

CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E BIOQUÍMICA DE VARIEDADES LOCAIS DE FEIJÃO CAUPI DO ESTADO DE CEARÁ PARA TOLERÂNCIA AO DEFICIT HÍDRICO.

Bruno do Nascimento Silva⁽¹⁾, Joniele Vieira de Oliveira⁽¹⁾, Stelamaris de Oliveira Paula⁽¹⁾, Lais Dieb Lima⁽¹⁾, Rosilene Oliveira Mesquita⁽¹⁾

¹UFC - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Av. Mister Hull, n. 2977, Pici, 560356-001, Fortaleza, Ceará. brunonsilva5@gmail.com, joniele1993@hotmail.com, maris.biologa@gmail.com, lima.dieb@hotmail.com, rosilenemesquita@gmail.com

Resumo do artigo: O caupi é uma cultura de importância socioeconômica na região Nordeste, servindo de alimento e geração de renda para os agricultores. Dentre os fatores que reduzem significativamente a produtividade do caupi está o estresse hídrico provocado pela escassez hídrica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar variedades locais de caupi quando submetida a diferentes níveis de estresse hídrico. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, utilizando três genótipos (pingo de ouro-1,2; meia-corda e xique-xique) e três níveis de irrigação (irrigado, estresse moderado e estresse severo), sendo o delineamento inteiramente causalizado em esquema fatorial 3 x 3 (cultivares x estresse). O déficit hídrico foi imposto após 32 dias de semeadura, sendo a primeira coleta aos trinta e cinco dias para o estresse moderado e trinta e sete dias para o estresse severo. Foram avaliadas as características biométricas e bioquímicas da parte aérea dos cultivares. Não houve diferença significativa no teor relativo de água. A cultivar pingo de ouro-1,2 não apresentou incremento na altura com o aumento do déficit hídrico. Já a cultivar meia-corda apresentou maior queda no crescimento com a evolução do estresse. O número de folhas não diferiu estatisticamente entre as cultivares, mesmo a cultivar xique-xique apresentando menor altura. Em relação à área foliar, a pingo de ouro-1,2 apresentou valores constantes, enquanto a cultivar meia-corda foi altamente afetada pelo estresse hídrico. Não foi observado diferenças nos teores de massa seca nas diferentes cultivares. Quando se avaliou as características bioquímicas observou-se um maior incremento nos teores de prolina livre na cultivar pingo de ouro-1,2 em relação às outras cultivares quando submetidas ao tratamento de estresse hídrico severo. A cultivar meia-corda apresentou a maior taxa de acúmulo de solutos, porém ficando ainda inferior a cultivar tolerante (Pingo de ouro 1,2). Já os teores de carboidratos aumentaram de maneira discreta no pingo de ouro-1,2 sob estresse moderado, não apresentando diferença entre as cultivares no estresse severo. Quando se avaliou o conteúdo de N-aminosolúveis, a cultivar meia-corda foi a que mais se destacou, apresentando os maiores teores. Já a cultivar pingo de ouro-1,2 apresentou os menores teores desse parâmetro. Pode-se concluir que a cultivar pingo de ouro-1,2 confirmou seu padrão de tolerância em relação às cultivares testadas que se mostraram inferiores, com características semelhantes.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, seca, resistência, genótipo.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) (Walp)], classificado no gênero *Vigna*, por Savi em 1894 (Phillips, 1951 Apud Sellschop, 1962), é uma planta herbácea de origem africana, tendo sua introdução no Brasil pelos portugueses em meados do século, inicialmente no estado da Bahia (Freire Filho; Cardoso; Araújo, 1983).

O caupi é uma leguminosa rica em proteínas, fibras, tiamina e niacina, sendo considerado um alimento de alto valor nutritivo

(83) 3322.3222

contato@joinbr.com.br

www.joinbr.com.br

as famílias de baixa renda (Fonseca et al., 2010). Além disso, apresenta característica que lhe conferem adaptabilidade as condições adversas, apresentando grande importância a região semiárida do Nordeste, pois além de possibilitar uma fonte de alimento, também gera renda e auxilia no estabelecimento do homem no campo.

A região Nordeste é caracterizada por ser uma região de agricultura de sequeiro apresentando alto risco, devido a curta quadra chuvosa e a alta concentração de chuvas em poucos meses, que reduz o potencial produtivo da cultura (Alves et al., 2009). Segundo a UNIFEIJÃO (2016) o estado da Bahia é o maior produtor nordestino, seguido do Ceará, Paraíba e Pernambuco. Dados da CONAB (2016), estimam a produtividade de caupi 366 kg/ha, sendo considerada baixa quando comparada com o estado do Mato Grosso que alcançou 1.078 kg/ha.

A demanda hídrica da cultura varia entre 300 a 450 mm/ciclo a depender do genótipo, do tipo de solo e das condições locais de cultivo (EMPRAPA Meio-Norte, 2002). Segundo Back (2001) o período fenológico mais crítico, ou seja, de maior demanda hídrica, está no período compreendido desde a floração até a formação dos grãos, causando perdas drásticas de até 52% quando o déficit chega a 20 dias.

As plantas que foram submetidas a ambientes áridos, desenvolveram ao longo dos anos estratégias para mitigar os efeitos deletérios da seca. Esses mecanismos adaptativos podem ser divididos em três: escape à seca, tolerância e retardo à desidratação (Turner; Wright; Siddique., 2000). O feijão-caupi é considerado uma cultura com moderada tolerância a escassez hídrica quando comparada a outras culturas, possuindo como mecanismos que lhe conferem tolerância, um eficiente controle na abertura estomática, evitando assim a perda excessiva de água pela transpiração; redução na expansão celular, evitando aumentar a área transpiratória; além de um eficiente ajustamento osmótico e crescimento lento, mantendo assim o metabolismo celular (Boyer 1996).

Em relação aos parâmetros bioquímicos, observa-se que a planta busca se aclimatar ou se adaptar ao déficit hídrico através do ajustamento osmótico acumulando prolina, poliálcoois e carboidratos (Pereira et al., 2012). Esses compostos permanecem em pH neutro e são solúveis em meio aquoso (Ballantyne; Chamberlin, 1994).

O conhecimento dos mecanismos que conferem de adaptabilidade do feijão-caupi a região com poucos recursos hídricos, é importante para a identificação de possíveis genes que possam ser usados nos programas de

melhoramento. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos fisiológicos e bioquímicos das variedades locais de feijão-caupi, afim de fornecer informações importantes que possam ser levadas ao pequeno agricultor.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Laboratório de Fisiologia Vegetal, do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza (CE), no período de abril a de maio de 2016. Foram utilizados 3 genótipos, sendo dois de variedades locais (Xique-xique e Meia corda) e um como controle tolerante (Pingo de ouro 1,2) que foram submetidos a 3 tratamentos (irrigado, estresse moderado e estresse severo). O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 3 (genótipos x tratamento). As sementes foram sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) diluído a 0,5% por um minuto e posteriormente lavadas com água corrente e água destilada para em seguida serem distribuídas 25 sementes de forma equidistante em duas folhas de papel germiteste sobrepostas e umedecidas com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos de papel contendo as sementes foram colocados em um recipiente com água destilada e transferidos para um germinador BOD (Biochemical Oxygen Demand), com temperatura de 25 °C, fotoperíodo de 12 horas, onde permaneceram por 4 dias.

Após a germinação, as plântulas foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade de 5 L. o substrato usado foi composto por mistura homogênea, previamente autoclavada, na proporção de 6:3:1 de areia, húmus de minhoca e vermiculita, respectivamente. Cada vaso foi saturado com água um dia antes do plantio onde foram transplantadas duas plântulas do mesmo genótipo, estabelecendo assim a unidade experimental. Nos 10 primeiros dias foram fornecidos 300 mL de água destilada, posteriormente 500 mL de água destilada. A deficiência hídrica foi imposta 24 dias após o transplantio, que consiste no período anterior a floração, com exceção do tratamento controle que se manteve irrigado até o final do ensaio. Três dias após a imposição do déficit, o tratamento déficit hídrico moderado foi analisado e cinco dias após a imposição o tratamento déficit hídrico severo foi analisado juntamente com plantas do tratamento irrigado para servir de controle.

As características biométricas foram realizadas medindo a altura das plantas e o número de folhas, antes da imposição do estresse

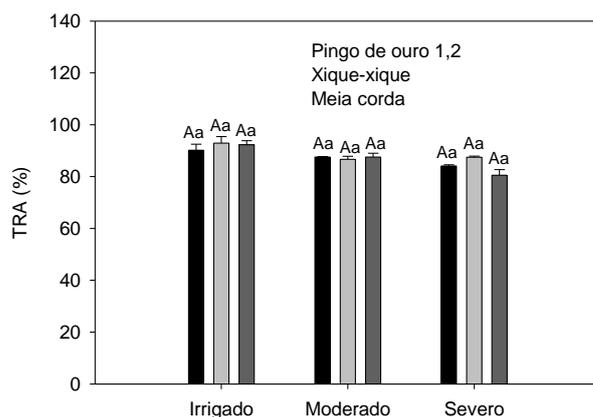
hídrico e no dia da coleta foram feitas novas medições, acrescido da área foliar com o auxílio um medidor de área (LI-3100, Li-COR, Inc., Lincoln, NE, USA) e do teor relativo de água, sendo para essa última feito seguindo a metodologia descrito por Catský (1960). A massa seca foi obtida submetendo as folhas a estufa de circulação forçada por 72 horas a 60°C. Já as análises bioquímicas constaram da quantificação dos teores de prolina livre, segundo a metodologia descrita por Bates *et al* (1973) Para os carboidratos solúveis e N-aminossolúveis usado a metodologia descrita por Dubois *et al* (1956), foram coletadas os folíolos centrais entre o terceiro e o quarto trifólio congelado imediatamente em N₂ líquido e armazenado em freezer (-25°C) até sua utilização. Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e quando significativo a $P \leq 0,05$, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, usando o programa Sisvar.

Resultados e discussões

Plantas quando submetidas à restrição hídrica apresentam como primeiro sintoma uma menor turgescência celular, o que acarreta em um menor teor relativo de água (TRA). Os três genótipos não apresentaram diferença nesse parâmetro quando tratadas dentro de diferentes níveis de fornecimento de água e nem entre cultivares, sendo necessário um maior período de estresse para uma possivelmente haver alguma diferença.

Figura 1: Influência do déficit hídrico no Teor relativo de água (TRA) das cultivares Pingo de ouro 1,2, Xique-xique e Meia corda O primeiro grupo de barras corresponde ao tratamento irrigado, o segundo grupo ao tratamento moderado e o terceiro grupo ao tratamento severo. Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente entre cultivares dentro do mesmo tratamento, e letras minúsculas distintas diferem dentro da mesma cultivar em diferentes tratamentos (Tukey, $p < 0,05$).





A absorção de água na célula se dá por osmose, produzindo uma pressão interna, conhecida como potencial de turgescência. Essa pressão interna causa um aumento no volume celular, possibilitando assim a expansão da parede celular (Taiz ; Zeiger, 2013). Dessa forma, quanto maior o teor relativo de água, mais a possibilidade da célula de continuar o seu crescimento.

Quando avaliado a alturas das plantas, a cultivar meia corda foi a que apresentou maior taxa de crescimento, seguida do pingo de ouro-1,2 e xique-xique (Figura 2A). A cultivar xique-xique não apresentou aumento na taxa de crescimento com a evolução do déficit hídrico o que corrobora com os resultados apresentados por Araújo (2015b). Segundo o autor, não foi observada diferença na altura, mesmo com déficit hídrico aos 21 dias. A cultivar pingo de ouro-1,2 não apresentou diferença estatística com a evolução do estresse hídrico. Já a meia-corda foi a mais afetada, com redução significativa na altura final (Figura 2A).

Segundo Resende et al. (1981), as plantas tendem a reduzir a turgescências das células quando submetidas a ambientes com pouca disponibilidade hídrica, o que acarreta uma menor expansão celular e conseqüentemente uma menor taxa de crescimento. Dessa forma, o crescimento contínuo da cultivar meia-corda provavelmente se mostra uma adaptação a condições de seca.

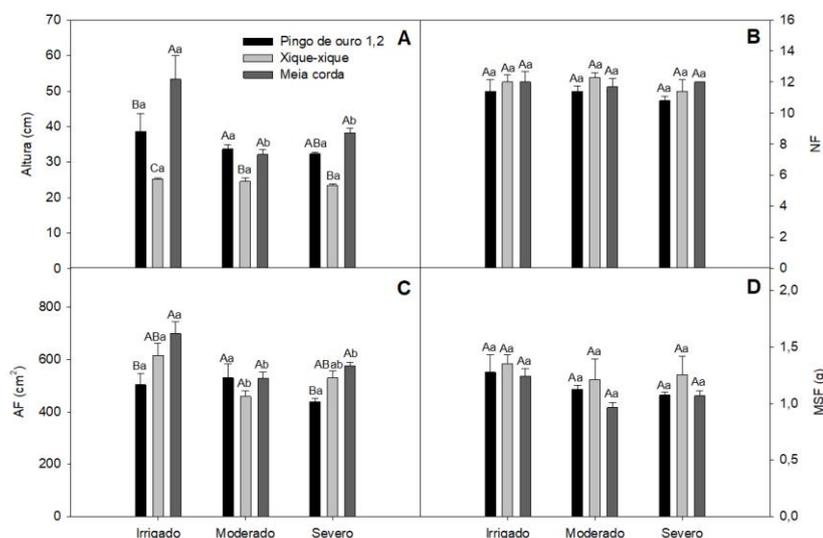
Quanto ao parâmetro número de folhas, como mostrado no Figura 2A não foram observadas diferenças estatística. Estudos realizados por Távora e Melo (1991), observaram efeito no número de folhas quando as plantas eram submetidas a estresse hídrico Segundo Taiz e Zeiger (2013) a abscisão foliar

funciona como uma estratégia para a adequação ao ambiente, reduzindo assim a área de transpiração da planta.

Em relação a área foliar (Figura 2C), a cultivar pingo de ouro-1,2 se manteve constante mesmo com a evolução do déficit hídrico. A cultivar meia-corda apresentou maior área foliar no tratamento controle, porém com a evolução dos tratamentos, sua área foliar decresceu de forma acentuada. Já quando observada a massa seca não se observou diferenças estatística, porém a cultivar xique-xique apresentou uma tendência a se manter com maiores teores.

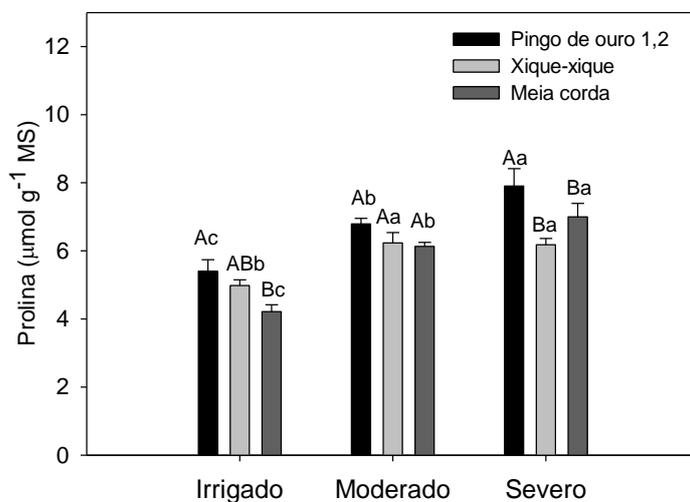
Leite (2004), quando estudou os efeitos do estresse hídrico em feijão-caupi, observou um menor incremento de massa seca com a evolução do estresse. A redução na expansão da área foliar, está entre as primeiras linhas de defesa da planta para mitigar os efeitos o estresse hídrico, o que resulta em um menor grau de desidratação celular (Nascimento, 2011). Segundo Taiz e Zeiger (2013) o decréscimo no conteúdo de água na planta, reduz a pressão de turgidez na célula, aumentando assim, a concentração de solutos no seu interior, dessa forma, as atividades dependentes da água, como a expansão foliar, são sensíveis ao estresse hídrico.

Figura 2: Efeito do déficit hídrico sobre a altura das plantas (A), número de folhas (B), área foliar (C) e massa seca foliar (D) nas cultivares Pingo de ouro 1,2, Xique-xique e meia corda. Detalhes estatísticos como descrito na Figura 5.



Quando se avaliou de prolina nas folhas das cultivares analisadas (Figura 3), pode-se observar que, a cultivar pingo de ouro-1,2 apresentou as maiores médias tanto no tratamento controle, como no tratamento de estresse severo. Os mesmos resultados foram alcançados por Costa (2016), com uma maior concentração de prolina com a evolução do estresse. Os maiores incrementos nos teores de prolina foram da cultivar meia-corda, porém ainda se mantiveram inferior ao pingo de ouro-1,2.

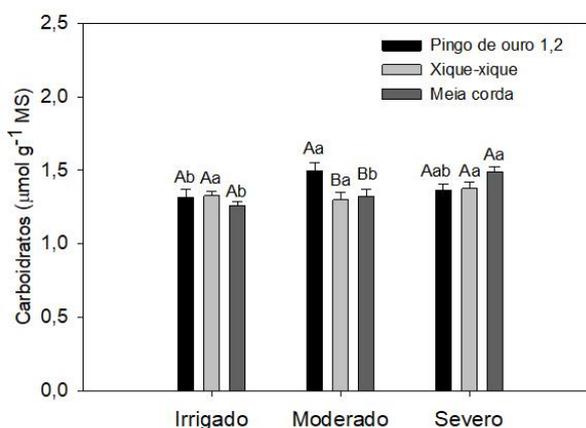
Figura 3: Influência do déficit hídrico na acumulação de prolina nas folhas das cultivares Pingo de ouro 1,2, Xique-xique e Meia corda. Detalhes estatísticos como descrito no Figura 1.



Segundo (Leite et al., 2000) o aumento na prolina livre participa do ajustamento osmótico, estabilizando a estruturas subcelulares e na eliminação de radicais livres, podendo também participar da reserva de N e C que poderia ser utilizado a longo prazo, após o déficit. Dessa forma, esse soluto funciona como uma estratégia da planta a aclimação a seca (Fumis e Pedras, 2002).

Os teores de carboidratos sofreram incremento significativo apenas na cultivar tolerante quando submetido a estresse moderado (Figura 4). Já nos tratamentos controle e estresse severo não foi observado diferença nos teores desse soluto. Dentre as duas cultivares locais, a meia-corda foi a que apresentou maior incremento com o aumento do estresse.

Figura 4: Influência do déficit hídrico na acumulação de carboidratos nas folhas das cultivares Pingo de ouro 1,2, Xique-xique e Meia corda. Detalhes estatísticos como descrito no Figura 1.

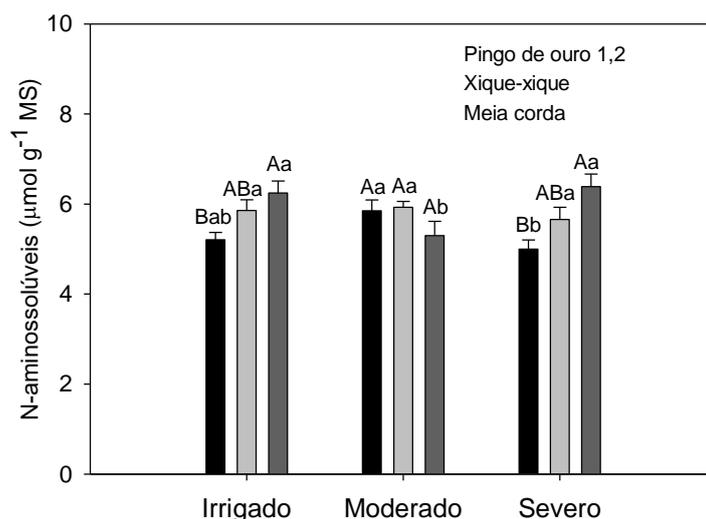


Estudo realizados por Santos et al. (2010) mostraram que, plantas de feijão-caupi quando submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico, apresentaram aumento nas concentrações de carboidratos, podendo ser um indicativo de resposta ao déficit hídrico. Segundos (Garg, Kathju e Burman 2001), o incremento de carboidratos exerce tem efeito direto com a seca. Em virtude desse estresse biótico o amido, que tem função de reserva, é degradado nos tecidos, aumentando o teor de açúcares. Estudos realizados por Cutler *et al.*(1980) e Marur (1998), trabalhando com arroz (*Oriza sativa*) e (*Gossypium hirsutum* L.) respectivamente, demonstraram também mostram efeito positivo de carboidrato como ajuste osmótico em condições de seca.

Estudos atuais apontam carboidratos (sacarose e amido) como característica adaptativa a seca. Esse soluto apresenta alta solubilidade e permeabilidade, funcionando como osmóticos protetores que conferem resistência a planta (Fioreze et al., 2011).

No presente estudos, a avaliação de N-aminossolúveis mostrou que a cultivar tolerante foi a que apresentou os menores teores em relação as demais cultivares, mesmo com a evolução o déficit hídrico. O maior incremento foi da cultivar meia-corda e a cultivar xique-xique obteve valores intermediários.

Figura 5: Influência do déficit hídrico na acumulação de N-aminossolúveis nas folhas das cultivares Pingo de ouro 1,2, Xique-xique e Meia corda. Detalhes estatísticos como descrito na Figura 1.



Quando se observa os dados de prolina e N-aminosolúvel, pode-se relacionar em partes dois, uma vez que a prolina é um aminoácido, dessa forma, pode-se concluir que dentre os solutos orgânicos avaliados, a prolina é o que mais exerce função de regulador osmótico, pois as metodologias de extração são diferentes.

Portanto, pode-se observar no estudo que existem diferentes mecanismos que contribuem para mitigar os efeitos do déficit hídrico, com efeitos em características biométricas e bioquímicas.

Conclusão

Os genótipos diferem quanto as características de prevenção ao estresse hídrico. O cultivar pingo de ouro-1,2 apresenta-se como cultivar tolerante ao estresse hídrico, mostrando acúmulos de solutos que favorecem a tolerância ao estresse hídrico. As cultivares meia-corda e xique-xique possuem características semelhantes para as variáveis analisadas, não se mostrando como tolerantes quando comparado com o pingo de ouro-1,2.

Referência bibliográfica

Alves, J. M. A.; Araújo, de N. P.; Uchôa, S. C. P.; Albuquerque, J. A. A.; Silva, A. J. da; Rodrigues, G. S.; Silva, D. C. O. **Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima.** Revista Agro@ambiente On-line, v. 03, n. 01, p. 15-30, 2009.

ARAÚJO, G. S. **Eficiência do aparato fotossintético e o metabolismo do nitrogênio em genótipos de girassol com tolerância diferencial a salinidade.** – 2015a. 81f. Dissertação (Mestrado em bioquímica e biologia molecular) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ARAÚJO, RAPHAEL LIRA. **Estresse hídrico e salino sobre características morfofisiológicas do feijão-caupi** – 2015b. 84 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BACK, A. J. **Necessidade de irrigação da cultura de feijão no sul do estado de Santa Catarina.** Rev. Tecnol. Ambiente, Criciúma, v.7, n.1, p.35-44, jan/jun. 2001.

BALLANTYNE, J.S.; CHAMBERLIN, M.E. **Regulation of cellular amino acid levels.** In: STRANGE. K. (Ed). Cellular and molecular physiology of cell volume regulation. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 111-122

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. **Rapid determination of free proline for water-stress studies.** Plant and Soil, v. 39, p. 205-207, 1973.

BOYER, J. S. **Advances in drought tolerance in plants.** Advances in Agronomy, v. 56, p. 189-218, 1996.

CATSKY, J. **Determination of water deficits in disc cut out from leaf blades.** Biologia Plantarum, v. 2, p. 929- 938, 1960.

CONAB -COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília,** v. 4, n. 2 p. 1-156, novembro 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_11_11_14_54_21_boletim_graos_novembro_2016.pdf>. Acesso em: 1 setembro 2017.

COSTA, R. B. **Atenuação de estresse hídrico em plantas de feijão-caupitratadas com ácido salicílico.** – 2016. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CUTLER, J.M., SHAHAN, K.W. & STEPONKUS, P.L. 1980. **Alteration of the internal water relations of rice in response to drought hardening.** Crop Science 20:307-310.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances.** Analytical Chemistry, v. 28, p. 350-356, 1956.

EMBRAPA MEIO-NORTE -Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção – **Cultivo do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp).** Teresina, 2002.

FIGEZE, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. **Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação.** Revista Ceres, Viçosa, v.58, n.3, p.342-349, 2011.

FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, G. R.; BRASIL, E. C. **Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases.** Revista de Ciências Agrárias, v. 53, n. 2, p. 195-205, 2010.

FREIRE FILHO, F. R. **Origem, evolução e domesticação do caupi.** In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.). O caupi no Brasil. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FUMIS, Terezinha de Fátima; PEDRAS, José Figueiredo. **Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 4, p. 449-453, Apr. 2002.

GARG, B.K., KATHJU, S., BURMAN, U. **Influence of water stress on water relations, photosynthetic parameters and nitrogen metabolism of moth bean genotypes.** Biology Plant, 44, 289-292, 2001.

LEITE, M.L. et al. **Variação de prolina em folhas de caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) submetido a diferentes déficits hídricos.** Revista Biotemas, v.12, n.1 p.21-33. 2000

LEITE, M. de LIMA, VIRGENS FILHO, J. S. **Produção de matéria seca em plantas de caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) submetidas a déficits hídricos.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 10 (1): p. 43-51, 2004.

MARUR, C.J. 1998. **Fotossíntese e translocação de carboidratos em algodoeiros submetidos a déficit hídrico após a aplicação de cloreto de mepiquat.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 10:59-64.

NASCIMENTO, Sebastião P. do et al . **Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 15, n. 8, p. 853-860, Aug. 2011

PEREIRA, J. W.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. M.; SANTOS, R.C. **Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado**. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n.4, p.766-773, 2012.

RESENDE, M.; HENDERSON, D.W. FERERES,E. **Frequência de irrigação e produção de feijão**. Pesquisa Agropecuária Bras., Brasília,v.16, n.3, p.363-370, 1981

SANTOS, C. F.; LIMA, G. P. P.; MORGADO, L. B. **Tolerância e caracterização bioquímica em feijão-caupi submetido a estresse hídrico na pré-floração**. Naturalia, Rio Claro, v.33, p.34-44, 2010

SELLSCHOP, J. P. F. **Cowpeas: Vigna unguiculata (L.) Walp. Field Crop Abstracts**, Slough, v. 15, n. 4, p. 259-266. 1962.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O. **Resposta de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas**. Ciência Agronômica, v.22, n.1/2, p.47-60, Junho/Dezembro, 1991.

TURNER, N.C.; WRIGHT, G.C.; SIDDIQUE, K.H.M. **Adaptation of grain legumes (pulses) to water limited environments**. Advances in Agronomy, v. 71: 193-231, 2000.

UNIFEIJÃO. **Calendário de plantio e colheita do feijão**. 2016
Disponível em: <http://www.unifeijao.com.br/feijao_do_brasil/colheita.php>. Acesso em: 18 agosto. 2016.