

RENDIMENTO DE CULTIVARES DE CAUPI (*Vigna unguiculata* L Walp.) SUBMETIDAS À DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO¹**Gianini Peixoto Bezerra Lima****José Vanglesio de Aguiar****Raimundo Nonato Távora Costa***Universidade Federal do Ceará – Departamento de Engenharia Agrícola. Campus do Pici. Bloco 804. CEP 60455-760 – Fortaleza-CE***Vital Pedro da Silva Paz***Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Departamento de Engenharia Rural, bolsista da FAPESP. Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal 11. 13418-900 – Piracicaba-SP***1 RESUMO**

O caupi é um dos cultivos mais tradicionais do Norte e Nordeste do Brasil, constituindo alimento básico nestas regiões. Com este trabalho foi possível estabelecer relações entre a quantidade de água aplicada e produtividade de grãos, para três variedades de feijão caupi submetidas a diferentes lâminas de água. Para caracterização das lâminas de água foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão convencional em linha. O controle da irrigação foi realizado a partir de tensiômetros instalados à 15 cm de profundidade. Os resultados mostraram que: i) a cultivar João Paulo II apresentou melhores resultados de produtividade para as lâminas de água aplicadas que variaram de $T_1 = 291,8$ mm a $T_5 = 141,2$ mm; ii) sob condições de reduzida disponibilidade de água, ou seja, menor lâmina aplicada, não ocorreu diferença estatística para a produtividade entre as cultivares estudadas; e iii) para as condições do estudo, a cultivar Setentão apresentou a menor taxa de redução do produto marginal.

UNITERMOS: caupi, irrigação, função de produção**LIMA, G. P. B., AGUIAR, J. V., COSTA, R. N. T., PAZ, V. P. S. RESPONSES OF COWPEA CULTIVARS (*Vigna unguiculata* L Walp) AT DIFFERENTS IRRIGATION DEFICITS****2 ABSTRACT**

The caupi is one of the most traditional cultivation of the north and northeast - Brazil, constituting a basic food in these areas. With this work it was possible to establish relationships between the amount of water applied and productivity of grains, for three caupi varieties submitted to different irrigation sheets. To differentiate water depths in the irrigation system, the aspersión in line was used. The control of the irrigation was accomplished using tensiometers installed to 15 cm of depth. The results showed that: i) the João Paulo II variety presented better productivity for the applied water depths; ii) under reduced conditions of water availability for study conditions, there was no significant difference in the productivity reached among the cultivars studied; and iii) for the conditions of the study, the variety Setentão presented the smallest rate of reduction of the marginal product.

KEYWORDS: cowpea, irrigation, production function

¹ Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Agronomia - área de Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Agrícola - UFC/Fortaleza, CE.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.1999v04n3p139-144>

3 INTRODUÇÃO

Os principais fatores limitantes à produção agrícola na região nordeste, especificamente, no semi-árido, são a escassez e a irregularidade pluviométrica. A ocorrência de baixa disponibilidade hídrica determina a utilização de variedades resistentes à seca, porém com níveis de produtividade satisfatórios.

O caupi é considerado uma variedade de feijão resistente à deficiência hídrica, contudo é importante um adequado nível de umidade na floração e na frutificação (Summerfield et al., 1985). Para proporcionar esta condição deve-se escolher a melhor época de semeadura de forma que durante os estádios acima ocorra suprimento de água pela ocorrência de chuvas ou irrigação. A semeadura no início do período chuvoso eleva as chances para a cultura não sofrer estresse hídrico nos períodos de floração e formação de vagens (Hall & Dancette, 1978). Oliveira (1991) faz referência à prática que os agricultores têm na região de realizar a semeadura ainda com o solo seco, dias antes do início das chuvas.

Apesar de tratar-se de uma variedade economicamente pouco representativa, o caupi exerce grande importância social, pois faz parte do hábito alimentar da região nordeste e muitas vezes constitui uma fonte de renda para o pequeno e médio agricultor que utiliza a irrigação em pequena parcela da propriedade rural.

Conforme Pandey & Ngarm (1985), um dos aspectos fundamentais para a seleção de cultivares de caupi mais adaptados às condições hídricas da região semi-árida, constitui-se nas características de precocidade e profundidade do sistema radicular. Cultivares de ciclo curto possuem o sistema radicular mais superficial que as de ciclo longo. Portanto, em áreas que apresentam limitações de umidade, plantas com ciclo mais longo conseguem melhor desempenho. Regiões em que o período de disponibilidade de água é curto, são mais adequadas as cultivares mais precoces. Segundo Hall (1981), raízes mais profundas podem incrementar a resistência à seca, mas a profundidade não deve ser tanta que comprometa a produção devido ao investimento adicional de carboidratos para o suprimento das raízes.

No trópico semi-árido, a temperatura noturna, quando alta, provoca danos à produção causando esterilidade nos órgãos masculinos e o aumento da abscisão floral, com redução do número de vagens (Warrag & Hall, 1984), além do aumento da taxa de respiração, reduzindo a produção de fotossíntese líquida. Turk & Hall (1980) relataram que o caupi apresenta uma capacidade de tolerância à seca durante todo o ciclo cultural.

As plantas em geral apresentam, por natureza, diversos tipos de mecanismos que as permitem se desenvolverem e até produzirem satisfatoriamente em ambientes restritivos ao seu desenvolvimento. As adversidades climáticas experimentadas pelas culturas em períodos de seca são enfrentadas por meio de variadas respostas fisiológicas, permitindo assim, que as plantas resistam a tais condições. Segundo Turk et al. (1980), a seca durante o período vegetativo do caupi não afeta a produção, desde que as condições ambientais subsequentes tornem-se favoráveis. O estresse hídrico durante a floração reduz sensivelmente a produção, embora já se tenha observado a recuperação parcial da produção quando a irrigação é retomada, permitindo um novo fluxo de produção de flores. O estresse durante a fase de enchimento de grãos causa uma redução do número de vagens e do número de grãos por vagem.

Ziska & Hall (1983) pesquisando a influência do estresse hídrico sobre a produção de grãos e eficiência de uso de água, concluíram que esta pode ser aumentada pela suspensão da irrigação desde a emergência da planta até o aparecimento do primeiro botão floral, desde que haja uma certa umidade no perfil do solo e seja procedida a irrigação na fase de floração e na fase de enchimento de vagens.

A irrigação e a utilização de variedades com melhores características genéticas e mecanismos de adaptação ao estresse hídrico podem determinar formas de proporcionar maior produção de caupi na Região Nordeste. De acordo com Summerfield et al. (1985), cultivares de caupi irrigados atingem até 4 ton/ha na Califórnia. No Brasil, a produtividade média obtida no nordeste é da ordem de 260 kg/ha (May, 1986).

A utilização de técnicas de aplicação e manejo da água torna-se indispensável quando o objetivo é o incremento da produção e melhor rentabilidade econômica para o produtor. Isto torna-se mais importante quando o suprimento de água às plantas não é complementado pela precipitação pluviométrica, como ocorre na região semi-árida. Com o estudo da resposta da cultura a diferentes níveis de umidade é possível estabelecer o manejo adequado da irrigação mesmo sob condições de limitada disponibilidade de água, ou seja, quantificar a produção possível de ser alcançada considerando algumas limitações de insumos necessários à produção.

Frizzone (1986) constatou elevação no rendimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas, para diferentes níveis de nitrogênio. Aguiar (1989) verificou aumento no rendimento do caupi em função das lâminas aplicadas e diferentes níveis de adubação. Segundo os autores, dos modelos ajustados para representação da resposta da cultura à aplicação de água, o quadrático foi o que revelou melhor adequação entre a produção de grãos e a aplicação de água.

O objetivo deste trabalho foi estudar a resposta de cultivares de caupi à aplicação de diferentes lâminas de irrigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante a estação seca, entre os meses de setembro e dezembro, na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste - CE (latitude: 3°45' S, longitude: 49°00' W, altitude: 47 m).

O solo da área experimental, Aluvial Eutrófico (Coelho, 1971), apresentou classificação textural de franco-arenoso em análise realizada antes do experimento. O clima é do tipo Aw, caracterizando-se como quente e úmido, segundo classificação de Koopen. A precipitação média anual é de 806,5 mm com distribuição irregular e umidade relativa média do ar de 73,8 %.

Com base na análise de fertilidade do solo foi realizada uma adubação nitrogenada antes da semeadura, nas proporções de 15 kg/ha de N, 30 kg/ha de P₂O₅ e 20 kg/ha de K₂O, aplicados em sulco na linha de cultivo.

Três cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) foram utilizadas: João Paulo II, Pitiúba e Setentão. A semeadura foi em covas alinhadas no terço médio dos camalhões, espaçadas de 0,20 m e distância entre linhas de 0,80 m, com densidade de plantio de 62500 plantas por hectare.

O experimento consistiu de três parcelas que representavam as três variedades, sendo que cada parcela possuía quatro repetições. Cada parcela foi submetida a cinco tratamentos diferenciados pelas lâminas de água aplicadas. Para se obter estas lâminas utilizou-se o sistema de irrigação "Line Source", segundo a metodologia de Hanks et al. (1976). Assim, longitudinalmente à linha de aspersores, a lâmina aplicada é considerada constante. Portanto, os cinco tratamentos foram definidos pelo nível de umidade verificada, conforme suas distâncias ao eixo linear de aspersores. O tratamento T1 recebeu a maior lâmina considerada ideal para elevar a umidade do solo à capacidade de campo e os tratamentos seguintes (T2, T3, T4 e T5) receberam lâminas decrescentes durante todo o ciclo.

A largura das parcelas, a partir da linha de aspersores, foi estabelecida sob o critério de que o alcance dos aspersores atingisse a parcela do tratamento T5. Assim, as parcelas mediam 12 x 6 metros e os tratamentos mediam 2,4 x 6 metros.

Para controle da irrigação foram instalados tensiômetros à profundidade de 15 cm, localizados no ponto médio do tratamento T1, que através de leituras diárias iniciavam o momento adequado de irrigar, sempre que o potencial mátrico do solo atingisse -0,05 MPa. A partir da curva característica de umidade do solo obteve-se os valores de umidade crítica para irrigação, relativa a -0,05 MPa (0,162 cm³.cm⁻³) e à capacidade de campo (0,289 cm³.cm⁻³).

As irrigações com lâminas diferenciadas, utilizando o sistema experimental de aspersão em linha, tiveram início 11 dias após a germinação, prosseguindo até 51 dias após a germinação, com um total de nove aplicações e intervalo médio de 6,4 dias. As lâminas totais de água aplicadas associadas aos tratamentos foram: T1 = 291,8 mm; T2 = 251,7 mm; T3 = 219,0 mm; T4 = 175,7 mm; T5 = 141,2 mm. Durante o período de realização do experimento ocorreu uma precipitação de 3,5 mm, considerada na lâmina total aplicada.

Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados oportunamente, como capinas e combate de lagartas, ácaros e pulgões.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises foram realizadas com base na produtividade de grãos, que constitui no principal parâmetro de produção (Quadros 1 e 2).

Para as cultivares João Paulo II e Setentão foram observadas diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade em relação aos tratamentos de lâminas aplicadas (Quadro 1). O rendimento de grãos para os tratamentos T4 e T5 não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade entre as cultivares estudadas (Quadro 2), indicando que para condições de reduzida disponibilidade de água não há diferença significativa de produtividade entre as cultivares estudadas.

Turk & Hall (1980) utilizando o sistema Line Source demonstrou em estudos com caupi que níveis crescentes de estresse hídrico resultaram em progressiva redução da área foliar, do número de folíolos e da área média dos folíolos. Segundo os autores, estas respostas, ao reduzirem a transpiração, foram responsáveis pela extrema prevenção à seca apresentada pela cultura e pela manutenção do potencial hídrico elevado, embora havendo impacto negativo na produção de grãos. Outros trabalhos com caupi dão suporte aos resultados aqui apresentados, tais como Miranda & Belmar (1977), dentre outros.

Quadro 1 - Resumo das análises de variância para a produtividade de grãos, em cada cultivar de caupi (*Vigna unguiculata* L., Walp) estudada.

Causa de Variação	Graus de Liberdade	Valores de F		
		João Paulo II	Pitiúba	Setentão
Tratamentos	4	5,63**	2,98	8,87**
Resíduo	15			

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 2 - Resumo das análises de variância para a produtividade de grãos, em cada tratamento de irrigação estudado.

Causas de Variação	Graus de liberdade	Valores de F				
		T1	T2	T3	T4	T5
Tratamentos	2	12,8**	10,4**	11,5**	2,61	4,1

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

As equações de regressão que relacionam a produtividade das cultivares de caupi em função da lâmina de água aplicada, do tipo quadrática, apresentaram coeficientes de determinação entre 0,8549 e 0,9244, indicando uma correlação forte entre o fator água e a produção de grãos e, o coeficiente linear sendo negativo, indica que para ocorrer um mínimo de produção a água deve ser fornecida, seja pela irrigação ou pela umidade residual do solo. Para a cultivar João Paulo II, quando a lâmina se reduz a 87,21 mm, a produção se anula, enquanto que para as cultivares Pitiúba e Setentão, as lâminas são de 70,65 e 91,55 mm, respectivamente. Verifica-se que a produtividade aumenta a medida que uma maior lâmina de água é aplicada, atingindo um valor máximo além do qual ocorre decréscimo da produção (Figura 1). Os valores máximos de produtividade estimados e as respectivas lâminas de água aplicada foram: João Paulo II - 1.429,0 kg/ha (240,27 mm); Pitiúba - 970,99 kg/ha (225,88 mm); Setentão - 1.271,12 kg/ha (250,64 mm). A produtividade máxima da cultivar João Paulo II é 46,58% superior a obtida com a cultivar Pitiúba, com apenas 6,37 % a mais de lâmina total de água aplicada. Com relação a cultivar Setentão o acréscimo de produtividade da cultivar João Paulo II é de apenas 11,97%, aplicando-se 4,31 % menos água. Com as cultivares Pitiúba e Setentão verifica-se que a segunda apresenta produtividade 30,90% superior, consumido 10,96 % a mais de água. Estas observações ilustram a melhor capacidade produtiva da cultivares João Paulo II e Setentão.

Conforme a representação gráfica e considerando o intervalo de lâminas de água aplicadas para efeito de estudo, a cultivar Pitiúba apresenta uma maior taxa de decréscimo da produção a medida que aumenta a lâmina aplicada, a partir do ponto de máxima produção. Esta característica é menos acentuada nas duas outras cultivares.

Vaux & Pruitt citados por Hernandez et al. (1996), relatam que há uma considerável evidência empírica mostrando que a relação entre evapotranspiração (ET) e produtividade (Y) é linear. Já a relação entre produtividade e água aplicada não tem sido intensamente estudada, mas há evidências de que a relação é curvilínea.

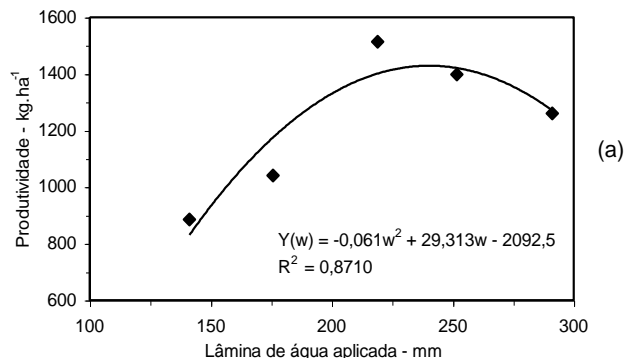
Assim como Hernandez et al. (1996), observando as funções de resposta das cultivares de caupi estudadas, constata-se que para menores lâminas a inclinação das curvas (Figura 3) tende a um comportamento linear, passando a assumir uma tendência curvilínea próxima à região de máxima produção. Observa-se que a maior eficiência do uso da água ocorre quando o acréscimo da quantidade do insumo aplicado, neste caso a água, proporciona uma maior taxa de aumento da produção. Pode-se inferir também, a partir da inclinação das curvas, que o decréscimo de produção a medida que aumenta a lâmina de água, além daquela para máxima produção, é maior para a cultivar Pitiúba, indicando ser mais sensível ao excesso de água quando comparada às outras cultivares.

Dada a forma quadrática da função de produção ajustada, o produto marginal é uma função linear com taxa de queda da ordem de 0,122 para cada mm de água adicionada para a cultivar João Paulo II, 0,080 para a cultivar Pitiúba e 0,10 para a cultivar Setentão. O produto médio é sempre positivo à medida que há um acréscimo da lâmina aplicada até atingir a lâmina em que a produtividade marginal é zero. Para a cultivar João Paulo II, por exemplo, o produto médio cresce de 5,88 kg/mm quando a lâmina é de 141,2 mm, atingindo um máximo de 5,95 kg/mm para uma lâmina de 240,27 mm e diminui para 4,3 kg/mm quando a lâmina é 291,8 mm (Figura 2).

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos concluiu-se que:

1. A cultivar João Paulo II apresentou melhores resultados de produtividade para as lâminas de água aplicadas;
2. Sob condições de reduzida disponibilidade de água, ou seja, menor lâmina aplicada, não ocorreu diferença estatística para a produtividade entre as variáveis estudadas;
3. Para as condições de estudo, a cultivar Setentão apresentou a menor taxa de redução do produto marginal.



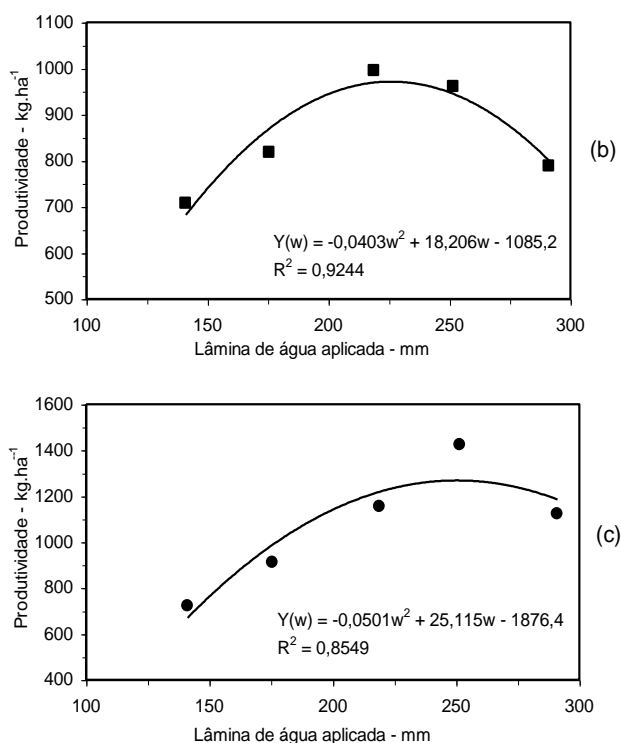


Figura 1 - Produtividade em função da lâmina de água aplicada em cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), sendo: (a) João Paulo II, (b) Pitiúba e (c) Setentão.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, J. V. *Determinação do consumo de água e da função de produção do caupi irrigado no Município de Bragança-Pará*. Fortaleza, 1989. 106p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará.
- COELHO, M. A. *Características de umidade de alguns solos de aluvião: normais, sódicos-salinos*. Rio de Janeiro, 1971. 113p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- FRIZZONE, J. A. *Funções de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) ao uso de nitrogênio e lâmina de irrigação*. Piracicaba, 1986. 133p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- HALL, A. E. Adaptation of annual plants to drought to improvements in cultivars. *Hortic. Sci.* v.16, p.37-8, 1981.
- HALL, A. E., DANCETTE, C. Analysis of fallow-farming systems in semi-arid Africa using a model to simulate the hydrologic budget. *Agron. J.*, v.70, p.816-23, 1978.
- HANKS, R. J. et al. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop productions studies. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v.40, p.126-429, 1976.
- HERNANDEZ, F. B. T. et al. Função de resposta da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e lâminas de água. *Eng. Agric., Jaboticabal*, v.16, n.2, p.22-30, 1996.
- MAY, P. H. Socioeconomic profile of cowpea producers in Northern Brazil. S.1; s.n., 1986. 12p.
- MIRANDA, O., BELMAR, C. Deficit hídrico y frecuencia de riego en frejol (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Agric. Téc. (Santiago)*, v.3, n.37, p.741-9, 1977.
- OLIVEIRA, A. S. *Efeitos de diferentes períodos de deficiência hídrica sobre a melancia em solo aluvial eutrófico*, 1991. 76p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)-Universidade Federal do Ceará.
- PANDEY, R. K., NGARM, A. T. Agronomic research advances in Asia. In: SING, S. R., RACHIC, K. *Cowpea research, production and utilization*. New York: John Wiley, 1985. p.297-306.
- SUMMERFIELD, R. J. et al. The physiology of cowpea. In: SING, S. R., RACHIE, K. *Cowpea research, production and utilization*: New York: John Wiley, 1985. p.65-101.

- TURK, J. K., HALL, A. E. Drought adaptation of cowpea. III. Influence of drought on plant growth and relation with seed yield. *Agron. J.*, v. 72, p.428-33, 1980.
- TURK, J. K., HALL, A. E.; ASBELL, C. W. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought of seed yield. *Agron. J.*, v.72, p.413-20, 1980.
- WARRAG, M. O. A., HALL, A. E. Reproductive response of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) to heat stress. I. Response to soil and dry air temperature. *Field Crops Res.* v. 8. p.17-33, 1984.
- ZISKA, L. H., HALL, A. E. Soil and plant measurements for determining when to irrigate cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), grow under planned-water-deficits. *Irrig. Sci.* v.3,p.247-57, 1983.