

NASCIMENTO, J.T.; PEDROSA, M.B.; TAVARES SOBRINHO, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.2, p.174-177, abril-junho 2004.

Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes

João Tavares Nascimento^{1,2}; Murilo Barros Pedrosa²; José Tavares Sobrinho²

¹Escola Agrotécnica Federal de Castanhal, Alameda Pe. Rolim, 124, 68743-580 Castanhal-PA; E-mail: jnascimenton@bol.com.br;

²UFPB-CCA, C. Postal 02, 58397-000 Areia-PB

RESUMO

Estudou-se o efeito da variação de níveis de água disponível no solo, sobre o crescimento e produção de vagens e grãos verdes de feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], cv. IPA 206. A produção de vagens e de grãos verdes desta espécie é uma excelente alternativa de comercialização para os agricultores do Nordeste do Brasil, visto que o seu consumo é bastante significativo na região. Instalou-se o experimento em vasos de 13 kg, em casa de vegetação na UFPB em Areia (PB), de agosto a dezembro de 2000. O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso com 4 tratamentos correspondentes aos níveis de água disponível do solo (40; 60; 80 e 100%), logo após as irrigações, com 6 repetições. Os resultados observados mostraram que o nível crescente de déficit hídrico afetou drasticamente o desempenho desta cultivar em estudo em comparação à testemunha. As maiores reduções estimadas foram constatadas no comprimento da haste principal, 26 e 48%, no número de folha por planta, 23 e 35%, no número de vagens por planta, 32 e 49%, e na massa de vagens por planta, 23 e 30%, respectivamente para os níveis de 60 e 40% de água disponível do solo. Nas condições do experimento a cultivar de feijão caupi IPA 206 não tolera déficit hídrico acentuado.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, déficit hídrico, feijão macassar, rendimento de grãos verdes.

ABSTRACT

Effect of different levels of available water in the soil on the growth and production of cowpea bean pods and green grains

The effect of different levels of available water in the soil was evaluated on the growth and production of green pod and green beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) of cowpea, cv. IPA 206. Both forms of commercialization are excellent alternatives for farmers from the Northeast of Brazil. Plants were cultivated in 13 kg soil pots under green house conditions in Areia, Paraíba State, from August to December/2000. The experimental design was a randomized complete block design with six replications and four treatments corresponding to 40; 60; 80 and 100% of available water in the soil, just after irrigations. The production was significantly affected by the deficit of water. Great reduction was observed in the length of the main stem (26 and 48%), in the number of leaves per plant (23 and 35%), in the number of pods per plant (32 and 49%) and in the mass of pods per plant (23 and 30%), respectively, for the levels of 60 and 40% of available water in the soil. The production of green pod and green beans of cowpea cv. IPA 206 is greatly affected by deficit of water of 40 and 60%.

Keywords: *Vigna unguiculata*, deficit of water, macassar bean pod, green grains.

(Recebido para publicação em 15 de maio de 2003 e aceito em 4 de fevereiro de 2004)

O feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], também conhecido como feijão macassar, representa fundamental importância social e econômica para o Nordeste do Brasil, constituindo-se como uma das principais fontes proteicas na alimentação da população rural (Embrapa, 1982). O consumo na forma de grãos secos, vagens ou grãos verdes como hortaliça, com 60 a 70% de umidade (Oliveira *et al.*, 2001), tem aumentado nos últimos anos, tornando-se em excelente alternativa de comercialização para os agricultores.

No Estado da Paraíba é cultivado em quase todas as micro-regiões, onde detém 75% das áreas destinadas ao cultivo de feijão comum (IBGE, 1996). Nessas áreas, o cultivo de feijão caupi é realizado predominantemente sob o regime de

sequeiro, onde a irregularidade de chuvas e altas temperaturas têm contribuído consideravelmente para o déficit hídrico e conseqüente redução da sua produtividade. Embora o feijão caupi seja considerado espécie adaptada à seca, sua capacidade de adaptação varia dentro da espécie (Turk e Hall, 1980; Ziska e Hall, 1982; Summerfield *et al.*, 1985). Portanto, para o manejo adequado desta cultura, visando produtividade, é importante conhecer a capacidade de resposta aos níveis de déficit hídrico, bem como a relação entre consumo de água e produtividade. Com base nesse conhecimento, o agricultor pode selecionar cultivares apropriadas à situação. Costa *et al.* (1997) ressaltam a necessidade de avaliar o comportamento de cultivares desenvolvidas para sequeiro, para evitar perdas da produtividade.

Estudando os caracteres de adaptabilidade e estabilidade de vários genótipos de feijão caupi na região Semi-árida do Nordeste brasileiro, Santos *et al.* (2000) relataram que houve forte interação genótipo x ambiente, indicando desempenho distinto quando cultivados em diferentes situações de manejo e época do ano. Estes autores indicaram ainda, a possibilidade de explorar satisfatoriamente a interação genótipo x ambiente, com vista a recomendar-se genótipos com ampla ou específica adaptação, tanto para áreas de sequeiro, como para áreas irrigadas.

Leite *et al.* (1999) acrescentam a importância do conhecimento do crescimento da cultura em função da água disponível no solo, instrumento fundamental para explicar perdas de produ-

ção em condições de déficit hídrico. A baixa produtividade desta cultura no estado da Paraíba, atribuída em parte à sua adaptação ecológica, mostra a necessidade do conhecimento do aproveitamento hídrico das cultivares usadas na região, visando melhor aproveitamento da água disponível no solo em combinação com a distribuição de chuvas.

A cultivar IPA 206 vem sendo cultivada e recomendada para o uso há dez anos na região; Entretanto, ainda são incipientes os resultados de pesquisa sobre sua adaptação na microrregião do Brejo Paraibano. Santos *et al.* (2000), estudando o comportamento produtivo desta cultivar em regime irrigado e de sequeiro, relataram alteração no seu comportamento quando da variação de água disponível no solo, com boa produtividade sob irrigação e, em regime de sequeiro, sua produção variou em função das oscilações pluviométricas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das variações de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes, var. IPA 206, a fim de se estabelecer o nível crítico de deficiência hídrica para esta cultivar no município de Areia (PB).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação da UFPA em Areia, de agosto a dezembro de 2000, utilizando a cultivar de feijão caupi IPA 206.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos correspondentes aos níveis de água disponível (AD) de 40; 60; 80 e 100%, mantido após as irrigações do solo, equivalendo aos níveis de umidade de 20; 30; 40 e 50 g kg⁻¹, respectivamente, com 6 repetições, totalizando 24 parcelas.

O ensaio foi realizado em vasos plásticos de 13 kg de capacidade, em solo classificado como Neossolo Regolítico psamítico típico, de textura franco-arenosa, coletado na camada de 0-20 cm, no qual se realizaram as análises físico-hídrica e química em laboratório, com os resultados: areia grossa= 648 g kg⁻¹; areia fina= 175 g kg⁻¹; silte= 118 g kg⁻¹;

argila= 59 g kg⁻¹; capacidade de campo para o potencial matricial de -0,01 MPa (Cc)= 89,1 g kg⁻¹; ponto de murcha permanente para o potencial de -0,1 (PMP)= 39,1 g kg⁻¹; água total disponível (AD)= 50,0 g kg⁻¹; pH, 6,9; P, 133 mg dm⁻³; K⁺, 110 mg dm⁻³; Na⁺, 0,21 cmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺, 0,58 cmol_c dm⁻³; Ca⁺⁺+Mg⁺⁺, 5,10 cmol_c dm⁻³.

A adubação mineral recomendada para a cultura do feijão caupi em função da análise química do solo foi de 30 kg de N/ha, 60 kg de P₂O₅/ha e 60 kg de K₂O/ha, usando o sulfato de amônio (1 g/vaso), superfosfato simples (2 g/vaso) e o cloreto de potássio (0,65 g/vaso), como fontes de N, P e K, respectivamente. O sulfato de amônio foi aplicado em duas vezes, sendo a metade aos 20 dias da emergência, e a outra, aos 40 dias. O total de superfosfato simples e o do cloreto de potássio foram aplicados no plantio. A semeadura foi realizada nos vasos com a distribuição de 4 sementes e aos 7 dias da emergência, realizou-se o desbaste, deixando a planta mais vigorosa.

Durante 15 dias após a emergência (DAE), a umidade do solo foi mantida no nível de 100% da água disponível (AD). A partir deste período, as irrigações foram feitas considerando os níveis de 40; 60; 80 e 100% AD, durante a fase vegetativa à colheita final. O controle da irrigação determinado pelos tratamentos, foi feito diariamente através do método de pesagem e a quantidade de água consumida foi repostada de modo a manter cada tratamento com o nível de água do solo previamente estabelecido, realizado sempre no intervalo das 7;00 às 8;00 h.

Os componentes de produção avaliados foram: número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), massa de grãos por planta (MGP), massa de vagens por planta (MVP) e comprimento médio de vagens por planta (CMV). Para a análise de crescimento, foram avaliados os componentes: comprimento da haste principal (CHP) e o número de folhas por planta (NFP).

A avaliação dos componentes de produção foi realizada no momento da colheita das vagens, quando estas atingiam a fase de maturação não comple-

ta, ou seja, no estágio de vagens ou grãos verdes na faixa de 60 a 70% de umidade (Oliveira *et al.* 2001). Para a avaliação de crescimento, as mensurações foram obtidas do 22° ao 43° DAE, em intervalos de 7 dias, compreendendo parte da fase vegetativa e início da reprodutiva. Os dados utilizados para análise de variância do comprimento da haste principal (CHP) e do número de folhas por planta (NFP) foram os obtidos na última avaliação, aos 43 DAE.

Os dados obtidos foram submetidos à análise variância e de regressão para explicar o comportamento dos componentes estudados em função dos tratamentos aplicados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas (P<0,01) entre os tratamentos (níveis de água disponível no solo) para todos os componentes avaliados, indicando que os níveis de deficiência hídrica aplicados no solo, influenciaram significativamente o desempenho do crescimento de plantas e de produção de feijão caupi, cv. IPA 206.

Na Figura 1 (a) e (b) está representada a variação da evolução do CHP e do NFP, respectivamente, sob os níveis de 40; 60; 80 e 100% AD, mensurado no período do 22° ao 43° DAE, correspondente à fase vegetativa e início da reprodutiva. Para estas variáveis (CHP e NFP), observou-se comportamento semelhante entre tratamentos até aos 29 DAE, quando então, a partir deste período se iniciou a diferenciação entre eles, acentuando-se com a aproximação da fase reprodutiva aos 43 DAE. Analisando os comportamentos através dos dados, verificaram-se efeitos extremamente negativos, sendo crítico para os níveis de 60 e 40% AD, ocorridos a partir da pré-floração. Com isto, evidencia-se claramente que a exigência por esta cultura em água aumenta com a proximidade da fase reprodutiva, denotando-se que esta cultivar em estudo é mais tolerante ao déficit hídrico na fase vegetativa. Estes resultados são concordantes com os de Leite *et al.* (1999), quando relataram que os efeitos de déficits hídricos ocorridos na fase vegetativa do caupi provocaram meno-

res reduções nos componentes de crescimento, porém, na fase reprodutiva, ou seja, na pré-floração e no enchimento de grãos, seus efeitos foram mais acentuados.

Os dados dessas variáveis (CHP e NFP) obtidos aos 43 DAE foram submetidos à análise de regressão, a qual constatou efeito quadrático para o CHP ($Y = 11,549 + 2,1729x - 0,0086x^2$; $R^2 = 0,99^{**}$) e linear para o NFP ($Y = 3,8334 + 0,0542x$; $R^2 = 0,99^{**}$). Pelos resultados estimados pelas equações, observaram-se reduções de aproximadamente 10; 26 e 48% e 11; 23 e 35%, para o CHP e NFP, respectivamente, para os níveis de 80; 60 e 40% AD, quando comparados à testemunha. Portanto, dos resultados entre variáveis, verificou-se valores aproximados e crescentes com os níveis de déficit hídrico nas faixas de 80 e 60% AD, sendo que no nível de 40%, o efeito redutivo foi em maior magnitude e mais acentuado para o CHP.

Resende *et al.* (1981) relataram que plantas submetidas a tensões hídricas reduzem a turgescência e, conseqüentemente, a expansão celular, o que promove redução no alongamento do caule e da folha. Para Babalola (1980), a translocação de fotoassimilados para as raízes é comprometida em condições de déficit hídrico, afetando diretamente o crescimento das plantas. Já, para Leite *et al.* (1999), considerando que as folhas são os centros de produção da fotossíntese e que o resto da planta depende da exportação de material assimilado da folha para outros órgãos da planta de feijão caupi, o estresse hídrico nesta cultura, compromete tal exportação, contribuindo para os decréscimos de seu crescimento e produção. Resultados semelhantes foram relatados por TurK e Hall (1980) e Hiler *et al.* (1972), quando plantas de feijão caupi submetidas à deficiência hídrica apresentaram baixa transpiração, refletindo na redução de altura de plantas. Távora e Melo (1991), estudando o amendoim submetido a ciclos de deficiência hídrica, constataram também reduções significativas do número de folhas por planta. Ainda, Larcher (1986) afirma que, pela deficiência de água, ocorre perda progressiva da turgescência protoplasmática e

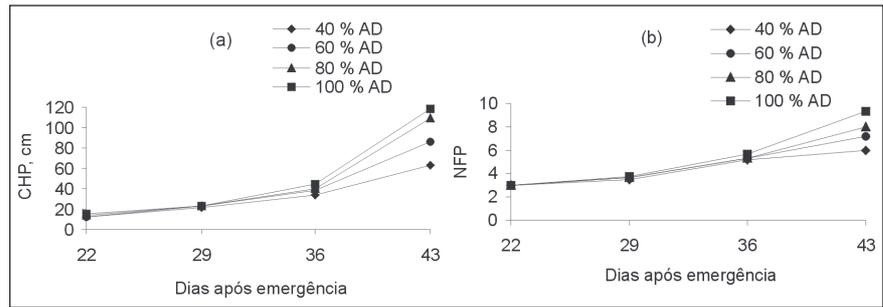


Figura 1. (a) CHP, comprimento da haste principal, e (b) NFP, número de folhas por planta, em feijão caupi cv. IPA 206, cultivado sob níveis de água disponível no solo. Areia, UFPB, 2000.

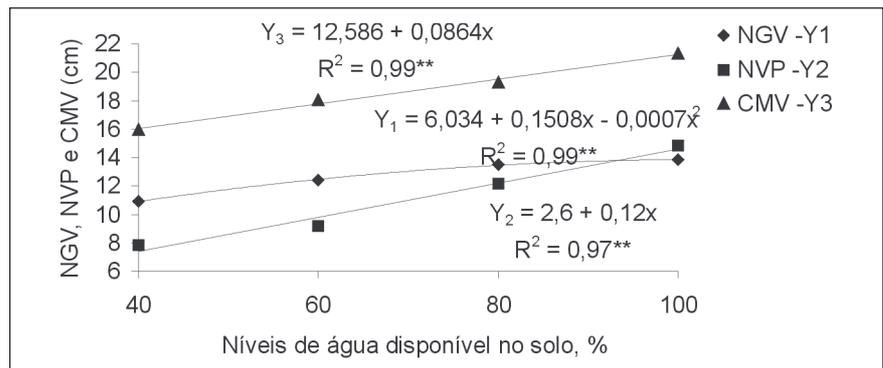


Figura 2. Número de grãos por vagem, NGV (Y_1), número de vagens por planta, NVP (Y_2) e comprimento médio de vagens por planta, CMV (Y_3), em feijão caupi cv. IPA 206, cultivado sob níveis de água disponível no solo. Areia, UFPB, 2000.

aumento na concentração de solutos. Dos efeitos destes, resulta inicialmente um distúrbio na função celular. Surgem, então, os déficits funcionais e, por fim, as estruturas protoplasmáticas são danificadas. Segundo ainda este mesmo autor, a redução da perda de água, pela redução da superfície de transpiração da planta, para evitar a sua dessecação, parece ser uma das medidas comportamentais, entre outras, de resistência ao déficit hídrico, refletindo-se na sua morfologia. A redução da superfície de transpiração é efetuada rápida e reversivelmente, pelo desdobramento e enrolamento das folhas. Esta ocorrência também foi constatada para esta cultivar em estudo, principalmente, nos tratamentos nos níveis de 60 e 40% de água disponível no solo.

Para os componentes de produção da cultivar em estudo (Figura 2), a variação encontra-se representada pelas seguintes equações de regressão: efeito quadrático para o NGV (Y_1) e efeito linear para o NVP (Y_2) e CMV (Y_3). Nos valores estimados pelas equações, relativo à testemunha foram observados decréscimos crescentes com o aumento

do déficit hídrico, sendo para o NGV, decréscimos de aproximadamente 3; 9 e 22%, e para o NVP, reduções da ordem de aproximadamente, 16; 32 e 49%, enquanto para o CMV, reduções de aproximadamente, 8; 16 e 24%, referentes aos níveis de 80; 60 e 40% AD, respectivamente para esses componentes.

Para o componente MGP (Figura 3 a), verificou-se comportamento linear, e comportamento quadrático para a MVP (Figura 3 b). Nos resultados estimados, observou-se decréscimos de produção relativa à testemunha de aproximadamente, 3; 8 e 13% para MGP, e para MVP, também reduções da ordem de 13; 23 e 30%, relativos aos níveis de 80; 60 e 40% AD, respectivamente para ambos os componentes.

De maneira geral, considerando estes resultados, verifica-se através das equações de regressão estudadas para os componentes de produção nas Figuras 2 e 3, grande variação da produção desta cultivar em estudo, frente às deficiências hídricas impostas pelos tratamentos, com reduções significativas, à medida que diminuiram os níveis de água disponível no solo, sendo considerados

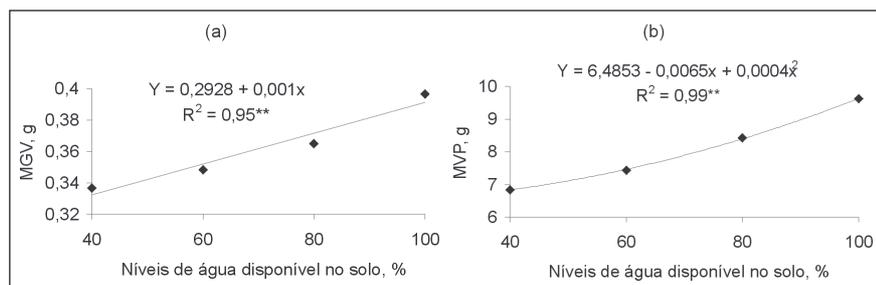


Figura 3. (a) MGv, massa de grãos por vagem, e (b) MVP, massa de vagens por planta, em feijão caupi cv. IPA 206, cultivado sob níveis de água disponível no solo. Areia, UFPB, 2000.

críticos para esta cultivar, os níveis de 60 e 40%.

O componente NVP foi grandemente afetado pelos níveis de estresse hídrico e com mais severidade que o ocorrido nos outros componentes, em todos os níveis de déficit hídrico impostos pelos tratamentos. Segundo Leite *et al.* (2000), tal comportamento pode ser explicado como um dos mecanismos de resistência à seca utilizado por esta planta, no sentido de buscar melhores condições para superar a falta de água, produzindo menor quantidade de vagens. Por sua vez, Lima (1996), avaliando o efeito de cinco níveis de água disponível no crescimento e produtividade do feijão caupi, observou também que o número de vagens por planta diminuiu com o aumento do estresse hídrico. Para este autor, a redução deste componente parece ser o principal fator de decréscimos na produção de grãos de feijão caupi. Miranda e Belmar (1977) e Stone *et al.* (1988) também observaram redução no número de vagens por planta em feijoeiros submetidos à deficiência hídrica. Summerfield *et al.* (1976), encontrou no caupi redução de 50% no número de vagens e massa de grãos por planta quando o estresse hídrico foi imposto na fase de desenvolvimento vegetativo.

De acordo com Karamanos *et al.* (1982), a ocorrência de estresse hídrico durante a fase vegetativa inicial, provoca redução do crescimento e da superfície fotossintética, ocorrendo conseqüentemente, menor número de flores, de vagens por planta e de grãos por vagens. Carvalho *et al.* (2000), por sua vez, constataram queda na produção de 32 a 100%, relativos aos níveis de 80 e 20% de água consumida, respectivamente, em relação à testemunha (reposição de 100% de água consumida). Ritchie

(1981) afirma que além de afetar a expansão foliar, a deficiência hídrica do solo pode causar o enrolamento e a abscisão, ou morte parcial das folhas, diminuição da brotação, polinização, translocação e enchimento de grãos, bem como, o abortamento das vagens.

Para esta cultivar em estudo, IPA 206, os níveis de água disponível no solo de 40 e 60%, exerceram efeitos extremamente negativos sobre os componentes de produção, especialmente sobre o número de vagens por planta com mais severidade, evidenciando-se ser este um mecanismo importante de resistência à seca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Genildo Bandeira Bruno, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do CCA-UFPB, pelo apoio concedido para a realização deste experimento.

LITERATURA CITADA

- BABALOLA, O. Water relations of three cowpea cultivars [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Plant and Soil*, v.56, p.59-69, 1980.
- CARVALHO, J.A.; PEREIRA, G.M.; ANDRADE, M.J.B.; ROQUE, M.W. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v.24, n.3, p.710-717, 2000.
- COSTA, M.M.M.N.; TÁVORA, F.J.A.F.; PINHO, J.L.N.; MELO, F.I.O. Produção, componentes de produção, crescimento e distribuição das raízes de caupi submetido à deficiência hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.1, p.43-50, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CNP-Arroz e Feijão Promove Reunião e Cursos sobre o Cultivo da Cultura do Caupi. Brasília: 46-82, 1982. (EMBRAPA-CNPAF. Informativo, 9)
- HILER, E.A.; VAN BAVEL, C.H.M.; HOSSAIN, M.M.; JORDAN, W.R. Sensitivity of southern peas to plant water deficit at three growth stages. *Agron. J.*, v.64, p.60-64, 1972.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário estatístico. Rio de Janeiro, 1996.
- KARAMANOS, A.J.; ELSTON, J.; WADSWORTH, R.M. Water stress and leaf growth of field beans (*Vicia faba*, L.) in the field: water potentials and lamina expansion. *Annals of Botany*, v.49, n.6, p.815-826, 1982.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. 4 ed. São Paulo: EPU, 1986, 339 p.
- LEITE, M.L.; RODRIGUES, J.D.; MISCHAN, M.M.; VIRGENS FILHO, J.S. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], cv. EMAPA-821. II - Análise de Crescimento. *Rev. de Agricultura*. Piracicaba, v.74, n.3, p.351-370, 1999.
- LEITE, M.L.; RODRIGUES, J.D.; VIRGENS FILHO, J.S. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi, cv. EMAPA-821. III - Produção. *Rev. de Agricultura*. Piracicaba, v.75, n.1, p.9-20, 2000.
- LIMA, G.P.B. Crescimento e produtividade do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4., 1996, Teresina. *Resumos...* Teresina: CNPAMN/ EMBRAPA, 1996. p.41-43.
- MIRANDA, N.O.; BELMAR, N.C. Déficit hídrico y frecuencia de riego en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Técnica*, v.37, n.3, p.111-117, 1977.
- OLIVEIRA, A.P.; ARAÚJO, J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, M.A.S.; CASSIMIRO, C.M.; MENDONÇA, F.G. Rendimento de feijão caupi cultivado com estercó bovino e adubo mineral. *Horticultura Brasileira*. Brasília, v.19, n.1, p.81-84, 2001.
- RESENDE, M.; HENDERSON, D.W. FERERES, E. Freqüência de irrigação e produção de feijão Kidney. *Pesquisa Agropecuária Bras.*, Brasília, v.16, n.3, p.363-370, 1981.
- RITCHIE, J.T. Water dynamics in the soil-plant-atmosphere system. *Plant and Soil*, v.58, p.81-96, 1981.
- SANTOS, C.A.F.; ARAÚJO, F.P.; MENEZES, E.A. Comportamento produtivo de caupi em regime irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.11, p.2229-2234, 2000.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. I. Produtividade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.161-167, 1988.
- SUMMERFIELD, R.J.; HUXLEY, P.A.; DART, P.J.; HUGHES, A.P. Some effects of environmental stress on seed yield of cowpea. *Plant and Soil*, v.44, p.527-546, 1976.
- SUMMERFIELD, R.J.; PATE, J.S.; ROBERTS, E.H.; WIEN, H.C. The physiology cowpea. In: SINGH, S.R.; RACHIE, K.O. (Eds.). *Cowpea research, production and utilization*. Chichester: John Wiley, 1985. p.66-101.
- TÁVORA, F.J.A.F.; MELO, F.I.O. Respostas de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.47-60, 1991.
- TURK, K.J.; HALL, A.E. Drought adaptation of cowpea. III. Influence of drought on plant growth and relations with seed yield. *Agonomy Journal*, v.72, p.428-433, 1980.
- ZISKA, L.H.; HALL, A.E. Seed yields and water use of cowpeas [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] subjected to planned-water deficit irrigation. *Irrigation Science*, v.3, p.1-9, 1982.