

PRODUÇÃO DO CAUPI IRRIGADO EM BRAGANÇA, PARÁ¹

JOSÉ VANGLESIO DE AGUIAR² e JOSÉ DE JESUS SOUSA LEMOS³

RESUMO - O experimento foi conduzido na área da Unidade Didática de Bragança, pertencente à Emater-Pará, no município de Bragança, Pará. O presente trabalho tem como objetivo estudar as relações entre as lâminas de irrigação, a adubação química e o rendimento físico do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), e estabelecer uma função de produção visando à otimização econômica do uso da água e da adubação mineral, a partir de determinada estrutura de preços. O delineamento experimental foi do tipo blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro repetições, e os tratamentos compreenderam a combinação de 6 (seis) lâminas d'água e 3 (três) níveis de adubação. O rendimento máximo de grãos (517,0 kg/ha) pôde ser obtido com a aplicação de 226,6 mm de água e 181,4 kg de NPK (10-28-20). A lâmina de água e a quantidade de adubo que maximizam a receita líquida são 201,5 mm e 125, 8 kg/ha de NPK, respectivamente, produzindo um lucro máximo de NCz\$ 123,20/ha, apreços de abril de 1989.

Termos para indexação: eficiência técnica, superfície de produção, feijão.

PRODUCTION OF IRRIGATED COWPEA IN BRAGANÇA COUNTRY, PARÁ STATE

ABSTRACT - A field study was carried out at the Unidade Didática de Bragança (UDB), Pará, Brazil, to determine the effects of different irrigation and fertilizer treatments on yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and aiming at define a production function to optimize the economical use of water and fertilizer. The experimental design was based on randomized blocks with split plots combining six levels of water, four replicates, with three levels of fertilization. The maximum yield of grain/ha was obtained with 226.6 mm of water and 181.4 kg/ha of NPK (10-28-20). The water and fertilizer that induced the maximum net income were 201.5 mm and 125.8 kg/ha of NPK, respectively, reaching a maximum net return of US\$ 119.75 (NC\$ 123,20 for April 1989 prices).

Index terms: technical efficiency, production surface, bean.

INTRODUÇÃO

O caupi constitui um dos mais importantes alimentos da região Norte, pelo seu alto valor nutritivo, contendo considerável teor de carboidratos, baixo nível de gorduras e razoável nível de proteínas.

No Estado do Pará, é cultivado em área equivalente a 80% da área plantada com feijão (Watt & Araújo, 1988) embora atenda a apenas 53% da procura, sendo o restante suprido por outros estados (Silva & Aquino, 1988).

¹ Recebido em 05.02.92.

Aceito para publicação em 20.07.92.

Parte da Dissertação de Mestrado apresentado pelo primeiro autor à Universidade Federal do Ceará.

² Professor Assistente do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

³ Professor Adjunto do Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Entre as limitações para a obtenção de maior produção no Estado do Pará podem ser citadas: manejo deficiente dos solos das áreas recém-desbravadas, baixa fertilidade da maioria dos solos utilizados (especialmente em fósforo), dificuldade de acesso ao crédito rural pelos agricultores, oferta insuficiente de sementes, infra-estrutura deficiente de comercialização e desorganização dos produtores.

Uma das alternativas para elevar a produção de caupi no Estado do Pará seria a adoção de um segundo plantio dessa leguminosa, no período de estiagem (setembro/outubro a novembro/dezembro), principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Estado, utilizando-se a irrigação de forma a suprir parcial ou totalmente as necessidades, dependendo do município considerado e das precipitações ocorridas no período.

Para a consecução desse objetivo, é importante que sejam conhecidas, do ponto de vista quantitativo, as relações entre os fatores de produção utilizados no cultivo e os rendimentos obtidos com a produção, bem como a relação entre os preços pagos pelos insumos e os recebidos pela venda do produto.

Este estudo visa, portanto, a gerar a alocação tecnicamente eficiente de fatores na produção de caupi no Município de Bragança, Pará.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado na área da Unidade Didática de Bragança, pertencente à Emater-Pará, no Município de Bragança, distando 220 km de Belém, no período de agosto a dezembro de 1988.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koepen, corresponde a um tipo que resulta na fórmula **Ami**, caracterizado como quente e úmido com deficiência hídrica nos meses de outubro, novembro e parte de dezembro, inserida na faixa de climas megatérmicos (Vieira et al., 1981). As médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar são de 2139 mm, 25,7°C e 83,2%, respectivamente, sendo que aproximadamente 93% das chuvas ocorrem no período de janeiro a julho.

O solo da área onde foi realizado o trabalho pertence à série Bragança, Grande Grupo Latossolo Amarelo, apresentando relevo plano com declives menores que 3% e também com declive pouco inclinado, de 5% a 8%.

A cultura utilizada foi o caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultivar Manteguinha, com espaçamento de 40 cm entre linhas e 30 cm entre plantas, gastando-se 40 kg de sementes por hectare. As práticas culturais foram as

mesmas usualmente adotadas pelos agricultores da região, exceto a de preparo do solo, que constou de aração e gradagem à tração motora.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas ("split plot"), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de seis lâminas de água e três níveis de NPK.

Para a aplicação das lâminas de água, foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão estabelecido em linha, de acordo com a metodologia desenvolvida por Hanks et al. (1976). Este procedimento consiste em dispor aspersores ao longo de uma tubulação principal, com um espaçamento não superior a 25% do diâmetro molhado, os quais devem produzir um perfil triangular, trabalhando com ventos de baixa velocidade a uma dada pressão.

Foram utilizados 10 aspersores Samoto, modelo Sagra AJ-25 de 2 (dois) bocais com 5,2 x 3,2 mm de diâmetro, apresentando um diâmetro molhado aproximado de 15,0 m e vazão de 2,4 m³/h, espaçados de 6,0 m, trabalhando a uma pressão de serviço de 2,0 atm.

Os tamanhos das parcelas e subparcelas foram determinados em função do número de aspersores disponíveis e do raio de alcance destes, respectivamente. Desse modo, cada parcela mediu 18 cm x 18 m e cada subparcela 6 m x 3 m (Figura 1).

As irrigações foram realizadas sempre que o potencial da água no solo da subparcela W₂X₂ localizada no bloco II atingia -0,5 atm, avaliado através da leitura diária às 9 h da manhã, em tensiômetro instalado à profundidade de 10 cm.

A lâmina de irrigação referencial a ser aplicada, tomada como controle, foi calculada a partir da equação:

$$W = \frac{cc - U_c}{100} \cdot d \cdot p \quad (1)$$

na qual:

cc = capacidade de campo em % do peso;

U_c = teor da umidade do solo na subparcela-controle quando o potencial da água no solo atingia -0,5 atm, em % de peso;

d = densidade do solo na profundidade de 10 cm;

p = profundidade do sistema radicular, em mm; e

W = lâmina líquida em mm.

Para medição da lâmina de água aplicada, foram colocados coletores

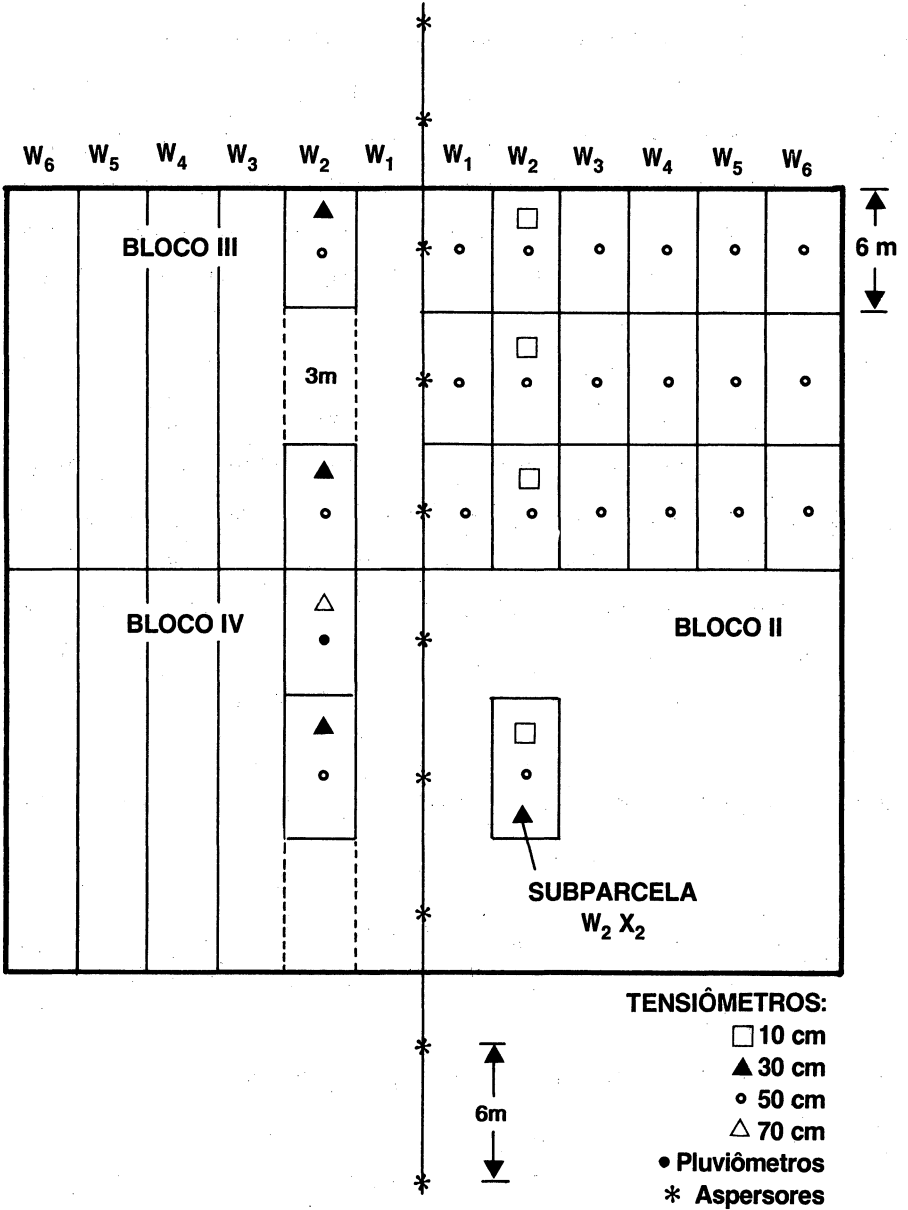


FIG. 1. Esquema geral do experimento.

em cada subparcela (72 no total), cujo conteúdo após cada irrigação era medido através de uma proveta graduada em milímetros.

A determinação no rendimento de grãos foi feita para cada subparcela. Foram realizadas 3 (três) colheitas, tendo em vista a fase de maturação ter ocorrido em épocas diferentes, fato esperado pela diferença das lâminas d'água e níveis de NPK aplicados. A pesagem dos grãos foi feita em balança de precisão de 0,01 kg, a uma umidade de 13%.

A verificação dos efeitos da água, do adubo e da interação água x adubo, sobre o rendimento de grãos, sob um ponto de vista estatístico, foi feita através da análise de variância e a constatação de possíveis diferenças entre as médias dos tratamentos aplicados foi feita utilizando-se o teste de Tukey.

Neste trabalho considerou-se a água (W) e o adubo (X) como variáveis independentes e o rendimento de grãos (Y) como variável dependente, de acordo com a equação:

$$Y = f(W, X, Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n) \quad (2)$$

onde:

Y = produtividade em kg/ha;

W = lâmina d'água em mm; e

X = quantidade de adubo em kg/ha;

$Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ = os demais fatores que influenciam Y, tais como espaçamento, tratos culturais, etc., que foram considerados fixos.

Foram testadas funções quadráticas com interação, e os parâmetros destas equações foram estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

A maximização do rendimento físico foi obtida a partir da função de produção $Y = f(W, X)$, satisfazendo-se as seguintes condições (Allen, 1965).

$$a) \frac{\partial Y}{\partial W} \cdot \frac{\partial Y}{\partial X} = 0 \quad (3)$$

$$b) \frac{\partial^2 Y}{\partial W^2} \text{ e } \frac{\partial^2 Y}{\partial X^2} < 0 \quad (4)$$

$$c) \frac{\partial^2 Y}{\partial W^2} \cdot \frac{\partial^2 Y}{\partial X^2} > \left(\frac{\partial^2 Y}{\partial W \cdot \partial X} \right)^2 \quad (5)$$

onde:

$\frac{\partial Y}{\partial W}$ = derivada parcial da função de prod. em relação à lâmina d'água;

$\frac{\partial Y}{\partial X}$ = derivada parcial da função de produção em relação ao adubo;

$\frac{\partial^2 Y}{\partial W^2}$ = derivada segunda da função de prod. em relação à lâmina d'água;

$\frac{\partial^2 Y}{\partial X^2}$ = derivada segunda da função de produção em relação ao adubo.

A receita líquida foi definida pela equação:

$$RL = Y \cdot P_y - (W \cdot P_w + X \cdot P_x + K) \quad (6)$$

onde:

Y = estimativa da produção de grãos, obtida pela função (2), em kg/ha;

P_y = preço do produto em Cr\$/kg;

W = lâmina total de água aplicada, em mm;

P_w = preço da água em Cr\$/mm;

X = quantidade da fórmula de adubação 10-28-20 aplicada, em kg/ha;

P_x = preço do adubo em Cr\$/kg; e

K = os demais custos fixos.

Para maximizar a receita líquida é necessário satisfazer as condições de primeira ordem (Henderson & Quandt, 1976):

$$a) \quad \frac{\partial Y}{\partial W} = \frac{P_w}{P_y} \quad (7)$$

$$b) \quad \frac{\partial Y}{\partial X} = \frac{P_x}{P_y} \quad (8)$$

Além dessas condições é necessário que a função de produção seja côncava ou que a derivada segunda da receita líquida em relação a W e X seja negativa.

No presente trabalho, foram considerados os preços relativos ao mês de abril de 1989; o preço de adubo foi o vigente no mercado naquele mês e o preço da água foi calculado em Cr\$ 0,514/mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas totais aplicadas variaram de 0 mm até 202,5 mm, as quais acrescidas da precipitação pluvial de 33,1 mm, alcançaram os valores médios de 33,1 mm; 44,7 mm; 110,3 mm; 182,5 mm; 265,5 mm e 315,6 mm, correspondendo às lâminas W_1 , W_2 , W_3 , W_4 , W_5 e W_6 , respectivamente, tendo sido efetuadas 8 (oito) irrigações com intervalos médios de 7 (sete) dias.

Na Tabela 1 são apresentadas as médias de rendimento do caupi, obtidas em função das lâminas totais de água e da aplicação dos diversos níveis de adubação química.

TABELA 1. Valores médios do rendimento (kg/ha) de grãos de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em função das lâminas totais de água e dos níveis de NPK (10-28-20) (Brasília, Pará, 1988).

Lâminas totais de água (mm)	Níveis de NPK (kg/ha)			Médias
	0(X_1)	75(X_1)	150(X_2)	
315,6 (W_6)	235,38	347,18	321,53	301,51 (B)
265,5 (W_5)	240,28	416,40	483,62	380,10 (AB)
182,5 (W_4)	327,78	454,17	592,37	458,11 (A)
110,3 (W_3)	230,14	322,87	318,48	290,50 (B)
44,7 (W_2)	9,72	11,25	14,31	11,76 (C)
33,1 (W_1)	0,97	0,83	1,25	1,02 (C)
Médias	174,12(a)	258,78(b)	288,59(b)	

Obs.: a) Considerando-se as médias na horizontal, os valores seguidos da mesma letra maiúscula não diferem significativamente, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

b) Considerando-se as médias na vertical, os valores seguidos pela mesma letra minúscula não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Verifica-se que o tratamento (W_4X_2), equivalente à lâmina de 182,5 mm e 150 kg/ha de NPK proporcionou o maior rendimento (592,4 kg/ha), embora as médias e os rendimentos obtidos com a aplicação de 182,5 mm e 265,5 mm não apresentem diferença significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que a maior lâmina (315,6 mm) proporcionou uma média de rendimento menor que as lâminas de 265,5 e 182,5 mm, motivada por empocamento temporário em algumas subparcelas junto à linha de aspersão, o que reduziu a porosidade livre de água. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida (1987) na condução de pesquisa da função de produção do milho irrigado na Baixada Cuiabana.

A variação do rendimento em função das lâminas totais de água apresentou o mesmo comportamento para todos os níveis de NPK, havendo uma redução brusca na produtividade do caupi de mais de 95% quando a lâmina d'água total passa de 110,3 mm para 44,7 mm; a produtividade praticamente caiu a zero quando a lâmina foi de 33,1 mm, proveniente da chuva ocorrida às vésperas do plantio.

Esse fato evidencia que o fator limitante na produção do caupi foi a água, não apresentando a adubação aplicada influência significativa nos níveis de produtividade do caupi, mesmo nas doses mais elevadas.

A análise de variância dos dados de produtividade de grãos revelou efeito altamente significativo, ao nível de 1% de probabilidade, para lâminas totais de água, não apresentando, entretanto, efeito significativo para adubação nem interação deste fator com a água (Tabela 2).

O fato de a adubação mineral não ter revelado efeito significativo pode ser atribuído às pequenas doses utilizadas no experimento, não sendo suficientes para provocar efeitos na produtividade em comparação aos níveis adotados em outras pesquisas, cujos teores de fósforo e potássio variam de 80 a 200 kg/ha e de 40 a 80 kg/ha, respectivamente (Araújo et al., 1984; Oliveira & Dantas, 1984; Vieira et al., 1980; Couto et al., 1980 e Rebouças et al., 1977).

Quanto à aplicação de nitrogênio, embora existam opiniões contraditórias sobre o seu efeito no rendimento de grãos, algumas pesquisas realizadas com esse nutriente demonstraram o fato contrário; as doses utilizadas sempre foram bem mais elevadas que no presente trabalho (Silva, 1978; Paiva et al., 1971; Couto et al., 1981; Frizzone, 1986), este último trabalhando com feijoeiro.

Para definir a função de produção (Y), que estima os rendimentos de grãos em função das variáveis lâminas d'água (W) e adubação mineral (X), foram testados 7 (sete) modelos matemáticos que se têm mostrado adequados em estudos anteriores realizados no Brasil e no mundo (Hexem & Heady, 1978; Heady & Dillon, 1961); a escolha do modelo que melhor representasse a função $Y = f(W, X)$ baseou-se na análise do coeficiente de determinação r^2 , teste F para análise de variância, teste t para os coeficientes das variáveis

e a coerência dos sinais das variáveis incluídas nos modelos (Tabela 3).

TABELA 2. Análise de variância do rendimento de grãos de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). (Bragança, Pará, 1988).

Causas de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F
Blocos	3	86.569,363	28.856,454	0,840 N.S.
NPK	2	169.279,645	84.639,822	2,463 N.S.
Resíduo (a)	6	206.158,558	34.359,760	
Parcelas	11	462.007,409		
Água	5	2.192.837,409	438.567,482	52,049 XX
Água x NPK	10	146.299,743	14.629,974	1,736 N.S.
Resíduo (b)	45	379.174,982	8.426,111	
Subparcela	60	2.718.312,134		
Total	71	3.180.319,70		

Média geral: 240,5 Cv(a) = 77,07% Cv(b) = 38,17%

Dentre as especificações testadas, a que melhor se ajustou às evidências obtidas na pesquisa foi o modelo quadrático, segundo a equação:

$$Y = -229,1145 + 5,9065W + 0,85492X - 0,0146W^2 - 0,00488X^2 - 0,004033W.X \quad (9)$$

(t=10,537) (t=1,107) (t=9,484) (t=1,067) (t=2,165)

A análise da variância da regressão (Tabela 4) mostrou um efeito altamente significativo para o modelo ajustado ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; os resultados do teste "t" para os parâmetros da equação evidenciaram efeitos altamente significativos para as variáveis W, W₂ e W . X, o mesmo não ocorrendo com os parâmetros das variáveis X e X₂, tendo estas sido mantidas na equação por terem alcançado valores maiores que 1,0 através do teste "t", além do fato de a interação W . X ter se mostrado significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3. Análise de regressão múltipla dos rendimentos de grãos (Y) obtidos sob diferentes lâminas de irrigação (W) e diferentes níveis de NPK (10-28-20) (X), para os 7 (sete) modelos testados (Bragança, Pará, 1988).

Modelos	Teste "t" 1/1					r	r ²	r ² ajustado	erro	F
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅					
(9)	6,502 (***)	0,122 N.S.	7,284 (***)	0,347 N.S.	2,193 (**)	0,9652	0,9317	0,9032	59,753	32,728
(10)	6,369 (***)	0,688 N.S.	7,386 (***)	0,871 N.S.	1,767 (*)	0,9613	0,9240	0,8924	63,006	29,195
(11)	5,718 (***)	0,105 N.S.	6,849 (***)	0,807 N.S.	-	0,9509	0,9043	0,8748	67,951	30,705
(12)	10,537 (***)	1,107 N.S.	9,484 (***)	1,067 N.S.	2,165 (**)	0,9744	0,9494	0,9283	51,417	45,043
(13)	10,10 (***)	1,849 (*)	8,278 (***)	0,942 N.S.	-	0,9642	0,9207	0,9080	58,252	42,953
(14)	9,871 (***)	1,094 N.S.	9,113 (***)	1,041 N.S.	2,111	0,9730	0,9468	0,9246	52,723	42,721
(15)	9,126 (***)	1,469 N.S.	8,100 (***)	0,925 N.S.	-	0,9628	0,9270	0,9046	59,320	41,304

* Significativo ao nível de 10% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

N.S. = Não significativo.

Verifica-se que na análise de variância da Tabela 4, a variável W . X não se revelou estatisticamente significativa, enquanto no estudo das relações entre Y e X, Y e W, e Y e W . X, através de regressão, há significação estatística da interação água versus adubo, como variável influente no rendimento de grãos. Este fato sugere que a análise de regressão constitui um instrumental analítico mais poderoso na seleção de variáveis que devem ser incluídas no modelo.

A representação gráfica da função de produção obtida encontra-se na Figura 2, indicando como rendimento de grãos máximo de 517,8 kg/ha, com aplicação de uma lâmina d'água de 226,6 mm e 181,4 kg/ha da fórmula de adubação 10-28-20.

Não havendo restrições de disponibilidade de recursos para gastar com água e adubo e nem de mercado, a questão é maximizar a receita líquida sujeita à restrição da função de produção na forma da equação (2).

TABELA 4. Valores estimados para os parâmetros da superfície de resposta do caupi à lâmina total de água e adubação química (NPK). (Bragança, Pará, 1988).

Variáveis	Coefficiente estimado	Desvio padrão	Estatística "t"
W	5,90665 (***)	0,56056	10,537
W ²	-0,01464 (***)	0,00156	9,484
X	0,85492 (N.S.)	0,77232	1,107
X ²	-0,004880 (N.S.)	0,00457	1,067
W.X.	0,004033 (**)	0,00186	2,165
Constante	-229,11450	-	-

$R^2 = 0,9283$ $F_{5,12} = 45,043$

Fonte: Valores estimados a partir dos resultados experimentais.

** Indica significativamente diferente de zero ao nível de 5% de probabilidade.

*** Indica significativamente diferente de zero ao nível de 1% de probabilidade.

N.S. Indica não significativamente diferente de zero aos níveis usuais.

As quantidades de água e adubo que maximizam a receita líquida foram obtidas igualando-se as derivadas parciais da função de produção em relação à água e ao adubo à relação P_W/P_Y e P_X/P_Y , respectivamente, conforme as equações:

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = 5,90665 - 0,02928W + 0,004033X = \frac{P_W}{P_Y} \quad (10)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = 9,85492 - 0,00976X + 0,004033W = \frac{P_X}{P_Y} \quad (11)$$

No caso da presente pesquisa a maximização da receita líquida é alcançada quando se aplica 201,5 mm de lâmina d'água total e 125,85 kg/ha de NPK (10-28-20), com estas dosagens o nível de rendimento de grãos de caupi alcança 499,12 kg/ha, com uma receita líquida máxima de Cr\$ 123,20/ha.

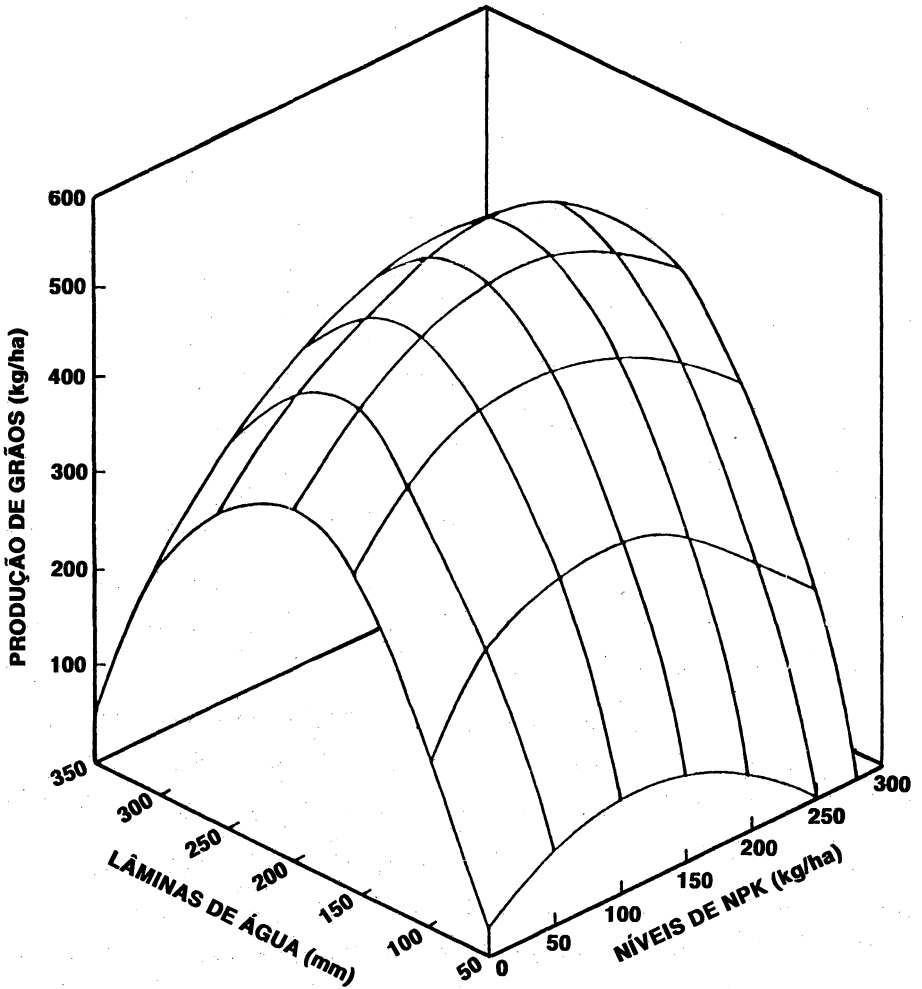


FIG. 2. Produção de grãos em função da aplicação de água e adubação.

CONCLUSÕES

O maior rendimento físico em grãos (592,37 kg/ha) foi proporcionado pelo tratamento equivalente à aplicação da lâmina total de 182,5 mm e de 150 kg/ha de NPK (10-28-20).

A adubação não apresentou efeitos substanciais no rendimento de grãos, provavelmente devido às baixas dosagens usadas no experimento, sugerindo que a mesma não deve ser usada em níveis elevados, na presença de pequenas lâminas de água.

A função de produção do caupi relacionou-se com a lâmina total d'água aplicada aos níveis de adubação, segundo uma relação quadrática, cujo rendimento máximo (517,8 kg/ha) é atingido quando a lâmina aplicada é de 226,7 mm e a dose de NPK (10-28-20) é de 181,4 kg/ha.

Considerando os preços de abril de 1989, a lâmina d'água e a quantidade de NPK que maximizam a receita líquida são de 201,5 mm de água e 125,8 kg/ha de NPK (10-28-20), alcançando uma receita líquida máxima de Cr\$ 123,20/ha para um rendimento de 499,1 kg/ha de grãos.

Outros experimentos com a cultura do caupi irrigado devem ser desenvolvidos para verificar a economicidade da aplicação da adubação com dosagens mais elevadas do que as que foram utilizadas no presente estudo.

O cultivo do caupi, para a região bragantina, deve ser estimulado na época de menor precipitação (agosto-dezembro), usando irrigação suplementar, com o objetivo de obter duas safras por ano.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.D. **Análise matemática para economistas**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1965. Vol.2.
- ALMEIDA, J.E.L. **Determinação da função de produção do milho irrigado na Baixada Cuiabana**. Fortaleza: UFC-DE, 1987, 83p. (Dissertação de Mestrado).
- ARAÚJO, J.P.P. et al. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp**; descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: CNPAF, 1984. 82p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 18).
- COUTO, W.S.; CORDEIRO, A.C.C. & ALVES, A.A. **Adubação mineral do caupi em Latossolo Amarelo de campo cerrado de Roraima**. Goiânia: 1982. Resumos da 1ª Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 4).
- FRIZONNE, J.A. **Funções de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâmina de irrigação**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 133p. (Tese de Doutorado).
- HEADY, E.O. & DILLON, J.L. **Agricultural production functions**. State University Press, 1961. 667p.
- HENDERSON, J.M. & QUANDT, R.E. **Teoria microeconômica**. São Paulo: Pioneira, 1976.
- HEXEM, R.W. & HEADY, E.O. **Water production functions for irrigated agriculture**. Ames, Iowa: The Iowa State University Press. 215p.
- OLIVEIRA, I.P. & DANTAS, J.P. **Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi**. Goiânia: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, 1984. 23p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 8).

- PAIVA, J.B.; ALBUQUERQUE, J.J.L.; & BEZERRA, F.F. Adubação mineral em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.) no Ceará, Brasil. **Ciê. Agron.**, Fortaleza, v.1,n.2, p.75-78, 1971.
- REBOUÇAS, M.A.A.; CRISÓSTOMO, L.A.; & BEZERRA, P. Estudo de adubação nitrogenada do feijão de corda (*Vigna sinensis* L. Savi), pela análise química das folhas. **Ciê. Agron.**, Fortaleza, v.7., n.1-2, p.39-42, 1977.
- SILVA, J.F.A.F. & AQUINO, S.F.F. **A cultura do caupi; problemas e perspectivas.** Palestra proferida durante o Simpósio sobre Produtividade Agroflorestal da Amazônia: problema e perspectiva, em Belém de 20 a 23.06.1988.
- SILVA, E.A. **Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão-de-corda (*Vigna sinensis* L. Savi), utilizando o sistema de irrigação por "aspersão linha".** Viçosa: UFV, 1978. 53p. (Dissertação de Mestrado).
- VIEIRA, L.S. et al. **Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.);** adaptação de cultivares às condições amazônicas. Belém: 1981. 87p. (IDESP - Cadernos Paraenses, 49).
- WATT, E.E. & ARAÚJO, J.P.P., orgs. **Cowpea research in Brazil.** Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. 360p.