

- CORDEIRO, D. S.; POTTGER, D.; BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; MESQUITA, A. N.; DITTRICH, R. C.; & PALHANO, J. B. - Efeito de níveis e fontes de fósforo na região de Dourados (MS). R. bras. Ci. Solo, 3: 100-105, 1979.
- FASSBENDER, H. W. - Química de suelos. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975. 398p.
- FEITOSA, C. T.; VAN RAIJ, B.; DECHEN, A. R. & ALCARDE, J. C. - Determinação preliminar da eficiência relativa de fosfatos, para trigo, em casa de vegetação. R. bras. Ci. Solo, 2: 193-195, 1978.
- FERREIRA, T. N. & KAMINSKI, J. - Eficiência agrônômica dos fosfatos naturais de patos de minas e gafsa puros e modificados por acidulação e calcinação. R. bras. Ci. Solo, 3: 158-162, 1979.
- JACKSON, M. L. - Soil chemical analysis. New Jersey, Prentice Hill, 1969. 498p.
- KAMPRATH, E. J. - Phosphorus fixation and availability in highly weathered soils. In: FERREI, M.G. Simpósio sobre o cerrado, 4., EDUSP, 1977. p.333-347.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura. - Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1972. 88p. (2.a tentativa)
- RAIJ, B. van. - Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. R. bras. Ci. Solo, 2: 1-9, 1978.
- RAIJ, B. van & ZULLO, M. A. T. - Métodos de análise de solo. São Paulo, Instituto Agronômico de Campinas, 1977. 16p.
- SANCHEZ, P. A. - Properties and management of soils in the tropics. New York, John Wiley, 1976. 618p.
- SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; CORDEIRO, D. S.; PALHANO, J. B. & DITTRICH, R. C. - Comparação de cinco extratores de fósforo do solo, considerando-se o tempo de incorporação de três adubos fosfatados. R. bras. Ci. Solo, 3: 111-115, 1979.
- VETTORI, L. - Métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, EPE, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Bol. Tec. n.º 7)
- WUTKE, A. C. P.; SCHIMIDT, N. C.; AMARAL, A. Z.; VERDADE, F. C. & IGUE, K. - Disponibilidade de fosfatos naturais em função do pH do solo. Bragantia, 21: 271-284, 1962.

EFEITOS DA TEMPERATURA NO CRESCIMENTO, COMPONENTES DE PRODUÇÃO E RENDIMENTOS DE ARROZ (ORYZA SATIVA L.) IRRIGADO ⁽¹⁾

A. A. E. MARTINS ⁽²⁾, H. R. GHEYI ⁽³⁾ & N. K. FAGERIA ⁽¹⁾

RESUMO

Com o objetivo de determinar os efeitos das altas temperaturas na cultura de arroz (*Oryza sativa* L. cv. Cica 4) irrigado, montou-se um experimento em casa de vegetação, submetendo-se as plantas a temperaturas máximas da água de 30, 35, 40 e 45°C.

Os números de perfilhos, altura das plantas, comprimento da raiz e peso seco da parte aérea, decresceram significativamente quando a temperatura foi superior a 40°C. Da mesma maneira, número de panículas, peso de cem grãos e peso total de grãos também foram afetados por consequência das altas temperaturas. Constatou-se que as plantas de arroz podem tolerar temperaturas máximas de água até 35°C e que, acima desse limite, a produção diminui drasticamente.

SUMMARY: EFFECT OF TEMPERATURE ON GROWTH, YIELD AND YIELD COMPONENTS OF IRRIGATED RICE (ORYZA SATIVA L.)

The effects of temperature on growth, yield and yield components of irrigated rice (*Oryza sativa* L. cv. Cica 4) were studied under greenhouse conditions. The plants were subjected to maximum water temperatures of 30, 35, 40, and 45°C.

Number of tillers, plant height, root length and top weight decreased significantly when temperature increased to 40°C as compared to lower levels of temperature. Similarly, number of panicles, 100 grain weight and total grain weight were also found to decrease at higher temperatures. From this study, it can be concluded that rice plants can tolerate water temperature up to 35°C, beyond that the crop yields are drastically reduced.

⁽¹⁾ Parte da tese de Mestrado apresentada pelo primeiro autor na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande (PB). Recebido para publicação em maio de 1980 e aprovado em janeiro de 1981.

⁽²⁾ Professor da Escola de Agronomia do Maranhão, 65.000 São Luis (MA).

⁽³⁾ Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFPB, Campina Grande (PB).

⁽⁴⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - EMBRAPA, Goiânia (GO).

INTRODUÇÃO

Fatores climáticos, tais como temperatura, intensidade de luz e precipitação, afetam o crescimento e, conseqüentemente, a produção do arroz de duas maneiras. Diretamente, afetam os processos fisiológicos que envolvem a produção de grãos, o crescimento vegetativo de espiguetas e o tamanho de grãos (Yoshida, 1978 e Fageria, 1979) e, indiretamente, afetam a produção de grãos em conseqüência da incidência de doenças e insetos.

Em cultura de arroz irrigado por inundação permanente, os efeitos de variáveis, por exemplo, como a altura da lâmina da água, época do transplante, distância entre plantas e níveis de adubação, têm sido estudados exaustivamente, porém são raros os trabalhos que relacionam o efeito do nível de temperatura da água de irrigação no comportamento da cultura. Há temperaturas críticas, tanto baixas quanto elevadas, para cada fase de crescimento do arroz (Yoshida, 1977); portanto, para conhecer os efeitos da temperatura da água no crescimento e produção de arroz, é necessário, antes, conhecer os estádios de desenvolvimento e modelo de crescimento da planta de arroz. O ciclo de sua cultura pode ser dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e maturação (Tanaka *et alii*, 1964 e Fageria, 1980). A fase vegetativa estende-se desde a germinação até a iniciação do primórdio floral e é grandemente caracterizada pelo perfilhamento. A fase reprodutiva se estende desde a iniciação do primórdio floral até o florescimento, durante o qual ocorre o desenvolvimento da panícula. Morfologicamente, a fase reprodutiva é caracterizada pela evolução do internódio. Durante esse estágio, determinam-se o número das espiguetas e o tamanho potencial da cultura (Matsushima, 1957, 1966). Muitos pesquisadores afirmam que a planta de arroz é muito sensível, nesse estágio, a estresses ambientais, como baixa temperatura, baixa radiação solar e deficiência de água e nitrogênio (Ishizuka, 1973 e Yoshida, 1978). O amadurecimento ocorre do florescimento até a colheita.

No Maranhão, localizado próximo ao Equador, as temperaturas da água de irrigação podem atingir 40°C ou mesmo mais quando parada, e ainda não existe nenhum dado de pesquisas sobre a influência da temperatura na produção do arroz. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de temperaturas altas (30 a 45°C) sobre o crescimento, componentes de produção e rendimento do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de fevereiro a maio de 1978, na base física do Itapiracó, pertencente ao Ministério da Agricultura, em São Luís (MA), a qual possui as seguintes coordenadas geográficas: 2° 32' latitude S, 44° 17' longitude W e 51m de altitude. Os dados de temperatura do ar e do solo, durante o período de experimento, estão representados no quadro 1.

Com o objetivo de evitar interações solo-planta, o experimento foi conduzido em substrato composto de areia e

Quadro 1 - Temperatura do ar e substrato durante o período de experimento (1)

Meses	Temperatura do ar		Temp. do substrato ⁽²⁾	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
	°C			
FEVEREIRO	31,5	23,2	37,6	27,6
MARÇO	31,2	21,7	41,8	27,7
ABRIL	31,1	22,2	37,4	26,4
MAIO	32,0	22,1	37,0	29,0

(1) Fonte: SUDENE - Rede Meteorológica do Nordeste, Estação de São Luís, 1978.

(2) Às 18hs, na profundidade de 2cm.

solução nutritiva, utilizando-se recipientes de cimento amianto de 120cm de comprimento, 65cm de largura e 85cm de altura. Os recipientes foram cheios com 30cm de material inerte envolvido em sacos plásticos, 20cm de pedras graníticas bem lavadas e 15cm de areia grossa lavada. A drenagem da solução foi efetuada através de orifícios localizados no fundo das caixas.

O controle da temperatura e do aquecimento foi feito de extensões laterais de metal (duas a quatro) com diâmetro de 7,5cm, onde se encontravam lâmpadas elétricas inseridas com potências diferentes, de acordo com a temperatura desejada.

As extensões possuíam entrada e saída nas caixas em nível de tal forma que possibilitassem a submersão constante de ambas as extremidades na solução nutritiva (Figura 1).

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados com quatro tratamentos de temperaturas máximas: 30, 35, 40 e 45°C e duas repetições.

A solução nutritiva usada foi a de Hoagland, citado por Epstein (1975), com modificações nas quantidades de nitratos, e na qual se adicionou um excesso de 10% dos valores indicados. A solução continha 224 ppm N; 62 ppm P; 235 ppm K; 160 ppm Ca; 24 ppm Mg; 32 ppm S; 1,77 ppm Cl; 0,27 ppm B; 0,11 ppm Mn; 0,13 ppm Zn; 0,032 ppm Cu; 0,05 ppm Mo e 1,12 ppm Fe. O pH da solução foi mantido em torno de 6,5, através da adição de carbonato de cálcio pulverizado (Fernandez, 1974).

Sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar Cica-4 foram postas para germinação em sementeira. Quinze dias após a emergência das plantas, foi realizado o transplante para as caixas localizadas em casa de vegetação, colocando-se dez mudas por recipiente. As mudas foram dispostas sobre uma circunferência com um raio de 17cm, tendo no centro um termômetro. As mudas ficaram com uma distância de 10cm uma das outras e, durante todo o trabalho, foi mantida uma lâmina com 10cm de altura da solução nutritiva.

O tratamento foi iniciado e o sistema já regulado anteriormente passou a operar diariamente até a colheita. Iniciava-se o aquecimento da solução a partir de 8h, aumentando-se gradualmente sua temperatura, com auxílio das lâmpadas, até atingir as temperaturas máximas preestabelecidas para cada tratamento, ao redor de 14h, sendo então o aquecimento desligado.

O volume de reposição diária de solução foi determinado pela sua perda nas caixas de temperatura mínima (30°C), corrigindo-se a diferença entre as demais com água destilada. A solução foi substituída a cada dez dias.

Com a finalidade de evitar possíveis ataques de pragas, efetuou-se a cada quinze dias pulverização com Folldol na dosagem de 15cm³/20 litros de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento de perfilhos: Observações no desenvolvimento de perfilhos em intervalos

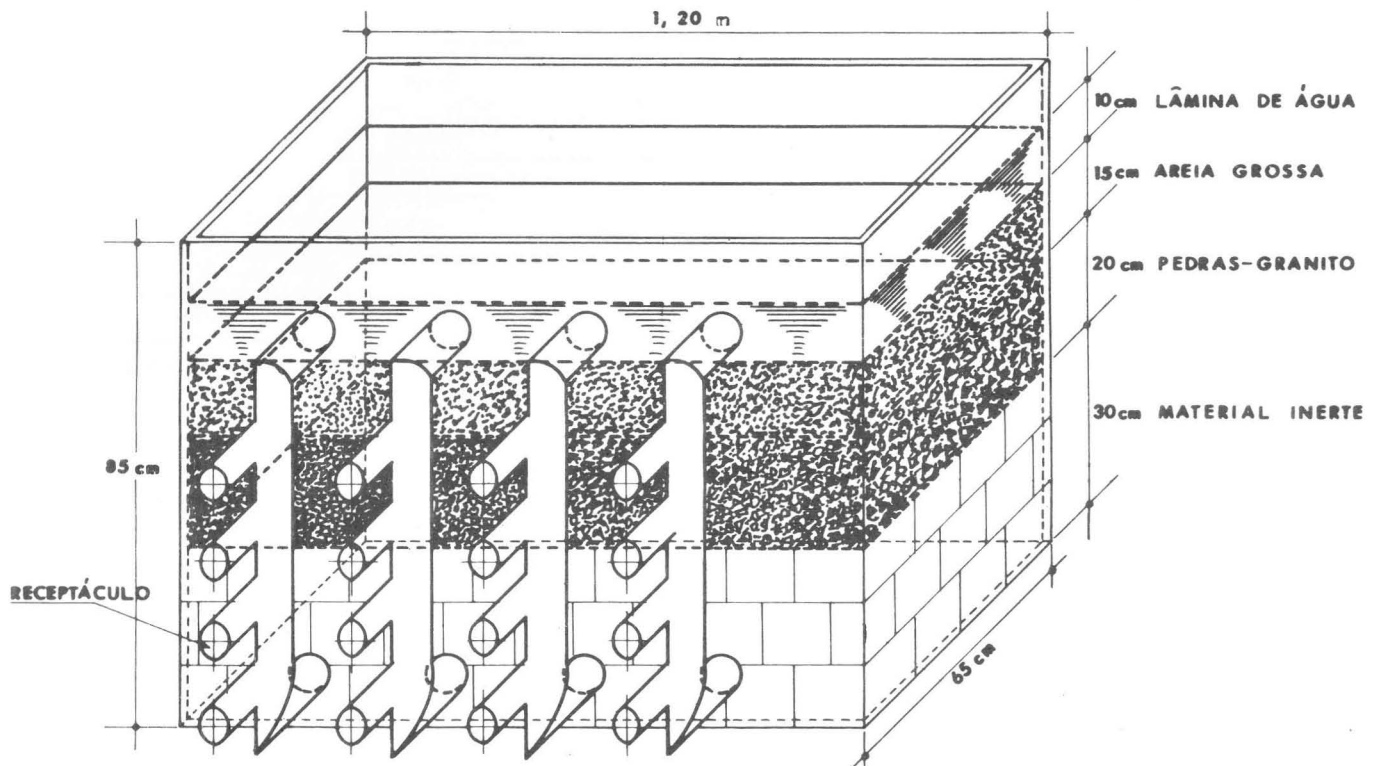


Figura 1 - Caixa utilizada no experimento

de quinze dias sob as várias temperaturas mostraram que o aumento de temperatura além de 35°C tem um efeito muito adverso no desenvolvimento de perfilhos (Figura 2). O número de perfilhos depois de 45 dias de transplante foi menos da metade quando comparado à temperatura de 30 ou 35°C. Esses resultados são indicativos da tolerância das plantas de arroz a temperaturas elevadas durante o desenvolvimento de perfilhos, embora a temperatura ideal seja entre 25 e 31°C (Nishiyama, 1976). O padrão de desenvolvimento de perfilhos, sob vários níveis de temperatura, foi idêntico (máximo durante o período de 15-30 dias depois do transplante), exceto a 45°C, onde se observou ser lento nos estádios iniciais. Provavelmente, as plantas necessitem desse período para se recuperar do dano térmico, uma consequência de sua súbita transferência para temperaturas excessivamente altas.

Ciclo da cultura: O ciclo da cultura sofreu alterações com a temperatura. Verificou-se que para 30, 35, 40 e 45°C o ciclo teve duração de 108, 112, 124 e 118 dias respectivamente. Nos casos de altas temperaturas (acima de 30°C), foi observado lento crescimento vegetativo (perfilhamento) e emergência das panículas, os quais foram responsáveis pelo aumento no ciclo da cultura. Kondo & Okamura (1932) também observaram que a alta temperatura da água retarda a colheita do arroz e concluíram que, para cada 2°C acima de 30°C, a emergência da panícula retarda entre quatro e oito dias.

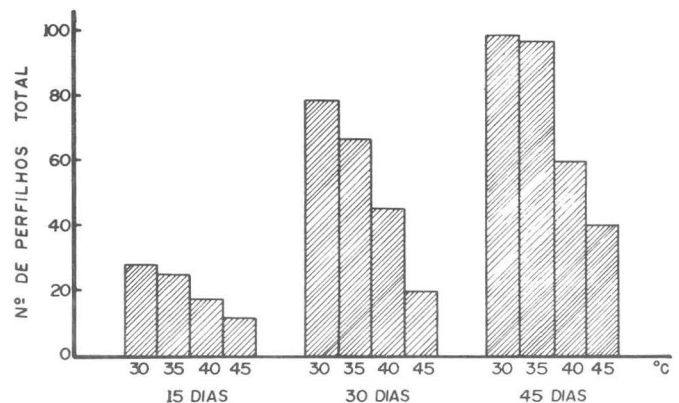


Figura 2 - Número total de perfilhos para os tratamentos 30, 35, 40 e 45°C aos 15, 30 e 45 dias após o transplante.

O crescimento, produção e seus componentes: A temperatura teve uma influência pronunciada no comprimento final da raiz e na altura da planta (Quadro 2). Não foi observada uma diferença significativa entre tratamentos de 30 e 35°C; entretanto, comparando com o tratamento de 45°C, os comprimentos das plantas eram duas vezes maior. Para o crescimento e desenvolvimento da planta de arroz, a temperatura ideal varia entre 25 e 32°C (Nishiyama, 1976, e Angladette, 1969) e, ao mesmo tempo, que temperaturas iguais ou superiores a 35°C podem cessar completamente o alongamento da

Quadro 2 - Efeito da temperatura sobre crescimento, componentes de produção e rendimento do arroz irrigado ⁽¹⁾

Temperatura	Comprimento da raiz	Altura da planta	Peso seco		N.º das panículas	Peso seco de 100 grãos	Peso total de grãos
			Raiz	Parte aérea			
°C	cm		g/10 plantas		10 plantas	g	g/10 plantas
30	16,5 a	73,0 a	13,88 a	121,60 a	81,5 a	1,98 a	75,56 a
35	13,5 a	64,0 a	7,26 b	91,12 b	71,0 b	1,86 ab	45,94 b
40	8,5 b	51,5 b	6,14 b	58,90 c	39,5 c	1,53 bc	18,97 c
45	6,5 b	32,0 c	4,13 b	46,51 c	16,5 d	1,36 c	11,62 c
CV - %	11,8	5,0	15,0	5,7	4,0	4,2	255,8

(1) Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

planta do arroz (Sasaki, 1927); portanto, o efeito drástico da temperatura sobre o comprimento era esperado.

O peso seco da raiz a 30°C foi significativamente superior às outras temperaturas, onde não se verificou efeito significativo a 5% (Quadro 2). Um fator responsável pela diminuição do peso da raiz a altas temperaturas (35, 40, 45°C) pode ser uma taxa de deterioração e decomposição das raízes comparativamente maior. Quanto ao peso seco da parte aérea, somente as temperaturas mais altas (40 e 45°C) não apresentaram diferenças significativas entre si. No presente estudo, o peso seco da raiz e da parte aérea a 45°C é aproximadamente um terço do peso obtido a 30°C. Considerando que o crescimento e desenvolvimento da planta depende da absorção de nutrientes e água pelas raízes, e que como temperatura alta afeta ambos os processos (Choudhary & Ghildyal, 1970) um menor peso da parte aérea e/ou raiz encontrado não deve ser surpresa.

A temperatura afetou o número das panículas significativamente, ainda que os efeitos mais drásticos tivessem sido observados a partir de 40°C (Quadro 2). O número de panículas obtidas a 40 e 45°C foi respectivamente duas e cinco vezes menor do que a 30°C. A temperatura ideal para emergência de panícula foi considerada entre 25 e 28°C por Nishiyama (1976) e Satake (1969), o que explica as diferenças encontradas.

Os resultados dos pesos de cem grãos mostraram que não houve diferenças significativas entre temperaturas próximas, isto é, entre 30-35°C, 35-40°C e 40-45°C, mas sim entre 30-40, 30-45°C e 35-45°C. A redução no peso dos grãos pode ser explicada pelo fato de que, nas altas temperaturas, os nutrientes absorvidos pela raiz não foram eficientemente translocados aos grãos no final do ciclo da cultura, ficando os mesmos relativamente imobilizados na parte aérea das plantas (Martins, 1978). Isso também foi observado por Chaudhary & Ghildyal (1970), que constataram baixos pesos de grãos de arroz com altas temperaturas.

A produção de grãos secos a 30°C foi 1,6 vez maior do que a 35°C, mas, a partir de 35°C, a produção decresceu drasticamente (Quadro 2), a 40°C foi aproximadamente quatro vezes me-

nor e, a 45°C, sete vezes menor que a produção da cultura a temperatura de 30°C. O decréscimo de produção é evidente com o aumento da temperatura a que é submetida a planta, devido às alterações de ordem fisiológica das mesmas (Fageria, 1980 e Murata & Matsushima, 1975). A produção total é uma consequência de perfilhos e panículas, grãos por panícula e percentagem de grãos cheios e peso médio do grão. Como essas variáveis são afetadas de forma negativa pelas altas temperaturas, uma diminuição na produção não deve ser uma surpresa. Os resultados mencionados por Kondo & Okamura (1932), realizados em experimentos de campo com temperaturas controladas do solo e da água, também mostraram que a temperatura ótima para o rendimento em grãos deve estar em torno de 32°C para as variedades japonesas.

Os resultados do presente experimento, de forma inicial, permitem-nos concluir:

A temperatura da água é de grande importância na cultura do arroz, afetando significativamente na produção. Altas temperaturas afetam negativamente seu crescimento e vários componentes da produção em forma diversa e em diferentes graus de intensidade.

Para todos os parâmetros estudados, a temperatura ideal obtida no trabalho indicou um máximo de 30°C, sendo permitida a temperatura até 35°C.

Como a produtividade depende muito do número de perfilhos e panículas, recomenda-se, pelo menos na fase inicial, a manutenção das temperaturas ideais (em torno de 30°C) e deve ser pesquisado de forma eficaz o controle das altas temperaturas. Talvez a manutenção da água em circulação, ao invés de parada, seja a maneira mais indicada.

LITERATURA CITADA

- ANGLADETTE, A. - El Arroz. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, Editorial Blume, 1969. 867p.
- CHAUDHARY, J. N. & GHILDYAL, B. P. - Influence of submerged soil temperature regimes on growth, yield and nutrient composition of rice plant. Agr. J. 62: 281-285, 1970.

- EPSTEIN, E. - Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Editora da Universidade de São Paulo, 1975. 341p.
- FAGERIA, N. K. - Aspecto fisiológico da produção de grãos de arroz. Trabalho apresentado em seminário no Centro Nacional de Pesquisa — Arroz e Feijão (CNPAP) em 4 de maio de 1979. (Mimeografado)
- FAGERIA, N. K. - Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. *Pesq. agropec. bras.*, 15:259-269, 1980.
- FERNANDEZ, M. S. - Effects of light and temperature on the nitrogen metabolism on tropical rice. Tese de M.S., Michigan State University, 1974.
- ISHIZUKA, Y. - Physiology of the rice plant. Food and Fertilizer Technology Center. Taiwan, 1973. (Tec. Bull. N.º 13)
- KONDO, M. & OKAMURA, T. - Relationship between water temperature and the growth of rice plants. III. Harmful effects of water temperature on growth of rice plants under water. *Ber. Ohara Inst. Landwirtscha. Forsch.*, 5: 347-374, 1932.
- MARTINS, A. A. E. - Influência da variação da temperatura da água no arroz irrigado. Tese de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1978. 82p.
- MATSUSHIMA, S. - Analysis of development factor determining yield and yield prediction in low land rice. *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci., Japan Ser. A*, 5: 1-271, 1957.
- MATSUSHIMA, S. - Crop science in rice. Fuji Publ. Co. Tokyo, 1966. 365p.
- MURATA, Y. & MATSUSHIMA, S. - Rice. In: EVANS, L.T., ed. *Crop Physiology*, Cambridge Press, London, 1975. p.73-9.
- NISHIYAMA, I. - Effects of temperature on the vegetative growth of rice plants. In: *Proceedings of the symposium on climate and rice*. IRRI, Los Bânos, Philippines, 1976. p.159-185.
- SASAKI, T. - On the relation of temperature to the longitudinal growth of leaves of rice plant. *Proc. Crop. Sci. Soc.*, 1: 23-42, 1927.
- SATAKE, T. - Sterile type cool injury in paddy rice plants. In: *Climate and rice*, IRRI, Los Bânos, Philippines, 1969. p.281-300.
- TANAKA, A.; NAVASERO, S. A.; GARCIA, C. V.; PARAO, F. T. & RAMIREZ, E. - Growth habit of rice plant in the tropics and its effect on nitrogen response. IRRI, Los Bânos, Philippines, 1964. 80p. (Tech. Bull. 3)
- YOSHIDA, S. - Rice. In: ALVIN, E.P.T. & KOZLOWSKI, T.T., *Ecophysiology of tropical crops*. New York, Academic Press Inc., 1977. p.27-57.
- YOSHIDA, S. - Tropical climate and its influence on rice. Paper presented at Inter. Rice Res. Conf. IRRI, Los Bânos, Philippines, April 17-21, 1978. 25p.

RENDIMENTO ECONÔMICO DE TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO ⁽¹⁾

P. C. DELAZARI ⁽²⁾

RESUMO

Com o objetivo de determinar as doses de nitrogênio e fósforo que proporcionam a máxima eficiência econômica de três cultivares de feijão ('Cornell 49-242', 'Manteigão Fosco 11' e 'Rico-baio 1014'), realizou-se um ensaio de campo em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, utilizando quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150kg/ha de N) e quatro doses de fósforo (0, 100, 200 e 300kg/ha de P₂O₅).

A aplicação de nitrogênio e fósforo mostrou efeito significativo no rendimento dos três cultivares de feijão, com aumentos mais elevados para o 'Cornell 49-242' em resposta principalmente ao fósforo. As doses de máxima eficiência econômica de nitrogênio e os respectivos lucros foram determinados apenas para o cultivar Ricobaio 1014. Os três cultivares apresentaram pequena variação nas doses de máxima eficiência econômica de P₂O₅, ocorrendo o inverso com relação aos lucros, destacando-se o Cornell 49-242, seguido pelos cultivares Ricobaio 1014, e Manteigão Fosco 11.

SUMMARY: ECONOMIC YIELD OF THREE BEAN CULTIVARS (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) AS A FUNCTION OF NITROGEN AND PHOSPHORUS APPLICATIONS

With the objective of determining the levels of nitrogen and phosphorus in order to get the maximum economic efficiency of three bean cultivars ('Cornell 49-242', 'Manteigão Fosco 11' and

⁽¹⁾ Trabalho realizado com recursos financeiros da EMCAPA. Recebido para publicação em junho de 1980 e aprovado em janeiro de 1981.

⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA). 29.000 Vitória (ES).