.; JOHANSEN, C. Patterns of osmotic adjustment in pigeonpea – its importance as a mechanism of drought resistance. **European Journal of Agronomy**, Montrouge, v. 12, n. 3/4, p. 239-249, June, 2000.

Comunicado
Técnico, 164

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Caprinos e Ovinos

Endereço: Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/
Groaíras, Km 4. Caixa Postal 71. CEP 62010-970.
Sobral - CE.

Fone: (88) 3112-7400

Fax: (88) 3112-7455

SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

On-line (2017)

CGPE 14299



Comitê de
Publicações

Presidente: Vinícius Pereira Guimarães

Secretário-Executivo: Alexandre César Silva Marinho

Membros: Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Carlos José Mendes Vasconcelos, Maira Vergne Dias, Manoel Everardo Pereira Mendes, Tânia Maria Chaves Campelo, Viviane de Souza.

Expediente

Supervisão editorial: Alexandre César Silva Marinho

Revisão de texto: Carlos José Mendes Vasconcelos

Normalização: Tânia Maria Chaves Campelo

Editoração eletrônica: Maira Vergne Dias

Patrocínio:

