

ADUBAÇÃO FOLIAR NA FASE REPRODUTIVA DO ARROZ IRRIGADO

FOLIAR FERTILIZATION IN THE REPRODUCTIVE STAGE OF IRRIGATED RICE

Geraldo José Aparecido Dario¹; Iuri Stéfano Negrisiolo Dario²; Gisele Herbst Vazquez³; Amanda Ribeiro Peres⁴.

RESUMO

A utilização de fertilizantes foliares aplicados próximos ao final do ciclo do arroz pode proporcionar complementação nutricional no momento em que a translocação de fotoassimilados para os grãos é determinante para o rendimento, atrasando a progressão da senescência foliar. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de três cultivares de arroz em área inundada sistematizada submetidos à aplicação foliar de fertilizantes organominerais e minerais no perfilhamento e no estágio reprodutivo em três locais do Rio Grande do Sul. O estudo foi conduzido nos municípios de Rio Grande, Cidreira e Cachoeira do Sul utilizando os cultivares IRGA 424, Puitá INTA CL e IRGA 417, respectivamente. Nas três localidades, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se da combinação da aplicação dos fertilizantes organominerais Amino Plus®, Ajifol® e Ajifol Cobre®, e dos minerais, Ajifol Zinco®, Ajifol Cálcio-Boro® e Ajifol

Potássio®, nas doses comerciais, no início do perfilhamento e em três estádios reprodutivos do arroz (início da formação do primórdio floral-R0, emborrachamento-R2 e antese-R4). Verificou-se que a utilização foliar dos fertilizantes não influenciou o comprimento, o número de espiguetas e de grãos por panícula, a esterilidade de espiguetas, o peso de 1000 grãos e o rendimento de arroz irrigado. Conclui-se que a aplicação foliar na fase reprodutiva de Amino Plus®, Ajifol®, Ajifol Cobre®, Ajifol Zinco®, Ajifol Cálcio-Boro® e Ajifol Potássio® não interfere nos componentes e no rendimento de grãos de arroz irrigado, não havendo vantagem em seu uso.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., fertilizante organomineral, rendimento de grãos.

ABSTRACT

The use of leaf fertilizers, applied near the end of the rice cycle, may provide a nutritional complementation at the time that the translocation of photoassimilates to the

¹ Prof^o. Dr^o. ESALQ/USP, Departamento de Produção Vegetal

² Acadêmico em Engenharia Agrônômica pela ESALQ/USP

³ Prof^a. Dr^a. UNESP/Ilha Solteira e UNICASTELO/Fernandópolis, endereço: UNICASTELO, caixa postal 121, CEP 15600-000, gisele-agro@uol.com.br

⁴ Mestranda em Sistemas de Produção pela UNESP Campus de Ilha Solteira

grains is crucial to yield, delaying the progression of foliar senescence. The objective of this research was to evaluate the agronomic performance of rice cultivated in the systematized flooded area submitted to foliar application of macro and micronutrients in the reproductive stage in three locations in the state of Rio Grande do Sul. The experiment was performed under field conditions in the municipality of Rio Grande, Cidreira and Cachoeira do Sul using the cultivars IRGA 424, Puitá INTA CL and IRGA 417, respectively. The experimental design at all locations was a randomized block design with nine treatments and four replications. The treatments consisted of different combinations of fertilizers Amino Plus®, Ajifol®, Ajifol Copper®, Ajifol Zinc®, Ajifol Calcium-Boron® and Ajifol Potassium®. The applications of fertilizers were made in the beginning of tillering and in three reproductive stages of rice (beginning of the flower primordial, boot stage and beginning of the flowering). It was verified that the use of leaf fertilizers didn't affect the length of panicle, number of spikelets per panicle, number of filled grains per panicle, spikelet sterility percentage, weight of 1,000 grains and yield. Conclusions: the foliar application in the reproductive stage of Amino Plus®, Ajifol®, Ajifol Copper®, Ajifol Zinc®, Ajifol Calcium-Boron® doesn't affect the components and the yield of irrigated rice grains, not having an advantage in its use.

Key words: *Oryza sativa* L., biofertilizers, grains yield.

INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade vegetal é determinado pela capacidade das plantas em produzir fotoassimilados. Neste sentido,

acréscimo na capacidade fotossintética tem sido intensamente considerado, uma vez que a fotossíntese é o processo inicial para a produção de biomassa (JIANG et al., 2000). Após o florescimento em plantas com hábito de crescimento determinado, ocorre naturalmente a redução da área e da atividade foliar (CAMARGO et al., 2008b). Este comportamento está associado à translocação de fotoassimilados (NTANOS & KOUTROUBAS, 2002) e à redução da taxa fotossintética (OOKAWA et al., 2003), que acarretam a senescência foliar (CAMARGO et al., 2008b). Na cultura de arroz irrigado, o declínio da capacidade fotossintética pode ocorrer precocemente durante o enchimento de grãos, período em que a fotossíntese é responsável por 60% a 100% do conteúdo final de carbono armazenado nos grãos (YOSHIDA, 1981). A possibilidade de ampliar a duração da área foliar fotossintetizante, mantendo a taxa fotossintética, pela adoção de determinadas práticas de manejo, pode se refletir positivamente no rendimento de grãos, viabilizando atingir o potencial produtivo da espécie e dos cultivares (CAMARGO et al., 2008b). Desse modo, a utilização de fertilizantes foliares, aplicados próximos ao final do ciclo da cultura, pode proporcionar complementação nutricional, no momento em que a translocação de fotoassimilados para os grãos é determinante para o rendimento (NTANOS & KOUTROUBAS, 2002), atrasando a progressão da senescência foliar (CAMARGO et al., 2008a).

As plantas têm a capacidade de absorver nutrientes pelas folhas, por essa razão a adubação foliar de um ou mais nutrientes é fisiologicamente viável. Um grande número de fertilizantes foliares está disponível no mercado, produtos cada vez mais eficientes, econômicos e capazes de satisfazer as exigências nutricionais das plantas (PEREIRA & MELO, 2002). Fertilizantes como os fabricados a partir da biofermentação da produção do glutamato monossódico e que combinam teores de carbono orgânico,

aminoácidos, macro e micronutrientes, sendo classificados como organominerais e minerais, segundo as especificações e garantias contidas na Instrução Normativa nº 23 de 31 de agosto de 2005, tendo em vista as disposições do Decreto nº 4.954 de 14 de janeiro de 2004 e que regulamenta a Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980.

Experimentos de campo já foram realizados por alguns autores visando avaliar o efeito da adubação foliar com macro e micronutrientes sobre o desempenho agrônomo do arroz irrigado.

MARCHEZAN et al. (2001) ao avaliar a aplicação de fertilizantes foliares minerais compostos de micronutrientes nos estádios de perfilhamento e início da formação do primórdio floral das plantas de arroz, em área de várzea após a sistematização, verificaram que não houve efeito no rendimento de grãos de arroz irrigado nos três anos de cultivo, havendo, no entanto, no segundo ano de cultivo, diferença na estatura de plantas, no peso de 1000 grãos e na porcentagem de grãos inteiros e no terceiro ano, na esterilidade de espiguetas, peso de 1000 grãos e porcentagem de grãos inteiros. SANTOS et al. (2007) concluíram que a aplicação do Grap Nitro® (produto mineral com 30% de nitrogênio) via foliar nos estádios de início do perfilhamento e de diferenciação da panícula, comparativamente à ureia em cobertura, reduz a esterilidade e aumenta o peso de 1000 grãos, quando aspergido no estádio de diferenciação da panícula, sem reflexo, porém, na produtividade de grãos. CAMARGO et al. (2008a) testando a utilização de fertilizantes minerais foliares de diferentes composições (macronutrientes e micronutrientes), aplicados no estádio de emborrachamento, não observaram diferenças significativas nos parâmetros produção, panículas por metro quadrado, número de grãos por panícula, peso de 1000 grãos, esterilidade de espiguetas e rendimento de engenho e concluíram que a utilização destes produtos na fase reprodutiva

não promove acréscimo na produtividade e na qualidade física dos grãos de arroz irrigado. WEI et al. (2012) analisando a aplicação foliar de FeSO_4 , FeSO_4 mais nicotianamina, FeSO_4 mais nicotianamina com ZnSO_4 , sendo cada tratamento aplicado três vezes, a primeira no estádio de iniciação da panícula e as demais com sete dias de intervalo após o estádio de florescimento, em cinco cultivares de arroz, relataram que não houve efeito significativo sobre o peso seco de palha e a produtividade de grãos. FANG et al. (2008) relataram que não houve efeito significativo da aplicação foliar (estádio de crescimento da panícula) de Zn, Se e Fe sobre a produtividade da cultura e o peso de 1000 grãos de arroz. Da mesma forma, BARBOSA FILHO et al. (1999) concluíram que a aplicação de micronutrientes via foliar no arroz não compensa, pois, os sintomas de deficiências só aparecem em plantas ainda muito jovens e que não possuem área foliar para absorção, além de serem necessárias várias aplicações.

Já pesquisas com o uso de fertilizantes organominerais aplicados via foliar na cultura do arroz são inexistentes. SANTANA (2012) e PICOLLI et al. (2009) avaliando respectivamente a resposta agrônoma do milho e do trigo à aplicação de fertilizantes organominerais via tratamento de semente e foliar, concluíram que os produtos não alteram a produtividade de grãos da primeira cultura, mas elevam a do trigo. Por sua vez, GROHS et al. (2012) relataram que apesar do fertilizante organomineral Haf Plus® aplicado via tratamento de semente estimular o número de panículas por metro quadrado, sua influência na produtividade de grãos de arroz não foi observada nos sistemas de cultivo convencional e pré-germinado.

Assim, devido a escassez de trabalhos com o uso de fertilizantes foliares aplicados próximos ao final do ciclo do arroz, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o rendimento e alguns de seus componentes, de três cultivares desenvolvidos em área

inundada sistematizada submetidos à aplicação foliar de fertilizantes organominerais e minerais no perfilhamento e em três estádios reprodutivos (início da formação do primórdio floral-R0, emborrachamento-R2 e início do florescimento-R4) em três locais do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na safra 2009/2010 em condições de campo em três localidades do estado do Rio Grande do Sul:

na Granja Quatro Irmãos (GQI) localizada no município de Rio Grande com latitude 32°17'54"S, longitude 52°42'31"W e altitude 9 m, na Fazenda Pitangueiras (FZP) no município de Cidreira com latitude 30°11'13"S, longitude 50°32'59"W e altitude 10 m e na Estação Experimental Barragem Capané (EEBC) no município de Cachoeira do Sul com latitude 30°22'43"S, longitude 52°54'37"W e altitude de 54 m.

Antes da instalação dos experimentos foram realizadas análises química e granulométrica do solo das áreas, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises química e granulométrica do solo das áreas experimentais

| Local | | Granja Quatro Irmãos | Fazenda Pitangueiras | Estação Experimental Barragem Capané |
|---------|------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| pH | CaCl ₂ * | 4,9 | 4,1 | 4,0 |
| M.O. | g dm ⁻³ | 28 | 15 | 18 |
| P | mg dm ⁻³ | 10 | 6 | 5 |
| K | mmol _c dm ⁻³ | 1,7 | 1,3 | 1,6 |
| Ca | | 39 | 5 | 6 |
| Mg | | 15 | 1 | 2 |
| Al | | 1 | 4 | 12 |
| H + Al | | 31 | 38 | 88 |
| SB | | 55,7 | 7,3 | 9,6 |
| CTC | | 86,7 | 45,3 | 97,6 |
| V | % | 64 | 16 | 10 |
| m | | 2 | 35 | 56 |
| S | mg dm ⁻³ | 8 | 11 | 20 |
| Cu | | 3,0 | 0,2 | 27,0 |
| Fe | | 202,0 | 222,0 | 238,0 |
| Zn | | 1,0 | 0,6 | 1,0 |
| Mn | | 34,0 | 6,0 | 37,0 |
| B | | 0,61 | 0,55 | 0,48 |
| Areia | | % | 53 | 92 |
| Silte | 30 | | 5 | 41 |
| Argila | 17 | | 3 | 21 |
| Textura | | Média-arenosa | Arenosa | Média-arenosa |

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo da Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiróz" – ESALQ/USP. Análises efetuadas segundo os métodos descritos no manual de análises do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC.

O delineamento experimental utilizado em todas as localidades foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições (Tabela 2). As aplicações dos fertilizantes foram realizadas no início do perfilhamento (estádio V4) e em três estádios, na fase reprodutiva do arroz, início da

formação do primórdio floral (R0), emborrachamento (R2) e antese (R4), de acordo com a escala de COUNCE et al. (2000).

Tabela 2. Tratamentos avaliados.

| V4 | APLICAÇÕES | | |
|-------------------------|-----------------------|------------|----------|
| | R0 | R2 | R4 |
| 01. TESTEMUNHA | - | - | - |
| 02. AJIFOL + AMINO PLUS | - | - | - |
| 03. AJIFOL + AMINO PLUS | AJIFOL | AJIFOL CaB | AJIFOL K |
| 04. AJIFOL + AMINO PLUS | AJIFOL + AJIFOL Cu | AJIFOL CaB | AJIFOL K |
| 05. AJIFOL + AMINO PLUS | AJIFOL Cu + AJIFOL Zn | AJIFOL CaB | AJIFOL K |
| 06. AJIFOL + AMINO PLUS | AJIFOL Cu | AJIFOL CaB | AJIFOL K |
| 07. AJIFOL + AMINO PLUS | AJIFOL Zn | AJIFOL CaB | AJIFOL K |
| 08. AJIFOL + AMINO PLUS | AJIFOL + AJIFOL K | AJIFOL CaB | AJIFOL K |
| 09. AJIFOL + AMINO PLUS | AJIFOL K | AJIFOL CaB | AJIFOL K |

V4 – Aplicação aos 15 dias após a emergência (DAE) em Rio Grande e Cidreira, e aos 16 DAE em Cachoeira do Sul

R0 – Aplicação aos 41 DAE em Rio Grande, 43 DAE em Cidreira e 49 DAE em Cachoeira do Sul

R2 – Aplicação aos 87 DAE em Rio Grande, 75 DAE em Cidreira e 79 DAE em Cachoeira do Sul

R4 – Aplicação aos 98 DAE em Rio Grande, 87 DAE em Cidreira e 91 DAE em Cachoeira do Sul

As doses dos produtos comerciais utilizados foram as seguintes: Amino Plus® – 0,5 L ha⁻¹; Ajifol® – 1,0 L ha⁻¹, Ajifol Cobre® – 1,0 L ha⁻¹, Ajifol Zinco® – 1,0 L ha⁻¹, Ajifol Potássio® – 2,0 L ha⁻¹ e Ajifol Cálcio-Boro® – 1,0 L ha⁻¹, sendo estabelecidas segundo a composição química dos produtos, a exigência da cultura do arroz e a recomendação do fabricante. Os três primeiros produtos são classificados como fertilizantes organominerais e os três últimos como minerais.

Esses fertilizantes foliares apresentam em suas composições: Amino Plus® – 11,0% de nitrogênio (N), 1,0% de óxido de potássio (K₂O) e 30,0% de matéria orgânica; Ajifol® – 10,0% de nitrogênio (N), 2,0% de óxido de potássio (K₂O), 5,0% de zinco (Zn), 2,0% de manganês (Mn), 1,0% de boro (B), 6,0% de enxofre (S) e 30,0% de matéria orgânica; Ajifol Cobre® – 5,0% de cobre (Cu) e 6,0% de carbono orgânico total (COT); Ajifol Zinco® – 10,0% de zinco (Zn) e 3,0% de COT; Ajifol Potássio® – 25,0% de óxido de potássio (K₂O) e 3,0% de COT e Ajifol Cálcio-Boro® – 8,0% de cálcio (Ca), 2,0% de boro (B) e 0,8% de COT.

Na GQI foi utilizado o cultivar IRGA 424 e as parcelas foram constituídas por 18 linhas de plantas, com 7 m de comprimento, espaçadas de 0,17 m, apresentando uma área total de 21,42 m². A semeadura foi realizada no dia 26/10/2009, na densidade de 80 sementes m⁻¹, com a emergência ocorrendo aos 13 dias. A adubação de base constou da aplicação 15 dias antes da semeadura do arroz de 53,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo. Por ocasião da semeadura, aplicou-se a lanço o equivalente a 145 kg ha⁻¹ de K₂O com a fonte KCl. Foram realizadas duas adubações em cobertura aos 20 e 41 dias após a emergência (DAE), aplicando-se respectivamente o equivalente a 88 kg ha⁻¹ e 35,2 kg ha⁻¹ de N utilizando como fonte a ureia. Imediatamente após a primeira adubação de cobertura procedeu-se à inundação das parcelas. As sementes foram tratadas com o fungicida carbendazim, na dose de 300 g do ingrediente ativo (i.a.) por 100 kg de sementes. Aos 87 e 98 DAE da cultura, aplicou-se, para o controle preventivo de mancha-parda (*Bipolaris oryzae*) e brusone (*Pyricularia grisea*), os fungicidas

epoxiconazol + cresoxim-metílico, na dose de 93,75 + 93,75 g i.a. ha⁻¹, adicionando-se óleo mineral (0,5 L ha⁻¹). Para prevenção do ataque das pragas comuns à cultura, as sementes foram tratadas com o inseticida fipronil na dose de 10 g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes. As plantas daninhas foram controladas através da aplicação por ocasião da semeadura, da mistura dos herbicidas clomazona + glifosato na dose de 400 + 1.200 g i.a ha⁻¹ e da aplicação aos 17 DAE de penoxsulam (43,20 g i.a ha⁻¹).

Na FZP foi utilizado o cultivar Puitá INTA CL e as parcelas apresentaram dimensões semelhantes a da GQI. A semeadura foi realizada no dia 29/10/2009, na densidade de 70 sementes m⁻¹, com a emergência ocorrendo seis dias após. A adubação mineral de base constou da aplicação por ocasião da semeadura, do equivalente a 28 kg ha⁻¹ de N, 80,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 105 kg ha⁻¹ de K₂O da fórmula 08-23-30. Aos 32 DAE foi realizada uma adubação em cobertura, com o equivalente a 79,2 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia e aos 33 DAE procedeu-se a inundação das parcelas. O controle preventivo das doenças mancha-parda e brusone foi realizado aos 75 e 87 DAE com o mesmo produto e dose descrito para a GQI. Para o controle preventivo das pragas comuns à cultura, as sementes foram tratadas com o inseticida fipronil na dose de 50 g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes, e aos 32 DAE, foi aplicado o inseticida permetrina (20 g i.a. ha⁻¹) para o controle de lagarta militar (*Spodoptera frugiperda*). As plantas daninhas foram controladas através da aplicação aos 19 e 32 DAE, dos herbicidas imazetapir + imazapique, nas doses de 60 + 20 g i.a. ha⁻¹ respectivamente, adicionado de espalhante adesivo a base de ésteres metílicos, hidrocarboneto aromático, ácido graxo insaturado e tensoativo (150 mL ha⁻¹).

Na EEBC foi utilizado o cultivar IRGA 417 e a semeadura realizada em 23/10/2009, no espaçamento de 0,155 m entre linhas e densidade de 70 sementes m⁻¹. As parcelas foram constituídas por 19 linhas de plantas de arroz, com 7 m de comprimento, apresentando área total de 20,61 m². A emergência ocorreu nove dias após a semeadura. Na adubação de semeadura foi aplicado 18,5 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 105 kg ha⁻¹ de K₂O utilizando-se a fórmula 05-20-30. Foram realizadas duas adubações em cobertura, aos 17 e 50 DAE, aplicando-se respectivamente o equivalente a 79,2 kg ha⁻¹ e 39,6 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. Procedeu-se a inundação das parcelas imediatamente após a primeira adubação em cobertura. Para o controle das doenças mancha-parda e brusone foi aplicado aos 70 DAE o mesmo produto e dose descrito para a GQI e FZP. Para o controle de percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*) foi aplicado aos 70 DAE, o inseticida tiametoxan na dose de 50 g i.a. ha⁻¹. As plantas daninhas foram controladas através da aplicação do herbicida penoxsulam na dose de 240 g i.a. ha⁻¹, adicionado de óleo vegetal (1,0 L ha⁻¹).

Na primeira, terceira e quarta aplicações dos fertilizantes foliares foi utilizado um pulverizador costal motorizado dotado de uma barra pulverizadora com seis bicos jato plano de uso ampliado XR Teejet 110.04VS, numa pressão constante de 30 lb pol⁻², com um gasto de calda equivalente a 500 L ha⁻¹. Na segunda aplicação foi utilizado um pulverizador costal a gás carbônico dotado de uma barra pulverizadora com os mesmos bicos, pressão e gasto de calda descritos anteriormente. As condições climáticas nos dias das aplicações dos tratamentos estavam favoráveis e encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Condições climáticas e de solo no momento das aplicações dos tratamentos.

| Aplicações | | Temperatura (°C) | Umidade Relativa do ar (%) | Velocidade do vento (km/h) | Umidade do Solo |
|-----------------------------|----------------|------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|
| Granja | 1 ^a | 26 | 56 | 6,5 | saturado |
| Quatro | 2 ^a | 29 | 63 | 6,0 | inundado |
| Irmãos | 3 ^a | 30 | 82 | 6,4 | inundado |
| | 4 ^a | 28 | 85 | 6,0 | inundado |
| Fazenda Pitangueiras | 1 ^a | 34 | 78 | 5,0 | saturado |
| | 2 ^a | 27 | 65 | 2,0 | inundado |
| | 3 ^a | 28 | 72 | 3,5 | inundado |
| | 4 ^a | 34 | 70 | 0,0 | inundado |
| Estação Experimental | 1 ^a | 27 | 58 | 5,9 | saturado |
| | 2 ^a | 32 | 72 | 0,0 | inundado |
| Barragem | 3 ^a | 29 | 65 | 2,5 | inundado |
| Capané | 4 ^a | 30 | 73 | 0,0 | inundado |

Aos 142, 115 e 117 DAE na GQI, FZP e EEBC, respectivamente, procedeu-se a avaliação dos seguintes parâmetros através de amostragem aleatória de dez panículas por parcela: comprimento das panículas (CP) medido da base da panícula à ponta da última espiguetas; número de espiguetas por panícula (NE) através de contagem de todas as espiguetas; número de grãos por panícula (NG) e esterilidade de espiguetas (EE) separando-se as espiguetas cheias das vazias e peso de 1000 grãos (PMG). Nestas mesmas datas foi avaliado o rendimento de grãos (R) procedendo-se a colheita de 5,0 m² centrais por parcela, sendo os dados convertidos para 13% de umidade.

Para a análise de variância, todos os dados foram transformados em \sqrt{x} , com exceção daqueles referentes à esterilidade de espiguetas, que foram transformados em arco seno porcentagem. Os resultados foram

analisados segundo o teste de Tukey, ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três locais avaliados as plantas apresentaram desenvolvimento adequado, não ocorrendo problemas fitossanitários, mostrando a eficiência do controle químico preventivo.

Na Tabela 4 estão apresentadas as avaliações de CP e NE. Nesses dois parâmetros não houve interferência da aplicação dos fertilizantes foliares nos três cultivares semeados. Em média, o CP e o NE foram de 22,7 cm e 125 espiguetas para o cultivar IRGA 424 (GQI); 20,8 cm e 93 espiguetas para o cultivar Puitá INTA CL (FZP) e 22,6 cm e 111 espiguetas para o cultivar IRGA 417 (EEBC), respectivamente.

Tabela 4. Comprimento das panículas (CP) e número de espiguetas por panícula de arroz (NE) após a aplicação de fertilizantes na Granja Quatro Irmãos (GQI), Fazenda Pitangueiras (FZP) e Estação Experimental Barragem do Capané (EEBC).

| TRATAMENTOS ¹ | CP** (cm) | | | NE** | | |
|--------------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|
| | GQI | FZP | EEBC | GQI | FZP | EEBC |
| 01 | 22,80a* | 20,02a | 22,71a | 129,83a | 98,33a | 109,10a |
| 02 | 23,10a | 21,22a | 22,28a | 137,30a | 93,85a | 110,33a |
| 03 | 23,19a | 21,24a | 22,00a | 126,90a | 99,45a | 110,03a |
| 04 | 22,66a | 20,29a | 22,71a | 126,95a | 93,13a | 108,30a |
| 05 | 22,34a | 21,15a | 22,73a | 128,83a | 90,18a | 113,80a |
| 06 | 22,46a | 20,47a | 22,68a | 120,65a | 89,30a | 107,18a |
| 07 | 22,39a | 21,27a | 22,55a | 117,75a | 80,85a | 112,98a |
| 08 | 22,70a | 20,95a | 22,81a | 120,20a | 96,18a | 114,08a |
| 09 | 22,42a | 21,00a | 22,64a | 115,18a | 94,33a | 114,00a |
| CV (%) | 1,40 | 2,87 | 0,95 | 4,76 | 4,88 | 3,33 |

¹01. V4; R0; R2 e R4 sem aplicação

02. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0, R2 e R4 sem aplicação

03. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

04. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL + AJIFOL Cu; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

05. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Cu + AJIFOL Zn; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

06. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Cu; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

07. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Zn; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

08. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL + AJIFOL K; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

09. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL K; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**Para a análise de variância, os dados foram transformados em \sqrt{x} .

O NG e a EE também não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 5). O número médio de grãos por panícula foi de 114 para o cultivar IRGA 424 (GQI), 82 para o Puitá INTA CL (FZP) e 106 para o IRGA 417 (EEBC). CAMARGO et al. (2008a) ao aplicar nove fertilizantes foliares com macro e micronutrientes no estágio de emborrachamento (R2) do arroz irrigado cultivar IRGA 417, também não obtiveram efeito sobre o NG, com média de 93 grãos por panícula.

Quanto à EE, os cultivares IRGA 424 e IRGA 417 estiveram abaixo da média relatada por SEMENTES SIMÃO (2012) de 15-25% e 10%, atingindo 8,4% e 4,8%, respectivamente. Por sua vez, para o cultivar Puitá INTA CL, a esterilidade foi de 12,2%, superando um pouco o valor de 10% descrito

pelo mesmo autor, o que de forma geral, indica que as condições climáticas foram favoráveis à produção de grãos nas três localidades estudadas, e que não houve interferência positiva do uso dos fertilizantes foliares. Estes dados concordam com MARCHEZAN et al. (2001) que avaliaram a aplicação foliar de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) no perfilhamento e no início da formação do primórdio floral das plantas de arroz irrigado e não obtiveram interferência sobre a EE em dois anos cultivo, apresentando porém, um valor médio elevado (21%) devido às condições desfavoráveis de produção, já no terceiro ano de cultivo, houve interferência dos produtos aplicados, sendo o valor médio de EE de apenas 4,6%. Da mesma forma, CAMARGO et al. (2008a) trabalhando com nove fertilizantes foliares

comerciais pulverizados na fase R2 de arroz irrigado também não obtiveram resposta. Já SANTOS et al. (2007) avaliando a aplicação foliar dos produtos Grap Nitro® (N = 30%) e Grap 104® (Zn = 10% e S = 4%) puderam observar que a aplicação do Grap Nitro® via foliar, comparativamente à uréia em cobertura, reduz a esterilidade e aumenta o peso de 1000 grãos, quando aspergido na

diferenciação da panícula, sem reflexo, porém, na produtividade de grãos. Ainda segundo esses autores, a EE registrada foi alta (24,4%) em decorrência da época tardia de semeadura (meados de dezembro), período considerado inadequado, que, com certeza, contribuiu para a alta taxa de esterilidade registrada.

Tabela 5. Número de grãos por panícula (NG) e esterilidade de espiguetas (EE) de arroz, em função da adubação foliar, na Granja Quatro Irmãos (GQI), Fazenda Pitangueiras (FZP) e Estação Experimental Barragem do Capané (EEBC).

| TRATAMENTOS ¹ | NG** | | | EE*** (%) | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | GQI | FZP | EEBC | GQI | FZP | EEBC |
| 01 | 117,30a* | 85,72a | 104,23a | 9,95a | 12,87a | 4,46a |
| 02 | 126,13a | 82,05a | 105,68a | 8,12a | 12,60a | 4,21a |
| 03 | 115,20a | 88,32a | 105,18a | 9,34a | 11,27a | 4,44a |
| 04 | 118,18a | 81,85a | 102,58a | 6,93a | 12,15a | 5,30a |
| 05 | 119,23a | 80,22a | 107,18a | 7,47a | 11,08a | 5,81a |
| 06 | 109,35a | 76,65a | 102,85a | 9,44a | 14,05a | 4,04a |
| 07 | 107,63a | 70,05a | 106,85a | 8,63a | 13,22a | 5,40a |
| 08 | 110,70a | 85,33a | 108,50a | 7,91a | 11,40a | 4,81a |
| 09 | 106,20a | 83,25a | 108,03a | 7,84a | 11,64a | 5,19a |
| CV (%) | 5,34 | 5,16 | 3,26 | 11,8 | 10,55 | 12,38 |

¹01. V4; R0; R2 e R4 sem aplicação

02. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0, R2 e R4 sem aplicação

03. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

04. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL + AJIFOL Cu; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

05. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Cu + AJIFOL Zn; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

06. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Cu; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

07. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Zn; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

08. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL + AJIFOL K; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

09. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL K; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**Para a análise de variância, os dados foram transformados em \sqrt{x} .

***Para a análise de variância, os dados foram transformados em ângulos correspondentes ao arc sen porcentagem.

Os resultados relativos ao PMG e R de grãos encontram-se na Tabela 6. O PMG dos cultivares IRGA 424 e IRGA 417 não sofreu influência da adubação foliar, apenas o cultivar Puitá INTA CL com o tratamento 7 (V4-Ajifol + Amino Plus; R0-Ajifol Zn; R2-Ajifol CaB; e R4-Ajifol K) superou significativamente o tratamento 2 (V4-Ajifol + Amino Plus; R0, R2 e R4 sem aplicação). O peso médio de 1000 grãos foi de 26,5, 28,5 e 28,1 g para os cultivares IRGA 424, Puitá

INTA CL e IRGA 417, respectivamente, superando os valores de 25,5, 25,7 e 27,6 g relatados por SEMENTES SIMÃO (2012), caracterizando novamente as boas condições edafoclimáticas, fitossanitárias e nutricionais dos três locais do estudo. CAMARGO et al. (2008a) também não relataram diferença no PMG com a aplicação de diversos fertilizantes foliares com macro e micronutrientes no estágio de emborrachamento (R2), sendo que a média

geral foi de 24,6 g. MARCHEZAN et al. (2001) no primeiro ano de cultivo também não observaram diferença no PMG quanto a aplicação foliar de micronutrientes, já nos anos seguintes (2^o e 3^o), houve diferenças de pequena amplitude que não repercutiram na produção de grãos. SANTOS et al. (2007) relataram que a aplicação foliar de Grap Nitro® (N = 30%) na fase de diferenciação da panícula aumenta o PMG, com média de 25,5 g. FANG et al. (2008) também relataram que não houve efeito significativo da aplicação foliar (estádio de crescimento da panícula-R1) de Zn, Se e Fe sobre o PMG e a produtividade de arroz.

Quanto ao R de grãos, não houve interferência dos tratamentos, alcançando 12.060, 10.418 e 14.122 kg ha⁻¹ para os cultivares IRGA 424, Puitá INTA CL e IRGA 417, respectivamente (Tabela 6), valores esses considerados elevados quando comparados à média das lavouras gaúchas de 7.412 kg ha⁻¹ na safra 2010/11 (CONAB, 2011).

Portanto, para as condições deste trabalho, a adubação foliar realizada no início do perfilhamento e em três momentos do estágio reprodutivo do arroz (início do primórdio floral-R0, emborrachamento-R2 e início do florescimento-R4) não influenciou o rendimento de grãos e os componentes de produção avaliados. ANDRADE et al. (1997), REZER et al. (1997), ANDRADE et al. (1998), DYNIA & MORAES (1998), MARCHEZAN et

al. (2001), OLIVEIRA et al. (2007), CAMARGO et al. (2008a), FANG et al. (2008) e WEI et al. (2012) também não encontraram incrementos de rendimento do arroz com o uso de micronutrientes via foliar. Por outro lado, autores como BARBOSA FILHO et al. (1983), LOPES et al. (1984) e BARBOSA FILHO et al. (1990) obtiveram acréscimos de produtividade de grãos com a aplicação de Zn em arroz. Os resultados divergentes à aplicação de micronutrientes encontrados na literatura podem estar relacionados à textura do solo, bem como as diferenças de condições de clima verificadas de local para local, entre anos de avaliação (MARCHEZAN et al., 2001). Quanto a textura do solo, é mais comum a deficiência nos mais arenosos, fato não comprovado no presente trabalho, visto que a área da FZV era arenosa e as demais, média-arenosas.

Portanto, para as condições deste trabalho, a aplicação foliar de fertilizantes organominerais e minerais no perfilhamento e na fase reprodutiva do arroz irrigado não influenciou o rendimento e os seus componentes avaliados. A textura e a fertilidade do solo, as condições climáticas favoráveis e até mesmo o histórico da área, ou seja, o residual de fertilizantes que tenham sido aplicados anteriormente podem ter contribuído para a plena atividade fotossintética das plantas, garantindo um adequado desenvolvimento das plantas e a sua produção.

Tabela 6. Peso de 1000 grãos (PMG) e rendimento de grão (R) de arroz após a aplicação de fertilizantes na Granja Quatro Irmãos (GQI), Fazenda Pitangueiras (FZP) e Estação Experimental Barragem do Capané (EEBC).

| TRATAMENTOS ¹ | PMG** (g) | | | R** (kg ha ⁻¹) | | |
|--------------------------|-----------|---------|--------|----------------------------|---------|---------|
| | GQI | FZP | EEBC | GQI | FZP | EEBC |
| 01 | 26,79a* | 28,55ab | 28,25a | 12.430a | 10.520a | 13.987a |
| 02 | 26,35a | 27,69b | 28,14a | 12.385a | 10.240a | 14.127a |
| 03 | 26,22a | 29,29ab | 28,23a | 12.176a | 10.805a | 14.103a |
| 04 | 26,19a | 28,06ab | 28,19a | 12.479a | 10.337a | 13.735a |
| 05 | 26,60a | 27,16ab | 28,10a | 12.705a | 10.764a | 14.307a |
| 06 | 26,08a | 27,97ab | 28,37a | 11.499a | 9.638a | 13.863a |
| 07 | 26,16a | 31,34a | 28,15a | 11.355a | 9.860a | 14.279a |
| 08 | 27,37a | 28,37ab | 27,92a | 12.179a | 10.867a | 14.382a |
| 09 | 26,49a | 27,98ab | 27,95a | 11.333a | 10.735a | 14.317a |
| CV (%) | 1,29 | 2,57 | 0,99 | 4,82 | 3,34 | 3,01 |

¹01. V4; R0; R2 e R4 sem aplicação

02. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0, R2 e R4 sem aplicação

03. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

04. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL + AJIFOL Cu; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

05. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Cu + AJIFOL Zn; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

06. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Cu; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

07. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL Zn; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

08. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL + AJIFOL K; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

09. V4-AJIFOL + AMINO PLUS; R0-AJIFOL K; R2-AJIFOL CaB; e R4-AJIFOL K

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**Para a análise de variância, os dados foram transformados em $\sqrt{(x)}$.

CONCLUSÃO

A aplicação dos fertilizantes foliares Amino Plus®, Ajifol®, Ajifol Cobre®, Ajifol Zinco®, Ajifol Cálcio-Boro® e Ajifol Potássio® no estádio reprodutivo do arroz irrigado não interfere no comprimento das panículas, número de espiguetas e de grãos por panícula, esterilidade de espiguetas, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos, não havendo vantagem em seu uso.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, W.E. de B., SOUZA, A.F. de, CARVALHO, J.G. Deficiências nutricionais no arroz irrigado em sucessão ao feijoeiro em

solo de várzea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.7, p.1129-1135, 1998.

ANDRADE, W.E. de B., SOUZA, A.F. de, CARVALHO, J.G. Limitações nutricionais para a cultura do arroz irrigado em solo orgânico da região Nordeste Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.3, p.513-517, 1997.

BARBOSA FILHO, M.P., DYNIA, J.F., ZIMMERMANN, F.J.P. Resposta do arroz de sequeiro ao zinco e ao cobre com efeito residual para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.3, p.333-338, 1990.

- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; FONSECA, J.R. Tratamento de sementes de arroz com micronutrientes sobre o rendimento e qualidade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.219-222, 1983.
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. da. **Correção de deficiências de micronutrientes em arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 21 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 93).
- CAMARGO, E.R.; MARCHESAN, E.; AVILA, L.A.; et al.; et al. Manutenção da área foliar e produtividade de arroz irrigado com a aplicação de fertilizantes foliares no estágio de emborrachamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p. 1439-1442, 2008a.
- CAMARGO, E.R.; MARCHESAN, E.; ROSSATO, T. L.; et al. Influência da aplicação de nitrogênio e fungicida no estágio de emborrachamento sobre o desempenho agrônômico do arroz irrigado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p.153-159, 2008b.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas: Dados preliminares da safra de arroz 2010/2011**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 21 jan. 2012
- COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- DYNIA, J.F., MORAES, J.F.V. Calagem, adubação com micronutrientes e produção de arroz irrigado e feijoeiro em solo de várzea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.831-838, 1998.
- FANG, Y.; WANG, L.; XIN, Z.; et al. Effect of Foliar Application of Zinc, Selenium, and Iron Fertilizers on Nutrients Concentration and Yield of Rice Grain in China. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 56, p. 2079–2084, 2008.
- GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; et al. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.6, p.776-783, 2012.
- JIANG, H.; XU, D.Q. Physiological basis of the difference in net photosynthetic rate of leaves between two maize strains. **Photosynthetica**, Prague, v. 38, n.2, p. 199-204, 2000.
- LOPES, M.S., SANTOS, O.S., CABRAL, J.T. et al. Efeito de micronutrientes sobre o rendimento de grãos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 13, 1984, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 1984. p.180-189.
- MARCHEZAN, E.; SANTOS, O.S.; AVILA, L.A.; et al. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.941-945, 2001.
- NTANOS, D.A.; KOUTROUBAS, S.D. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.74, p.93-101, 2002.
- OOKAWA, T.; NARUOKA, Y.; YAMAZAKI, T.; et al. A comparison of the accumulation and partitioning of nitrogen in plants between two rice cultivars, Akenohoshi and Nipponbare, at the ripening stage. **Plant Production Science**, Shinkawa, v.6, n.3, p.172-178, 2003.

PEREIRA, H.S; MELLO, S.C. Aplicações de fertilizantes foliares na nutrição e na produção do pimentão e do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p.597-600, 2002.

PICOLLI, E.S.; MARCHIORO, V.S.; BELLAVER, A.; et al. Aplicação de produtos a base de aminoácido na cultura do trigo. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.4, p.141-148, 2009.

REZER, J.R., MARCHEZAN, E., VIZZOTTO, V.R., et al. Aplicação foliar de micronutrientes em arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), em área de várzea sistematizada. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22, 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI. 1997. p.248-250.

SANTANA, C.T.C. de. **Comportamento de milho (*Zea mays* L.) e propriedades físicas do solo, no sistema plantio direto, em resposta a aplicação de fertilizante organomineral.** Botucatu, 2012. 49p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, L.O.; WINKLER, A.S.; CHIARELO, C.; et al. Resposta do arroz irrigado a estratégias de adubação com micronutrientes aplicados via foliar e nas sementes. In: Congresso de Iniciação Científica, 16, 2007, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: UFPel. 2007. p.1-5.

SEMENTES SIMÃO. **Cultivares de arroz.** Disponível em: <<http://www.sementessimao.com.br/site/index.php?secao=produto#conteudo>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

WEI, Y; SHOHAG, M. J. I.; YANG, X.; et al. Effects of Foliar Iron Application on Iron Concentration in Polished Rice Grain and Its Bioavailability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 60, p. 11433–11439, 2012.

YOSHIDA, S. **Fundamental of rice crop science.** Los Baños: International Rice Research Institute, 1981. 269p.