

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM ARROZ SOB IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR POR ASPERSÃO¹

LUIS FERNANDO STONE, PEDRO MARQUES DA SILVEIRA,
JOSÉ ALOÍSIO ALVES MOREIRA² e LÍDIA PACHECO YOKOYAMA³

RESUMO - Com o objetivo de determinar a dose de N mais adequada para o arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas, com tipo de planta moderno, cultivado no espaçamento de 0,20 m entre linhas, sob irrigação suplementar por aspersão, estudaram-se os efeitos das doses 0, 40, 80, 120 e 160 kg de N/ha sobre a produtividade de arroz de sequeiro favorecido, cv. Maravilha e linhagens CNA7127, CNA7730 e CT7/15. O estudo foi realizado por três anos agrícolas em um Latossolo Vermelho-Escuro, em Santo Antônio de Goiás, GO. De acordo com o modelo de regressão utilizado, a máxima produtividade 5.523 kg de grãos/ha, seria alcançada com 112,9 kg de N/ha. Considerando a relação entre o preço do kg do N (R\$ 1,20) e o do arroz (R\$ 0,20) praticada em Goiânia, em junho/97, a dose máxima econômica foi igual a 87,3 kg de N/ha.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, nutrição mineral, nitrogênio.

RICE NITROGEN FERTILIZATION UNDER SUPPLEMENTAL SPRINKLER IRRIGATION

ABSTRACT - The objective of this study was to determine adequate N level for modern upland rice (*Oryza sativa* L.) cultivars sown at 0.20 m row spacing under supplemental sprinkler irrigation. The effects of N levels (0, 40, 80, 120, and 160 kg of N/ha) on the yield of one cultivar (Maravilha) and three favourable upland rice lines (CNA7127, CNA7730, and CT7/15) were studied during three crop seasons, in Santo Antônio de Goiás, GO, Brazil, in a Dark Red Latosol. According to regression model used, the maximum rice grain yield was 5,523 kg/ha, obtained with 112.9 kg of N/ha. Considering the prices of N (R\$1.20) and rice (R\$ 0.20) practiced in Goiânia, on June/97, the economical N level was 87.3 kg/ha.

Index terms: *Oryza sativa*, mineral nutrition, nitrogen.

INTRODUÇÃO

Pelas características favoráveis à prática da agricultura, o Cerrado brasileiro tem apresentado desenvolvimento agrícola acelerado nos últimos anos, elevando significativamente sua participação na produção nacional de alimentos e matérias primas (Ker et al., 1992). Por outro lado, a estacionalidade da distribuição pluvial, aliada à presença de estiagens durante o período chuvoso,

fez com que a adoção da tecnologia de irrigação tenha se constituído em uma das alternativas para proporcionar a estabilidade da produção agrícola no período chuvoso e garantir o cultivo na época seca.

O arroz, cultivado na estação chuvosa (novembro-março), pode ser irrigado de maneira suplementar, solucionando o problema de estiagens. Foram lançadas, recentemente, para esta condição, cultivares altamente produtivas, com grãos longos e finos, de alto valor comercial. Com o uso dessas cultivares, denominadas de sequeiro favorecido, que apresentam porte baixo e folhas curtas e eretas, o espaçamento entre linhas pode ser reduzido para 0,20 m (Stone & Pereira, 1994), com conseqüente aumento no índice de área foliar e concomitante acréscimo na produtividade. Neste espaçamento há maior absorção de nutrientes (Stone & Pereira, 1994)

¹ Aceito para publicação em 21 de agosto de 1998.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO. Bolsista do CNPq. E-mail: stone@cnpap.embrapa.br

³ Administradora, M.Sc., Embrapa-CNPAP.

dada a maior população de plantas e produtividade alcançada, o que requer maior dose de adubo nitrogenado do que a normalmente recomendada para o cultivo de arroz de sequeiro tradicional, sem irrigação, no espaçamento de 0,40-0,45 m entre linhas. Além disso, considerando uma mesma produtividade, os genótipos de arroz de sequeiro favorecido necessitam de maior dose de N em comparação com os de arroz de sequeiro tradicional. Em média, para a produção de uma tonelada de grãos, são absorvidos 27 kg de N por genótipos de arroz de sequeiro tradicional (Fageria et al., 1995a) e 32 kg de N por genótipos de arroz de sequeiro favorecido (Fageria et al., 1995b).

Para as condições de cultivo do arroz de sequeiro tradicional, a recomendação de adubação nitrogenada varia de 40 a 50 kg de N/ha (Kussow et al., 1976; Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988; Stone & Silva, 1998). Stone et al. (1979) trabalhando com as cultivares de arroz de sequeiro tradicional, IAC 1246 e IAC 47, semeadas a 0,30 m, verificaram, entretanto, que em condições de irrigação por aspersão houve resposta da produtividade do arroz até 60 kg de N/ha. Apesar disso, devido ao risco de acamamento das cultivares tradicionais de arroz de sequeiro em condições muito favoráveis de disponibilidade hídrica e adubação nitrogenada, a Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988) recomendou a dose de 30 kg de N/ha para o arroz de sequeiro sob irrigação por aspersão, para uma expectativa de produtividade de 2.500 a 3.000 kg/ha. Contudo, as modificações impostas ao sistema de produção do arroz de terras altas, como a redução no espaçamento entre linhas, com o lançamento de cultivares de porte ereto, altamente produtivas e adaptadas à irrigação por aspersão, sinalizam para a necessidade de se rever a recomendação de adubação nitrogenada para esse sistema.

Nesse sentido, o trabalho teve por objetivo determinar a dose mais adequada de N para o arroz de terras altas, com tipo de planta moderno, cultivado no espaçamento de 0,20 m entre linhas, sob irrigação suplementar por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido por três anos agrícolas consecutivos, com os ensaios sendo instalados em

9/11/94, 27/10/95 e 20/11/96, e as colheitas realizadas em 22/3/95, 20/3/96 e 9/4/97, respectivamente. Os ensaios foram conduzidos sob aspersão convencional, em um Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa, na Fazenda Capivara, da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO. O sistema de irrigação era constituído de tubulações de alumínio, com 4" de diâmetro, e de dois aspersores tipo canhão, dispostos no espaçamento de 36 m x 36 m, com uma precipitação de 19 mm/h na pressão de serviço de 0,3 MPa.

A área experimental foi dividida em três partes, sendo usada a cada ano uma delas para a instalação do ensaio. A análise química inicial do solo apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 5,7; Ca²⁺ = 3,2 cmol⁺/L; Mg²⁺ = 1,4 cmol⁺/L; Al³⁺ = 0,1 cmol⁺/L; P = 3,6 mg/L; K = 120 mg/L e MO = 18 g/kg. Em todos os ensaios, a adubação de base foi feita com 120 kg de P₂O₅/ha, 60 kg de K₂O/ha e 4,6 kg de Zn/ha, na forma de superfosfato triplo, cloreto de potássio e sulfato de zinco, respectivamente. A quantidade de N aplicada na semeadura, correspondente a 1/3 do total, na forma de sulfato de amônio, variou de acordo com os tratamentos. A adubação nitrogenada em cobertura foi feita aos 35 e 65 dias após a emergência, também na forma de sulfato de amônio. Foram aplicados, na pós-emergência, os herbicidas bentazon (0,96 kg/ha) e fenoxaprop-ethyl (0,24 kg/ha). No sulco de semeadura aplicou-se o inseticida carbofuran granulado (1 kg/ha). A irrigação foi conduzida de maneira que o potencial de água do solo, determinado a 15 cm de profundidade, não ultrapassasse o valor de -0,025 MPa, conforme recomendado por Stone et al. (1986). A água recebida pela cultura foi determinada por meio de dois pluviômetros instalados na área experimental.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas, com área total de 56 m² (2,8 x 20 m), constituíram-se dos genótipos (cultivar Maravilha e três linhagens de arroz de sequeiro favorecido: CNA7127, CNA7730 e CT7/15), e as subparcelas, com área total de 11,2 m² (2,8 x 4 m), por cinco doses de N: 0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha. A cultivar e as linhagens foram semeadas no espaçamento de 0,20 m entre linhas, com 70 sementes por metro.

Por ocasião da floração, cerca de 95 dias após a emergência, foram determinados a área foliar, a produção de matéria seca e o teor de N nas plantas. Para determinação da área foliar colheram-se dez perfilhos por tratamento. Determinou-se a área foliar com medidor de área marca LI-COR, modelo LI 3000. Após a secagem dos dez

perfilhos em estufa a 75°C, determinou-se a sua massa. O índice de área foliar foi obtido pela multiplicação da área foliar média de um perfilho, em m², pelo número de perfilhos por m². A produção de matéria seca foi obtida pela multiplicação da massa média de um perfilho, em g, pelo número de perfilhos por m². O teor de N foi determinado em 200 mg de amostra digerida por 3 mL de H₂SO₄ em presença de 1,1 g de uma mistura de selênio em pó, sulfato de cobre e sulfato de potássio, pelo método de Kjeldahl.

Foram avaliados a produção e seus componentes, o teor de N, o índice de área foliar e a produção de matéria seca. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. Foi também calculada a dose máxima econômica, igualando a derivada primeira da função de produção, determinada por meio da equação de regressão, à relação de preços do N e do arroz. Foram considerados os preços vigentes na praça de Goiânia, em junho/97, para o N, na forma de sulfato de amônio, e para o arroz, R\$ 1,20/kg e R\$ 0,20/kg, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluvial observada e a irrigação aplicada nos três cultivos são apresentadas na Fig. 1. Observa-se a variação da distribuição pluvial de cultivo para cultivo, o que condicionou a aplicação de cinco irrigações no primeiro cultivo, duas no segundo e nenhuma no terceiro. No primeiro cultivo, a cultura recebeu um total de 1.187 mm de água, sendo 234,8 mm provenientes da irrigação e o restante da chuva. No segundo cultivo, o valor total foi de 993 mm de água, sendo 86,8 provenientes da irrigação, e no terceiro cultivo o valor total foi de 1.072,9 mm de água provenientes apenas da chuva.

A análise conjunta dos três experimentos mostrou que não houve interações significativas entre cultivar/linhagens de arroz, doses de N e ano, com relação às variáveis analisadas. Desta maneira, foi considerada a média das cultivar/linhagens e dos anos.

O número de panículas por m² (Fig. 2a) e o de grãos por panícula (Fig. 2b) apresentaram resposta quadrática às doses de N, com o máximo sendo atingido com 130,8 e 85,1 kg de N/ha, respectivamente. Tais componentes fizeram com que a produtividade também apresentasse resposta quadrática ao N (Fig. 2c), com o máximo de 5.523 kg/ha sendo

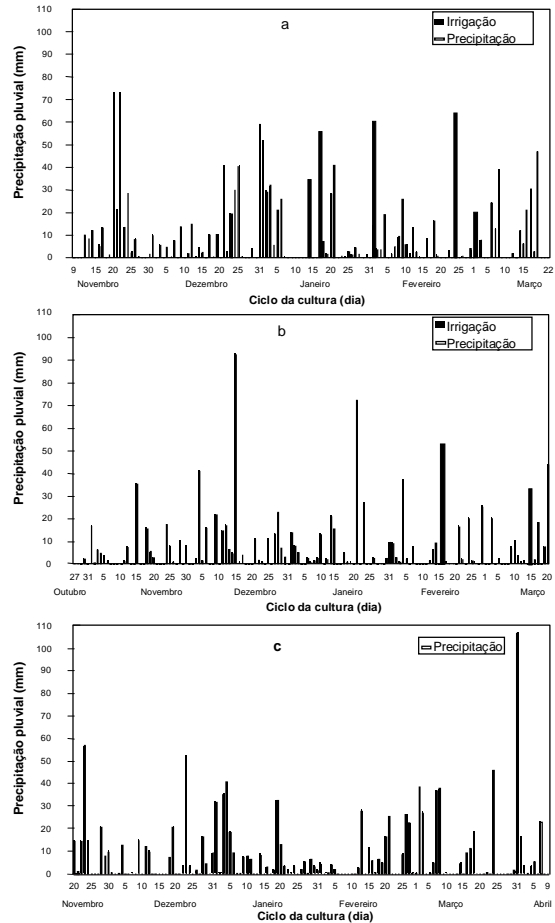


FIG. 1. Precipitação pluvial observada e irrigação aplicada no primeiro (a), segundo (b) e terceiro (c) cultivos.

atingido com 112,9 kg de N/ha, uma vez que o outro componente da produtividade, a massa de 100 grãos, não foi afetada significativamente pelas doses de N (Tabela 1). Considerando os preços praticados em Goiânia, em março/97, que resultou em uma relação 6:1 (preço do kg de N: preço do kg de arroz), a dose máxima econômica foi igual a 87,3 kg de N/ha, para uma produtividade de 5.446 kg/ha. Se a relação fosse alterada para 5:1 ou 7:1, as doses máximas econômicas seriam 91,6 e 83,0 kg de N/ha, respectivamente. Verifica-se, assim, que, para o arroz de sequeiro favorecido semeado no espaçamento de 0,20 m entre linhas, a dose adequada é cerca de duas vezes superior à

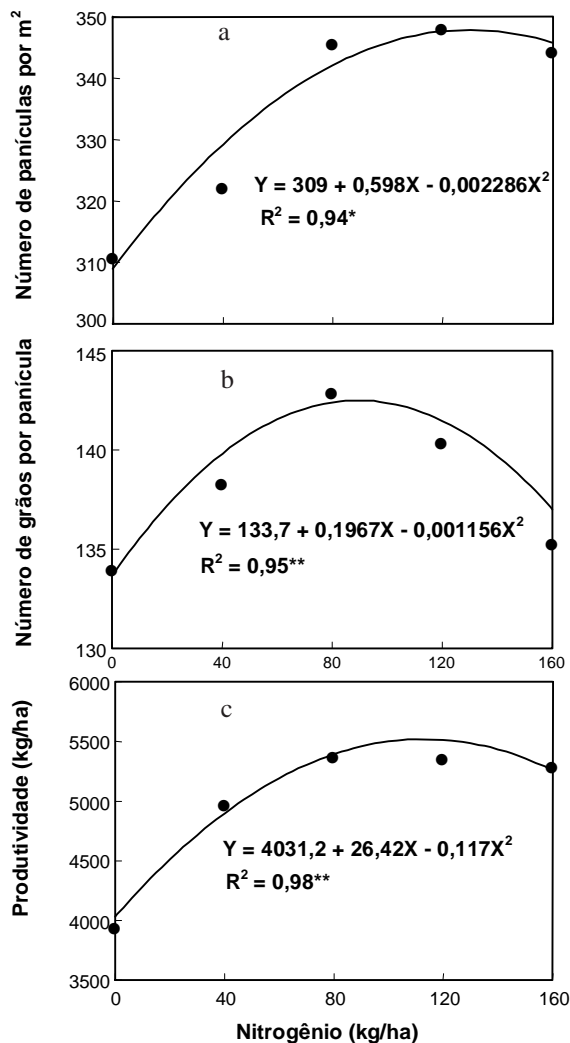


FIG. 2. Número de panículas por m² (a), de grãos por panícula (b) e produtividade (c) de quatro genótipos de arroz de sequeiro favorecido, em função de doses de N aplicadas no solo (médias de três anos).

recomendada para o arroz sem irrigação suplementar, que varia de 40 a 50 kg de N/ha (Kussow et al., 1976; Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988; Stone & Silva, 1998). Essa dose é também consideravelmente superior à recomendada pela Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988) para o arroz irrigado por aspersão, que é de 30 kg/ha.

A maior resposta do arroz de sequeiro favorecido à adubação nitrogenada pode ser explicada pelo

TABELA 1. Massa de 100 grãos e teor de nitrogênio nas plantas de quatro genótipos de arroz de sequeiro favorecido, em função de doses de N aplicadas no solo (médias de três anos)¹.

Dose de N (kg/ha)	Massa de 100 grãos (g)	Teor de N (%)
0	2,42a	1,9a
40	2,45a	1,8a
80	2,44a	1,8a
120	2,43a	1,8a
160	2,43a	1,8a

¹ Valores seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

efeito do N sobre o desenvolvimento das plantas, avaliado pelo índice de área foliar e pela produção de matéria seca (Figs. 3 e 4). Entretanto, embora as duas variáveis tenham apresentado resposta linear ao aumento das doses de N, o mesmo não ocorreu com a produtividade e seus componentes. Conforme observaram Stone et al. (1979) e Stone et al. (1984), quando o conteúdo de água no solo não é limitante, à medida que a área foliar cresce aumentam o número e a superfície de folhas fotossinteticamente ativas, resultando em aumento na produtividade do arroz, até chegar a um ponto crítico em que começa a haver sombreamento mútuo e decréscimo da produtividade.

As doses de N não afetaram significativamente o teor desse elemento nas plantas (Tabela 1), que estava em nível adequado segundo Fageria (1984), inclusive nos tratamentos que não receberam o elemento. Tal fato é comprovado pela elevada produtividade alcançada nos tratamentos (Fig. 2c), bem superior à produtividade média do arroz de terras altas verificada na Região Centro-Oeste, na safra 1996/97, que foi de 1.734 kg/ha (Levantamento..., 1997).

Os genótipos não diferiram significativamente quanto à produtividade (Tabela 2), apesar das diferenças entre os componentes da produtividade, devido a uma compensação entre eles. Também não diferiram significativamente quanto ao índice de área foliar, produção da matéria seca e teor de N (Tabela 3). Apesar de os genótipos diferirem

quanto ao número de panículas por m², as diferenças fenotípicas entre eles fizeram com que seus valores de índice de área foliar e produção de matéria seca não diferissem significativamente.

Assim, o maior número de panículas da cultivar Maravilha foi compensado pelo seu porte mais baixo e folhas mais curtas e estreitas em relação aos demais genótipos.

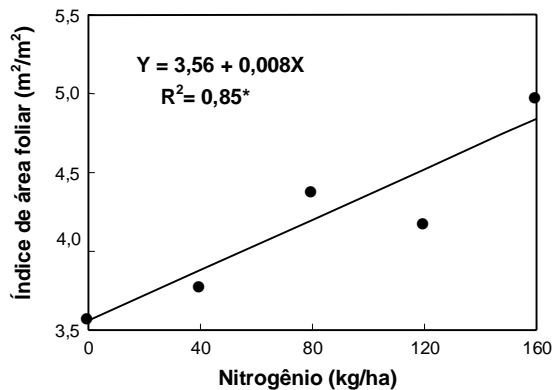


FIG. 3. Índice de área foliar de quatro genótipos de arroz de sequeiro favorecido, na floração, em função de doses de N aplicadas no solo (médias de três anos).

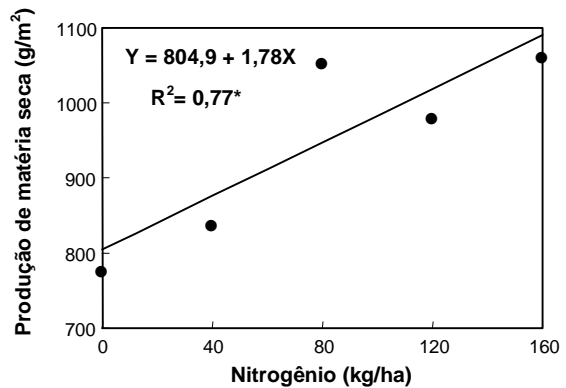


FIG. 4. Produção de matéria seca de quatro genótipos de arroz de sequeiro favorecido, na floração, em função de doses de N aplicadas no solo (médias de três anos).

TABELA 2. Produtividade de quatro genótipos de arroz de sequeiro favorecido e seus componentes (médias de três anos)¹.

Genótipo	Produtividade (kg/ha)	Panícula/m ² (n ^o)	Grão/panícula (n ^o)	Massa de 100 grãos (g)
Maravilha	4.973a	367,0a	134,2b	2,15d
CNA7127	5.148a	305,5c	154,6a	2,54b
CNA7730	5.065a	322,5bc	130,8b	2,72a
CT7/15	4.904a	344,5ab	133,9b	2,32c

¹ Valores seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 3. Índice de área foliar, produção de matéria seca e teor de N nas plantas, por ocasião da floração de quatro genótipos de arroz de sequeiro favorecido (médias de três anos)¹.

Genótipo	Índice de área foliar (m ² /m ²)	Produção de matéria seca (g/m ²)	Teor de N (%)
Maravilha	3,8a	744,1a	1,9a
CNA7127	4,1a	1.073,8a	1,7a
CNA7730	4,9a	1.063,8a	1,8a
CT7/15	4,0a	908,0a	1,9a

¹ Valores seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

1. A resposta do arroz de sequeiro favorecido à adubação nitrogenada é resultado do efeito desta sobre o número de panículas por m² e de grãos por panícula.

2. A dose máxima econômica de N para o arroz de sequeiro favorecido, semeado no espaçamento de 0,20 m entre linhas, é igual a 87,3 kg/ha, considerando a relação de preço entre o kg de N e o do arroz de 6:1, praticada em junho/97.

REFERÊNCIAS

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação**. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Convênio informativo técnico, 1).
- FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus/Embrapa, 1984. 341p.
- FAGERIA, N.K.; SANT'ANA, E.P.; CASTRO, E.M. de; MORAIS, O.P. Resposta diferencial de genótipos de arroz de sequeiro à fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.2, p.261-267, 1995a.
- FAGERIA, N.K.; SANT'ANA, E.P.; MORAIS, O.P. Resposta de genótipos de arroz de sequeiro favorecido à fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.9, p.1155-1161, set. 1995b.
- KER, J.C.; PEREIRA, N.R.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; CARVALHO FILHO, A. de. Cerrados: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia, GO. **Anais...** Campinas: Fund. Cargill, 1992. p.1-31.
- KUSSOW, W.R.; CORUM, K.R.; DALL'ACQUA, F.M. **Interpretação agroecômica de ensaios de adubação**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1976. 49p. (Embrapa-CNPAF. Boletim técnico, 4).
- LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v.9, n.11, p.17, nov. 1997.
- STONE, L.F.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. I. Efeito na produtividade do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.6, p.695-707, jun. 1984.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1986. 6p. (Embrapa-CNPAF. Comunicado técnico, 19).
- STONE, L.F.; OLIVEIRA, A.B. de; STEINMETZ, S. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro, ao nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.3, p.295-301, jul. 1979.
- STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.11, p.1701-1713, nov. 1994.
- STONE, L.F.; SILVA, J.G. da. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.891-897, 1998.