



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agrônômico de Campinas
Brasil

Costa Crusciol, Carlos Alexandre; Peres Soratto, Rogério; Arf, Orivaldo
Produtividade de grãos e exportação de nutrientes de cultivares de arroz irrigadas por aspersão em
conseqüência da época de semeadura
Bragantia, vol. 66, núm. 2, 2007, pp. 247-257
Instituto Agrônômico de Campinas
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90866208>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADAS POR ASPERSÃO EM CONSEQUÊNCIA DA ÉPOCA DE SEMEADURA ⁽¹⁾

CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL ^(2*,4); ROGÉRIO PERES SORATTO ⁽²⁾; ORIVALDO ARF ^(3,4)

RESUMO

No sistema irrigado por aspersão, o uso de cultivares e épocas adequadas de semeadura podem possibilitar a obtenção de altos níveis de produtividade do arroz de terras altas. No entanto, são escassas as informações sobre a exportação de nutrientes pelos grãos dessa cultura nesse sistema de produção. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da época de semeadura na produtividade e exportação de nutrientes pelos grãos de cultivares de arroz de terras altas (IAC 201, IAC 202, Carajás, CNA 7800 e CNA 7801), irrigados por aspersão. Os experimentos foram desenvolvidos nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em Latossolo Vermelho distrófico, em Selvíria (MS). As semeaduras foram realizadas no início da segunda quinzena de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, de cada ano. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. A época de semeadura influenciou a produtividade de grãos e exportação de nutrientes pelos grãos. A semeadura realizada em novembro proporcionou maior exportação de nutrientes por promover produtividades mais elevadas. Em épocas de semeadura antecipada (setembro), com a cultivar Carajás, a produtividade e a exportação de nutrientes foram superiores às demais; já nas semeaduras de outubro a dezembro, a cultivar CNA 7801 se destacou. No sistema irrigado por aspersão, é possível semeadura em fevereiro com produtividade acima 3.900 kg ha⁻¹ utilizando as cultivares IAC 201 e Carajás.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, arroz de terras altas, macronutriente, irrigação por aspersão.

ABSTRACT

GRAIN YIELD AND NUTRIENT EXPORTATION BY RICE CULTIVARS SPRINKLER-IRRIGATED IN DIFFERENT SOWING DATES

The use of appropriate cultivars and sowing date can provide higher grain yield of upland rice, in sprinkler-irrigated system. However, data about nutrient exportation by sprinkler-irrigated rice grains are scarce. The objective of this work was to evaluate the effect of sowing dates on the grain yield and nutrients exportation by grains of upland rice cultivars (IAC 201, IAC 202, Carajás, CNA 7800 e CNA 7801) under sprinkler irrigation. Experiments were carried out in 1995/96 and 1996/97 growing seasons, on a Typic Haplustox, in Selvíria, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. The sowings were carried out at the beginning of the second middle of September, October, November, December, January, and February, in each growing season. A randomized complete block design, in a split plot scheme, with four replications was used. Sowing dates affected grain yield and nutrient exportation on it. November sowing reached highest nutrient exportation, because provided highest grain yield. In early sowing (September), the cultivar Carajás presented highest grain yield and nutrient exportation; however, during October to December sowings the cultivar CNA 7801 presented the best results. It is possible sowing in February using the cultivars IAC 201 and Carajás with grain yield higher than 3900 kg ha⁻¹ under sprinkler irrigation system.

Key words: *Oryza sativa*, upland rice, macronutrient, sprinkler irrigation.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 21 de dezembro de 2005 e aceito em 5 de fevereiro de 2007.

⁽²⁾ Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu (SP). E-mail: crusciol@fca.unesp.br; soratto@fca.unesp.br

(*) Autor correspondente.

⁽³⁾ Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, UNESP, Faculdade de Engenharia, Caixa Postal 31, 15385-000 Ilha Solteira (SP). E-mail: arf@agr.feis.unesp.br

⁽⁴⁾ Com bolsa de produtividade do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 60% das áreas ocupadas com a orizicultura, no Brasil, localizam-se em terras altas e grande parte, em regiões onde é comum a ocorrência de períodos de estiagem durante a estação das chuvas, denominados veranicos, que provocam deficiência hídrica à cultura, afetando a absorção de nutrientes (CRUSCIOL et al, 2003a; b). Tais fenômenos causam decréscimo na produção de matéria seca total, na produtividade de grãos (STONE e PEREIRA, 1994; CRUSCIOL et al., 2003a, b) e na exportação de nutrientes pelo arroz no sistema de sequeiro (CARVALHO JÚNIOR, 1987; CRUSCIOL et al., 2003a, b).

A irrigação por aspersão é uma alternativa para solucionar o problema causado pelos veranicos (STONE e PEREIRA, 1994), proporcionando aumento na produtividade de grãos, podendo atingir o dobro do sistema de sequeiro (OLIVEIRA, 1994; ARF et al., 2001). Com a diminuição do risco de redução da produtividade, o orizicultor sente-se estimulado a usar maior nível de tecnologia, para aumentar a produtividade no sistema irrigado por aspersão (STONE e PEREIRA, 1994). No entanto, o aumento da produtividade, pelo uso da irrigação por aspersão depende também do potencial da cultivar utilizada (ARF et al., 2001).

Outro aspecto a ser considerado, no sistema irrigado por aspersão, é que devido ao alto custo de investimento em equipamentos de irrigação, é necessária a busca de tecnologias que favoreçam o uso intensivo, como o cultivo do arroz em diferentes épocas do ano. Porém, são poucas as informações sobre épocas de semeadura do arroz de terras altas irrigado por aspersão. No Estado de São Paulo (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 1993) e no sul de Minas Gerais (MORAIS et al., 1978) recomendam o período de outubro-novembro para a semeadura do arroz de sequeiro. Segundo SANT'ANA (1989) a semeadura do arroz irrigado por aspersão deve ser realizada na época normal (outubro-novembro). Contudo, em regiões sob menores latitudes, onde a temperatura não for limitante, o período de semeadura do arroz pode ser mais amplo com a utilização de irrigação. Assim, em Goiás, a antecipação da semeadura para agosto proporcionou maior produtividade de grãos do arroz irrigado (SANTOS et al., 1978).

Com o aumento da produtividade de grãos, proporcionada pela utilização da irrigação por aspersão, há também maior exportação de nutrientes da gleba (CRUSCIOL et al, 2003a, b). Assim, STONE e PEREIRA (1994) sugeriram aumento de 50% na adubação fosfatada e de 30% na potássica. No entanto, existem poucas informações sobre a exportação de nutrientes por cultivares de arroz de terras altas, semeados em diferentes épocas do ano, no sistema irrigado por

aspersão, já que a maioria dos estudos se refere aos sistemas irrigados por inundação e sequeiro.

O conhecimento das exigências nutricionais da cultura, nas diversas situações de cultivo, pode contribuir para manter a fertilidade do solo em níveis adequados (FAGERIA, 1999) e para o estabelecimento de fórmulas e recomendações de adubação mais racionais (GIUDICE et al, 1983; BARBOSA FILHO, 1987). Além disso, adubação adequada pode aumentar a produtividade do arroz de terras altas, principalmente em solos de cerrado, se outros fatores não forem limitantes (CRUSCIOL et al., 2003a). No entanto, não há recomendações de calagem e adubação para cultivares melhoradas, sob irrigação por aspersão, onde podem ser obtidos elevados níveis de produtividade.

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da época de semeadura e das cultivares de arroz de terras altas irrigadas por aspersão na produtividade e exportação de nutrientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em área experimental da Faculdade de Engenharia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), situado a 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 m. Os valores médios anuais para precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa são de 1.370 mm, 23,5 °C e 75% respectivamente.

O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 1999). As características químicas da camada de 0-20 cm do solo foram determinadas antes da instalação dos experimentos, segundo método de RAIJ e QUAGGIO (1983) e com os seguintes resultados: 4,7 de pH em CaCl_2 ; 30,0 g dm^{-3} de matéria orgânica; 8,0 mg dm^{-3} de P_{resina} ; 2,9, 22,0, 4,0, 42,0 e 5,0 mmol $_c$ dm^{-3} , respectivamente, de K, Ca, Mg, H+Al, Al e 41% de saturação por bases (V).

Durante o experimento, foram avaliadas, diariamente, as temperaturas mínimas e máximas e a umidade relativa do ar no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, distante, aproximadamente, 500 m do experimento. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro instalado na área experimental. Esses dados estão apresentados na figura 1.

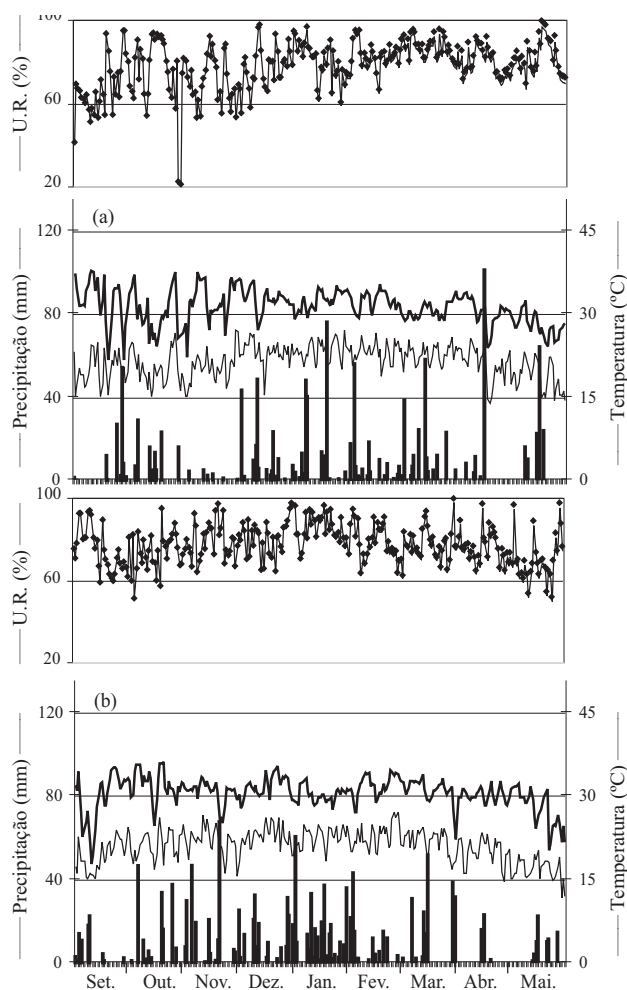


Figura 1. Umidade relativa do ar (♦), precipitação pluvial (■), temperaturas máxima (—) e mínima (—), obtidas na área do experimento, durante o período de setembro a maio, nos anos agrícolas de 1995/1996 (a) e 1996/1997 (b). Selvíria (MS).

Nos dois anos agrícolas, o arroz foi semeado em sucessão à cultura do feijão de inverno, em áreas adjacentes, porém, com as mesmas características físicas e químicas de solo. O solo foi preparado por uma aração e duas gradagens, sendo a última realizada às vésperas da semeadura. Realizou-se a abertura dos sulcos mecanicamente, no espaçamento de 0,40 m entre fileiras.

A adubação básica foi calculada de acordo com a análise de solo e as recomendações de CANTARELLA et al. (1996) para o arroz de sequeiro, com produtividade esperada de 2.500-4.000 kg ha⁻¹, e constou da aplicação de 250 kg ha⁻¹ da formulação 4-30-10 + 0,4% de Zn, o que correspondeu a um

adicional de 50% na adubação fosfatada e 25% na potássica, seguindo o sugerido por STONE e PEREIRA (1994). Quanto à adubação nitrogenada de cobertura, optou-se por utilizar a dose recomendada para classe de resposta esperada a N classificada como média a baixa (CANTARELLA et al., 1996), visando evitar problemas de acamamento, posto que as plantas estavam com bom desenvolvimento decorrente, provavelmente, do aporte de N proveniente da cultura do feijão de inverno. Assim, aplicaram-se 40 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio, aos 35 dias após a emergência, quando as plantas estavam no estágio de perfilhamento. Portanto, a cultura recebeu o total de 50 kg ha⁻¹ de N.

A semeadura foi realizada, manualmente, no início da segunda quinzena de cada mês: 19 de setembro, 20 de outubro, 17 de novembro, 19 de dezembro, 18 de janeiro e 16 de fevereiro, no ano agrícola de 1995/1996, e 19 de setembro, 18 de outubro, 18 de novembro, 18 de dezembro, 20 de janeiro e 18 de fevereiro de 1996/1997, utilizando-se sementes necessárias para se obter densidade de 120 plantas m². Juntamente com as sementes, aplicou-se carbofuran (1.500 g ha⁻¹ de i.a.), visando ao controle de cupins (*Syntermes molestus*, *Procornitermes striatus* e *Cornitermes lespesii*) e lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas épocas de semeadura e as subparcelas pelas cultivares (IAC 201, IAC 202, Carajás, CNA 7800, CNA 7801). Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas paralelas de 4,5 m de comprimento, totalizando área de 10,8 m², sendo considerada como linhas úteis as quatro centrais, desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades.

A irrigação foi realizada por meio de um sistema convencional de aspersão, e para quantificar a necessidade de água considerou-se que a profundidade efetiva do sistema radicular seja de 20 cm, com os tensiômetros colocados a 10-20 cm de profundidade, conforme método proposto por FARIA (1987); a suplementação hídrica foi realizada quando o potencial matricial atingia -0,033 MPa, durante a fase reprodutiva e -0,058 MPa nas demais fases.

O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação do herbicida pendimethalin (1.100 g ha⁻¹ de i.a.). As plantas daninhas não atingidas pelo herbicida foram eliminadas por meio de capina manual.

A colheita foi efetuada, manualmente, quando em 90% das panículas, as espiguetas estavam com coloração típica de maduras. A seguir, foi realizada a secagem ao sol, durante um a dois dias, em terreiro cimentado; posteriormente, efetuou-se a trilha mecânica e limpeza do material, separando-se a palha e as espiguetas chochas com auxílio de uma peneira, por abanação manual. Em seguida, determinou-se a massa dos grãos e estimada a produtividade de grãos por hectare (13% base úmida). Dos grãos colhidos e com casca, foram amostradas 100 g que foram secas em estufa a 60 °C, moídas e submetidas à análise química para avaliação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo método descrito por BATAGLIA et al. (1983). Com os resultados, foram estimadas as quantidades exportadas daqueles nutrientes por área, pelo arroz com casca. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois anos agrícolas, houve interação significativa entre as cultivares e a época de semeadura para produtividade de grãos (Tabela 1). Verifica-se que a cultivar Carajás destacou-se na semeadura de setembro, nos dois anos agrícolas, atingindo produtividades de 3.418 e 5.426 kg ha⁻¹ em 1995/1996 e 1996/1997, respectivamente, porém não

diferiu estatisticamente das cultivares IAC 201 e CNA 7801 em 1995/1996, e das cultivares IAC 201, CNA 7800 e CNA 7801 em 1996/1997. Nessa época de semeadura, a cultivar IAC 202 foi a de menor produtividade.

Verifica-se, de maneira geral, que a produtividade de grãos foi maior no ano agrícola 1996/1997, em relação à de 1995/1996, podendo ser explicada pela melhor distribuição de chuvas ocorrida no período do segundo cultivo (Figura 1). Mesmo com o uso de irrigação por aspersão, as menores produtividades, principalmente na primeira época de semeadura, estão relacionadas à baixa ocorrência de chuvas, elevadas temperaturas e maiores variações na umidade relativa do ar, que ocorreram em novembro e dezembro de 1995, período que coincidiu com o início da fase reprodutiva das plantas semeadas em setembro (Figura 1). Nessa fase, período da diferenciação do primórdio da panícula, a deficiência hídrica, que pode ser provocada pela elevada demanda evapotranspirativa, devido às altas temperaturas e baixa umidade relativa, ou mesmo o efeito direto da temperatura elevada (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 1993), pode reduzir o número de panículas, mediante a não-transformação da gema vegetativa em reprodutiva e da degeneração do primórdio da panícula, reduzindo o número de panículas por área (PINHEIRO et al., 1985) e o número de espiguetas por panícula (YOSHIDA, 1977; PRASERTSAK e FUKAI, 1997).

Tabela 1. Produtividade de grãos com casca (kg ha⁻¹) de cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura. Anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 em Selvíria (MS)

Cultivar	Época de semeadura						Média
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	
	1995/1996						
IAC 201	3.163abC	4.457aA	4.195cAB	3.019cCD	2.240bD	3.321BC	3.399b
IAC 202	2.130cC	3.132bB	4.319bcA	2.913cBC	2.169bC	2.893BC	2.926c
Carajás	3.418aB	3.790abB	4.763bcA	3.892bAB	3.407aB	3.883B	3.775a
CNA 7800	2.580bcC	3.102bBC	4.992bA	3.767bB	3.020aBC	2.763C	3.370b
CNA 7801	2.779abcC	4.503aB	5.765aA	4.832aB	2.903abC	3.274C	4.009a
Média	2.814D	3.797B	4.807A	3.684BC	2.748D	3.127CD	-
	1996/1997						
IAC 201	4.509abAB	4.185B	5.571A	3.348bB	4.152bB	3.907abB	4.278bc
IAC 202	4.026bABC	4.233ABC	5.046A	3.614bBC	4.376abAB	2.978bC	4.046c
Carajás	5.426aAB	4.469ABC	5.753A	3.603bC	4.379abBC	4.386aBC	4.669ab
CNA 7800	4.469abAB	4.418AB	5.279A	3.391bBC	4.557abAB	2.880bC	4.165c
CNA 7801	4.912abAB	4.839AB	6.037A	4.938aAB	5.451aA	3.803abB	4.997a
Média	4.669B	4.429BC	5.537A	3.779CD	4.583B	3.591D	-

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV (época) igual 17,6% e 17,3% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente; CV(cultivar) igual 10,6% e 13,2% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente.

Além disso, a ocorrência de temperaturas elevadas durante a emergência das panículas e a antese podem promover a esterilidade dos grãos de pólen (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 1993). Há também grandes diferenças entre os genótipos quanto à tolerância a temperaturas altas (YOSHIDA, 1981). A maior produtividade de grãos da cultivar Carajás pode estar associada ao maior crescimento radicular em profundidade (CRUSCIOL, 2001), que proporciona maior tolerância ao déficit hídrico, sob condições de temperaturas elevadas, ou a maior tolerância à alta temperatura (YOSHIDA, 1981).

De modo geral, nas semeaduras realizadas de outubro a dezembro, a cultivar CNA 7801 destacou-se pela maior produtividade e as cultivares IAC 201, IAC 202 e CNA 7800 pelas menores, com algumas variações de um ano para outro (Tabela 1). Na semeadura de janeiro, com as cultivares Carajás, CNA 7800 e CNA 7801 houve maior produtividade de grãos em 1995/1996, e a cultivar CNA 7801 se destacou, porém diferindo estatisticamente apenas da IAC 201, em 1996/1997. Quando a semeadura foi realizada em fevereiro, a cultivar Carajás destacou-se, porém, sem diferir estatisticamente das demais cultivares em 1995/1996 e da IAC 201 e CNA 7801 em 1996/1997.

No que se refere à época de semeadura, o comportamento foi semelhante nos dois anos de cultivo, com destaque, para a semeadura em novembro (Tabela 1). Os resultados são concordantes com SANT'ANA (1989) e FORNASIERI FILHO e FORNASIERI (1993). De maneira geral, tanto a antecipação (setembro) quanto o atraso (janeiro e fevereiro) da época de semeadura promoveu decréscimo da produtividade das cultivares estudadas. STONE e PEREIRA (1994) também observaram redução na produtividade de cultivares de arroz irrigadas por aspersão quando semeadas em época considerada tardia (janeiro). No entanto, é importante ressaltar que mesmo em semeaduras antecipadas ou retardadas, é possível a obtenção de produtividade acima de 5.400 kg ha⁻¹, dependendo da cultivar utilizada.

Quanto à exportação de nutrientes, verifica-se que as cultivares que alcançaram as maiores produtividades, em cada época de semeadura, também proporcionaram maior exportação de nutrientes pelos grãos (Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7). Quando a produtividade é reduzida por algum fator, como a deficiência hídrica ou temperatura elevada, por exemplo, a exportação de nutrientes também é reduzida (CARVALHO JÚNIOR, 1987; CRUSCIOL et al., 2003a, b). CRUSCIOL (2001) verificou que a maior disponibilidade hídrica aumenta o crescimento

radicular do arroz de terras altas, tendo como consequência melhor nutrição das plantas e maior produtividade de grãos. Além disso, a disponibilidade adequada de água no solo é fundamental para que o movimento de nutrientes no solo por difusão e por fluxo de massa ocorra (RUIZ et al., 1999).

Outro aspecto importante é que a suficiente disponibilidade de água no solo favorece a translocação dos fotoassimilados para os grãos, fazendo com que os grãos sejam bem formados e com maiores teores de nutrientes. CRUSCIOL et al. (2003b) verificou que, de modo geral, o arroz irrigado por aspersão proporcionou exportação de nutrientes 55% maior em relação àquele no sistema de sequeiro.

Na figura 2, verifica-se que com o atraso na época de semeadura ocorreu aumento no teor de N nos grãos com casca do arroz de terras altas, sendo mais evidente no segundo ano agrícola; no qual nos meses de janeiro e fevereiro, observaram-se os maiores teores, enquanto no primeiro ano agrícola esse efeito foi constatado somente na última época de semeadura. Os teores de N não foram afetados pela interação dos fatores.

Apesar disso, na exportação do nutriente, de maneira geral, destacaram-se a semeadura realizada em novembro e as cultivares Carajás e CNA 7801, nos dois anos de cultivo (Tabela 2), ou seja, os tratamentos com maior produtividade. Verifica-se que a exportação de nitrogênio variou de 27,9 a 88,8 kg ha⁻¹. De acordo com FAGERIA (1999), cerca de 50% do N absorvido pela cultura do arroz é translocado para os grãos. Assim, para a exportação de 88,8 kg ha⁻¹, a extração pela cultura seria de cerca de 180 kg ha⁻¹, quantidade superior à dose utilizada no presente experimento e máxima recomendada por CANTARELLA et al. (1996), para o arroz de sequeiro, que é de 70 kg ha⁻¹, para produtividade esperada de 2.500 a 4.000 kg ha⁻¹.

Vale ressaltar que a adubação recomendada por CANTARELLA et al. (1996) para o arroz de sequeiro pressupõe uma exportação de 48 kg ha⁻¹ de N para uma produtividade de 4.000 kg ha⁻¹. Assim, deve-se considerar maiores níveis de adubação nitrogenada no sistema irrigado por aspersão, uma vez que as produtividades são mais elevadas e há incremento no teor do nutriente quando comparado como o sistema de sequeiro. Em razão disso, conseqüentemente, haverá maior exportação do nutriente. No presente trabalho, a exportação de N foi, na média, 3 kg t⁻¹ de grãos, superior à considerada por CANTARELLA et al. (1996) para o arroz de sequeiro.

Tabela 2. Quantidade de nitrogênio exportado (kg ha⁻¹) nos grãos com casca por cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura. Anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em Selvíria (MS)

Cultivar	Época de semeadura						Média
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	
1995/1996							
IAC 201	43,9aBC	59,5abAB	63,5bA	50,8bABC	37,5abC	55,5ABC	51,9b
IAC 202	27,9bC	38,0cBC	71,1abA	44,0bBC	34,6bBC	53,5AB	44,8c
Carajás	46,8aB	64,9aAB	76,9abA	57,6bB	51,2aB	57,3B	59,1a
CNA 7800	35,1abC	43,3bcBC	68,6abA	58,5bAB	46,4abBC	52,1ABC	51,0bc
CNA 7801	38,6abD	61,2aBC	83,7aA	75,9aAB	42,4abCD	58,9BC	60,1a
Média	38,5D	53,8BC	72,7A	57,4B	42,5CD	55,5BC	-
1996/1997							
IAC 201	64,8B	53,1B	92,2A	51,0bB	74,0AB	62,9abB	66,3bc
IAC 202	56,4AB	55,1AB	73,3AB	53,7bAB	75,1A	49,2bB	60,5c
Carajás	79,5AB	60,7B	86,1A	61,2abBB	73,4AB	78,1aAB	73,1ab
CNA 7800	67,4	63,2	73,3AB	49,9b	74,0	50,4b	63,0c
CNA 7801	64,4C	64,8BC	88,8AB	79,4aABC	92,6A	71,8abABC	76,9a
Média	66,4BC	59,4C	82,7A	59,0C	77,8AB	62,5C	-

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV(época) igual 25,1% e 17,2% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, respectivamente; CV(cultivar) igual 14,8% e 17,3% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente.

Tabela 3. Quantidade de fósforo exportado (kg ha⁻¹) nos grãos com casca por cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura. Anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em Selvíria (MS)

Cultivar	Época de semeadura						Média
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	
1995/1996							
IAC 201	7,5	8,8	9,6	4,8b	5,6	8,3	7,4b
IAC 202	6,1	6,7	7,7	9,3ab	6,3	8,1	7,5b
Carajás	9,0	8,7	10,6	15,8a	9,0	13,5	11,1a
CNA 7800	7,5AB	7,3AB	14,3A	10,4abAB	7,9AB	7,2B	9,1ab
CNA 7801	5,7C	9,7ABC	13,1AB	15,1aA	7,3BC	8,7BC	9,9ab
Média	7,2	8,2	11,3	11,1	7,2	9,2	-
1996/1997							
IAC 201	8,9ab	8,4	12,5	7,9	10,1	9,0	9,5bc
IAC 202	6,8b	11,3	12,1	9,6	9,5	6,3	9,3c
Carajás	13,9a	12,6	12,2	10,2	9,8	10,4	11,5abc
CNA 7800	13,5a	13,9	11,2	12,6	12,2	9,2	12,1ab
CNA 7801	11,2abAB	10,4AB	17,0A	13,4AB	14,2AB	9,4B	12,6a
Média	10,9	11,3	13,0	10,7	11,2	8,9	-

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV(época) igual 44,8% e 36,5% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, respectivamente; CV(cultivar) igual 39,8% e 29,6% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente.

Tabela 4. Quantidade de potássio exportado (kg ha^{-1}) nos grãos com casca por cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura. Anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em Selvíria (MS)

Cultivar	Época de semeadura						Média
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	
	1995/1996						
IAC 201	16,1ABC	23,7aA	25,0abA	13,5cBC	12,5C	21,6AB	18,7ab
IAC 202	10,7B	15,2bAB	19,0bAB	20,8abcA	14,2AB	18,9AB	16,5b
Carajás	16,2B	19,6abAB	25,3abA	23,6abAB	18,7AB	18,9AB	20,4a
CNA 7800	13,7B	14,4bB	26,6abA	19,4bcAB	18,0AB	13,9B	17,7ab
CNA 7801	10,6C	21,9abAB	27,8aA	29,0aA	16,1BC	16,7BC	20,3a
Média	13,4D	19,0BC	24,7A	21,2AB	15,9CD	18,0BCD	-
	1996/1997						
IAC 201	25,1AB	23,3AB	32,1A	19,7B	22,5bAB	18,4B	23,5b
IAC 202	19,0BC	26,0AB	29,9A	17,6BC	22,9bABC	14,9B	21,7b
Carajás	26,7AB	26,3AB	31,4A	16,8B	22,4bAB	19,1B	23,8ab
CNA 7800	25,7A	29,0A	28,8A	19,2AB	26,7abA	14,3A	23,9ab
CNA 7801	29,9BC	27,1ABC	37,0A	25,5BC	33,8aAB	17,0C	27,5a
Média	24,3BC	26,3ABC	31,9A	19,8BC	25,7BC	16,7C	-

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV(época) igual 27,5% e 25,4% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente; CV(cultivar) igual 22,3% e 19,7% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente.

Tabela 5. Quantidade de cálcio exportado (kg ha^{-1}) nos grãos com casca por cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura. Anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em Selvíria (MS)

Cultivar	Época de semeadura						Média
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	
	1995/1996						
IAC 201	18,5AB	15,0AB	24,4abA	10,2bB	12,2B	15,7AB	16,0ab
IAC 202	11,5	15,4	17,4b	15,9ab	10,0	13,9	14,0b
Carajás	17,7B	16,2B	28,4aA	17,6abB	17,4B	13,7B	18,5a
CNA 7800	9,6	13,9	16,6b	16,2ab	14,0	13,5	13,9b
CNA 7801	9,6C	21,4AB	23,3abA	23,7aA	11,3C	13BC	17,1ab
Média	13,4B	16,4B	22,0A	16,7B	12,9B	14,0B	-
	1996/1997						
IAC 201	25,1B	38,3AB	48,7A	27,2B	32,2abB	27,5B	33,2b
IAC 202	19,9B	44,6A	48,2A	27,3B	28,0bB	20,1B	31,3b
Carajás	25,0B	38,1AB	50,8A	28,9B	30,1abB	28,6B	33,6ab
CNA 7800	28,6C	45,1AB	50,8A	24,3C	33,4abBC	18,8C	33,5ab
CNA 7801	29,7BC	40,7B	58,4A	38,1BC	43,5aAB	24,7C	39,2a
Média	25,7CD	41,3B	51,4A	29,2CD	33,4BC	23,9D	-

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV(época) igual 31,2% e 25,4% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente; CV(cultivar) igual 28,4% e 19,7% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente.

Tabela 6. Quantidade de magnésio exportado (kg ha^{-1}) nos grãos com casca por cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura. Anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em Selvíria (MS)

Cultivar	Época de semeadura						Média
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	
1995/1996							
IAC 201	6,2AB	6,4AB	7,6A	3,4bB	4,2AB	6,2AB	5,7
IAC 202	4,5	5,2	6,1	7,2a	4,6	5,8	5,6
Carajás	6,4	5,4	7,5	8,0a	6,1	6,0	6,6
CNA 7800	5,0AB	4,8B	9,0A	6,7abAB	5,5AB	4,3B	5,9
CNA 7801	3,9B	6,8AB	9,2A	9,4aA	4,9B	5,5AB	6,6
Média	5,6B	5,7AB	7,9A	6,9AB	5,1B	5,6AB	-
1996/1997							
IAC 201	8,4abAB	7,3AB	11,0abA	6,4B	6,8abB	5,9B	7,6b
IAC 202	5,3bBC	9,3AB	9,8bA	6,5ABC	6,3bABC	4,6C	7,0b
Carajás	8,3ab	8,4	9,6b	5,8	5,8b	5,9	7,3b
CNA 7800	9,7aA	9,1AB	10,7abA	7,4AB	8,2abAB	5,5B	8,4ab
CNA 7801	8,5abBC	9,0BC	13,8aA	8,8BC	10,5aAB	5,8C	9,4a
Média	8,0B	8,6B	11,0A	7,0BC	7,5BC	5,6C	-

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV(época) igual 38,6% e 27,9% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente; CV(cultivar) igual 31,5% e 23,6% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente.

Tabela 7. Quantidade de enxofre exportado (kg ha^{-1}) nos grãos com casca por cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura. Anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997, em Selvíria (MS)

Cultivar	Época de semeadura						Média
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	
	1995/1996						
IAC 201	6,0aBC	9,4aA	9,4cA	6,7bcB	4,5cC	7,7aAB	7,3bc
IAC 202	4,0bD	6,6bcBC	10,0cA	6,0cBCD	4,7bcCD	7,5aB	6,5d
Carajás	6,8aB	8,0abB	10,2bcA	8,2abAB	7,1aB	8,0aB	8,0ab
CNA 7800	5,3abC	6,1cBC	12,0abA	7,6bcB	6,5abBC	5,4bBC	7,1cd
CNA 7801	6,0aD	9,4aBC	12,8aA	9,7aB	6,4abcdD	7,2abCD	8,6a
Média	5,6D	7,9B	10,9A	7,6B	5,8CD	7,1BC	-
	1996/1997						
IAC 201	8,3abA	8,9A	10,4A	7,1bA	8,6bA	8,3abA	8,6b
IAC 202	7,9bB	8,9AB	11,2A	8,9abAB	10,2abAB	7,4abB	9,1b
Carajás	9,9abAB	8,4AB	11,9A	7,8abAB	9,4abA	9,7aB	9,7ab
CNA 7800	11,1aA	8,8AB	10,9A	8,6abAB	10,1abA	5,9bB	9,0b
CNA 7801	10,1abAB	9,9AB	12,2A	10,5aAB	12,4aA	8,2abB	10,5a
Média	9,4ABC	9,0BC	11,3A	9,6BC	10,1AB	7,9C	-

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; CV(época) igual 18,9% e 20,2% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente; CV(cultivar) igual 12,9% e 16,4% nos anos agrícolas de 1995/1996 e 1996/1997 respectivamente.

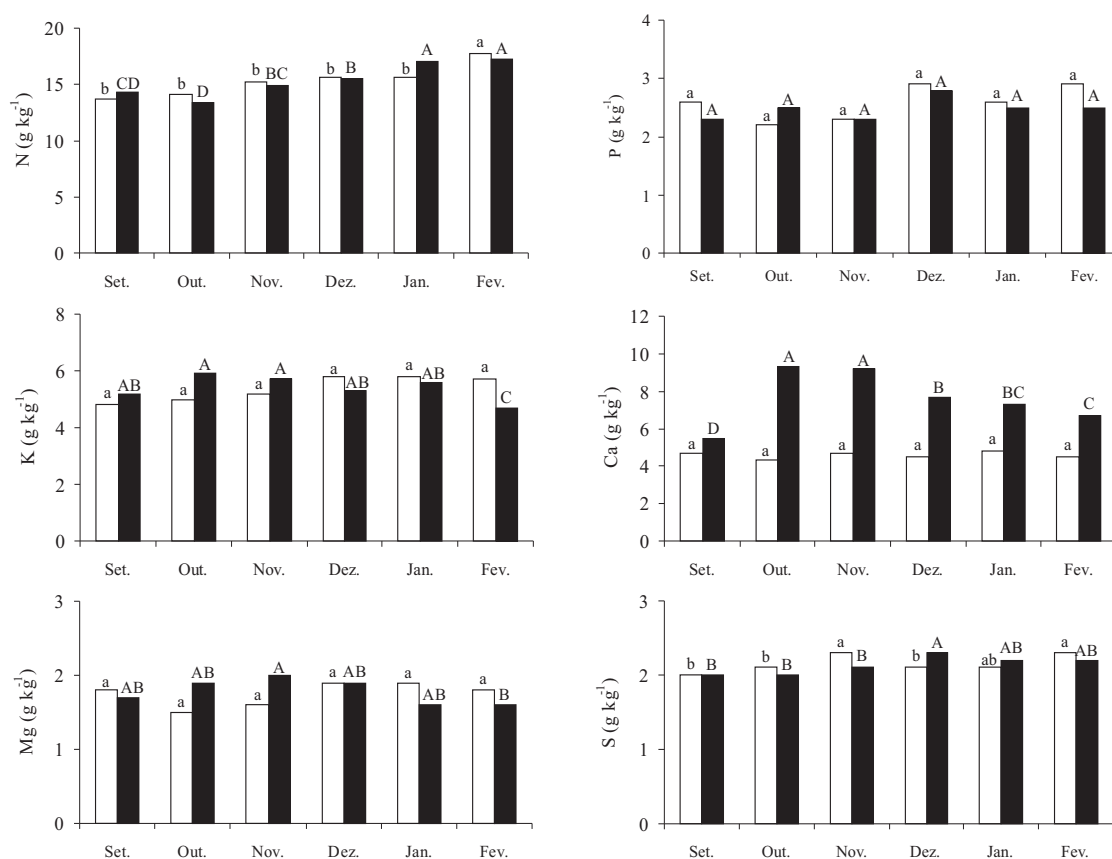


Figura 2. Teores de macronutrientes nos grãos com casca de cultivares de arroz de terras altas, irrigadas por aspersão, em diferentes épocas de semeadura, nos anos agrícolas de (■) 1995/1996 e (□) 1996/1997, em Selvíria (MS). Média de cinco cultivares. Médias seguidas de mesma letra, minúscula em 1995/1996 e maiúscula em 1996/1997, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O P é extremamente importante para o perfilhamento do arroz e é o nutriente mais deficiente, na maioria dos solos brasileiros. Aproximadamente 65% do nutriente absorvido é exportado pelos grãos (FAGERIA, 1999), fazendo com que, proporcionalmente, seja o elemento mais exportado pela cultura. Todavia, verificou-se que não existiram diferenças entre as cultivares e as épocas de semeadura quanto aos teores de nutrientes nos grãos (Figura 2) e na exportação de P. O valor máximo exportado, 17 kg ha⁻¹, foi observado para a cultivar CNA 7801, na semeadura de novembro do ano agrícola de 1996/1997 (Tabela 3), evidenciando que maior produtividade reflete em maior exportação de nutriente, como observado por CRUSCIOL et al. (2003a, b).

O K é um dos elementos mais absorvidos pela cultura do arroz (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 1993), porém, apenas em torno de 16% é exportado pelos grãos (FAGERIA, 1999). O teor de K nos grãos não foi influenciado pela interação dos fatores, nem pelas cultivares. Constatou-se, no segundo ano agrícola, efeito das épocas de semeadura em outubro e novembro, quando ocorreram

os maiores teores, enquanto em fevereiro, os menores (Figura 2). A exportação máxima de K foi de 37 kg ha⁻¹, verificada para a cultivar CNA 7801 na semeadura de novembro do segundo ano agrícola e a mínima, de 10,7 kg ha⁻¹, para IAC 202, na semeadura de setembro do primeiro ano agrícola (Tabela 4). Na média, a exportação de K por tonelada de grãos foi de 80% superior à relatada por CANTARELLA et al. (1996), ou seja, 2,4 kg t⁻¹ a mais que o cultivo em condições de sequeiro.

Os teores de Ca foram influenciados apenas pelas épocas de semeadura (Figura 2). Verifica-se que no primeiro ano agrícola a época de semeadura não interferiu no teor de Ca nos grãos, porém, no segundo ano, observam-se nas semeaduras de outubro e novembro maiores teores do nutriente nos grãos, enquanto em setembro e fevereiro, os menores. Nota-se, também, no segundo ano de cultivo, nos grãos de arroz com casca, maior teor de Ca, independentemente da época de semeadura, e pode estar relacionado à maior ocorrência de chuvas, proporcionando maior crescimento radicular e, conseqüente, melhor exploração do solo (Figura 1).

Da mesma forma que o relatado para o K, somente uma pequena parte do Ca absorvido é exportado da área pelos grãos e as diferenças entre cultivares foram pequenas, não sendo significativas nas diferentes épocas. Mesmo assim, a exportação máxima de Ca observada foi de $58,4 \text{ kg ha}^{-1}$, para o tratamento com a maior produtividade e na época em que ocorreu maior teor do elemento nos grãos (Tabelas 1 e 5; Figura 2), revelando que em sistemas que resultam elevada produtividade, como o irrigado por aspersão, a exigência da cultura do arroz pelo nutriente é alta. A exportação mínima foi de $9,6 \text{ kg ha}^{-1}$, na semeadura de setembro de 1995. CRUSCIOL et al. (2003a, b) também observaram elevada exportação de Ca pela cultura do arroz em sistema irrigado por aspersão.

Assim como para os nutrientes já citados, os teores de Mg e S foram afetados apenas pelas épocas de semeadura (Figura 2). Para o Mg, houve efeito apenas no segundo ano agrícola, quando se constatou o maior teor em novembro, e o menor, em fevereiro. Para o enxofre, houve efeito nos dois anos agrícolas, sendo constatado os maiores teores em novembro e fevereiro de 1995/1996, e em mês dezembro, de 1996/1997. Observa-se que as quantidades máximas de Mg e S exportadas foram de $13,8$ e $12,8 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente (Tabelas 6 e 7), sendo obtidos os maiores valores, para ambos os nutrientes, na semeadura de novembro. Esses valores são superiores aos relatados por FORNASIERI FILHO e FORNASIERI (1993) e CRUSCIOL et al. (2003a, b), para a semeadura realizada em novembro. A exportação de S por tonelada de grãos foi, em média, duas vezes maior do que a relatada por CANTARELLA et al. (1996) para o arroz de sequeiro, ou seja, $2,1 \text{ kg t}^{-1}$. Já as menores exportações de Mg e S, $3,9$ e $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, foram observadas na semeadura de setembro, do primeiro ano agrícola, época em que ocorreu menor produtividade e menor teor, principalmente de S nos grãos (Tabela 1 e Figura 2). Pelos resultados, observa-se que a maior disponibilidade hídrica, no sistema irrigado por aspersão, além de promover maior produtividade, pode proporcionar maiores teores de nutrientes nos grãos, havendo, inclusive “absorção de luxo”. Dessa forma, é importante ressaltar que a reposição quantitativamente inadequada dos nutrientes, devido à subestimação da exportação pelos grãos, ou, no caso do S, pelo uso de formulações concentradas, que não contém o elemento, pode levar ao rápido esgotamento do solo e à redução da produtividade.

A produtividade média das cultivares utilizadas nas diversas épocas de semeadura foi de 3.963 kg ha^{-1} , proporcionando uma exportação

média de nutriente na seguinte ordem de valores: $60,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; $25,0$ de Ca; $21,4$ de K; $10,0$ de P; $7,0$ de Mg e $8,4$ de S. Entretanto, quando a semeadura foi efetuada em novembro, os valores de produtividade de grãos e exportação de nutrientes foram ainda maiores. Esses valores são superiores aos observados por CRUSCIOL et al. (2003a, b) para o arroz de sequeiro.

Com base nos resultados, pode-se inferir que com arroz de terras altas, irrigado por aspersão, ocorre elevada produtividade, em regiões com latitudes iguais e/ou menores que a do presente estudo, mesmo em épocas de semeadura antecipadas (setembro) ou retardadas (janeiro e fevereiro), desde que se utilizem cultivares adequadas. Porém, com a obtenção de alta produtividade, no sistema irrigado por aspersão, também, há um acréscimo na exportação de nutrientes, independentemente da época de semeadura, sugerindo que, para que se consiga manter a fertilidade do solo em níveis adequados e altos níveis de produtividade é necessária a utilização de maiores doses de nutrientes do que aquelas atualmente recomendadas para a cultura do arroz no sistema de sequeiro.

Em função do exposto, há necessidade de experimentos que possibilitem o desenvolvimento e criação de tabelas de recomendação de adubação e calagem para a cultura do arroz, no sistema irrigado por aspersão, assim como existem para as culturas do trigo e triticale irrigados (CANTARELLA et al., 1996), e para o feijão de inverno irrigado (AMBROSANO et al., 1996).

5. CONCLUSÕES

1. A época de semeadura influencia a produtividade de grãos e a exportação de nutrientes pelas cultivares de arroz de terras altas irrigadas por aspersão.
2. A semeadura realizada em novembro proporciona maior exportação de nutrientes por promover produtividades mais elevadas de arroz com casca.
3. Em época de semeadura antecipada (setembro), com a cultivar Carajás há produtividade de grãos e exportação de nutrientes maiores do que nas demais; nas semeaduras de outubro a dezembro a cultivar CNA 7801 se destaca.
4. No sistema irrigado por aspersão, é possível semeadura em fevereiro com produtividade acima 3.900 kg ha^{-1} utilizando as cultivares IAC 201 e Carajás.

REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo Fundação IAC, 1996. p.189-203. (Boletim técnico, 100)
- ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E. de; CRUSCIOL, C.A.C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.871-879, 2001.
- BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129p. (Boletim Técnico, 9)
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análises químicas de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 48p.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo Fundação IAC, 1996. p.43-71. (Boletim técnico, 100)
- CARVALHO JÚNIOR, A.G. **Efeito da adubação potássica em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro sob déficit hídrico, em solos sob cerrados**. 1987. 165f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987.
- CRUSCIOL, C.A.C. **Crescimento radicular, nutrição e produção de cultivares de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e de fósforo**. 2001, 111f. Tese (Livro-Docência) - Universidade Estadual Paulista-UNESP, Botucatu.
- CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; MACHADO, J.R. Extração de macronutrientes pelo arroz de terras altas sob diferentes níveis de irrigação por aspersão e de adubação. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, p.145-150, 2003a.
- CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; MACHADO, J.R. Influência de lâminas de água e adubação mineral na nutrição e produtividade de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p.27, p.647-654, 2003b.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.
- FAGERIA, N.K. Nutrição mineral. In: VIEIRA, N.R.A.; SANTOS, A.B.; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p.173-195.
- FARIA, R.T. **Tensiômetro**: construção, instalação e utilização: um aparelho simples para se determinar quando irrigar. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1987. 23p. (Circular Técnica, 56)
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 1993. 220p.
- GIUDICE, R.M.; HAAG, H.P.; THIÉBAUT, J.T.L.; DECHEN, A.R. **Absorção cumulativa de nutrientes minerais em duas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), cultivadas em três diferentes níveis de disponibilidade d'água**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 73p.
- MORAIS, O.P.; SOUZA, I.F.; SILVEIRA, J.F. Época de plantio para a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em Minas Gerais. In: EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Projeto arroz**: relatório anual 75/76. Belo Horizonte, 1978. p.65-74.
- OLIVEIRA, G.S. **Efeito de densidades de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. 1994. 41f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista-UNESP, Ilha Solteira, 1994.
- PINHEIRO, B.S.; STEINMETZ, S.; STONE, L.F.; GUIMARÃES, E.P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, p.85-87, 1985.
- PRASERTSAK, A.; FUKAI, S. Nitrogen availability and water stress interaction on rice growth and yield. **Field Crop Research**, Amsterdam v.52, p.249-260, 1997.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 85p. (Boletim Técnico, 81)
- RUIZ, H.A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J.C.S. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca e Mg às plantas de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.1015-1018, 1999.
- SANT'ANA, E.P. Cultivo do arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, p.71-75, 1989.
- SANTOS, G.; BUENO, L.G.; UMBELINO, G.M. **Estudo de três cultivares de arroz irrigado em oito épocas de semeadura**. Goiânia: EMGOPA, 1978. 7p. (Comunicado Técnico, 5)
- STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigado por aspersão: efeitos de espaçamento entrelinhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.1701-1713, 1994.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.
- YOSHIDA, S. Rice. In: ALVIM, P.T.; KOLZWSKI, T.T. **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p.57-87.