

População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. I - Características agronômicas

Plant densities, nitrogen rates and foliar fungicide on grain production of irrigated rice. I - Agronomic characteristics

Victor Marzari^I Enio Marchezan^{I*} Leandro Souza da Silva^{II} Edinalvo Rabaioli Camargo^{III}
Gustavo Mack Teló^{IV}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da população de plantas, das doses de nitrogênio e da aplicação de fungicida na parte aérea nas características agronômicas que determinam a produtividade do arroz irrigado. O experimento foi realizado no ano agrícola 2003/2004, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de três populações de plantas (150, 265, 380 plantas m⁻²), cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120, 160kg ha⁻¹) e da aplicação ou não de fungicida na parte aérea da cultura. A adubação nitrogenada de cobertura foi igualmente parcelada, no início do perfilhamento e na diferenciação da panícula. A produtividade do arroz irrigado aumentou de forma quadrática com as doses de nitrogênio, respondendo até 97kg ha⁻¹. A utilização de fungicidas para controle de doenças da parte aérea resultou em maior produtividade, independentemente da população de plantas e das doses de nitrogênio utilizadas. Dessa forma, o arroz irrigado compensa seus componentes da produtividade com populações na faixa de 150 a 380 plantas m⁻², sendo a maior produtividade obtida com a dose de nitrogênio de 97kg ha⁻¹ e aplicação de fungicida, mesmo com baixa incidência de doenças.

Palavras-chave: produtividade, competição intraespecífica, manejo de adubação.

ABSTRACT

A field experiment was aimed at evaluating the effects of plant densities, nitrogen rates and chemical disease control on agronomic characteristics that affect grain yield of irrigated rice. The study was conducted during 2003/2004, in

the Departamento de Fitotecnia of Universidade Federal de Santa Maria. The experiment was arranged in randomized blocks with sub-plots and four replicates, in Santa Maria-RS, Brazil and the treatments were: three plant densities (150, 265 and 380 plants m⁻²), five nitrogen rates (0, 40, 80, 120 and 160kg ha⁻¹) with and without chemical foliar disease control. The nitrogen dressing was twice split at initial tillering and panicle differentiation. Grain yield increased in a quadratic fashion in response to nitrogen rates to up to 97kg ha⁻¹. The use of fungicides to control foliar diseases resulted in higher grain yields regardless of plant population or nitrogen fertilizer rates. Irrigated rice can compensate yield components between 150 and 380 plants m⁻². The most efficient rate of nitrogen was 97kg ha⁻¹. Chemical foliar diseases control increases irrigated rice productivity even at low disease incidence.

Key words: grain yield, interespecific competition, fertilizer management.

INTRODUÇÃO

As recomendações técnicas para o manejo da cultura do arroz irrigado por inundação são independentes entre si no que se refere à definição da população de plantas, das doses de nitrogênio e do controle de doenças fúngicas da parte aérea. No que tange à densidade de semeadura, o recomendado para o cultivo do arroz irrigado na Região Sul do Brasil, para o sistema de semeadura em linha, é de 400 a 500 sementes aptas por metro quadrado, a fim de garantir população inicial de 200 a 300 plantas por metro quadrado, uniformemente distribuídas (SOSBAI, 2005).

^IDepartamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br. *Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Solos, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{IV}Curso de Agronomia da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Geralmente os agricultores optam por populações de plantas mais elevadas, que propiciam maior interceptação de radiação solar e, conseqüentemente, uma taxa de crescimento mais rápida que aquelas com baixa população de plantas (LOOMIS & CONNOR, 1992). Como conseqüência, no início do ciclo de desenvolvimento da cultura, já maior produção de matéria seca, vantagem que diminui no decorrer da estação de crescimento. Entretanto, com populações de plantas elevadas, a competição intraespecífica pode ocorrer desde o estabelecimento inicial das plântulas, determinando o número de plântulas sobreviventes (MILLER et al., 1991), anulando seu efeito sobre o rendimento de grãos ao final do cultivo.

O nitrogênio é um elemento altamente dinâmico no solo, especialmente no ambiente de produção do arroz irrigado por inundação. A ocorrência de transformações químicas e bioquímicas em diferentes ciclos de oxidação e redução do solo pode promover a sua perda por três processos distintos: volatilização de amônia, desnitrificação e lixiviação, sendo o primeiro e o segundo os de maior relevância em função das práticas de manejo utilizadas pela lavoura arrozeira. Para minimizar essas perdas e tornar mais eficiente a utilização de nitrogênio, vários trabalhos foram realizados para definir a melhor época de aplicação e a quantidade a ser aplicada, tendo em vista o retorno econômico da aplicação. Em síntese, com base em resultados de pesquisas realizadas nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a pesquisa preconiza que a dose de nitrogênio a ser aplicada para o arroz irrigado deva situar-se, em média, entre 40 e 120kg ha⁻¹ para os sistemas de cultivo convencional, de cultivo mínimo e de plantio direto, e entre 70 e 120kg ha⁻¹ para o sistema pré-germinado (CQFS-RS/SC, 2004). Porém, esses valores correspondem a uma média de situações e devem ser ajustados localmente em função das demais práticas de manejo e das condições da lavoura, onde se inclui o desenvolvimento vegetativo das plantas e a ocorrência de doenças, para os quais ainda não existem recomendações específicas.

A principal doença que ocorre nas lavouras de arroz irrigado é a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea*, a qual causa queda da produtividade na ordem de 20 a 50% (SLATON et al., 2003). A severidade dessa doença é influenciada pelas condições favoráveis ambientais e pelas práticas culturais, sendo favorecida pela temperatura e umidade elevadas no período de florescimento, que propiciam condições favoráveis à infecção e à disseminação do patógeno. Outro fator a ser considerado é o aumento

na severidade de danos causados por doenças até então consideradas secundárias (RIBEIRO & SPERANDIO, 1998), tais como a mancha parda, a escaldadura e a mancha das glumas. Este comportamento deve-se à troca das cultivares tradicionais pelas modernas e ao lançamento de cultivares especialmente tolerantes a brusone, condicionando o surgimento das demais doenças foliares.

Trabalhos realizados associando diferentes populações de plantas e níveis de nitrogênio revelaram interação significativa entre esses fatores para produtividade (REDDY et al., 1986). Espera-se que, em populações de plantas mais baixas, ocorra compensação pela aplicação de doses mais elevadas de nitrogênio, tendo em vista seus efeitos sobre o perfilhamento e a produção de matéria seca. Em contrapartida, uma maior disponibilidade de nitrogênio também pode afetar a incidência de doenças fúngicas da parte aérea e, conseqüentemente, a resposta econômica ao tratamento fitossanitário. Assim, a identificação da resposta da planta à interação das diferentes práticas de manejo simultaneamente adotadas orientará o técnico no processo de tomada de decisão sobre o manejo da cultura. Este trabalho objetivou avaliar a influência da população de plantas, das doses de nitrogênio e da aplicação de fungicida para doenças da parte aérea nas características agrônômicas que afetam a produtividade do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, durante a estação de crescimento de 2003/04, em área de várzea do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada no município de Santa Maria, na Depressão Central do Rio Grande do Sul. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas divididas com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se em fatorial de três populações de plantas, 150, 265 e 380 plantas m⁻², cinco doses de nitrogênio 0, 40, 80, 120, 160kg ha⁻¹ e sem e com aplicação de fungicida.

O preparo do solo foi realizado por meio de operações de gradagens e aplainamento superficial, sendo a cultura implantada no sistema convencional de cultivo. Para o isolamento das parcelas principais e das subparcelas experimentais, foram confeccionadas taipas, a fim de evitar o fluxo do fertilizante nitrogenado juntamente com água entre os tratamentos. A adubação

de base foi realizada na semeadura, na quantidade de 90kg ha⁻¹ de K₂O e 30kg ha⁻¹ de P₂O₅. A cultivar de arroz irrigado utilizada foi a "IRGA 417"; semeada em 11 de novembro de 2003, sendo a emergência registrada 10 dias após. As quantidades de sementes foram de 80, 140 e 200kg ha⁻¹ de sementes aptas, correspondendo a, aproximadamente, 290, 505 e 720 sementes m⁻², respectivamente. Em função de excesso de chuvas no período de emergência das plântulas, obteve-se uma população de plantas abaixo do esperado, sendo que, na menor quantidade de sementes, obteve-se 150 plantas m⁻², na quantidade intermediária, 265 plantas m⁻² e, na maior, 380 plantas m⁻², o que corresponde a, aproximadamente, 50% do número de sementes semeadas por metro quadrado.

Para a adubação de cobertura, foi utilizada uréia como fonte de nitrogênio, sendo executada em dois momentos do ciclo de desenvolvimento da cultura. A primeira dose de nitrogênio foi aplicada no estágio V5, em solo não-inundado, e a segunda no estágio R0, seguindo escala proposta por COUNCE et al. (2000), sendo a dose total de cada tratamento igualmente dividida entre esses estádios. A irrigação teve início no estágio V5, sendo mantida uma lâmina de água constante de 5 a 10cm de altura sobre o solo. A subparcela tratada para o controle de doenças da parte aérea recebeu aplicação do fungicida azoxistrobyn (100g i.a ha⁻¹) no estágio R4. As demais práticas culturais foram realizadas conforme as recomendações técnicas da pesquisa para o arroz irrigado no Sul do Brasil (SOSBAI, 2003).

As variáveis avaliadas foram: número de colmos por planta, número de panículas por área, número de grãos por panícula, massa de mil grãos, severidade de doenças e produtividade. O número de colmos por planta foi calculado por meio do quociente entre o número máximo de colmos m⁻² e a população inicial de plantas, em área demarcada logo após a emergência, mesmo local utilizado para coleta de 15 panículas, de onde se determinou o número de grãos por panícula, a massa de mil grãos e a esterilidade de espiguetas. A severidade de doenças foi avaliada no estágio R6, por meio de observações visuais, estimando-se percentualmente a área foliar atacada. A produtividade foi determinada colhendo-se uma área de 11m² para cada parcela e a umidade dos grãos corrigida para 13%.

A análise da variância dos dados do experimento foi realizada através do teste F, e as médias dos fatores quantitativos, quando significativas, foram submetidas à análise de regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático. As análises foram realizadas no programa SOC.

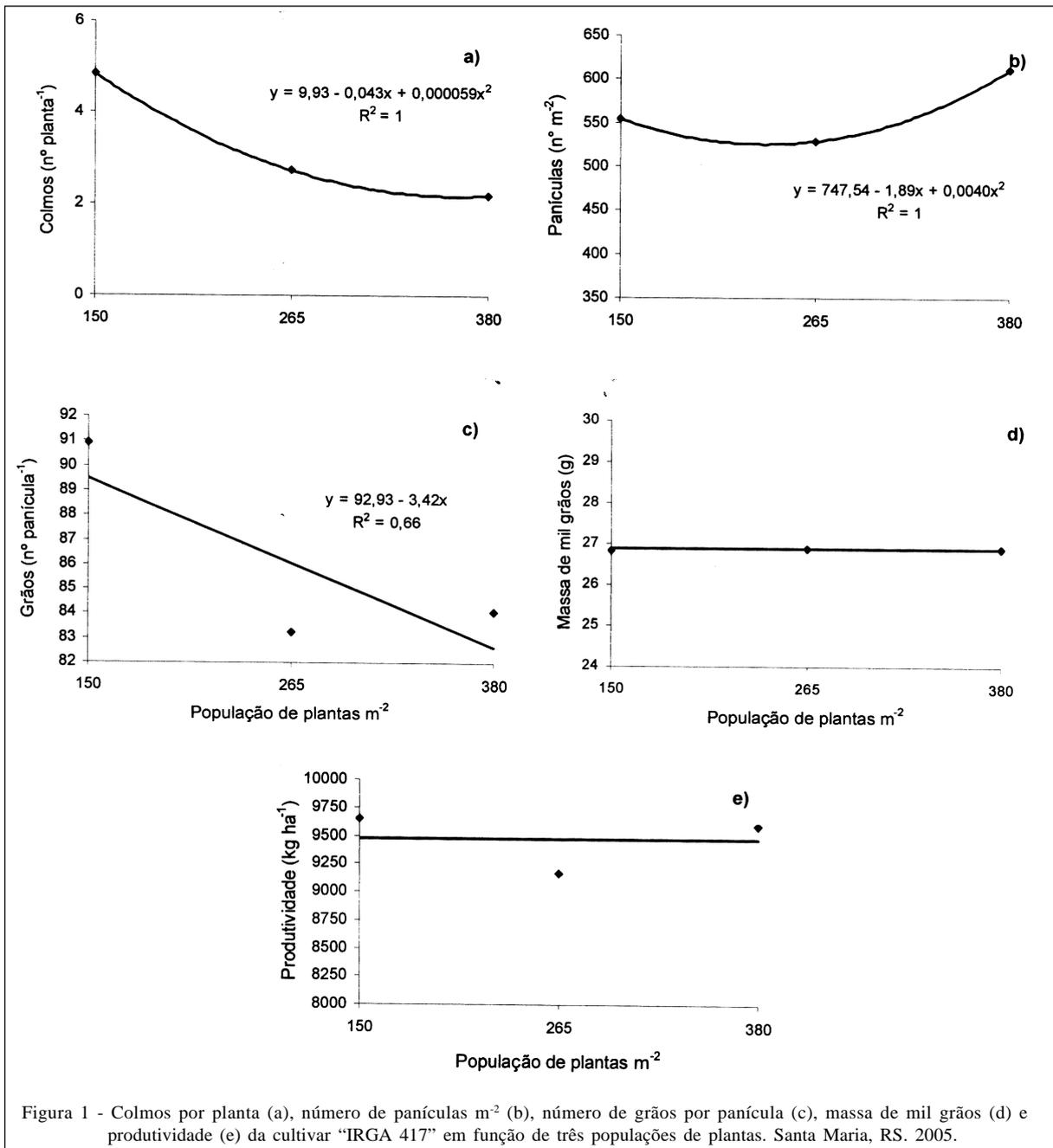
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação significativa entre os três fatores estudados para as características agronômicas do arroz, o que determinou a análise de cada um separadamente.

O aumento da população de plantas promoveu redução no número de colmos por planta (Figura 1a) e do número de grãos por panícula (Figura 1c), possivelmente em consequência do aumento da competição interespecífica. A variação no número de colmos por planta nas diferentes populações de plantas deve-se à plasticidade apresentada pela planta de arroz. De acordo com SOUZA et al. (1999), a plasticidade está associada ao maior número de panículas por área sob populações de plantas mais elevadas e ao maior tamanho das panículas nas populações menores. Comunidades de arroz com menor população de indivíduos apresentam plantas com maior número de colmos (WU et al., 1998), panículas maiores no colmo principal e maior número de grãos formados. Por outro lado, os colmos mais tardios, produzidos sob baixas populações de plantas, formam panículas menores e com menor número de espiguetas, apresentando menor habilidade competitiva em relação aos produzidos anteriormente (WU et al., 1998).

Não houve efeito da variação de mais de 100% na população de plantas, ou seja, 150 a 380 plantas m⁻², sobre a massa de mil grãos (Figura 1d), com uma tendência de incremento no número de panículas m⁻² (Figura 1b) a partir do segundo nível de população de plantas. Dessa forma, o aumento da população de plantas, associado ao incremento no número de panículas m⁻², foi compensado pelo decréscimo no número de grãos por panícula, propiciando, como consequência, produtividade semelhante entre as populações de 150 a 380 plantas m⁻² (Figura 1e). Esse comportamento relaciona-se com a reconhecida capacidade apresentada pelas plantas de arroz de compensar seus componentes da produtividade e está de acordo com os resultados de MARIOT et al. (2003), que não encontraram resposta significativa para produtividade na faixa de populações de plantas semelhante a do presente estudo.

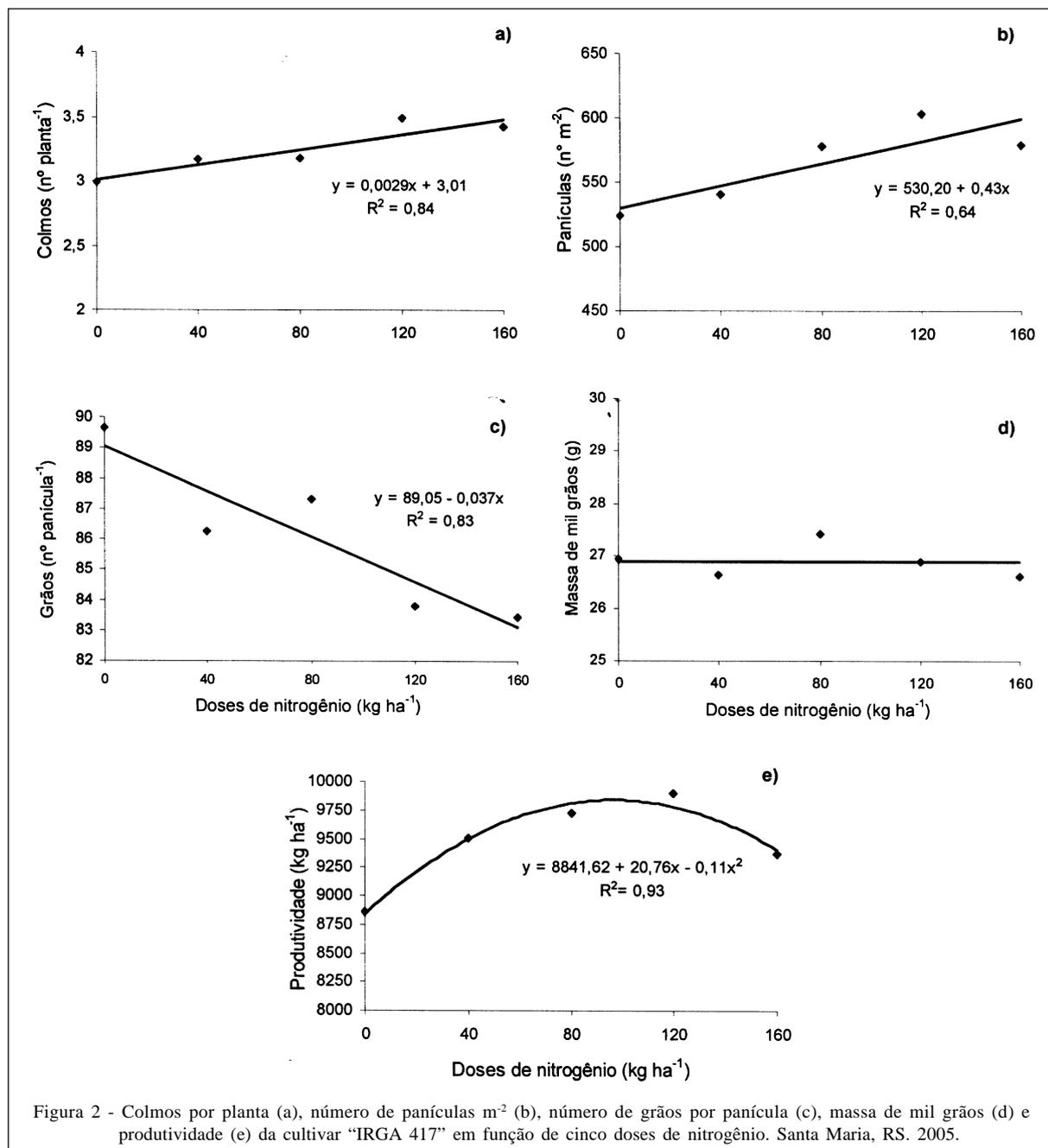
Em relação ao nitrogênio aplicado, constata-se que o incremento na dose deste nutriente proporcionou elevação linear do número de colmos e, conseqüentemente, de panículas por planta (Figuras 2a e 2b). Entretanto, proporcionou redução também linear do tamanho da panícula, enquanto a massa de mil grãos não foi afetada pelas doses utilizadas (Figuras 2c e 2d). Em função da combinação das intensidades de variações positivas ou negativas sobre esses



componentes, a produtividade do arroz irrigado respondeu de forma quadrática ao incremento das doses de nitrogênio (Figura 2e). REDDY et al. (1986) consideram o aumento do número de panículas por unidade de área como fator determinante do aumento da produtividade de arroz com incremento do nível de nitrogênio aplicado, compensando a influência negativa das doses de nitrogênio no número de grãos por panícula.

A elevada produtividade obtida, que atingiu aproximadamente 9.800kg ha⁻¹ na dose de máxima

resposta, pode estar relacionada às condições ambientais favoráveis durante o ciclo da cultura, visto que a resposta do arroz irrigado à adubação nitrogenada é influenciada pela disponibilidade de radiação solar incidente sobre a cultura. Considera-se que o período em que a radiação solar mais afeta a resposta da cultura às práticas culturais, no qual se inclui o nitrogênio e a eficiência de uso do fertilizante, corresponde aos 20 dias antes e após a floração plena do arroz (SOSBAI, 2003). Dessa forma, além do tipo de planta, de fatores como época de semeadura e ciclo da



cultivar utilizada também podem afetar a resposta ao fertilizante nitrogenado. A máxima produtividade técnica para a cultivar "IRGA 417" foi obtida com a aplicação de $97 kg ha^{-1}$, de nitrogênio, diminuindo após esta dose, concordando com resultados obtidos por FREITAS et al. (2001). A dose de nitrogênio indicada para a cultura seria de $110 kg ha^{-1}$ de acordo com as condições de solo e clima em que o experimento foi desenvolvido e a produtividade obtida (CQFS-RS/SC, 2004), demonstrando que o sistema de recomendação de adubação para arroz está bem ajustado para uma

média de situações, em que pese a dinâmica complexa do nitrogênio em solos alagados e a variada resposta da planta ao nitrogênio aplicado em função das condições ambientais durante o cultivo.

O aumento das doses de nitrogênio ou da população de plantas não implicou aumento da severidade de doenças, que foi considerada baixa, situando-se em torno de 4% (Tabela 1). FAGERIA & PRABHU (2004) encontraram aumento de severidade de doenças com incremento da adubação nitrogenada, demonstrando a influência desse fator na ocorrência

Tabela 1 - Severidade de doenças e produtividade do arroz irrigado em da aplicação de fungicida na parte aérea, UFSM, Santa Maria, RS. 2005.

Aplicação de fungicida	Severidade de doenças (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Com fungicida	2,53 a*	9597a*
Sem fungicida	5,48b	9366b
Média	4,0	9481
CV (%)	14,6	6,6

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

de doenças. O comportamento obtido no presente trabalho pode ser explicado pelas condições climáticas desfavoráveis ao aparecimento e proliferação de doenças durante o ciclo da cultura. Entretanto, a utilização de fungicida reduziu a severidade de doenças, independentemente das populações de plantas e das doses de nitrogênio utilizadas (Tabela 1). Destaca-se que, mesmo em níveis baixos de severidade de doenças, o efeito de proteção de plantas através da aplicação de fungicidas proporcionou maior produtividade de grãos.

A diminuição da severidade de doenças se refletiu no aumento da produtividade, propiciando aumento de aproximadamente 2,5%, quando comparada à não-aplicação. Distintos autores encontraram aumento na produtividade com a aplicação de fungicidas para controle de doenças em arroz (SLATON et al. 2003; FAGERIA & PRABHU 2004), e o incremento obtido está de acordo com resultados encontrados por CELMER & BALARDIN (2003). Esses autores constataram incrementos na produtividade na ordem de 0,2 a 21,2% com a execução do tratamento fúngico, dependendo do genótipo de arroz irrigado, da época de controle e dos fungicidas utilizados. Esses resultados comprovam a eficiência do controle químico de doenças em arroz irrigado, mesmo quando a severidade encontra-se em níveis baixos.

Embora não tendo havido interação entre os três fatores estudados, as respostas diferenciadas em função dos níveis dos fatores avaliados são de fundamental importância para auxiliar as técnicas na tomada de decisão sobre a utilização dessas práticas no manejo da cultura.

CONCLUSÕES

A cultura do arroz irrigado apresenta capacidade de compensação entre os componentes número de panículas m⁻² e número de grãos por panícula, uniformizando a produtividade na faixa de

população de plantas de 150 a 380 plantas m⁻². A dose de nitrogênio afetou positivamente o número de panículas m⁻² e negativamente o número de grãos por panícula, determinando que a resposta em produtividade para a cultivar "IRGA 417" seja de até 97kg ha⁻¹. A aplicação de fungicida aumentou a produtividade do arroz irrigado, independentemente da população de plantas e dose de nitrogênio.

AGRADECIMENTOS E APRESENTAÇÃO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pesquisa ao pesquisador Marzari.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de pesquisa aos pesquisadores Marchezan e Camargo. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de bolsa de pesquisa ao pesquisador Teló. À Universidade Federal de Santa Maria, pelo auxílio financeiro e aos demais integrantes do Grupo de Pesquisa em Arroz e Uso Alternativo de Várzea da UFSM, pela assistência durante a realização dos experimentos.

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

REFERÊNCIAS

- CELMER, A.F.; BALARDIN, R.S. Danos devido a doenças foliares no arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Itajaí, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.326-328.
- COUNCE, P.A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, p.436-443, 2000.
- CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 400p.
- FAGERIA, N.K.; PRABHU, A.S. Controle de brusone e manejo de nitrogênio em cultivo de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p.123-129, 2004.
- FREITAS, J.G. de et al. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.573-579, 2001.
- LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. **Crop ecology: productivity and management in agricultural systems**. Cambridge: Cambridge University, 1992. p.32-59.
- MARIOT, C.H.P. et al. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n. 2, p.233-241, 2003.
- MILLER, B.C. et al. Plant population effects on growth and yield in water-seeded rice. **Agronomy Journal**, v.83, n.2, p.291-297, 1991.

- REDDY, M.D et al. Effect of seed rate and application of N fertilizer on grain yield and N uptake of rice under intermediate deepwater conditions (15-50cm). **Journal of Agricultural Science**, v.107, n.1, p.61-66, 1986.
- RIBEIRO, A.S.; SPERANDIO, C.A. Controle de doenças na cultura do arroz irrigado. In: PESKE, S.T. et al. **Produção de arroz**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998. Cap.8, p.301-349.
- SLATON, N.A. et al. Sheath blight severity and rice yield as affected by nitrogen fertilizer rate, application method and fungicide. **Agronomy Journal**, v.95, p.1489-1496, 2003.
- SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC, 2003. 126p.
- SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, RS, 2005. 159p.
- SOUZA, S.R. et al. Foliar spraying of rice with nitrogen: Effect on protein levels, protein fractions and grain weight. **Journal of Plant Nutrition**, v.22, n.3, p.579-588, 1999.
- WU, G. et al. Contribution of rice tillers to dry matter accumulation and yield. **Agronomy Journal**, v.90, n.3, p.317-323, 1998.