

Manejo da adubação e seus efeitos na ocorrência de algas e na produtividade de arroz irrigado em áreas com residual de imidazolinonas

Fertilizer management in areas with soil residual of imidazolinone herbicides: effects on algae growth and irrigated rice yield

Gerson Meneghetti Sarzi Sartori^{I*} Enio Marchesan^I Daniéli Saúl da Luz^{II}
Ana Paula Vestena Cassol^{II} Maria Carolina dos Santos Figueiredo^{II} Maria Angélica Oliveira^{II}
Marcos Venícios Evaldt da Silveira^I Rafael Bruck Ferreira^I

RESUMO

Em determinadas áreas de arroz, ocorre o desenvolvimento de algas que, dependendo da quantidade e associadas com presença de residual no solo de herbicidas do grupo das imidazolinonas, afetam o desenvolvimento do arroz na fase inicial. O objetivo do trabalho foi avaliar manejos da adubação de arroz na composição e estrutura das comunidades de algas e na produtividade de arroz irrigado em áreas com residual de herbicidas do grupo das imidazolinonas. O experimento foi conduzido na safra 2008/09, na Universidade Federal de Santa Maria, onde havia sido aplicado imazethapyr + imazapic na dose de (120+40g i.a. ha⁻¹), na safra 2007/08. Os tratamentos foram compostos por manejos de adubação e duas cultivares de arroz irrigado. A cultivar 'IRGA 417' apresentou maior fitotoxicidade, mas, da mesma forma que os manejos de adubação, esta não interferiu na produtividade de grãos e no desenvolvimento de algas. Os manejos de adubação utilizados e a fitotoxicidade de plantas não influenciam no desenvolvimento de microalgas no fitoplâncton e no perifíton, bem como na produtividade das cultivares de arroz irrigado 'IRGA 422 CL' e 'IRGA 417'.

Palavras-chave: fitotoxicidade, fertilizantes, fitoplâncton, perifíton.

ABSTRACT

Several rice producing areas where soil residuals of imidazolinone herbicides are present have shown the development of algae blooms, which, depending on density, may affect rice plant development. This study aimed to evaluate the effects of different fertilizer management systems on the composition and structure of algae communities and also on rice yield in irrigated areas with imidazolinone soil residuals. The experiment was carried out in the crop year of 2008/09,

at the Federal University of Santa Maria, where a field had been treated with imazethapyr + imazapic (120+40g i.a. ha⁻¹) in the crop year 2 of 2007/08. The treatments included two different fertilizer management systems and two rice cultivars. The 'IRGA 417' showed greater phytotoxicity, but in the same way as the fertilizer managements, it did not affect rice productivity or the development of algae. Thus, the two fertilizer management systems tested and also the phytotoxicity of rice plants did not cause changes on the development of planktonic and periphytic algae, neither did it affect the yield of rice cultivars 'IRGA 422 CL' and 'IRGA 417'.

Key words: phytotoxicity, fertilizers, phytoplankton, periphyton.

INTRODUÇÃO

O arroz é um produto de importância econômica e social, em função de sua ampla adaptabilidade, resposta à aplicação de tecnologias e diversas formas de cultivo. No entanto, a elevação de produtividade é desafio para todos os níveis de tecnologia, sendo o arroz-vermelho um dos principais entraves. Entre as ferramentas mais recentes para o controle de arroz-vermelho está o desenvolvimento de cultivares tolerantes a herbicidas do grupo das imidazolinonas (OTTIS et al., 2003), sendo esse sistema denominado Clearfield®. Entretanto, esse sistema é recomendado para utilização por no máximo dois anos consecutivos e, após, sugere-se fazer rotação com outros sistemas ou com outras culturas, pois o uso continuado pode provocar injúrias em culturas

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

^{II}Departamento de Ficologia, Centro de Educação (CE), UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

sucessoras devido à persistência do herbicida no solo (KRAEMER et al., 2009). Quando da migração do sistema Clearfield® para outro sistema, o efeito residual às cultivares de arroz não tolerantes a esses herbicidas, principalmente no estágio inicial das plantas, pode causar retardamento no crescimento e desenvolvimento das plantas de arroz. Em trabalho realizado por KRAEMER et al. (2009), o residual da mistura formulada de imazethapyr e imazapic causou fitotoxicidade de 50% na cultivar não tolerante IRGA 417, reduziu o estande de plantas, mas sem alterar a produtividade. No entanto, devido ao menor crescimento inicial das plantas em função da fitotoxicidade, ocorre maior penetração de luz no dossel das plantas e aumento da temperatura da água, condições que favorecem o desenvolvimento de algas (BÉCARES et al., 2008).

Além dos fatores climáticos, a quantidade, a natureza química dos fertilizantes e a forma de sua aplicação influenciam na biomassa de algas. Segundo ROGER (1996), a aplicação de fertilizantes em superfície resulta em maior desenvolvimento de algas quando comparado à incorporação dos fertilizantes. A adubação de base, aliada à elevação da temperatura, propicia o desenvolvimento de algas (DIAZ-PULIDO & MCCOOK, 2005). Segundo MATSUZAKI et al. (2004), fertilizantes tais como o nitrogênio e o fósforo são os principais responsáveis pelo desenvolvimento do fitoplâncton e acumulação de biomassa algácea. Embora as algas não sejam daninhas ao arroz, quando há grande desenvolvimento no início do cultivo, pode haver redução na produtividade (ROGER, 1996).

Em vista disso, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes manejos da adubação de arroz na composição e estrutura das comunidades de algas e na produtividade de arroz irrigado em áreas com residual de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2008/09, na área experimental da Universidade Federal de Santa, onde havia sido aplicada imazethapyr + imazapic (120+40g i.a. ha⁻¹), produto comercial Only®, na safra 2007/08. O solo apresentava as seguintes características: argila=24%; pH_{água} (1:1)=5,3; P=6,0mg dm⁻³; K= 52mg dm⁻³; Ca=6,3cmol_c dm⁻³; Mg=2,5cmol_c dm⁻³ e MO=2,0%. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (5x2), com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por manejos de adubação e duas cultivares de arroz irrigado: (T1) adubação de base N, P e K na linha incorporada

ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água, (T2) adubação em superfície aplicada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água, (T3) adubação em superfície aplicada ao solo por ocasião da entrada da água e com nitrogênio, (T4) sem adubação e com nitrogênio por ocasião da entrada da água e (T5) sem adubação e sem nitrogênio. Utilizou-se a cultivar não tolerante as imidazolinonas, 'IRGA 417', e a tolerante, 'IRGA 422 CL', semeadas em cinco de novembro em sistema convencional na quantidade de 110kg ha⁻¹ de semente. A adubação foi aplicada nas quantidades de 15kg ha⁻¹ de N, 45 de P₂O₅ e 90 de K₂O. O N em cobertura foi aplicado no início do perfilhamento (V4) e na iniciação do primórdio floral (R0), segundo a escala de COUNCE et al. (2000), nas doses 70 e 35kg ha⁻¹, respectivamente. Dez dias após a semeadura, ocorreu a emergência das plantas, sendo a irrigação no estágio V4.

Avaliaram-se as concentrações de nitrogênio (N) e ortofosfato (P) na água de irrigação nas datas: 1, 8, 15, 22 e 100 dias após a irrigação definitiva (DAI), determinadas em laboratório segundo TEDESCO et al. (1995). Além disso, aos 15, 22 e 100DAI, coletou-se uma amostra de água (90mL) na subsuperfície de cada parcela e uma planta de arroz para identificação da riqueza de algas e estimativa da densidade de células no fitoplâncton e no perifíton, respectivamente. A análise qualitativa foi realizada em microscópio ótico de campo claro e a quantitativa foi realizada segundo UTERMÖHL (1958), em microscópio ótico invertido. Para o enquadramento dos táxons identificados em classes, utilizou-se a classificação de ROUND (1971).

A fitotoxicidade foi avaliada por observação visual aos 5, 12 e 19DAI, utilizando escala de 0 a 100%, na qual 0 corresponde à ausência de sintomas e 100% corresponde à mortalidade total das plantas. A produtividade foi estimada através da colheita manual de uma área de 3,57m² quando os grãos se encontravam com grau de umidade média de 22%. Após a trilha, limpeza e pesagem dos grãos com casca, os dados foram corrigidos para 13% de umidade e convertidos em kg ha⁻¹. O número de panículas m⁻² foi determinado pela contagem das panículas em um metro de linha e nessa mesma área foram coletadas dez panículas por ocasião da colheita para a estimativa do número de grãos por panícula, massa de mil grãos e esterilidade de espiguetas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para a análise estatística, os dados de fitotoxicidade

foram transformados para $yt = \arccoseno$

$$\sqrt{\frac{y + 0,5}{100}}$$
 e a densidade total de células no

fitoplâncton e esterilidade foram transformados para $yt = \sqrt{y + 0,5}$. A riqueza de espécies foi obtida pelo somatório do número de espécies que compuseram as comunidades em três repetições para o fitoplâncton e uma para o perifíton. As densidades médias de células do fitoplâncton foram obtidas de três repetições e para o perifíton uma repetição. A densidade total de células no fitoplâncton foi determinada pela soma das células em cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a fitotoxicidade de plantas (Tabela 1), não houve interação entre os manejos de adubação e

cultivares e não foi constatada diferença entre os manejos de adubação nas três épocas de avaliação, realizadas aos 5, 12 e 19DAI. A cultivar 'IRGA 417' apresentou maior fitotoxicidade em comparação a 'IRGA 422 CL', estando de acordo com KRAEMER et al. (2009), o qual relata que a persistência do herbicida no solo pode provocar injúrias em culturas sucessoras. Embora houvesse fitotoxicidade nas plantas até os 19DAI, isso não se refletiu na produtividade de grãos (Tabela 1), concordando com os resultados de KRAEMER et al. (2009). Entre os manejos de adubação, verificaram-se diferenças na produtividade apenas em T5, em que não houve adubação, corroborando os dados obtidos por MARCHEZAN et al. (2007), os quais relatam que a produtividade de arroz irrigado no sistema pré-germinado não é influenciada pelo momento e modo de realização da adubação fosfatada e potássica. Em função da fitotoxicidade, a cultivar 'IRGA 422 CL'

Tabela 1 - Fitotoxicidade de plantas por ação residual no solo de herbicidas do grupo das imidazolinonas, em três épocas de avaliação em dias após a irrigação (DAI), produtividade, panículas por metro quadrado (PMQ), massa de mil grãos (MMG), rendimento de engenho (RE), número de grãos por panícula e esterilidade de espiguetas, em função da aplicação dos tratamentos nas cultivares 'IRGA 417' e 'IRGA 422' CL. Santa Maria, RS, 2010.

| Tratamentos | -----Fitotoxicidade (%)----- | | | Produtividade (kg ha ⁻¹) | PMQ | MMG (g) | RE (%) | |
|---------------|--|------------------|-----------------|---|---------|--------------------|--------------------|--|
| | 5DAI | 12DAI | 19DAI | | | | | |
| T1* | 35 ^{ns} | 12 ^{ns} | 2 ^{ns} | 9.497 a ¹ | 606 a | 25,0 ^{ns} | 60,0 ^{ns} | |
| T2 | 45 | 26 | 7 | 9.797 a | 573 a | 24,2 | 59,7 | |
| T3 | 51 | 32 | 7 | 9.414 a | 616 a | 25,1 | 59,6 | |
| T4 | 42 | 20 | 3 | 9.846 a | 491 b | 24,9 | 59,4 | |
| T5 | 36 | 18 | 2 | 7.590 b | 478 b | 25,5 | 59,9 | |
| | -----Cultivar----- | | | | | | | |
| 'IRGA 417' | 64 a | 35 a | 7 a | 9.086 ^{ns} | 507 b | 24,3 b | 60,6 a | |
| 'IRGA 422 CL' | 19 b | 8 b | 1 b | 9.372 | 592 a | 25,6 a | 58,9 b | |
| Média | 42 | 22 | 4 | 9.223 | 549,5 | 24,9 | 59,7 | |
| CV (%) | 18 | 23 | 60 | 6 | 9,3 | 3,5 | 1,5 | |
| | -----Número de grãos por panícula----- | | | | | | | |
| | T1* | T2 | T3 | T4 | T5 | | Média | |
| 'IRGA 417' | 66 bB | 72 nsA | 64 bB | 65 aB | 75 aA | | 68,4 a | |
| 'IRGA 422 CL' | 73 aAB | 73 AB | 68 aB | 59 bC | 55 bC | | 65,6 b | |
| Média | 69,5 | 72,5 | 66 | 62 | 65 | | | |
| CV (%) | | | 3,7 | | | | | |
| | -----Esterilidade de espiguetas (%)----- | | | | | | | |
| 'IRGA 417' | 12,9 nsAB | 9,6 bAB | 11 bAB | 11,8 nsAB | 7,3 nsB | | 10,5 b | |
| 'IRGA 422 CL' | 11,2 BC | 12 aBC | 16,2 aAB | 13,5 ABC | 9 C | | 12,3 a | |
| Média | 12 | 10,8 | 13,6 | 12,6 | 8,1 | | | |
| CV (%) | | | 13 | | | | | |

*T1: adubação de base N, P e K (adubação) na linha incorporada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água;

T2: adubação em superfície aplicada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água;

T3: adubação em superfície aplicada ao solo por ocasião da entrada da água e com nitrogênio;

T4: sem adubação e com nitrogênio por ocasião da entrada da água;

T5: sem adubação e sem nitrogênio.

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey P=0,05.

^{ns} Não significativo em nível P=0,05.

apresentou maior número de panículas m^{-2} e maior massa de mil grãos, porém, não resultou em produtividade, pois a 'IRGA 417' compensou com maior número de grãos por panículas e menor esterilidade de espiguetas, com média de produtividade do experimento de $9.500kg\ ha^{-1}$.

As concentrações de N e P na água variaram entre os manejos de adubação e a época de avaliação (Figura 1). O tratamento T3, com aplicação do adubo sobre a superfície, proporcionou maior concentração de N em comparação aos demais tratamentos em um DAI. Com o decorrer das avaliações, observou-se que diminuem as diferenças entre os manejos de adubações, bem como se reduzem as concentrações do fertilizante na água. De maneira semelhante ao N, o P demonstrou as maiores concentrações no T3 para a maioria das avaliações. A aplicação direta de fertilizantes em água torna-os prontamente solúveis, resultando em maior concentração. A redução da concentração na água com o decorrer do tempo pode estar relacionada ao potencial de perdas do N e para o P, adsorção às partículas do solo, além da absorção pelas plantas de arroz, somada à utilização pelas algas.

Embora tenha havido maior disponibilidade de fertilizantes no T3, isso não resultou em maior desenvolvimento de algas no fitoplâncton aos 15, 22 e 100DAI (Tabela 2). As elevadas temperaturas da água

até o 22DAI ($26^{\circ}C$ a $37^{\circ}C$) e o pH favorável (5,8 a 6,7; dados não apresentados), associados à radiação solar incidente, que foi de 720; 778; 709; 556 e $545MJ\ m^{-2}$ para os meses de novembro, dezembro, janeiro fevereiro e março, respectivamente (INMET, 2010), favoreceu o desenvolvimento de comunidades metafíticas. Essas florações podem ter sombreado o fitoplâncton, diminuindo sua atividade fotossintética e reprodução, conforme também observado por McCORMICK et al. (2001). O fitoplâncton é capaz de assimilar nitrogênio inorgânico dissolvido em concentrações bastante abaixo daquelas do presente experimento, o que leva a crer que os nutrientes presentes foram suficientes para suprir as necessidades das microalgas. ARIYADEJ et al. (2004) e ÖZKAN et al. (2010) também registraram baixas densidades de fitoplâncton mesmo com níveis altos de nutrientes.

Entre as cultivares, também não houve diferença na densidade do fitoplâncton (Tabela 2). Isso pode ser explicado pela rápida recuperação das plantas da fitotoxicidade, pois aos 19DAI (Tabela 1) estas praticamente não apresentavam mais sintomas, o que provavelmente não afetou diferenciadamente os tratamentos quanto à penetração de luz no dossel.

Ao todo, oito classes estiveram representadas na comunidade fitoplanctônica. A figura 2 (A, B, e C) ilustra a riqueza de espécies e densidade

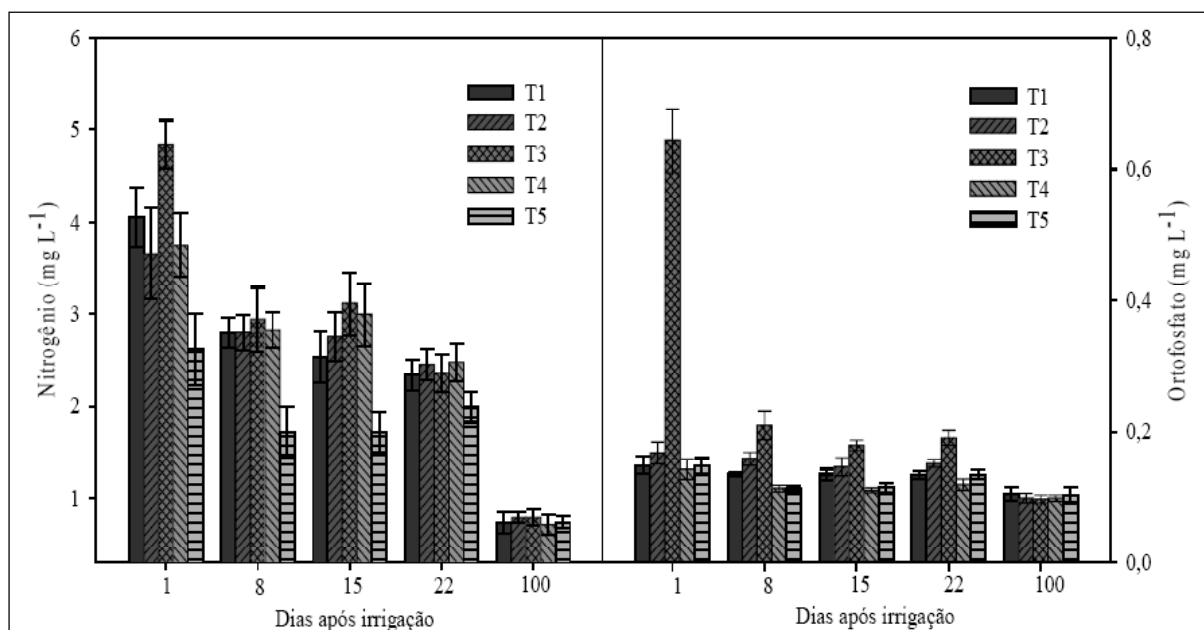


Figura 1 - Concentrações de nitrogênio e ortofosfato na água em resposta à aplicação dos tratamentos. Santa Maria, RS, 2010. As barras de erros correspondem ao intervalo de confiança em 95% de probabilidade. T1: adubação de base N, P e K (adubação) na linha incorporada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T2: adubação em superfície aplicada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T3: adubação em superfície aplicada ao solo por ocasião da entrada da água e com nitrogênio; T4: sem adubação e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T5: sem adubação e sem nitrogênio.

Tabela 2 - Densidade total (células mL⁻¹) do fitoplâncton em três épocas de avaliação em dias após a irrigação (DAI), em função da aplicação dos tratamentos nas cultivares 'IRGA 417' e 'IRGA 422 CL'. Santa Maria, RS, 2010.

| Tratamentos | Células mL ⁻¹ | | |
|---------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| | 15DAI | 22DAI | 100DAI |
| T1* | 25 ^{ns} | 2374 ^{ns} | 1152 ^{ns} |
| T2 | 47 | 1791 | 1174 |
| T3 | 25 | 1714 | 489 |
| T4 | 24 | 1750 | 606 |
| T5 | 71 | 1000 | 2114 |
| | Cultivar | | |
| 'IRGA 417' | 30 ^{ns} | 1963 ^{ns} | 983 ^{ns} |
| 'IRGA 422 CL' | 47 | 1488 | 1231 |
| Média | 38 | 1726 | 1107 |
| CV (%) | 43 | 36 | 45 |

*T1: adubação de base N, P e K (adubação) na linha incorporada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água;

T2: adubação em superfície aplicada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água;

T3: adubação em superfície aplicada ao solo por ocasião da entrada da água e com nitrogênio;

T4: sem adubação e com nitrogênio por ocasião da entrada da água;

T5: sem adubação e sem nitrogênio.

^{ns} Não significativo em nível P=0,05.

de células em cada classe aos 15, 22 e 100DAI. As classes *Euglenophyceae* e *Cyanophyceae* estiveram bem representadas nas três épocas de avaliação (Figura 2D, 2E e 2F). FURTADO & DE LUCA (2003) também documentaram a predominância dessas classes no fitoplâncton em cultura de arroz, especialmente no final do ciclo. A riqueza total do fitoplâncton foi maior aos 22DAI no T4 e aos 100DAI no T2, ambos com 22 espécies identificadas. Aos 15DAI (Figura 2A) os representantes de *Chlorophyceae* apresentaram o maior número em todos os tratamentos, enquanto que aos 22DAI (Figura 2B) *Euglenophyceae* predominou, demonstrando uma substituição do grupo mais rico, possivelmente com um maior número de espécies adaptadas ao ambiente raso. SILVA & TAMANAHA (2008) e PEREIRA et al. (2000) também documentaram riquezas altas de *Euglenophyceae* em arrozais.

No perifíton, foram identificados indivíduos dos filos Chlorophyta, Bacillariophyta e Cyanobacteria também citados por GOLDSBOROUGH & ROBSON (1996) como predominantes no epifíton de áreas úmidas e ricas em nutrientes. Em relação à riqueza total de espécies no perifíton (Figura 3A, 3B e 3C), as maiores médias foram aos 100DAI em T3 e T1. Mudanças nas características gerais das comunidades perifíticas ao longo do processo de maturação são bem documentadas (JANSEN & ALTENBURGER, 2005). Quanto à distribuição da riqueza, *Bacillariophyceae* e *Chlorophyceae* apresentaram o maior número de espécies aos 15, 22 e 100DAI. Até os 22DAI,

Bacillariophyceae predominou, porém, aos 100DAI, *Chlorophyceae* foi melhor representada. Esta substituição se deve às formas de crescimento predominantes e às variações na arquitetura da comunidade perifítica ao longo do processo de amadurecimento. Enquanto as *Bacillariophyceae* apresentam formas de crescimento de prostradas a verticalmente aderidas, as algas verdes podem se estabelecer nos estratos superiores da comunidade, geralmente predominando em comunidades mais próximas do platô de crescimento (OLIVEIRA & SCHWARZBOLD, 1998).

A densidade total do perifíton apresentou um incremento aos 22 e 100DAI em relação à primeira data. Diversos trabalhos documentam o pico de crescimento das comunidades aderidas em torno de quatro a seis semanas, sendo que após esse período existem perdas de biomassa devido ao pastejo e à senescência (VILLENEUVE et al., 2010). Quanto à distribuição da densidade do perifíton por classe, *Oedogoniophyceae* e *Zygnemaphyceae* foram as predominantes aos 15 e 22DAI, respectivamente. Por outro lado, aos 100DAI *Cyanophyceae* e *Chlorophyceae* estiveram melhor representadas. VILLENEUVE et al. (2010) descreve a sucessão das comunidades perifíticas como quantitativamente dominadas inicialmente por diatomáceas, em seguida, desenvolvem-se as formas filamentosas como *Oedogonium* e *Zygnema*. Finalmente, após alcançado o platô de crescimento, passa a haver predomínio de cianobactérias.

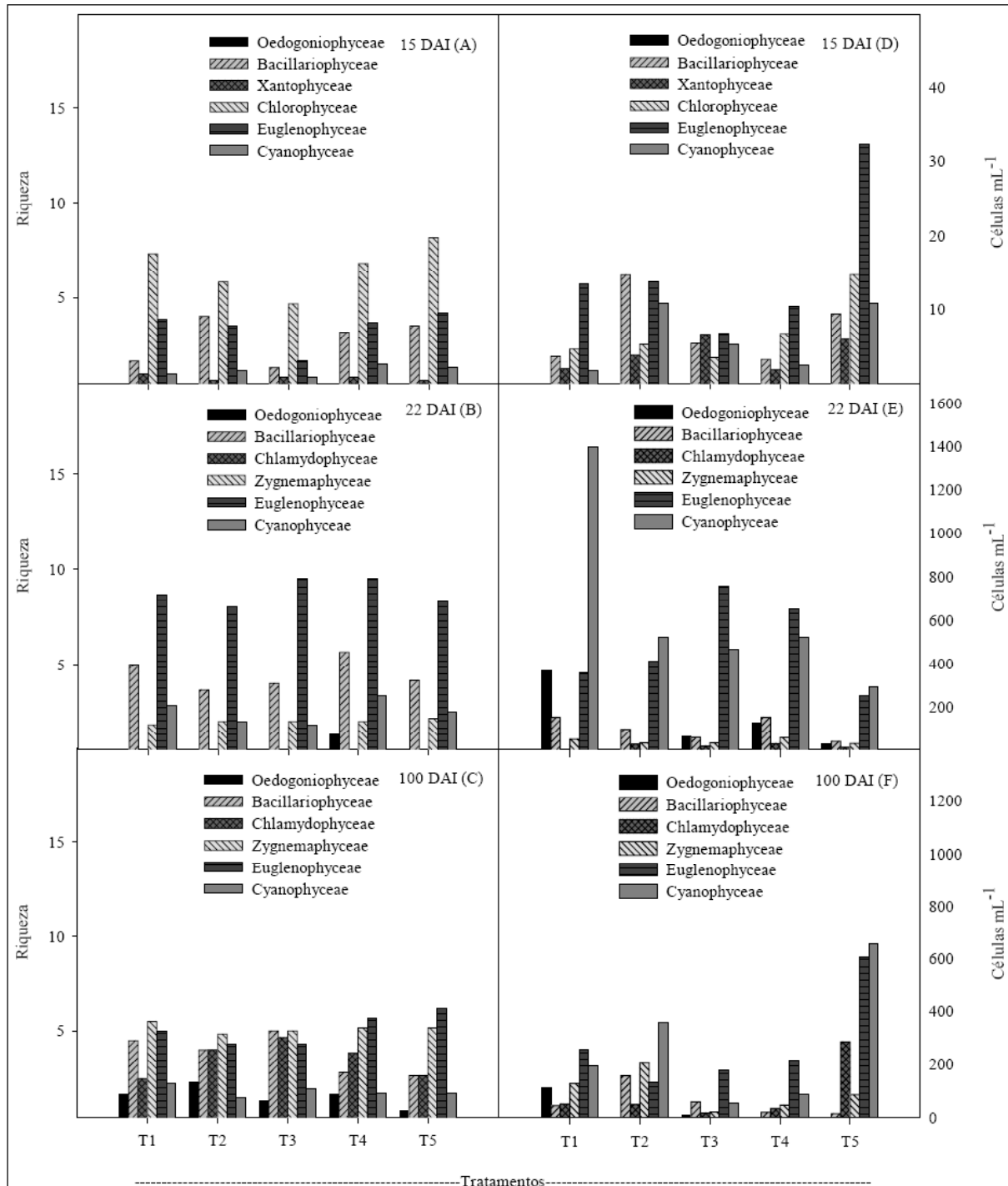


Figura 2 - Riqueza de espécies e densidade de células no fitoplâncton aos 15, 22 e 100 dias após a irrigação (DAI) em resposta à aplicação dos tratamentos. Santa Maria, RS, 2010.

T1: adubação de base N, P e K (adubação) na linha incorporada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T2: adubação em superfície aplicada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T3: adubação em superfície aplicada ao solo por ocasião da entrada da água e com nitrogênio; T4: sem adubação e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T5: sem adubação e sem nitrogênio.

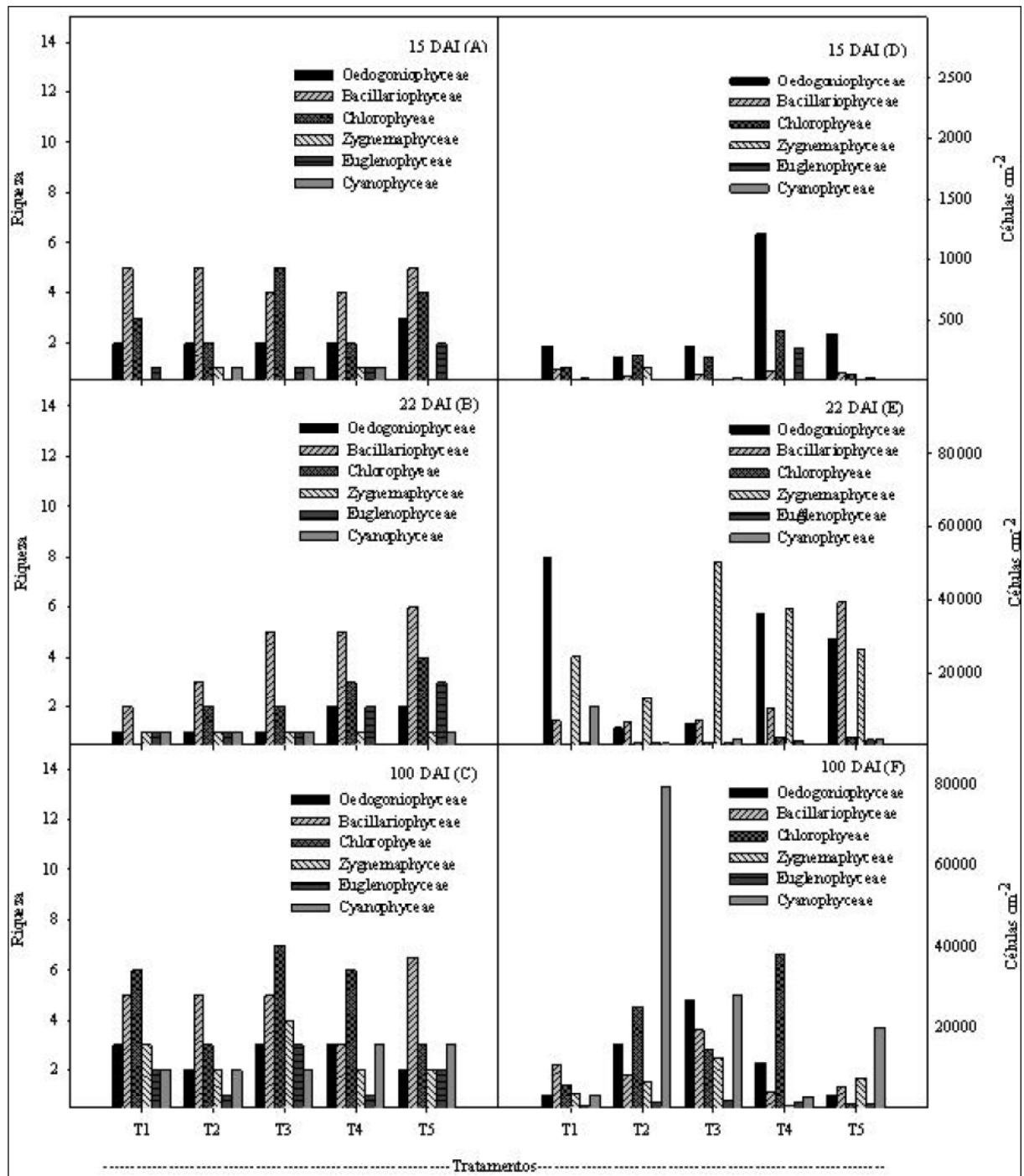


Figura 3 - Riqueza de algas e células cm⁻² no perífiton aos 15, 22 e 100 dias após a irrigação (DAI) em resposta à aplicação dos tratamentos. Santa Maria, RS, 2010.

T1: adubação de base N, P e K (adubação) na linha incorporada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T2: adubação em superfície aplicada ao solo no momento da semeadura e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T3: adubação em superfície aplicada ao solo por ocasião da entrada da água e com nitrogênio; T4: sem adubação e com nitrogênio por ocasião da entrada da água; T5: sem adubação e sem nitrogênio.

CONCLUSÃO

Os manejos de adubação utilizados e o grau de fitotoxicidade proporcionado pelos herbicidas às plantas de arroz não influenciam no desenvolvimento de microalgas no fitoplâncton e no perifíton, bem como a produtividade das cultivares de arroz irrigado 'IRGA 422 CL' e 'IRGA 417'.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de apoio técnico à pesquisa para Gerson Meneghetti Sarzi Sartori e pela bolsa de produtividade em pesquisa para Enio Marchesan.

REFERÊNCIAS

- ARIYADEJ, C. et al. Phytoplankton diversity and its relationships to the physico-chemical environment in the Banglang Reservoir, Yala Province. **Songklanakarin Journal of Science Technology**, v.26, n.5, p.595-607, 2004.
- BÉCARES, E. et al. Effects of nutrients and fish on periphyton and plant biomass across a European latitudinal gradient. **Aquatic Ecology**, v.42, n.4, p.561-574, 2008. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/6204h3202v356635/>>. Acesso em: 11 mar. 2010. doi: 10.1007/s10452-007-9126-y.
- COUNCE, P.A et al. A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- DIAZ-PULIDO, G.; MCCOOK, L.J. Effects of nutrient enhancement on the fecundity of a coral reef macroalga. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.317, n.1, p.13-24, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098104006240>>. Acesso em: 11 mar. 2010. doi: 10.1016/j.jembe.2004.11.013.
- FURTADO, D.F.; LUCA, S.J. Técnicas de cultivo de arroz irrigado: relação com a qualidade de água, protozoários e diversidade fitoplanctônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.165-172, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662003000100027>. Acesso em: 11 mar. 2010. doi: 10.1590/S1415-43662003000100027.
- GOLDSBOROUGH, L.G.; ROBSON, G.C.C. *Pattern in Wetlands* 1996. In: STEVENSON, J. et al. (Ed.). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic, 1996. p.78-109.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>. Online. Acesso em: 14 dez. 2010.
- JANSEN, S.M.; ALTENBURGER, R. Predicting and observing responses of algal communities to photosystem II-herbicide exposure using pollution-induced community tolerance and species-sensitivity distributions. **Environmental Toxicology & Chemistry**, v.24, n.2, p.304-312, 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1897/03-647.1/full>>. Acesso em: 11 mar. 2010. doi: 10.1897/03-647.1.
- KRAEMER, A.F. et al. Persistência dos herbicidas imazethapyr e imazapic em solo de várzea sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.581-588, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582009000300020&script=sci_arttext>. Acesso em: 11 mar. 2010. doi: 10.1590/S0100-83582009000300020.
- MCCORMICK, P.V. et al. Periphyton responses to experimental phosphorus enrichment in a subtropical wetland. **Aquatic Botany**, v.71, n.2, p.119-139, 2001.
- MARCHEZAN, E. et al. Manejo dos fertilizantes fosfatados e potássicos em arroz irrigado no sistema pré-germinado. **Bragantia**, v.66, n.2, p.219-226, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052007000200005&script=sci_arttext>. Acesso em: 11 mar. 2010. doi: 10.1590/S0006-87052007000200005.
- MATSUZAKI, M. et al. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, v.5, n.38 p.679-686, 2004.
- OLIVEIRA, M.A.; SCHWARZBOLD, A. Influência de fatores abióticos sobre a estrutura da comunidade perifítica de limnotopos da Bacia do Arroio Sampaio, Mato Leitão, Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre. **Iheringia Série Botânica**, v.51, p.39-61, 1998.
- OTTIS, B.V. et al. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, v.17, n.3, p.526-533, 2003.
- ÖZKAN, K. et al. The response of periphyton and submerged macrophytes to nitrogen and phosphorus loading in shallow warm lakes: a mesocosm experiment. **Freshwater Biology**, v.55, n.2, p.463-475, 2010.
- PEREIRA, I. et al. Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae & Charophyceae em arrozales de Chile. **Gayana: Botânica**, v.57, p.29-53, 2000.
- ROGER, P.A. **Biology and management of the floodwater ecosystem in rice fields**. Manila 1099, Philippines: International Rice Research Institute (IRRI), P. O. Box 933, 1996. 250p.
- ROUND. F.E. The taxonomy of the Chlorophyta, II. **British Phycological Journal**, v.6, n.2, p.235-264, 1971.
- SILVA, S.M.A da.; TAMANAHA, M. da S. Ocorrência de Euglenophyceae pigmentadas em rizipiscicultura na região do Vale do Itajaí, SC, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v.22, n.1 p.145-163, 2008.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton metodik. Mitt Int. Rer Theor.Argrew. **Limnology**, v.9, p.1-38, 1958.
- VILLENEUVE, A. et al. Influence of slight differences in environmental conditions (light, hydrodynamics) on the structure and function of periphyton. **Aquatic Sciences**, v.72, n.1, p.33-44, 2010. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/u72w2718p21wk855/>> Acesso em: 11 mar. 2010. doi: 10.1007/s00027-009-0108-0.