

PRODUÇÃO, COMPONENTES DE PRODUÇÃO, CRESCIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DAS RAÍZES DE CAUPI SUBMETIDO À DEFICIÊNCIA HÍDRICA¹

MAGNA MARIA MACEDO NUNES COSTA², FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNANDES TÁVORA³,
JOÃO LICÍNIO NUNES DE PINHO e FRANCISCO IVALDO OLIVEIRA MELO⁴

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação com o objetivo de estudar o efeito do déficit hídrico na produção, componentes de produção e distribuição das raízes de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Foram utilizadas as cvs. Pitiúba (ramadora); e Setentão e Epace-10 (semi-ramadora). No experimento 1, as plantas foram colhidas aos 82 DAG e submetidas a três regimes hídricos: a) testemunha; b) déficit na fase vegetativa; e c) déficit na fase reprodutiva. No experimento 2, as plantas foram colhidas aos 42 DAG e submetidas a dois regimes hídricos: a) testemunha; e b) déficit hídrico. O déficit hídrico determinou reduções no Ψ_w foliar, na área foliar, na matéria seca da parte aérea e das raízes, e na relação raiz/parte aérea. A cv. Pitiúba apresentou raízes mais vigorosas em condições normais de umidade, seguida pela Setentão e Epace-10. Em condições de deficiência hídrica, todas as cvs. aprofundaram o sistema radicular; esta capacidade foi mais acentuada na cv. Setentão. A deficiência hídrica aplicada na fase vegetativa determinou um adiamento do florescimento nas três cvs. O número de flores, de vagens e o peso das vagens por planta foram reduzidos pelo déficit hídrico. O comprimento das vagens e o número de grãos por vagem foram reduzidos apenas nas plantas que receberam déficit hídrico entre 36 e 82 DAG. A produção de sementes foi reduzida pelo déficit hídrico em todas as cultivares, independentemente do estágio de crescimento em que foi aplicado. A relação vagem/flor não foi afetada pelo regime hídrico.

Termos para indexação: feijão macassar, feijão-de-corda, déficit hídrico, potencial hídrico.

YIELD, YIELD COMPONENTS AND GROWTH AND DISTRIBUTION OF ROOTS OF COWPEA UNDER WATER STRESS

ABSTRACT - Two greenhouse experiments were carried out in order to study the effect of drought stress on yield, yield components and root distribution of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). The following cultivars were used: cv. Pitiúba, prostrate/creeping type, and cvs. Setentão and Epace-10, intermediate spreading bush type. In experiment 1 the plants were harvested at 82 DAG and were subjected to three water regimes: a) control; b) stress in the vegetative stage; and c) stress in the reproductive stage. In experiment 2 the plants were harvested at 42 DAG and received two water regimes: a) control, and b) water stress. Water stress decreased leaf Ψ_w , leaf area, tops and root dry matter, and root/shoot dry matter ratio. The cv. Pitiúba showed a more vigorous root system in wet regime, followed by Setentão and Epace-10. Under water stress all three cvs. had deeper roots, and the cv. Setentão showed the highest ability to develop deeper roots. Water stress when applied at the vegetative stage delayed date of flowering in all cultivars. The number of flowers, pods and weight of pods/plant were reduced by stress. Pod length and number of seeds/pod were reduced only when plants were stressed from 36 to 82 DAG. Seed yield was reduced by stress for all cvs. for both stages of growth. Pod/flower number ratio was not affected by water regime.

Index terms: water stress, drought stress, cowpea, water potencial.

INTRODUÇÃO

Introduzido no Brasil no século XVI, o caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) encontrou boas condições de clima e solo para sua adaptação. Tendo como hábitat as regiões de clima quente (úmida ou

¹ Aceito para publicação em 10 de julho de 1996.

² Eng. Agr., M.Sc., Dep. de Fitotec., Univ. Federal de Viçosa, CEP 36570-000 Viçosa, MG.

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Univ. Federal do Ceará, Av. Mr. Hull 2977, Caixa Postal 12168, CEP 60356-000 Fortaleza, CE.

⁴ Eng. Agr., Dr., Prof. Adjunto, Univ. Federal do Ceará.

semi-árida), é cultivado, predominantemente, nas regiões Norte e Nordeste do País. Essas regiões, com características edafoclimáticas distintas - o Norte, bastante úmido e coberto pela floresta; o Nordeste, com o semi-árido e o sertão -, enquadram-se na faixa de temperatura ideal (entre 18°C e 34°C) para o seu desenvolvimento (Araújo & Watt, 1988).

É considerada uma espécie adaptada à seca, principalmente as cultivares ramadoras, embora essa capacidade de adaptação varie dentro da espécie (Turk & Hall, 1980; Ziska & Hall, 1982; Summerfield et al., 1985).

Diante da importância que esta cultura assume no Nordeste, é necessário que estudos sejam feitos no sentido de avaliar o comportamento de cultivares desenvolvidas para o plantio em regime de sequeiro na Região, frente às limitações hídricas impostas em diferentes fases de crescimento. Esses conhecimentos serão de grande utilidade para melhor adequar o manejo da cultura às condições de limitação hídrica. O efeito do estresse hídrico sobre a produção das plantas cultivadas depende tanto do nível do estresse, como também do estágio fenológico da planta (Labanauskas et al., 1981).

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito do déficit hídrico aplicado nas fases vegetativa e reprodutiva sobre os componentes de produção, o rendimento, o crescimento e a distribuição do sistema radicular em três cultivares de caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, em Fortaleza, CE com três cvs. de caupi de hábito de crescimento indeterminado: Pitiúba, de porte ramador, e Setentão e Epace-10, de porte semi-ramador. Essas cvs. são utilizadas pelos agricultores que cultivam o caupi na Região em regime de sequeiro.

Experimento 1

As sementes foram plantadas em 16 de outubro de 1994, em vasos plásticos com 24 cm de diâmetro por 27 cm de altura, contendo como substrato solo de textura franco-arenosa, previamente esterilizado com brometo de metila. O solo foi adubado antes do plantio com uréia, superfosfato

simples e cloreto de potássio, atendendo as exigências de N, P e K reveladas pela análise de fertilidade do solo.

Foram plantadas sete sementes em cada vaso, para, treze dias após a germinação (DAG), realizar um desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. Os tratamentos utilizados constaram da combinação das três cultivares de caupi com três regimes hídricos. Os regimes hídricos empregados foram: a) testemunha, onde as plantas eram irrigadas diariamente, durante todo o ciclo, mantendo-se o solo na capacidade de campo; b) estresse 1, deficiência hídrica na fase vegetativa, do 15^a ao 36^a DAG; e c) estresse 2, deficiência hídrica na fase reprodutiva, do 36^a ao 82^a DAG. Todos os tratamentos receberam irrigação diária até o 15^a DAG. As plantas dos tratamentos estressados durante as fases de desenvolvimentos vegetativo e reprodutivo foram submetidas a dois e oito ciclos de deficiência hídrica, respectivamente, através da interrupção da irrigação até quando as plantas apresentavam características visuais de deficiência hídrica. O solo era irrigado até atingir a capacidade de campo, tendo início, a partir daí, um novo ciclo de deficiência hídrica, com a interrupção da irrigação. As irrigações das plantas estressadas na fase vegetativa foram realizadas aos 22 e 36 DAG. A partir de 36 DAG, as plantas desse tratamento foram irrigadas diariamente, até o final do ciclo. As plantas estressadas durante a fase reprodutiva foram irrigadas diariamente, até o 36^a DAG. A partir daí, as irrigações foram realizadas aos 43, 49, 54, 59, 65, 73 e 80 DAG.

O potencial hídrico foliar (Ψ_w) foi determinado, em todos os tratamentos, antes da irrigação, aos 36 DAG (fase vegetativa) e 43 DAG (fase reprodutiva) entre 5:30 e 6:30 h no folíolo central da terceira folha a partir do ápice, tomando-se duas repetições por tratamento. Na determinação do Ψ_w foi utilizada uma câmara de pressão (modelo 3035 da "Soil Moisture Equipment Corp.", Santa Bárbara, Califórnia, EUA).

Foi anotada a data em que ocorreu a abertura da primeira flor. Ao final do ciclo (82 DAG), o número de flores foi obtido através da contagem das cicatrizes deixadas após a abscisão floral, somadas às vagens presentes.

Por ocasião da colheita, foram determinados: número de vagens normais, peso total das vagens, comprimento médio das vagens, número médio de grãos por vagem, peso de 100 grãos e a produção (peso de grãos por planta). De posse dos dados de floração e frutificação, obteve-se a relação vagem/flor.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, em um arranjo fatorial 3x3, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por um vaso contendo duas plantas. Foram feitas as análises de variância para todas as variáveis estudadas.

Experimento 2

As sementes foram plantadas em 19 de novembro de 1994, em vasos de PVC com 13 cm de diâmetro por 100 cm de altura, contendo como substrato o mesmo tipo de solo do experimento 1. A adubação foi realizada da mesma forma anterior que no Experimento 1.

Foram plantadas cinco sementes em cada vaso, para, após 6 DAG, realizar-se um desbaste deixando-se duas plantas por vaso. Os tratamentos constaram da combinação de três cultivares de caupi com dois regimes hídricos. Os regimes hídricos foram: a) testemunha, onde as plantas eram irrigadas diariamente até o solo atingir a capacidade de campo; e b) estresse hídrico, onde as plantas eram submetidas a ciclos de deficiência hídrica. Até o décimo DAG, os tratamentos foram irrigados até a saturação do solo. As plantas do tratamento estressado foram submetidas a irrigações aos 23 e 30 DAG, usando-se o mesmo procedimento já descrito para o experimento 1.

O Ψ_w foi determinado antes da irrigação, aos 30 DAG (final de um ciclo de deficiência hídrica), pelo mesmo procedimento já descrito no Experimento 1.

Por ocasião da colheita, realizada aos 42 DAG, foram determinadas: matéria seca da parte aérea e raízes, relação raiz/parte aérea e área foliar. As plantas foram cortadas e separadas em parte aérea e sistema radicular. As raízes foram retiradas dos vasos de PVC, separadas em três extratos (0 a 20 cm, de 20 cm a 40 cm e 40 cm a 100 cm de profundidade), e lavadas sobre peneira.

A matéria seca foi obtida após secagem em estufa a 75°C até atingir peso constante. A área foliar foi determinada pelo método da quadrícula (Távora & Melo, 1991).

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, em um arranjo fatorial, 3x2 com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por um vaso contendo duas plantas. Foram feitas análises de variância para todas as variáveis estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

A deficiência hídrica aplicada nas duas fases de crescimento determinou reduções expressivas no Ψ_w das três cultivares estudadas (Fig. 1). Na fase vegetativa (15 a 36 DAG), a imposição da deficiência hídrica determinou reduções de Ψ_w de -0,25 MPa (testemunha) para -1,1 MPa (estresse 1). Na fase reprodutiva (36 a 80 DAG), a redução foi de -0,25 MPa (testemunha) para -1,21 MPa (estresse 2).

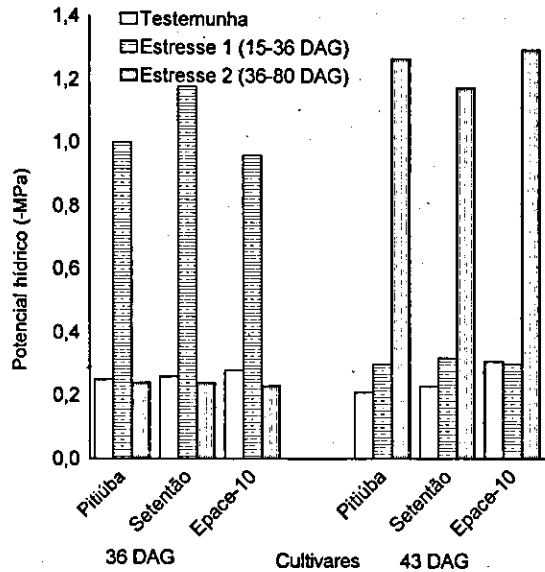


FIG. 1. Potencial hídrico (MPa) de três cultivares de caupi submetidas a deficiência hídrica aos 36 e 43 dias após a germinação.

O estresse hídrico aplicado na fase vegetativa adiou o início da floração (Tabela 1). Nesta fase, o estresse causa uma redução no período reprodutivo das plantas (Turk et al., 1980; Shouse et al., 1981), o que promove um aumento do período vegetativo e atraso na floração. A cv. Pitiúba apresentou floração mais tardia quando as condições de umidade foram satisfatórias. No entanto, sob condições de estresse na fase vegetativa, foi a cv. Setentão que mais retardou o florescimento.

O estresse hídrico aplicado tanto na fase vegetativa como na reprodutiva reduziu o número de flores produzidas (Tabela 1). Oliveira Junior (1993), trabalhando com amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a períodos de deficiência hídrica ao longo do ciclo cultural, também observou redução significativa nesta variável. A cv. Epace-10 apresentou floração superior à da cv. Pitiúba. Constata-se, ainda, que, quando submetida a estresse na fase reprodutiva, a cv. Epace-10 apresentou valores que não diferiram da testemunha. Uma vez que esta cv. apresentou floração precoce (Tabela 1) coincidindo com o início do déficit nas plantas do tratamento estresse 2 (36 DAG), a produção de flores desta cv. também foi superior em

relação à das demais, que tiveram floração mais tardia e, conseqüentemente, foram mais afetadas pelas condições adversas de umidade do solo.

O estresse hídrico aplicado tanto na fase vegetativa como na reprodutiva reduziu o número de vagens normais e o peso das vagens nas três cvs. de caupi (Tabela 2). As cvs. não apresentaram diferenças entre si com relação a essas variáveis, independentemente do regime hídrico (Tabela 2).

Miranda & Belmar (1977) e Stone et al. (1988a) também observaram redução no número de vagens/planta em feijoeiros submetidos a deficiência hídrica. Miranda & Belmar (1977), igualmente, não encontraram diferenças significativas entre os estresses hídricos impostos nas fases vegetativa, de floração e de frutificação. Summerfield et al. (1976) encontraram, no caupi, uma redução de 50% no número e peso das vagens normais quando o

TABELA 1. Características de florescimento de três cultivares de caupi submetidas a ciclos de deficiência hídrica¹.

Cultivar	Regime hídrico			Média
	Testemunha	Estresse 1 (15 a 36 DAG)	Estresse 2 (36 a 80 DAG)	
	Dias para a floração			
Pitiúba	42,69aB	47,25bA	39,50aB	43,14
Setentão	37,00bB	52,25aA	38,00bB	42,41
Epace-10	38,25bB	48,25bA	36,00bB	40,83
Média	39,31b	49,25a	37,83b	42,11
	Número de flores/planta			
Pitiúba	49,99aA	39,50aAB	23,50bB	37,66B
Setentão	56,50aA	43,25aAB	27,25bB	42,33AB
Epace-10	58,25aA	35,50aB	68,50aA	54,08A
Média	54,91a	39,42b	44,34b	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula para mesmo regime hídrico e maiúscula para mesma cultivar, não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

TABELA 2. Produção e componentes de produção de três cultivares de caupi submetidas a ciclos de deficiência hídrica¹.

Variáveis	Regime hídrico			Cultivares		
	Testemunha	Estresse 1	Estresse 2	Pitiúba	Setentão	Epace-10
Nº de vagens/planta	8,31a	4,95b	5,70b	6,70	6,00	6,30
Peso da vagem (g/planta)	30,19a	20,16b	17,02b	23,30	20,70	23,40
Comprimento da vagem (cm)	19,80a	19,90a	17,30b	20,60A	17,80B	18,60B
Nº de grãos/vagem	13,85a	14,23a	10,73b	14,10A	11,10B	13,60A
Nº de vagens/Nº de flores	0,19	0,15	0,21	0,22	0,17	0,16
Peso 100 grãos (g)	23,44	21,96	19,30	18,96B	21,60A	24,14A
Produção (g/planta)	25,14a	15,53b	13,14b	19,17	16,26	18,37

¹ Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra minúscula, para Regime hídrico, e maiúscula para Cultivar, não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

estresse foi imposto na fase de desenvolvimento vegetativo.

O estresse hídrico imposto na fase reprodutiva reduziu o comprimento das vagens e o número de grãos por vagem nas três cvs. de caupi (Tabela 2). Estes resultados apresentam-se coerentes, pois é previsível uma relação estreita entre o comprimento das vagens e o número de grãos por vagem. Assim sendo, a deficiência hídrica aplicada na fase reprodutiva deve proporcionar reduções nessas variáveis de forma semelhante. Quando a planta sofreu o déficit apenas na fase vegetativa, essas variáveis não foram afetadas. Essa resposta já era previsível, pois nesse tratamento o estresse foi cessado quando as plantas iniciaram a fase reprodutiva, e não houve restrições hídricas para o desenvolvimento normal dos frutos.

A cv. Pitiúba apresentou maior comprimento das vagens em relação às cvs. Setentão e Epace-10. As cvs. Pitiúba e Epace-10 produziram maior número de grãos por vagem que a Setentão (Tabela 2).

O estresse hídrico não afetou a relação vagem/flor das três cvs. nas fases vegetativa e reprodutiva (Tabela 2). Esse resultado é explicado pelo fato de o déficit hídrico ter reduzido, na mesma proporção, as variáveis consideradas. As cvs. não apresentaram diferenças no tocante à relação vagem/flor (Tabela 2).

O peso de 100 grãos das três cvs. não foi afetado pelo estresse aplicado nas duas fases de crescimento (Tabela 2). As cvs. Setentão e Epace-10 apresentaram maior peso de 100 grãos em relação à cv. Pitiúba (Tabela 2). Miranda & Belmar (1977) não encontraram em feijoeiro diferenças significativas no valor desta variável quando o estresse hídrico foi imposto durante os períodos vegetativo, de floração e de frutificação. Segundo Shouse et al. (1981), este componente da produção reflete a relação entre fonte e dreno. Quando o peso de 100 sementes é reduzido, isto indica que a produção foi limitada na fonte. Este fato pode ocorrer em virtude do grande número de vagens, como no caso dos tratamentos adequadamente irrigados, ou pelo efeito do estresse hídrico sobre a fotossíntese ou translocação de fotoassimilados. O maior peso da semente pode refletir uma compensação para limitações de tamanho do dreno. Estes autores encontraram em caupi resultados que discordam dos dados obtidos no presente experimento, pois em

resposta ao déficit hídrico na fase de frutificação, o peso de 100 sementes foi reduzido significativamente.

O estresse hídrico aplicado tanto na fase vegetativa como reprodutiva reduziu a produção das três cultivares de caupi (Tabela 2). As cultivares, por sua vez, não apresentaram diferenças com relação à produção. Os resultados obtidos estão de acordo com Summerfield et al. (1976), mas estão em desacordo com Turk et al. (1980), Labanauskas et al. (1981) e Shouse et al. (1981). Estes autores não encontraram reduções significativas na produção do caupi quando o déficit hídrico foi imposto durante o período de desenvolvimento vegetativo, o que sugere que o potencial de produção desta cultura é muito resistente a seca durante esta fase.

Experimento 2

O estresse hídrico reduziu o Ψ_w das três cultivares de caupi (Fig.2). Os valores de Ψ_w caíram, em média, nas três cultivares, de -0,19 MPa para -0,51 MPa.

O estresse hídrico reduziu a área foliar das três cultivares de feijão-caupi medida aos 42 DAG (Tabela 3). As cultivares não apresentaram diferen-

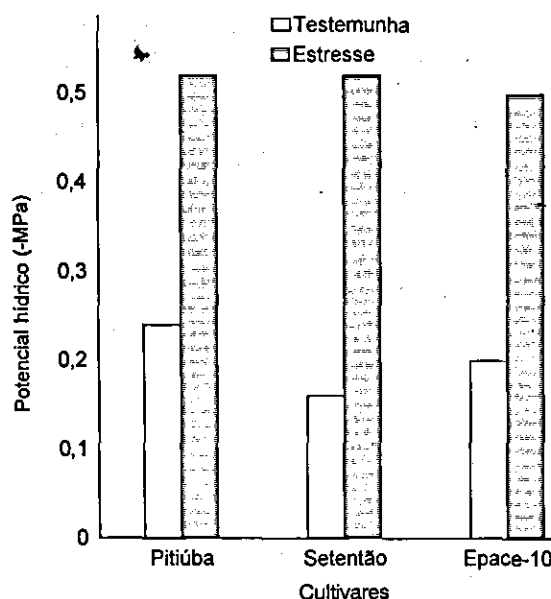


FIG. 2. Potencial hídrico (MPa) de três cultivares de caupi submetidas a deficiência hídrica 30 dias após a germinação.

ças com relação à área foliar produzida, independentemente do regime hídrico. Stone et al. (1988b) relataram que em feijoeiro, à medida que as tensões hídricas eram elevadas, diminuía o índice e a duração da área foliar, o rendimento e a taxa de produção de matéria seca, a taxa de crescimento relativo e a taxa assimilatória líquida. Távora & Melo (1991) constataram reduções na área foliar total e unitária e no número de folhas por planta, em amendoim submetido a ciclos de deficiência hídrica. Quando as plantas são submetidas a tensões hídricas, reduzem a turgescência e, conseqüentemente, a expansão celular, o que promove uma redução no alongamento do caule e da folha (Resende et al., 1981).

O estresse hídrico reduziu a matéria seca da parte aérea e das raízes nas três cvs. aos 42 DAG (Tabela 3). As cvs. não apresentaram diferenças com relação a essas variáveis, independentemente do regime hídrico.

Nascimento (1991) observou, em caupi, redução na matéria seca da parte aérea em resposta à deficiência hídrica. Quando o estresse hídrico é imposto em uma fase de intenso crescimento vegetativo, o acúmulo de matéria seca é afetado por essa condição adversa (Babalola, 1980). De acordo com o mesmo autor, a translocação de fotoassimilados para as raízes é comprometida em condições de deficiência hídrica.

O estresse hídrico aumentou a relação raiz/parte aérea nas três cvs. de caupi (Tabela 3). A cv. Pitiúba apresentou maior valor em relação a essa variável.

As cultivares apresentaram, em condições normais de umidade, um sistema radicular bastante superficial, com uma média, no tocante às três cultivares, de 67,0% da matéria seca, nos primeiros 20 cm de solo. Quando o estresse foi imposto, esse valor caiu para 54,9%. Ao contrário, entre 40 e 100 cm de profundidade as cultivares acumularam um percentual médio de 23,8% e 30,8%, relativamente à testemunha e ao estresse, respectivamente (Fig. 3). O aprofundamento do sistema radicular em resposta ao estresse hídrico pode constituir impor-

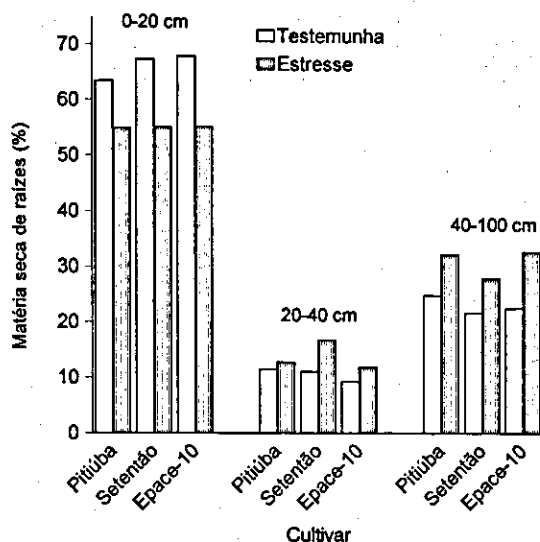


FIG. 3. Distribuição da matéria seca do sistema radicular (%) no perfil do solo, de três cultivares de caupi submetidas a deficiência hídrica.

TABELA 3. Área foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}$), matéria seca (MS) da parte aérea e das raízes (g/planta) e relação raiz/parte aérea (%) de três cultivares de caupi submetidas à deficiência hídrica¹.

Variáveis	Regime hídrico		Cultivares		
	Testemunha	Estresse	Pitiúba	Setentão	Epace-10
Área foliar	1945,5a	823,9b	1445,8	1309,4	1399,0
MS Parte aérea	19,71a	8,33b	13,52	14,35	14,18
MS Raízes	1,47a	0,77b	1,17	1,23	0,96
Raiz/Parte aérea	7,5b	9,5a	9,5A	8,6AB	7,4B

¹ Médias seguidas, na linha, pela mesma letra minúscula para regime hídrico, e maiúscula para cultivar, não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

tante mecanismo de adaptação, para algumas espécies (Markhart, 1985; Dias Filho, 1995). Em amendoim, Távora & Melo (1991) não constataram qualquer influência do estresse hídrico nessa variável.

CONCLUSÕES

1. A deficiência hídrica provoca redução no Ψ_w das três cultivares de caupi.

2. A área foliar e a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das três cvs. de caupi são reduzidas pela deficiência hídrica.

3. Ocorre aprofundamento das raízes e aumento da relação raiz/parte aérea em resposta a deficiência hídrica.

4. A cv. Pitiúba apresenta maior relação raiz/parte aérea e floração mais tardia em condições de umidade satisfatória.

5. A cv. Setentão é menos precoce do que as demais em condições de estresse hídrico.

6. A cv. Espace-10 não reduz o número de flores quando o estresse hídrico é imposto na fase reprodutiva.

7. O déficit hídrico imposto nas duas fases do ciclo fenológico reduz o número de vagens normais, o peso das vagens e a produção.

8. O comprimento das vagens e o número de grãos por vagem são afetados apenas quando o estresse é imposto na fase reprodutiva.

9. A relação vagem/flor não é alterada pela deficiência hídrica.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. **O caupi no Brasil**. Brasília: Embrapa-CNPAP, 1988. 722p.

BABALOLA, O. Water relations of three cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* L.). **Plant and Soil**, Netherlands, v.56, p.59-69, 1980.

DIAS FILHO, M.B. Root and shoot growth in response to soil drying in four amazonian weedy species. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v.7, n.4, p.53-59, 1995.

LABANAUSKAS, C.K.; SHOUSE, P.; STOLZY, L.H. Effects of water stress at various growth stages on seed yield and nutrient concentrations of field-grown

cowpeas. **Soil Science**, Baltimore, v.131, n.4, p.249-256, 1981.

MARKHART, A.H. Comparative water relations of *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus acutifolius* Gray. **Plant Physiology**, Lancaster, v.77, n.1, p.113-117, 1985.

MIRANDA, N.O.; BELMAR, N.C. Déficit hídrico y frecuencia de riego en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agricultura Técnica**, Santiago, v.37, n.3, p.111-117, 1977.

NASCIMENTO, R. do. **Crescimento, produtividade primária e nodulação do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetido a diferentes níveis de água no solo**. Arcaia, PB.: UFPB, 1991. 79p. Dissertação de Graduação.

OLIVEIRA JUNIOR, J.O.L. de. **Crescimento e produção de amendoim submetido a ciclos de deficiência hídrica**. Fortaleza, CE: UFC, 1993. 63p. Tese de Mestrado.

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

SHOUSE, P.; DASBERG, S.; JURY, W.A.; STOLZY, L.W. Water deficit effects on water potential, yield, and water use of cowpeas. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, p.333-336, 1981.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. 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, 1988a.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.5, p.503-510, 1988b.

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**, Netherlands, v.44, p.527-546, 1976.

SUMMERFIELD, R.J.; PATE, J.S.; ROBERTS, E.H.; WIEN, H.C. The Physiology of 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. Resposta de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. *Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.47-60, 1991.
- TURK, K.J.; HALL, A.E.; ASBELL, C.W. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. *Agronomy Journal*, Madison, , v.72, p.413-420, 1980.
- TURK, K.J.; HALL, A.E. Drought adaptation of cowpea. III. Influence of drought on plant growth and relations with seed yield. *Agronomy Journal*, Madison, 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.