

# PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS SOB CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E IRRIGADO POR ASPERSÃO EM FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS<sup>1</sup>

CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL<sup>2,5</sup>, ORIVALDO ARF<sup>3,5</sup>, ROGÉRIO PERES SORATTO<sup>2,6</sup>, MARCELO ANDREOTTI<sup>4</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Fazenda Experimental Lageado s/n, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Fax: (14) 6821-3438, Botucatu-SP. E-mail: crusciol@fca.unesp.br; <sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia/UNESP, Ilha Solteira-SP. <sup>4</sup>Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias/UNIOESTE, Rua Pernambuco, 1777, CEP: 85.960-000 – Marechal Cândido Rondon-PR. <sup>5</sup>Bolsista CNPq. <sup>6</sup>Bolsista FAPESP.

## RESUMO

A redução do espaçamento entre fileiras em relação ao utilizado para a cultura do arroz de sequeiro, pode promover acréscimos na produtividade, principalmente, em áreas onde é utilizada irrigação por aspersão. Com o objetivo de estudar o efeito de três espaçamentos entre fileiras (30, 40 e 50 cm) e diferentes condições hídricas do solo (sequeiro e, irrigação por aspersão até as tensões de reposição de água de -0,070 MPa e -0,035 MPa) na fenologia da planta, nos componentes da produção e na produtividade de grãos do arroz de terras altas, foi instalado um experimento em condições de campo, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, em Selvíria, MS. Foi utilizado o cultivar IAC 201 que possui porte médio e ciclo precoce. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições, em esquema de parcela subdividida, com as condições hídricas constituindo as parcelas e os espaçamentos entre fileiras as subparcelas. Adotou-se a densidade de 100 sementes viáveis m<sup>-2</sup>. A redução na disponibilidade hídrica na fase vegetativa aumenta o ciclo da cultivar de arroz IAC 201. A irrigação por aspersão proporciona acréscimos no número de panículas m<sup>-2</sup>, na fertilidade das espiguetas (18,1%) e de 36,7% na produtividade de grãos, independente do espaçamento. A redução do espaçamento até 30 cm para o cultivar IAC 201 proporciona maior número de panículas m<sup>-2</sup>, refletindo diretamente na produtividade de grãos com um aumento de 37% em relação ao espaçamento de 50 cm.

**Palavras-chaves:** *Oryza sativa* L., densidade de semeadura, fenologia, componentes da produção.

## ABSTRACT

### RICE YIELD UNDER UPLAND AND SPRINKLER IRRIGATION CONDITIONS AS AFFECTED BY ROW SPACING

Decreasing row spacing in upland rice culture can provide increasing of the yield, mainly, if sprinkler irrigation is utilized. The experiment was carried out on a Typic Haplustox, in Selvíria, MS, Brazil, with the purpose to study the effect of three row spacings (30, 40, and 50 cm) and different soil water conditions (natural rain, sprinkler irrigation with water replacement tension of -0,070 MPa and -0,035 MPa) on phenology, yield components and rice grain yield. Was used Cultivar IAC 201, with medium scale and early cycle. A split plot design, with six replications was used. Plots consisted of soil water conditions and subplots of row spacings. A population of 100 viable seeds m<sup>-2</sup> was used. The reduction of the water availability during vegetative phases increased the plant cycle of rice cultivar IAC 201. Sprinkler irrigation promoted an increasing of panicle m<sup>-2</sup>, spikelet fertility (18,1%) and grain yield (36,7%), independent of row spacing. The decreasing of row spacing of 50 until 30 cm provided increasing of the number of panicle m<sup>-2</sup> and 37% on grain yield.

**Key words:** *Oryza sativa* L., plant densities, phenology, yield components.

## INTRODUÇÃO

O arroz é uma importante fonte de calorias e de proteínas na dieta alimentar do povo brasileiro. Contudo, a produção tem oscilado de ano para ano e

eventualmente não tem sido suficiente para atender o consumo interno, resultando na necessidade de importação do produto. Esse quadro é decorrente da instabilidade e da baixa produtividade do cultivo de sequeiro, que apesar de ocupar 66% da área cultivada

1- Trabalho financiado pela FAPESP

com arroz, proporciona apenas 31% da produção total do cereal (Sanint, 1997).

Na maioria das regiões brasileiras, o cultivo do arroz sob condições de sequeiro é realizado em áreas sob cobertura anterior de cerrado, caracterizadas, principalmente, pela baixa capacidade de retenção de água. Em muitas dessas regiões, o risco de perda de produtividade é bastante acentuado, devido à ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa, denominados de veranicos.

A deficiência hídrica na cultura do arroz reduz o número de panículas (Stone *et al.*, 1984; Oliveira, 1994), o número de espiguetas por panícula (Campelo Júnior, 1985), o número de espiguetas granadas por panícula (Pinheiro *et al.* 1990; Fornasieri Filho & Fornasieri, 1993), a massa dos grãos (Stone *et al.* 1984; Oliveira, 1994), a altura da planta (Stone *et al.*, 1984; Fornasieri Filho & Fornasieri, 1993; Oliveira, 1994) e a produção de grãos (Stone *et al.*, 1984; Oliveira, 1994), e aumenta o número de espiguetas chochas por panícula (Stone *et al.*, 1984; Fornasieri Filho & Fornasieri, 1993; Oliveira, 1994).

A ocorrência de veranicos no florescimento e, principalmente, na meiose da célula mãe do grão de pólen, pode causar até a perda total da lavoura. Em consequência da dependência de chuva que com frequência é irregular e insuficiente, a produtividade no sistema de cultivo de sequeiro é de, aproximadamente, 1500 kg ha<sup>-1</sup>.

Uma das alternativas para atender a demanda de consumo interno de grãos e o acelerado crescimento populacional é o aumento da produtividade da cultura e o conseqüente aumento da produção total, o que pode ser alcançado com a utilização da irrigação por aspersão. A estabilidade de produção proporcionada pelo uso da irrigação por aspersão estimula o uso de práticas de maior nível tecnológico, com conseqüente aumento de produtividade. Em virtude da irrigação por aspersão estar sendo empregada mais recentemente, tem sido utilizado técnicas agrícolas adaptadas ao sistema de produção de sequeiro, o que tem resultado em acamamento de alguns cultivares, uso inadequado de adubação, espaçamento e densidade de semeadura.

Existem poucas informações sobre a influência da população de plantas e do espaçamento entre fileiras na produtividade do arroz, com irrigação por aspersão. No entanto, a maioria dos trabalhos tem demonstrado que a redução do espaçamento entre fileiras, em relação ao utilizado tradicionalmente no sistema de sequeiro, 50 cm, aumenta a produtividade pelo maior número de panículas por área (Arf, 1993; Stone & Pereira, 1994; Crusciol, 1995; Oliveira, 1997; Crusciol *et al.*, 2000). Porém nem sempre é constatado tal resultado, principalmente quando se utiliza cultivares com características morfológicas diferentes (Arf, 1993; Stone & Pereira, 1994). Quanto à densidade de semeadura, os resultados obtidos levam a concluir que a utilização de 100 sementes viáveis m<sup>-2</sup> é a mais adequada para a cultura do arroz de terras altas, tanto em sistema de sequeiro quanto irrigado por aspersão (Arf, 1993, Oliveira, 1994, Crusciol, 1995; Oliveira,

1997; Crusciol *et al.*, 2000).

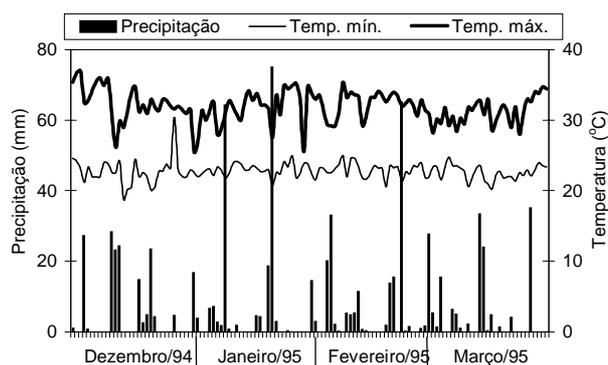
Em função do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da variação do espaçamento entre fileiras em diferentes condições hídricas, sobre a fenologia da planta, componentes da produção e produtividade de grãos do arroz, cultivar IAC 201.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi instalado em uma área experimental localizada no município de Selvíria, MS, pertencente à Faculdade de Engenharia - UNESP, Campus de Ilha Solteira, apresentando como coordenadas geográficas 51° 22' de Longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (Embrapa, 1999). A precipitação média anual é 1.370 mm, a temperatura média anual está ao redor de 23,5 °C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e realizadas as análises químicas, segundo metodologia proposta por Raij & Quaggio (1983), cujos resultados foram os seguintes: pH(CaCl<sub>2</sub>)=6,0; M.O.=33 g dm<sup>-3</sup>; P=27 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>; Ca<sup>+2</sup>; Mg<sup>+2</sup>; Al<sup>+3</sup> e H+Al = 3,0; 33; 18; 0 e 20 mmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente e V(%)=73.

Durante a condução do experimento foram determinadas, diariamente, a temperatura mínima e máxima do ar no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, distante, aproximadamente 500 m do local. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro instalado na área do experimento. Os dados dos elementos climáticos estão representados na Figura



**Figura 1-** Precipitação pluvial (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas durante a condução do experimento. Fazenda de Ensino e Pesquisa, Unesp, Selvíria, MS.

1.

O trabalho foi realizado no ano agrícola de 1994/95. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por três condições

hídricas (1-cultivo sob condições de sequeiro, 2 - cultivo sob irrigação por aspersão até a tensão de reposição de água no solo de -0,070 MPa e, 3 - cultivo sob irrigação por aspersão até a tensão de reposição de água no solo de -0,035 MPa) e as subparcelas, por três espaçamentos entre fileiras (30, 40 e 50 cm), com seis repetições. Adotou-se a densidade de 100 sementes viáveis m<sup>-2</sup>.

As subparcelas mediram seis metros de comprimento, contendo cinco, seis e oito fileiras, nos espaçamentos de 50, 40 e 30 cm, respectivamente, das quais duas laterais e 50 cm nas extremidades constituíram a bordadura.

Como indicativo do momento de realizar as irrigações foram instalados tensiômetros, constituídos de colunas de mercúrio, a 10 e 20 cm de profundidade (Faria, 1987). As irrigações foram realizadas quando as médias das leituras nas colunas de mercúrio indicaram os valores correspondentes às tensões estudadas. A quantidade de água aplicada por irrigação e as leituras nas colunas de mercúrio, referentes a estas

**Tabela 1-** Profundidade dos tensiômetros no solo, altura da coluna de mercúrio indicativa de irrigação e lâmina bruta aplicada em cada irrigação.

Tensão (MPa)	Profundidade (cm)	Tensiômetro (altura em cm Hg)	Lâmina (mm)
-0,070	10	59,0	5,66
	20	59,8	11,32
-0,035	10	30,6	4,05
	20	31,40	8,12

tensões, nas profundidades indicadas, estão contidas na Tabela 1.

Foram realizadas durante o ciclo da cultura, cinco irrigações na tensão de -0,070MPa, nas seguintes datas: 27/12/94, 18/01/95, 25/01/95, 26/02/95 e 03/03/95, e oito irrigações na tensão de -0,035MPa, nas seguintes datas: 27/12/94, 15/01/95, 18/01/95, 25/01/95, 16/02/95, 26/02/95, 01/03/95 e 03/03/95, num total de água aplicada de 56,6mm e 65,0mm, respectivamente.

O cultivar utilizado no experimento foi a IAC 201 proveniente do Instituto Agronômico de Campinas. IAC 201 é a denominação comercial da linhagem de arroz de sequeiro: porte médio (100 cm), ciclo precoce (110 - 120 dias), 78 - 90 dias da emergência ao florescimento (São Paulo, 1992).

O solo foi preparado através de uma aração e duas gradagens, sendo a primeira gradagem levada a efeito logo após a aração e a segunda, às vésperas da semeadura. A adubação constou da aplicação nos sulcos de semeadura, de 10 kg de N ha<sup>-1</sup>, 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 25 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, através da formulação 4-30-10.

A semeadura foi realizada no dia 06/12/94 e junto com as sementes aplicou-se 1,5 kg de i.a. ha<sup>-1</sup> de carborufan 5G visando principalmente o controle de cupins (*Syntermes molestus*, *Procornitermes striatus* e *Cornitermes lespessii*) e lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*). A emergência das plântulas ocorreu sete

dias após a semeadura, ou seja, em 13/12/94.

O controle de plantas daninhas foi realizado através da utilização do herbicida oxadiazon (1 kg de i.a. ha<sup>-1</sup>) em pré-emergência, um dia após a semeadura e, 2,4-D (670 g de i.a. ha<sup>-1</sup>) em pós-emergência no dia 04/01/95.

A adubação de cobertura foi realizada 50 dias após a emergência das plantas, utilizando-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônio.

A colheita do arroz foi efetuada manualmente e individualmente por sub-parcela, quando os grãos dos 2/3 superiores de 50% das panículas apresentaram-se duros e os do terço inferior, semi-duros. A trilha foi realizada manualmente, posteriormente realizou-se a secagem à sombra e a limpeza do material, separando-se a palha e as espiguetas chochas com auxílio de uma peneira, através de abanação manual. Após isso determinou-se a produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (umidade a 13%).

As variáveis avaliadas foram as seguintes: florescimento (número de dias após a emergência (DAE) até o florescimento de 50% das panículas), ciclo (DAE até a maturação de 90% das panículas), altura da planta (cm), acamamento, número de panículas m<sup>-2</sup>, número total de espiguetas por panícula, fertilidade das espiguetas, massa de 1000 grãos e produtividade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução da disponibilidade hídrica promoveu aumento do número de dias para as plantas do cultivar IAC 201 atingir 50% de florescimento e completar o ciclo, independentemente do espaçamento entre fileiras (Tabela 2). Sob sistema de sequeiro o florescimento ocorreu aos 76 DAE, e a maturação aos 100 DAE. Já, sob sistema irrigado por aspersão, a diferença foi pequena entre as tensões utilizadas, sendo de dois dias para as duas variáveis. Os resultados são condizentes com os obtidos por Crusciol (1995) e Arf *et al.* (2001), que verificaram que a deficiência hídrica na fase vegetativa prolonga o ciclo da cultura. Essa diferença de sete dias para completar o ciclo, ocorrida no sistema de cultivo de sequeiro em relação a média do irrigado por aspersão, é considerável, principalmente, em um sistema de sucessão de culturas, como o cultivo de safrinha, onde o fator mais limitante é a deficiência hídrica, possibilitando a implantação mais cedo e conseqüentemente reduzindo o custo de irrigação.

A altura da planta foi afetada pelas condições hídricas e pela interação entre condições hídricas e espaçamentos (Tabela 2). Desdobrando a interação condições hídricas dentro de espaçamentos, constatou-se efeito nos espaçamentos de 30cm e 50cm (Tabela 3). No espaçamento de 30cm a planta de arroz atingiu maior altura quando cultivada sob irrigação por aspersão, independente da tensão de reposição de água, enquanto no espaçamento de 50cm a diferença estatística foi constatada somente entre o cultivo de sequeiro e o cultivo irrigado por aspersão para a tensão de -0,035MPa. No desdobramento de espaçamentos dentro de condições hídricas (Tabela 3) o efeito foi verificado

somente na tensão de reposição de água de -0,070MPa, na qual o espaçamento de 30cm proporcionou plantas mais altas. Provavelmente devido ao melhor arranjo espacial das plantas obtido neste espaçamento em relação aos demais, o que favorece o processo de interceptação de luminosidade e o desenvolvimento das plantas.

No entanto, os dados obtidos não permitem uma explicação clara dos efeitos do espaçamento e da

disponibilidade hídrica sobre a característica avaliada, levando a necessidade de mais estudos.

O número de panículas  $m^{-2}$  foi afetado pelas condições hídricas, pelo espaçamento (Tabela 2) e pela interação entre ambos os fatores (Tabela 3). No desdobramento da interação espaçamento dentro de condições hídricas houve efeito significativo em todas as condições, nas quais a redução do espaçamento, em relação ao tradicionalmente utilizado (50 cm),

**Tabela 2-** Efeito das condições hídricas do solo e do espaçamento entre fileiras sobre características agrônômicas do arroz, cv. IAC 201, sob cultivo irrigado por aspersão e sequeiro.

Tratamentos	Florescimento (DAE)	Ciclo	Altura de plantas (cm)	Nº de panículas $m^{-2}$	Espiguetas panícula <sup>-1</sup>	Fertilidade das espiguetas (%)	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Condição hídrica								
sequeiro	76	100	105	144,5	291 a	54,2 b	23,9	2779b
-0,070	69	94	109	169,5	238 b	73,5 a	24,0	3760a
-0,035	67	92	111	170,4	233 b	71,1 a	23,4	3842a
CV%	-	-	1,4	4,8	2,9	4,0	1,5	4,9
Espaçamento								
30	71	95	109	195	248	67,2	23,8	4173a
40	71	95	108	160	250	66,0	23,5	3163b
50	71	95	107	132	262	65,6	23,9	3044b
CV%	-	-	2,2	9,1	6,8	8,1	3,9	6,5
					Valores de F			
Cond. hídrica (C)	-	-	6,96*	5,42*	27,33**	94,08**	5,04ns	19,63**
Espaçamento(E)	-	-	0,86ns	20,61**	0,87ns	0,46ns	0,89ns	33,02**
C x E	-	-	3,06*	3,08*	0,23ns	0,91ns	0,44ns	0,38ns

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \* e ns são respectivamente, significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

**Tabela 3-** Efeito da interação entre condições hídricas e espaçamento entre fileiras, sobre a altura da planta e o número de panículas  $m^{-2}$  do arroz, cv. IAC 201, sob cultivo irrigado por aspersão e sequeiro.

Espaçamentos entre fileiras (cm)	Condições hídricas		
	Cultivo sob sequeiro	Cultivo sob irrigação por aspersão	
		-0,070 MPa	-0,035 MPa
Altura de Plantas (cm)			
30	103 aB	114 aA	112 aA
40	108 aA	107 bA	109 aA
50	103 aB	107 bAB	112 aA
Número de Panículas $m^{-2}$			
30	172 aA	208 aA	204 aA
40	152 aA	184 aA	147 bA
50	112 bB	123 bB	163 abA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

proporcionou aumento do número de panículas  $m^{-2}$ . Na tensão de -0,035MPa o maior valor foi obtido no espaçamento de 30 cm sem no entanto, diferir do de 50 cm. Esse resultado é devido a menor densidade de plantas no sulco de semeadura, obtido no menor espaçamento, possibilitando maior perfilhamento das

plantas.

Quanto ao desdobramento de condições hídricas dentro de espaçamento, constatou-se efeito, somente, no espaçamento de 50cm que teve maior número de panículas na tensão de reposição de água de -0,035MPa. Esse efeito pode estar relacionado ao consumo de água pela cultura, já que em espaçamentos mais amplos o consumo de água pela cultura do arroz é menor e a eficiência de utilização é maior (Brunini *et al.*, 1981). Dessa forma, a planta respondeu ao aumento da disponibilidade hídrica, somente quando essa foi elevada a tensão de água no solo de -0,035MPa.

O número de espiguetas por panícula foi afetado apenas pelas condições hídricas do solo (Tabela 2). O tratamento de sequeiro, apresentou o maior valor que foi, em média, 9,1% superior aos tratamentos irrigados. Tal resultado se deve, provavelmente, ao menor número de panícula  $m^{-2}$  verificado nesse tratamento, possibilitando assim, a formação de panículas maiores, com um maior número de espiguetas, uma vez que durante a formação da panícula não houve deficiência hídrica (Figura 1).

A fertilidade das espiguetas foi afetada pela disponibilidade hídrica, na qual o cultivo irrigado por aspersão, proporcionou valores significativamente maiores em relação ao cultivo de sequeiro (Tabela 2). Esse resultado pode ser explicado pela deficiência

hídrica decorrente da baixa precipitação pluvial (Figura 1) ocorrida no período de meiose da célula mãe do grão de pólen, que se dá de 11 a 3 dias do florescimento, período esse, em que a cultura do arroz é mais sensível a falta de água.

A massa de 1000 grãos não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 2), tal resultado corrobora com os obtidos por Crusciol *et al.* (1999) e Crusciol *et al.* (2000), que não observaram efeito do espaçamento na massa de 1000 grãos. Entretanto, discordam de Arf *et al.* (2001) e Crusciol (1998) que verificaram aumento na massa de grãos com a o fornecimento de água à cultura. Segundo Matsushima (1970) e Yoshida (1981), essa característica é afetada mais intensamente por fatores genéticos do que externos.

A produtividade de grão sofreu efeito tanto do espaçamento quanto da condição hídrica do solo (Tabela 2). A maior produtividade obtida no espaçamento de 30 cm entre fileiras pode ser atribuída ao maior número de panícula m<sup>-2</sup> alcançado nesse espaçamento. Além do que, a melhor distribuição das plantas, verificada no menor espaçamento, possibilitou maior captação e conversão da luz em fotossintatos, resultando em maior produção. Estes resultados são concordantes com Arf (1993) e Crusciol *et al.* (2000), que também observaram aumento na produtividade com a redução do espaçamento entre fileiras. Quanto às condições hídricas do solo, a maior produtividade obtida nos tratamentos irrigados, foi devido, principalmente, ao maior número de panícula m<sup>-2</sup> e fertilidade de espiguetas alcançada nesse sistema. De modo geral, a irrigação por aspersão proporcionou um aumento de 34,5% na produtividade, o que equivale a 1069 kg ha<sup>-1</sup>. Crusciol (1998) e Arf *et al.* (2001) também conseguiram maior produtividade com a utilização de irrigação por aspersão.

## CONCLUSÕES

A redução na disponibilidade hídrica na fase vegetativa aumenta o ciclo da cultivar de arroz IAC 201.

A irrigação por aspersão proporciona acréscimos no número de panículas por m<sup>-2</sup>, na fertilidade das espiguetas e na produtividade de grãos, independente do espaçamento.

A redução do espaçamento até 30 cm para o cultivar IAC 201 proporciona maior número de panículas por m<sup>-2</sup> refletindo diretamente na produtividade de grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARF, O. *Efeitos de densidades populacionais e adubação nitrogenada sobre o comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão*. 1993. 63 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; 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, n. 6, p. 871-879, 2001.
- BRUNINI, O.; CROHMANN, F.; SANTOS, J.M. Balanço hídrico em condições de campo para dois cultivares de arroz sob duas densidades de plantio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 5, p. 1-6, 1981.
- CAMPELO JÚNIOR, J.O. *Avaliação da capacidade de extração de água do solo pelo arroz de sequeiro (Oryza sativa L.) sob diferentes doses de nitrogênio*. 1985. 127 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CRUSCIOL, C.A.C. *Efeito de lâminas de água e da adubação mineral em dois cultivares de arroz-de-sequeiro sob irrigação por aspersão*. 1998. 129 p. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CRUSCIOL, C.A.C. *Espaçamento e densidade de semeadura do arroz, cv IAC 201, sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão*. 1995. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Componentes de produção e produtividade de grãos de arroz de sequeiro em função do espaçamento e da densidade de semeadura. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, n.1, p.53-62, 1999.
- CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n.6, p.1093-1100, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação do Solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 41p.
- FARIA, R.T. *Tensiômetro: construção, instalação e utilização; um aparelho simples para se determinar quando irrigar*. Londrina: Instituto Agrônomico do Paraná, 1987. 23p. (IAPAR, Circular Técnica, 56).
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. *Manual da Cultura do arroz*. Jaboticabal: FUNEP,

1993. 221p.
- MATSUSHIMA, S. *Crop science in rice: theory of yield determination and its application*. Tokyo: Fuji, 1970. 379 p.
- 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. 41 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- OLIVEIRA, G. S. *Efeito de espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento de cultivares de arroz de sequeiro irrigado por aspersão*. 1997. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- PINHEIRO, B. S.; MARTINS, J. F. S.; ZIMMERMANN, F.J.P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. II. Manifestação através dos componentes da produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.6, p. 873-879, 1990.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- SANINT, L. R. Evolución tecnológica, perspectivas futuras y situación mundial del arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997. Balneário Camboriú. *Palestras...* Balneário Camboriú: EPAGRI, 1997. p. 7-35.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária. Instituto Agronômico. *Agulhinha de Sequeiro*: IAC 201. Campinas, 1992. "n.p." (Cultivar de arroz para o Estado de São Paulo), 1992.
- STONE, L. F.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.6, p. 695-707, 1984.
- STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigado por aspersão: Efeitos do espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.11, p. 1701-1713, 1994.
- YOSHIDA, S. Growth and development of the rice plant. In: YOSHIDA, S. *Fundamentals of rice crop science*. Los Banos: 1981. p.1-63.