

## Análise técnico-econômica da cunhã em função dos fatores de produção água e adubação fosfatada<sup>1</sup>

Technical and economical response of cunhã crop to water and phosphate fertilizer

Eveline Viana Salgado<sup>2\*</sup>, Raimundo Nonato Távora Costa<sup>3</sup>, Maria Socorro de Souza Carneiro<sup>4</sup>, Luís Carlos Uchôa Saunders<sup>5</sup> e Haroldo Ferreira de Araújo<sup>6</sup>

**Resumo** - A produção de uma cultura agrícola está condicionada a vários fatores referentes ao solo, à planta e ao clima. Existe uma relação funcional entre estes fatores e a produção das culturas, característica de cada condição ambiental. O trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento produtivo e econômico da cultura da cunhã (*Clitoria ternatea*, L.) irrigada por aspersão convencional sob diferentes lâminas de água e níveis de adubo fosfatado. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, no período de setembro de 2007 a março de 2008. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, composto de quatro tratamentos primários nas parcelas, quatro tratamentos secundários nas subparcelas e quatro blocos. Os tratamentos constituíram-se da combinação de quatro lâminas de água ( $W_1 = 615,2$  mm;  $W_2 = 605,1$  mm;  $W_3 = 540,6$  mm e  $W_4 = 365,6$  mm) e quatro níveis de adubação fosfatada ( $P_0 = 0$ ;  $P_1 = 150$ ;  $P_2 = 300$ ;  $P_3 = 450$  kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ). A cultura foi estabelecida no campo com espaçamento de 0,40 x 0,40 m, irrigada por um sistema de aspersão convencional "Line Source Sprinkler System", com frequência de cinco dias. Conforme resultados obtidos, o fator de produção fósforo não se mostrou limitante à produção de massa verde da cultura da cunhã, no entanto, o fator de produção água influenciou a um nível de 1,3% de significância; independente dos níveis de fósforo aplicados obteve-se uma produção média de 4,5 kg de massa verde de cunhã para cada metro cúbico de água aplicada.

**Palavras-chave** - *Clitoria ternatea* L. Plantas forrageiras. Plantas - relações hídricas. Plantas - efeito do fósforo.

**Abstract** - The production of a crop is subject to various factors related to soil, plant and climate. There is a functional relationship between these factors and crop production, characteristic of each environmental condition. This work evaluated the economic and productive development of the culture of cunha (*Clitoria ternatea* L.) irrigated by sprinkler under different water depths and levels of phosphate fertilizer. The experiment was conducted at the Experimental Farm Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, in the period September 2007 to March 2008. The experimental design was randomized blocks with plots consisting of four primary treatments in the plots, four secondary treatments in the subplots and four blocks. The treatments consisted on a combination of four irrigation sheet ( $W_1 = 615.2$  mm,  $W_2 = 605.1$  mm,  $W_3 = 540.6$  mm and  $W_4 = 365.6$  mm) and four levels of fertilization ( $P_0=0$ ,  $P_1=150$ ,  $P_2=300$ ,  $P_3= 450$  kg ha<sup>-1</sup> of  $P_2O_5$ ). The culture was established in the field with spacing of 0.40 x 0.40 m, irrigated by a sprinkler system "Line Source Sprinkler System", with a frequency of five days. As results, the factor of production phosphorus was not limiting of the cunhã green mass production, however, the factor of production water influenced to 1.3% significance level, independent of phosphorus levels applied; it was obtained an average of cunhã green mass production of 4,5 kg for each cubic meter of water applied.

**Key words** - *Clitoria ternatea* L. Foraged plants. Plants - water available. Plants - effect of phosphorus.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 01/06/2009; aprovado em 10/02/2010

Projeto de pesquisa financiado pelo CT-Hidro; Parte da dissertação do primeiro autor apresentada ao Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, 60021-970, eveline\_agronomia@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, 60021-970, rntcosta@ufc.br

<sup>4</sup>Departamento de Zootecnia, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, 60455-970, msocorro@ufc.br

<sup>5</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, 60021-970, pradmufc@ufc.br

<sup>6</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, 60021-970, haroldfa@gmail.com

## Introdução

De acordo com o IBGE (2008), a área média utilizada com pastagens no Brasil é de 172 milhões de hectares. A produção de pastagens vem sendo uma alternativa para a pecuária brasileira, tendo no aumento da produtividade, o grande responsável por inúmeras pesquisas, destacando-se adubação, técnicas de irrigação, entre outras (CÂNDIDO et al., 2005).

A irregularidade do regime pluvial nas diferentes regiões brasileiras é considerada um fator de restrição ao desenvolvimento agrícola, pois, mesmo em estações chuvosas, ocorrem períodos de déficit hídrico. Segundo Cunha et al. (2008), a evapotranspiração em pastagens, geralmente, excede a precipitação pluvial, sendo assim necessária a prática da irrigação para garantir uma produção com planejamento. A agricultura irrigada deve melhorar a eficiência quanto ao uso da água, pois com um manejo eficiente da irrigação requer informações relacionadas às necessidades de água das culturas e da função de produção das culturas à água (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002; FIGUERÊDO et al., 2008; GATES et al., 1991; SOARES et al., 2002). De acordo com Lopes et al. (2005), o manejo da irrigação proporcionou maior produtividade na massa seca do capim elefante. Com o uso da irrigação por aspersão a alfafa apresenta-se como uma boa alternativa de forragem de alto valor nutritivo ao longo do ano (BOTREL et al., 2001).

Depois da água e do nitrogênio, o fósforo é o nutriente mais limitante à produção das plantas forrageiras, sendo de fundamental importância, principalmente, no estabelecimento da cultura, estimulando a formação e o crescimento das raízes e o perfilhamento (WERNER, 1986). O suprimento adequado de fósforo é, diferentemente dos demais nutrientes, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al., 2001). Sarmiento et al. (2002) constataram que a adubação fosfatada tem importante influência na velocidade de rebrota e quantidade de brotos produzidos pela alfafa. O adubo fosfatado influencia na produtividade, no sistema radicular, na qualidade fisiológica de sementes de espécies leguminosas e na altura de inserção da primeira vagem (ARAÚJO et al., 2005; KROLOW et al., 2004; SILVA et al. 2001; ZUCARELLI et al., 2006).

Segundo Moreira e Malavolta (2001), os níveis de fósforo aplicados aumentaram a produção de matéria seca total, como também o teor de fósforo presente na matéria seca na cultura da alfafa.

De acordo com Frizzone (1993), função de resposta ou de produção das culturas é uma relação física entre as quantidades de certo conjunto de insumos e as quantidades físicas máximas que podem ser obtidas do produto, para dada tecnologia conhecida. Assim, ao se supor que a função de resposta representa o máximo que se pode obter com o uso de cada combinação de insumos, está se definindo uma relação funcional entre o produto e os insumos.

Devido a esta problemática, surge a necessidade de pesquisas que contemplem informações técnicas visando maximizar as receitas líquidas com a aplicação correta de insumos. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento produtivo e econômico da cultura da cunhã (*Clitoria ternatea, L.*) irrigada por aspersão convencional sob diferentes lâminas de água e níveis de adubo fosfatado.

## Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no período de 13 de setembro de 2007 a 13 de março de 2008 em uma área de 24,0 x 41,0 m na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste, Ceará, distando 110,0 km de Fortaleza com altitude de 47 metros, entre os paralelos 3°45' e 4°00' de latitude Sul e os meridianos 39° 15' e 39° 30' de longitude Oeste.

O clima da região é do tipo AW<sup>2</sup>, tropical chuvoso, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 806,5 mm distribuída entre os meses de janeiro e abril, umidade relativa do ar média de 73,8% e temperatura média de 28,0 °C.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico apresentando relevo tipicamente plano. Atributos físicos e químicos na camada de 0 a 0,30 m são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Atributos físicos e químicos do solo da área experimental

Composição Granulométrica (%)				Classe Textural	Densidade do Solo (kg m <sup>-3</sup> )	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	CC (%)	PMP (%)
Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila						
18	55	21	6	Franco arenoso	1400	6,8	0,7	11,2	4,4
Complexo Sortivo (mE 100g)									
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>		Al <sup>3+</sup>	S	T	
4,8	2,7	0,5	0,2	0,5		0,0	8,2	8,7	

A leguminosa forrageira cunhã (*Clitoria ternatea*, L.) foi irrigada por meio de um sistema de aspersão convencional. A semeadura ocorreu manualmente em linha, com profundidade média de 0,03 m e espaçamento de 0,40 m entre linhas. A quebra de dormência da semente deu-se em água morna com imersão, 12 horas antes da semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos primários foram compreendidos nas parcelas correspondentes às lâminas de irrigação e os tratamentos secundários nas subparcelas, correspondentes as adubações fosfatadas. As parcelas tinham dimensões de 3,0 x 20,0 m e as subparcelas de 3,0 x 5,0 m. Os tratamentos compuseram-se da combinação de quatro lâminas de irrigação e quatro níveis de adubação fosfatada. As lâminas de irrigação  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  e  $W_4$ , corresponderam respectivamente, aos totais de 615,2 mm, 605,1 mm, 540,6 mm e 365,6 mm de água aplicada e os níveis de fósforo de 0; 150; 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente.

Para obtenção de lâminas diferenciadas utilizou-se um sistema de aspersão em linha - "Line Source Sprinkler System" de acordo com metodologia desenvolvida por Hanks et al. (1976). O turno de rega estabelecido teve como referência a disponibilidade real de água considerando a capacidade de água disponível e o fator de esgotamento (F), de 50%, cuja frequência média de irrigação foi de cinco dias. No centro de cada subparcela instalou-se um coletor a 0,80 m da superfície do solo para mensurar a água aplicada pela irrigação.

Aos trinta dias após a semeadura realizou-se a primeira adubação fosfatada com fonte de superfosfato simples contendo 20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em conformidade com os tratamentos: T<sub>1</sub> - 0%; T<sub>2</sub> - 50%; T<sub>3</sub> - 100% e T<sub>4</sub> - 150% da necessidade da cultura (300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) em única aplicação de cobertura. Considerando que a semeadura da cunhã foi realizada em linha, a uma profundidade média de 0,03 m, optou-se por adubação de cobertura, considerando que o sistema de irrigação por aspersão minimizaria problemas relacionados à mobilidade do nutriente.

O potássio foi fracionado em três aplicações, aos trinta, sessenta e noventa dias após a semeadura, utilizando como fonte o cloreto de potássio à base de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Não se utilizou fonte de nitrogênio por se tratar de uma leguminosa, nem tampouco micronutrientes.

Para determinação da massa verde no corte de uniformização, que ocorreu ao 90º dia após a semeadura, coletaram-se amostras da forrageira a 0,10 m em relação ao nível do solo em cada uma das subparcelas com o auxílio de um quadrado de área 0,5 x 0,5 m, o qual era lançado aleatoriamente por três vezes na subparcela de 3,0 x 5,0 m.

Este método é tradicionalmente utilizado para obtenção de amostras de forrageiras em nível de campo.

O corte subsequente da forrageira foi realizado 42 dias após o corte de uniformização, ou seja, 132 dias após a semeadura. O procedimento para determinação da massa verde foi o mesmo utilizado para o corte de uniformização.

No presente estudo, os fatores de produção água (W) e fósforo (P) foram considerados como variáveis independentes e a produtividade da cultura (Y), a variável dependente. Para obtenção da função de produção foram testados dez modelos estatísticos a partir de análise de regressão utilizando-se o software SAS SYSTEM. Optou-se por aquele que melhor se ajustou aos dados do experimento, tendo em vista os coeficientes de determinação r<sup>2</sup> e r<sup>2</sup> ajustado, o valor do teste F da análise de variância, os valores do teste t para todos os coeficientes, os sinais das variáveis dos modelos analisados e os aspectos relacionados ao comportamento físico do processo.

Calculou-se o produto físico marginal dos fatores analisados, lâminas de água e níveis de fósforo, o qual representa o incremento na produtividade ao se adicionar uma unidade a mais do fator considerado, este sendo obtido através da derivada primeira da função de produção em relação ao fator considerado, representado pela equação 1:

$$PMg(f) = \frac{\partial Y}{\partial f} \quad (1)$$

sendo:

$PMg(f)$ : produto físico marginal do fator considerado;

$\frac{\partial Y}{\partial f}$ : derivada da função em relação ao fator considerado.

A eficiência de uso da água (EUA) também denominada por Playán e Mateos (2006) como produtividade da água, foi calculada pela relação entre a produtividade de massa verde por unidade de volume de água, expressa em kg m<sup>-3</sup> ou alternativamente, em R\$ m<sup>-3</sup>. Os valores obtidos em kg m<sup>-3</sup> foram transformados em R\$ m<sup>-3</sup> tomando-se como referência o valor do kg da massa verde de cunhã a R\$ 0,50.

## Resultados e discussão

Os valores médios de produtividade de massa verde da cunhã em função dos tratamentos lâminas de água e níveis de fósforo são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Produtividade média de massa verde de cunhã, em kg ha<sup>-1</sup>, em função das lâminas de água, em mm e dos níveis de fósforo, em kg ha<sup>-1</sup>

Lâminas (mm)	Níveis de Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )				Médias	
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		
	0,0	150,0	300,0	450,0		
W <sub>1</sub>	615,2	77.598,3	66.105,0	74.641,7	73.566,7	72.977,9
W <sub>2</sub>	605,1	68.433,3	75.101,7	72.596,7	67.150,0	70.820,4
W <sub>3</sub>	540,6	67.860,0	71.485,0	68.925,0	68.671,7	69.235,4
W <sub>4</sub>	365,6	54.265,0	62.593,3	62.061,7	61.606,7	60.131,7
Médias		67.039,2	68.821,3	69.556,3	67.748,8	

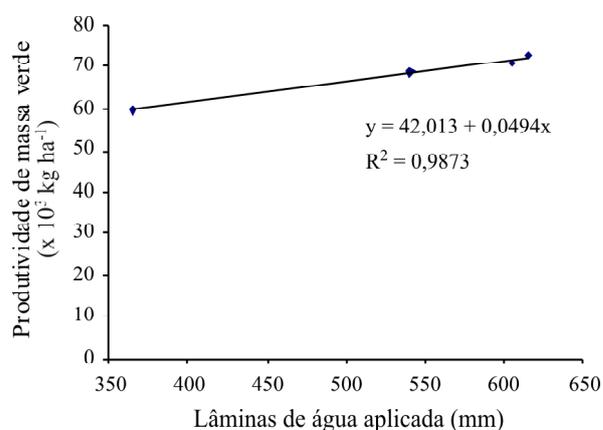
A máxima produtividade média observada foi de 77.598,3 kg ha<sup>-1</sup> sendo obtida no tratamento W<sub>1</sub>P<sub>0</sub>, equivalente a 615,2 mm de água e 0 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo aplicado. Já a menor produtividade, 54.265,0 kg ha<sup>-1</sup> observou-se no tratamento W<sub>4</sub>P<sub>0</sub>, equivalente a uma lâmina de água de 365,6 mm e 0 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo. Estes resultados demonstram que o fator de produção água é limitante à produção da cunhã, o mesmo não acontecendo com o fator de produção fósforo. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Zucarelli et al. (2006).

De acordo com Moreira e Malavolta (2001), a aplicação de 50 mg kg<sup>-1</sup> de fósforo independente da fonte usada, supre adequadamente as necessidades nutricionais das culturas da alfafa e da centrosema. Aragão Júnior et al. (1989) estudando o efeito de lâminas de água em irrigação por sulcos, baseadas na evapotranspiração potencial, obteve no corte de uniformização da cultura da cunhã, aos 63 dias, um rendimento máximo de 7.218,7 kg ha<sup>-1</sup> de massa verde com uma lâmina média de 592,5 mm. Na presente pesquisa foi obtida no corte de uniformização uma produtividade máxima de 33.533,3 kg ha<sup>-1</sup> de massa verde, portanto superior em 364,5%, comparativamente, à produtividade obtida por Aragão Júnior et al. (1989).

A análise de variância demonstrou que o fator de produção água influenciou significativamente na produtividade de massa verde da cunhã em nível de significância de 1,3%. No entanto, o fator de

produção fósforo e a interação entre os dois fatores não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos em nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar o efeito das lâminas de água sobre a produtividade da cunhã em base a análise de regressão (Tabela 3) constatou-se que o modelo linear apresentou efeito altamente significativo (0,002) e coeficiente de determinação de 0,981 (Figura 1). O teste do parâmetro linear apresentou um beta de 0,991 sendo altamente significativo em nível de 0,91%, o mesmo ocorrendo com o intercepto que foi significativo em nível de 0,35%.

**Figura 1** - Produtividade média de massa verde de cunhã em função das lâminas de água**Tabela 3** - Resumo da análise de variância da produtividade da cunhã em função da lâmina de água e dos níveis de fósforo

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Nível de significância
Regressão linear	1	1505440642,2	1505440642,2	0,002*
Regressão quadrática	1	2405873,3	2405873,3	0,859
Desvios de regressão	1	25456962,9	25456962,9	0,590
Resíduo	9	716043547,9	79560394,2	

\*Significativo em nível de 1%

A não significância do modelo quadrático para explicar a variação da produtividade da cunhã em função das lâminas de água limitou a análise da estimativa da lâmina de água economicamente ótima para cada nível de fósforo aplicado.

Aragão Júnior et al. (1989) citam que os dados de produtividade de massa verde evidenciaram a relação de linearidade existente entre o suprimento hídrico e o desenvolvimento vegetativo da cunhã. Já Andrade Júnior et al. (2002) e Figuerêdo et al. (2008) observaram efeito quadrático para a produção de grãos de feijão em função das lâminas totais aplicadas na irrigação.

Nas Tabelas 4 e 5 apresentam-se os valores médios da eficiência de uso da água relacionada à cultura da cunhã

em função das lâminas de água e dos níveis de fósforo, expressos em  $\text{kg m}^{-3}$  e  $\text{R\$ m}^{-3}$ , respectivamente.

A variável eficiência de uso da água apresentou efeito significativo em nível de 0,009% para o fator de produção lâmina de água, porém, não significativo para o fator de produção fósforo, bem como a interação entre estes fatores. A análise de variância relacionada à regressão da eficiência de uso da água em função do fator lâminas de água demonstrou efeito altamente significativo para o modelo linear (Prob. > F = 0,00003) cuja equação  $\text{EUA} = 8,13 - 0,007W$  demonstra que para cada mm a mais de água aplicada tem-se uma redução na eficiência de uso corresponde a  $0,007 \text{ kg m}^{-3}$ .

**Tabela 4** - Eficiência de uso da água ( $\text{kg m}^{-3}$ ) em função das lâminas totais de água e dos níveis de fósforo

Lâminas (mm)	Níveis de Fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				Médias	
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		
	0	150	300	450		
W <sub>1</sub>	615,2	4,1	3,6	4,0	4,0	3,9
W <sub>2</sub>	605,1	3,9	4,1	4,0	3,7	3,9
W <sub>3</sub>	540,6	3,6	4,4	4,2	4,2	4,1
W <sub>4</sub>	365,6	5,6	5,7	5,7	5,6	5,6
Médias		4,3	4,5	4,5	4,4	

**Tabela 5** - Eficiência de uso da água em ( $\text{R\$ m}^{-3}$ ) em função das lâminas totais de água e dos níveis de fósforo

Lâminas (mm)	Níveis de Fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				Médias	
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		
	0	150	300	450		
W1	615,2	2,1	1,8	2,0	2,0	2,0
W2	605,1	2,0	2,1	2,0	1,8	2,0
W3	540,6	1,8	2,2	2,1	2,1	2,1
W4	365,6	2,8	2,9	2,8	2,8	2,8
Médias		2,2	2,2	2,2	2,2	

## Conclusões

1. O fator de produção fósforo não se mostrou necessário à produção de massa verde da cultura da cunhã;
2. A produtividade máxima estimada de massa verde da cunhã equivalente a  $73,7 \text{ ton ha}^{-1}$  foi obtida com uma lâmina de água de  $700,4 \text{ mm}$  e  $86,7 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo;
3. A produtividade da água não apresentou alteração com os níveis de fósforo, o mesmo ocorrendo com os níveis de água superiores a  $540 \text{ mm}$ ;

4. Independente dos níveis de fósforo aplicados estima-se uma produção média de  $4,5 \text{ kg}$  de massa verde de cunhã para cada metro cúbico de água aplicada.

## Referências

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de et al. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 06, n. 01, p. 17-20, 2002.

- ARAGÃO JÚNIOR, T. C.; MAGALHÃES, C. A. de; SANTOS, C. S. V. Estudo de lâminas de irrigação na cultura da cunhã. Fortaleza: EPACE, 1989. 14 p. (**Boletim Técnico**).
- ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. de. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 02, p. 129-134, 2005.
- BOTREL, M. de A. *et al.* Cultivares de alfafa em área de influência da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1437-1442, 2001.
- CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagens de panicum maximum cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 05, p. 1459-1467, 2005.
- CUNHA, F. F. *et al.* Produtividade do capim tanzânia em diferentes níveis e frequências de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 01, p. 103-108, 2008.
- FIGUERÊDO, S. F. *et al.* Gerenciamento da irrigação do feijoeiro baseado em critérios técnicos e econômicos no cerrado. **Irriga**, v. 13, n. 03, p. 378-391, 2008.
- FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1993. 42 p. (Série Didática, 6).
- GATES, T. K. *et al.* Multicriterion strategic planning for improved irrigation delivery. I: Approach. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 117, n. 06, p. 897-913, 1991.
- GRANT, C. A. *et al.* A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n. 95, 2001. p. 1-5.
- HANKS, R. J.; RASMUSSEN, V. P.; WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation - crop production studies. **Soil Science Society American Proceedings**, v. 40, p. 426-429, 1976.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria>>. Acesso em: 23 jun. 2008.
- KROLOW, R. H. *et al.* Efeito do fósforo e do potássio sobre o desenvolvimento e a nodulação de leguminosas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 06, p. 2224-2230, 2004.
- LOPES, R. dos S. *et al.* Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 01, p. 20-29, 2005.
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fontes, doses e extratores de fósforo em alfafa e centrosema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 12, p. 1519-1527, 2001.
- PLAYÁN, E.; MATEOS, L. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. **Agricultural Water Management**, v. 80, n. 01-03, p. 100-116, 2006.
- SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F. P. de. Dinâmica do surgimento de brotos de alfafa em função de diferentes fontes de fósforo, da aplicação de gesso e do momento da calagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 03, p. 1103-1116, 2002.
- SILVA, E. de B.; RESENDE, de J. C. F.; CINTRA, W. B. R. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo em solo arenoso. **Ciência Rural**, v. 31, n. 06, p. 973-977, 2001.
- SOARES, J. I. *et al.* Função de resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, no Vale do Curu, Ce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 06, n. 02, p. 219-224, 2002.
- WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p.
- ZUCARELI, C. *et al.* Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 01, p. 09-15, 2006.