

# RESPOSTA DO ARROZ DE SEQUEIRO À PROFUNDIDADE DE ARAÇÃO, ADUBAÇÃO NITROGENADA E CONDIÇÕES HÍDRICAS DO SOLO<sup>1</sup>

LUIS FERNANDO STONE<sup>2</sup> e JOSÉ GERALDO DA SILVA<sup>3</sup>

RESUMO - Estudaram-se, por dois anos, os efeitos de doses (0, 40 e 80 kg/ha de N) e métodos de aplicação de N (todo na semeadura; 1/3 na semeadura e 2/3 na diferenciação do primórdio floral e 1/3 na semeadura e 2/3 na floração), de profundidades de aração (10-15 e 30-35 cm) e de condições hídricas (sem e com estresse) sobre a produtividade das cultivares de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) Rio Paranaíba e Maravilha, com o objetivo de determinar o manejo mais adequado do solo e da adubação nitrogenada, sob deficiência hídrica. Nesta condição, o decréscimo na produtividade foi mais severo na cultivar Maravilha, por ser de sequeiro favorecido. Verificou-se que, na ausência de camada compactada no perfil do solo, é recomendável que a aração seja feita a 10-15 cm de profundidade. A dose mais adequada de N foi de 40 kg/ha. Em regiões sujeitas à deficiência hídrica deve-se parcelar a adubação nitrogenada, aplicando 1/3 na semeadura e 2/3 no início da floração. A cobertura com N só deve ser feita se a lavoura apresentar condições adequadas de desenvolvimento e houver água no solo suficiente para suprir as plantas de arroz por, no mínimo, dez dias após o início da floração.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, estresse hídrico, parcelamento de nitrogênio, preparo do solo.

## RESPONSE OF UPLAND RICE TO PLOUGHING DEPTH, NITROGEN FERTILIZATION, AND SOIL WATER STATUS

ABSTRACT - The effects of N levels (0, 40, and 80 kg of N/ha), N split application (no split, 1/3 at sowing and 2/3 at panicle initiation, and 1/3 at sowing and 2/3 at flowering), ploughing depth (10-15 cm and 30-35 cm), and water stress (with and without) on yield of upland rice (*Oryza sativa* L.) cultivars Rio Paranaíba and Maravilha were studied during two years, with the objective of determining the most suitable soil and nitrogen fertilization management under water stress conditions. Under these conditions, yield decrease was more severe for Maravilha, for being a favourable upland rice cultivar. In the absence of a soil compacted layer, ploughing should be done at 10-15 cm deep. The most adequate nitrogen level was 40 kg/ha. In regions with water deficit it is necessary to split N fertilization, as following: 1/3 at sowing and 2/3 at flowering initiation. N cover only should be done if rice crop shows adequate development and when there is enough soil water to supply rice plants for, at least, ten days after flowering initiation.

Index terms: *Oryza sativa*, water stress, nitrogen split application, soil preparation.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 2 de setembro de 1997.

<sup>2</sup> 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@cnpaf.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPAP.

## INTRODUÇÃO

Grande parte das lavouras de arroz de sequeiro está localizada na região dos Cerrados, onde é comum a ocorrência de estiagens de duas a três semanas durante a estação chuvosa, quando o arroz é cultivado. A alta demanda evapotranspirativa durante essas estiagens, quando aliada à baixa retenção de água dos solos de cerrado, provoca decréscimos na produtividade do arroz. Na presença de camada subsuperficial compactada, os efeitos da deficiência hídrica são mais graves devido aos menores desenvolvimento das raízes e armazenamento de água. Nessa situação, o rompimento dessa camada pelo preparo profundo contribui para minimizar os efeitos do estresse hídrico (Seguy et al., 1984). Contudo, em solos sem problemas de compactação essa prática não conduz a aumentos na produtividade (Camp et al., 1984) e, por ser uma operação cara, não deve ser generalizada (Robertson et al., 1976).

O manejo da adubação nitrogenada também influi na intensidade dos efeitos da deficiência hídrica na cultura do arroz. A aplicação de dose relativamente alta de N no plantio geralmente aumenta o crescimento vegetativo e o índice de área foliar, ocasionando aumento no uso da água (Fagade & De Datta, 1971), o que pode acentuar os efeitos da deficiência hídrica na fase reprodutiva da cultura (Ward et al., 1973). A recomendação usual de adubação nitrogenada para o arroz de sequeiro tem sido aplicar todo o N na semeadura, ou parcelar, aplicando 2/3 em cobertura no início da fase reprodutiva. Nesses casos, se ocorrer estiagem prolongada, a adubação nitrogenada pode agravar os efeitos do estresse hídrico, uma vez que o período mais crítico à deficiência hídrica vai de 20 dias antes até dez dias após o início da floração (Brasil, 1992). Entretanto, se a cobertura for feita no início da floração, somente quando a lavoura apresentar boas condições e dispuser de suficiente água no solo para superar os dez últimos dias do período crítico, as probabilidades de sucesso aumentam. Pinheiro (1982) verificou que, em condições de boa disponibilidade hídrica, a aplicação de todo o N na semeadura do arroz de sequeiro ou parcelada na semeadura e na floração se equivaleram em termos de produtividade e superaram a aplicação parcelada na semeadura e na diferenciação do primórdio floral.

O objetivo deste trabalho foi verificar a profundidade de aração e o manejo da adubação nitrogenada mais adequados ao arroz de sequeiro, em solo não-compactado e com deficiência hídrica, utilizando duas cultivares com diferentes níveis de resistência à seca.

## MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro experimento foi instalado em 2 e 3/2/94, sob irrigação por aspersão convencional, em um Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa, na Fazenda Capivara, da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, GO. A análise química inicial do solo apresentou os seguintes resultados: pH = 5,7;  $\text{Ca}^{2+}$  = 3 cmol/L;  $\text{Mg}^{2+}$  = 1,3 cmol/L;  $\text{Al}^{3+}$  = 0,1 cmol/L; P = 3,8 mg/L e  $\text{K}^+$  = 130 mg/L. A adubação de plantio foi feita com 90 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 60 kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$  e 4,6 kg/ha de Zn, na forma de superfosfato triplo, cloreto de potássio e sulfato de zinco, respectivamente. Foram aplicados, em pré-emergência, o herbicida pendimethalin (1,25 kg/ha) e, no sulco de semeadura, o inseticida carbofuran granulado (1 kg/ha). A irrigação foi conduzida de maneira que o potencial matricial da água do solo, determinado por meio de tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade, não ultrapassasse o valor de -25 kPa, conforme recomendado por Stone et al. (1986).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial  $2 \times 3 \times 2 + 2$ , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de duas doses de N (40 e 80 kg/ha), com três métodos de aplicação (todo na semeadura; 1/3 na semeadura e 2/3 na diferenciação do primórdio floral; e 1/3 na semeadura e 2/3 na floração) e com duas cultivares (Rio Paranaíba e Maravilha). A primeira cultivar é de arroz de sequeiro tradicional, com perfilhos semi-abertos e folhas inferiores decumbentes, indicada para cultivo em regiões com risco de ocorrência de déficit hídrico. A segunda é de sequeiro favorecido, com perfilhos semicompactos, folhas mais curtas e mais eretas, indicada para cultivo em regiões com baixa ocorrência de déficit hídrico ou sob irrigação por aspersão.

Foram adicionados como testemunhas dois tratamentos sem N, um para cada cultivar. As cultivares foram semeadas em espaçamento de 0,50 m, com 70 sementes por metro. As parcelas tinham área total de 14 m<sup>2</sup> (3,5 m x 4 m) e área útil de 7,5 m<sup>2</sup> (2,5 m x 3 m). O experimento foi repetido em quatro situações distintas, resultantes da combinação de duas condições hídricas (sem e com estresse) e duas profundidades de aração (profunda, 30-35 cm, e superficial, 10-15 cm), que foi feita com arado de aivecas. O estresse hídrico foi obtido pela supressão da irrigação durante o período compreendido entre 73 e 91 dias após a emergência das plantas. Ao longo deste período foi monitorada a umidade do solo, em camadas de 15 cm, até 60 cm de profundidade, pelo método gravimétrico.

Nos tratamentos sem estresse, a cultura recebeu um total de 937 mm de água, sendo 307,8 mm provenientes da irrigação e o restante da chuva; com estresse, 92 mm de água a menos. A precipitação e a irrigação foram medidas por pluviômetros instalados na área experimental.

A colheita foi realizada em 15/6/94 e, após, foram avaliadas a produção e seus componentes.

O segundo experimento foi instalado em 6 e 7/2/95, no mesmo local e com mesmo delineamento experimental, manejo da irrigação, adubação e tratamentos culturais do anterior. Em decorrência do alongamento do ciclo das cultivares

nesse ano, o estresse hídrico foi imposto dos 89 aos 111 dias após a emergência. Nos tratamentos sem estresse, a cultura recebeu um total de 796,5 mm, sendo 171,1 mm provenientes da irrigação e o restante da chuva, e nos com estresse, 63,0 mm de água a menos.

Na floração foram determinados o índice de área foliar, a produção de matéria seca da parte aérea, o teor de N nas plantas e a quantidade de N absorvida. Para determinação do índice de área foliar considerou-se a área de 10 perfilhos por tratamento, medida com medidor de área marca LICOR, modelo LI 3000 e obtendo-se o índice pela multiplicação da área foliar média de um perfilho, em m<sup>2</sup>, pelo número de perfilhos por m<sup>2</sup>. O teor de N foi determinado em 200 mg de amostra digerida com 3 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em presença de 1,1 g de uma mistura de selênio em pó, sulfato de cobre e sulfato de potássio, pelo método de Kjeldahl.

A colheita foi realizada em 29/6/95. Foram avaliados a produtividade e seus componentes, o índice de área foliar, a produção de matéria seca da parte aérea e o teor e a quantidade de N absorvida.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo foi inferior a quatro, foi feita a análise conjunta utilizando-se os dados originais dos experimentos conduzidos nos dois anos, nas quatro situações (combinações de aração profunda e superficial com presença e ausência de estresse hídrico) com relação à produtividade e seus componentes. Esta análise mostrou que houve efeito significativo da interação profundidade de aração x estresse hídrico x cultivar sobre a produtividade, o número de panículas por m<sup>2</sup> e o número de grãos por panícula. Com relação ao peso de 100 grãos, houve efeito significativo apenas de estresse hídrico e de cultivar.

Todos os componentes da produtividade foram afetados pelo estresse hídrico (Tabela 1). O número de grãos por panícula foi o mais afetado, pois o estresse foi imposto durante a fase reprodutiva, causando aumento da esterilidade das espiguetas, com a conseqüente redução do número de grãos formados. A deficiência hídrica também reduziu o número de panículas. O peso de 100 grãos foi menos afetado pelo estresse hídrico, com redução de cerca de 10%, porque o estresse não se prolongou até o estágio de enchimento dos grãos.

**TABELA 1. Produtividade das cultivares de arroz Rio Paranaíba e Maravilha e seus componentes, na presença e na ausência de estresse hídrico, em duas profundidades de aração (médias de dois anos)<sup>1</sup>.**

Aração	Sem estresse		Com estresse	
	Rio Paranaíba	Maravilha	Rio Paranaíba	Maravilha
-----Panículas/m <sup>2</sup> (n°)-----				
Profunda	157,5 Aa	199,3 Aa	134,7 Ba	169,5 Ba
Superficial	141,2 Ab	204,1 Aa	135,0 Aa	158,7 Bb
D.M.S. (5%)	9,3			
-----Grãos/panícula (n°)-----				
Profunda	128,7 Aa	107,5 Ab	111,9 Bb	76,5 Ba
Superficial	135,8 Aa	119,5 Aa	121,2 Ba	79,8 Ba
D.M.S. (5%)	7,2			
-----Peso de 100 grãos (g)-----				
Profunda	3,22 Aa	2,15 Aa	2,93 Ba	1,93 Ba
Superficial	3,29 Aa	2,19 Aa	2,97 Ba	1,96 Ba
D.M.S. (5%)	0,073			
-----Produtividade (kg/ha)-----				
Profunda	3794 Ab	2684 Ab	2551 Ba	915 Ba
Superficial	4494 Aa	3766 Aa	2706 Ba	870 Ba
D.M.S. (5%)	204,4			

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; letras minúsculas para comparação na vertical e maiúsculas para comparação de níveis de estresse hídrico dentro de cultivares.

A aração superficial propiciou maior número de grãos por panícula e peso de grãos, apesar de não apresentar efeito significativo em alguns casos (Tabela 1). A maior concentração de nutrientes na camada de solo de 0-15 cm de profundidade após dois anos de aração superficial, como observaram Stone & Moreira (1996), em experimento conduzido em área contígua preparada da mesma forma, na mesma época e com o mesmo manejo da irrigação, deve ter contribuído para maior absorção de nutrientes, com o conseqüente aumento do crescimento das plantas e da produção de matéria seca (Tabela 2), o que resultou

em mais grãos, com maior peso. Em alguns casos, o maior crescimento das plantas afetou negativamente o perfilhamento, provavelmente pela concorrência por luz, reduzindo o número de panículas.

A produtividade do arroz foi menor sob estresse hídrico, independentemente da cultivar e da profundidade de aração (Tabela 1). Isto ocorreu devido à redução nos componentes da produtividade, como discutido anteriormente. A cultivar Maravilha, por ser de sequeiro favorecido, foi mais afetada pelo estresse hídrico do que a Rio Paranaíba, de sequeiro tradicional.

Não houve a presença de camada compactada impedindo o desenvolvimento das raízes, nem diferenças na retenção de água causadas pelas diferentes profundidades de aração, como verificaram Stone & Moreira (1996) no experimento conduzido em área contígua. Naquele experimento, independentemente da profundidade de aração, a resistência do solo à penetração, até 60 cm de profundidade, foi inferior a 2500 kPa e, ao fim do período de estresse hídrico, o potencial matricial da água do solo foi igual a - 470 kPa e -560 kPa no primeiro e no segundo ano de condução do experimento, respectivamente. Assim, as maiores produtividades obtidas com aração superficial, na ausência de estresse hídrico, devem ter sido causadas pela maior exploração da camada superficial do solo, mais fértil, por meio da maior concentração de raízes, como observaram Ramos & Dedeck (1979) com soja e Rosolem et al. (1992) com trigo, pois a aração profunda causa uma distribuição mais uniforme dos nutrientes na camada arada devido à inversão do solo.

O teor de N nas plantas (Tabela 2) não foi afetado significativamente pela profundidade de aração. Como o preparo superficial aumentou a produção de matéria seca, isto significa que a absorção deste nutriente aumentou na mesma proporção que o crescimento das plantas, o que ocasionou maior extração de N do solo, neste tratamento.

**TABELA 2. Índice de área foliar, produção de matéria seca, teor e quantidade de N absorvida pelas cultivares de arroz Rio Paranaíba e Maravilha, na ausência e na presença de estresse hídrico, em duas profundidades de aração (segundo ano)<sup>1</sup>.**

Aração	Sem estresse		Com estresse	
	Rio Paranaíba	Maravilha	Rio Paranaíba	Maravilha
-----Índice de área foliar (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )-----				
Profunda	1,8 Ab	1,7 Ab	1,4 Aa	1,4 Aa
Superficial	2,8 Aa	2,6 Aa	1,8 Ba	1,4 Ba
D.M.S. (5%)	0,41			
-----Produção de matéria seca (g/m <sup>2</sup> )-----				
Profunda	475,4 Ab	344,5 Ab	440,8 Ab	251,1 Aa
Superficial	816,8 Aa	561,9 Aa	599,4 Ba	316,6 Ba
D.M.S. (5%)	100,5			
-----Teor de N (%)-----				
Profunda	1,3 Aa	1,4 Aa	1,2 Aa	1,4 Aa
Superficial	1,3 Aa	1,4 Aa	1,3 Aa	1,5 Aa
D.M.S. (5%)	0,12			
-----Quantidade de N absorvida (kg/ha)-----				
Profunda	63,0 Ab	48,1 Ab	55,7 Ab	36,0 Aa
Superficial	108,2 Aa	78,0 Aa	79,6 Ba	46,0 Ba
D.M.S. (5%)	14,6			

<sup>1</sup>Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; letras minúsculas para comparação na vertical e maiúsculas para comparação de níveis de estresse hídrico dentro de cultivares.

Não houve interação significativa entre adubação nitrogenada e os demais tratamentos estudados, com relação à produtividade e seus componentes. Entre estes, apenas o número de panículas por m<sup>2</sup> foi afetado significativamente pela adubação, apresentando menor valor na ausência de N (Tabela 3). Este nutriente estimula o perfilhamento, aumentando o número de panículas por área.

Verificou-se que, nas condições do experimento, a dose de 40 kg/ha de N foi suficiente para o arroz de sequeiro, pois não houve diferença significativa entre as produtividades obtidas com esta dose e as obtidas com 80 kg/ha de N (Tabela 3). Isto está de acordo com os resultados obtidos por Kussow et al. (1976) que, ao avaliarem os dados de vários ensaios de adubação de arroz de sequeiro executados no sul

de Goiás, verificaram que as máximas produtividades foram obtidas com doses de N entre 40 e 50 kg/ha. De acordo com a Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988), a dose total de N recomendada para arroz de sequeiro no Estado de Goiás varia de 40 a 45 kg/ha.

**TABELA 3. Número de panículas e produtividade do arroz (média das cultivares Rio Paranaíba e Maravilha) em função de doses e parcelamento de N (média de dois anos)<sup>1</sup>.**

Tratamentos de N <sup>2</sup> (kg/ha)	Panículas/m <sup>2</sup> (Nº)	Produtividade (kg/ha)
0	149,6 b	2429 b
40 SP	164,0 a	2802 a
40 CP1	170,3 a	2875 a
40 CP2	161,3 a	2613 ab
80 SP	169,5 a	2808 a
80 CP1	162,2 a	2772 a
80 CP2	160,6 a	2758 a
D.M.S. (5%)	10,2	288,5

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> SP: sem parcelamento; CP1: 1/3 do N na semeadura e 2/3 na diferenciação do primórdio floral; CP2: 1/3 do N na semeadura e 2/3 na floração.

Embora não significativo, o parcelamento da adubação nitrogenada, com aplicação de 2/3 na diferenciação do primórdio floral, estimulou o crescimento das plantas, como indicado pelo índice de área foliar e produção de matéria seca, e a absorção de N (Tabela 4). Esta tem sido considerada a melhor época de aplicação do N em cobertura para arroz de sequeiro (Brasil, 1992). O maior crescimento, entretanto, não foi suficiente para acentuar significativamente os efeitos da deficiência hídrica, pois não houve interação entre estresse hídrico e adubação nitrogenada. Contudo, deve ter contribuído para que, na média dos tratamentos sem e com estresse, a maior absorção não resultasse em maior produtividade.

**TABELA 4. Índice de área foliar, produção de matéria seca, teor e quantidade de N absorvida pelas plantas (média das cultivares Rio Paranaíba e Maravilha) em função de doses e parcelamento de N (segundo ano)<sup>1</sup>.**

Tratamentos de N <sup>2</sup> (kg/ha)	Índice de área foliar (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Produção de matéria seca (g/m <sup>2</sup> )	Teor de N (%)	Quantidade de N absorvida (kg/ha)
0	1,5 a	374,6 a	1,39 ab	50,4 b
40 SP	1,8 a	473,2 a	1,26 b	60,0 ab
40 CP1	2,2 a	512,9 a	1,44 ab	73,6 ab
40 CP2	2,0 a	468,5 a	1,28 b	57,8 ab
80 SP	1,8 a	454,6 a	1,32 ab	60,5 ab
80 CP1	2,0 a	545,4 a	1,55 a	84,4 a
80 CP2	1,7 a	501,5 a	1,30 b	64,0 ab
D.M.S. (5%)	0,8	206,6	0,24	30,1

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> SP: sem parcelamento; CP1: 1/3 do N na semeadura e 2/3 na diferenciação do primórdio floral; CP2: 1/3 do N na semeadura e 2/3 na floração.

Se o déficit hídrico se prolongasse, os recursos despendidos com a adubação nitrogenada em cobertura nesta época seriam desperdiçados, assim como se toda a adubação nitrogenada fosse aplicada na semeadura. Não houve, com relação à produtividade e à absorção de N, diferença significativa entre a aplicação total de N na semeadura e a parcelada, sendo 2/3 aplicados na floração, confirmando os resultados obtidos por Pinheiro (1982). Assim, considerando que o N é absorvido pela planta de arroz até a fase de grão pastoso, sendo cerca de 48% do total absorvido após a floração (Perdomo et al., 1985), é recomendável, em regiões sujeitas à deficiência hídrica, a aplicação parcelada de N, efetuando-se a cobertura na floração caso as condições hídricas do solo sejam favoráveis e a lavoura apresente condições adequadas de desenvolvimento. El-Swaify et al. (1985) recomendam, em regiões sujeitas a estiagens intermitentes, a aplicação de uma quantidade mínima de N na semeadura e que aplicações adicionais de N devem ser baseadas na probabilidade de ocorrência de chuvas e na capacidade dos agricultores em suportar riscos.

## CONCLUSÕES

1. Na ausência de camada compactada no perfil do solo, a aração feita a 10-15 cm de profundidade propicia produtividades de arroz iguais ou maiores que as obtidas com aração mais profunda, com menor gasto de energia.
2. A melhor dosagem de N para adubação do arroz de sequeiro, semeado a 50 cm entre linhas, é de 40 kg/ha.
3. Em regiões sujeitas à deficiência hídrica, é mais adequada a aplicação de um terço da dose de N na semeadura e de dois terços no início da floração; a adubação em cobertura só é feita se as condições hídricas do solo forem favoráveis.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretaria de Administração Estratégica. **Recomendações técnicas para arroz em regiões com deficiência hídrica: zonas 10, 16, 19, 20, 58, 59, 60, 61 e 91.** Brasília: Embrapa-SPI, 1992. 130p.
- CAMP, C.R.; CHRISTENBURY, G.D.; DOTY, C.W. Tillage effects on crop yield in coastal plain soils. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.27, n.6, p.1729-1733, 1984.
- 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).
- EL-SWAIFY, S.A.; PATHAK, P.; REGO, T.J.; SINGH, S. Soil management of optimized productivity under rainfed conditions in the semi-arid tropics. In: STEWART, B.A. (Ed.). **Advances in soil science.** New York: Springer-Verlag, 1985. p.1-64.
- FAGADE, S.O.; DE DATTA, S.K. Leaf area index, tillering capacity and grain yield of tropical rice as affected by plant density and nitrogen level. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, n.3, p.503-506, 1971.
- KUSSOW, W.R.; CORUM, K.R.; DALL'ACQUA, F.M. **Interpretação agroecômica de ensaios de adubação.** Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1976. 49p. (Embrapa-CNPAP. Boletim técnico, 4).
- PERDOMO, M.A.; GONZÁLEZ, J.; GALVIS, Y.C. de; GARCIA, E.; ARREGOCÉS, O. Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. In: TASCÓN, E.J.; GARCÍA, E.D. (Eds.). **Arroz: investigación y producción.** Cali: XYZ, 1985. p.103-132.
- PINHEIRO, B. da S. **Deficiência hídrica em arroz de sequeiro.** Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1982. 16p. (Embrapa. PNP de Arroz. Projeto 00180003-6). Relatório.
- RAMOS, M.; DEDECEK, R. Efeitos de sistemas de preparo do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.149-153, 1979.
- ROBERTSON, W.K.; VOLK, G.M.; HAMMOND, L.C.; FISKELL, J.G.A. Soil profile modification studies in Florida. **Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings**, Gainesville, v.35, p.144-150, 1976.
- ROSOLEM, C.A.; FURLANI JÚNIOR, E.; BICUDO, S.J.; MOURA, E.G.; BULHÕES, L.H. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.1, p.115-120, 1992.
- SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G. da; BLUMENSCHNEIN, F.H.; DALL'ACQUA, F.M. **Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água.** Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1984. 26p. (Embrapa-CNPAP. Circular técnica, 17).
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação potássica e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.12, p.885-895, dez. 1996.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz.** Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1986. 6p. (Embrapa-CNPAP. Comunicado técnico, 19).
- WARD, R.C.; WHITNEY, D.A.; WESTFALL, D.G. Plant analysis as an aid in fertilizing small grains. In: WARD, R.C.; WHITNEY, D.A.; WESTFALL, D.G. **Soil testing and plant analysis.** [S.l.]: American Society of Agronomy, 1973. p.329-348.