

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

INCIDÊNCIA DE ARTHROPODA E PRODUTIVIDADE EM ARROZ ORGÂNICO
PRÉ-GERMINADO EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE COMPOSTOS

Leandro Luiz Menegon
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase em Entomologia

Porto Alegre (RS), Brasil
Julho de 2015

CIP - Catalogação na Publicação

Menegon, Leandro Luiz

INCIDÊNCIA DE ARTHROPODA E PRODUTIVIDADE EM ARROZ
ORGÂNICO PRÉ-GERMINADO EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE
COMPOSTOS / Leandro Luiz Menegon. -- 2015.
92 f.

Orientador: Simone Mundstock Jahnke .
Coorientador: Christian Bredemeier.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2015.

1. Arroz irrigado. 2. Produção orgânica. 3.
Fitófagos. 4. Composto orgânico. 5. Rendimento de
grãos. I. Mundstock Jahnke , Simone, orient. II.
Bredemeier, Christian, coorient. III. Título.

LEANDRO LUIZ MENEGON
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 07.07.2015
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 14.06.2016
Por

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
Orientadora - PPG Fitotecnia

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

CHRISTIAN BREDEMEIER
Coorientador - PPG Fitotecnia/UFRGS

LUIZA RODRIGUES REDAELLI
PPG Fitotecnia/UFRGS

FÁBIO KESSLER DAL SOGLIO
PPG Desenvolvimento Rural/UFRGS

JOSÉ FRANCISCO DA SILVA MARTINS
EMBRAPA Clima Temperado
Pelotas/RS

PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

À minha família que se esforçou muito para que um de seus filhos pudesse cursar a universidade e se aperfeiçoar no mestrado.

Ao meu filho Sebastian Vieira Menegon que nasceu 26 de Janeiro de 2016 entre a defesa e as correções da dissertação. A Daniele Machado Vieira pelo amor e incentivo nos estudos.

A minha orientadora Simone Mundstock Jahnke e o Coorientador Christian Bredemeier pela disposição e ensinamentos durante esta trajetória.

Aos colegas e amigos (as) Daniele Camargo de Oliveira, Eduardo Escobar Bretos Navarro, Cecília Paz da Silva Giordano, Danielle Almeida, Matheus Vogg Stoll, André Luis Vian, Leonardo Giraldo Acosta, Agossou Djosse Ignace Kokoye, Fatiane Brites Borges, Pablo Leandro Proença Ferreira, Enoque Klug Garcia, Felipe Ricardo Godoi Jasinski pelo companheirismo e participação nas atividades de campo. Aos amigos (as) e colegas do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia que contribuíram com este trabalho.

Ao Movimento Sem Terra (MST) na pessoa de seus dirigentes, agricultores, técnicos em especial a família do agricultor Clairton Neres pela disponibilidade de realizar o experimento em sua lavoura.

Ao Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA) pelo apoio técnico e financeiro, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de estudo e produtividade.

Ao Grupo Uvaia de Agroecologia por ser um espaço de experimentação dentro da UFRGS que possibilitou troca de experiências e aprendizado com agricultores, técnicos e professores.

À UFRGS, demais professores, colegas e colaboradores da Faculdade de Agronomia da pela minha formação.

Aos integrantes da banca examinadora: Professora Luiza Rodrigues Redaelli, Professor José Francisco da Silva Martins e Professor Fábio Kessler Dal Soglio pelas valiosas críticas construtivas a este trabalho.

À sociedade brasileira, que contribui para manter as instituições públicas de ensino e pesquisa e extensão do nosso país. Aos agricultores (as) que dia-a-dia produzem alimentos.

INCIDÊNCIA DE ARTHROPODA E PRODUTIVIDADE EM ARROZ ORGÂNICO PRÉ-GERMINADO EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ¹

Autor: Leandro Luiz Menegon
Orientadora: Simone Mundstock Jahnke
Coorientador: Christian Bredemeier

RESUMO

A demanda por alimentos livres da contaminação por agrotóxicos vem aumentando e a produção orgânica desponta como uma das alternativas para alcançar este objetivo. Produtores de arroz orgânico utilizam resíduos vegetais e animais na fertilização dos solos. Entretanto, estudos demonstram que uma maior concentração de nutrientes solúveis no tecido vegetal pode favorecer o ataque de insetos fitófagos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a incidência de artrópodes e a produtividade em arroz orgânico mediante a aplicação de dois compostos orgânicos em diferentes doses. Os experimentos foram montados em duas formas distintas. Sete quadros de 0,5 ha para avaliação de artrópodes com delineamento experimental em pseudoréplicas e um quadro de 0,25 ha para avaliar produtividade com delineamento experimental em blocos ao acaso. Os tratamentos foram T: Testemunha (sem aplicação de insumo); 2, 4 e 6 t ha⁻¹ de dois compostos orgânicos (Ecocitrus[®] e Folhito[®]). As avaliações compreenderam a bicheira-da-raiz *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) e artrópodes presentes na parte aérea da planta de novembro de 2013 a fevereiro de 2014. O acúmulo de biomassa e nutrientes das plantas de arroz foi avaliado na antese (R4) e antecedendo a colheita (R9) foram avaliados o rendimento de grãos e os componentes do rendimento sendo calculada a Eficiência de recuperação do Nitrogênio (ERN) e a Eficiência agrônômica do nitrogênio (EAN). As aplicações de compostos orgânicos nas doses testadas neste experimento em arroz irrigado não interferiram na população de *O. oryzae*. Na avaliação dos artrópodes da parte aérea do arroz foram registrados 41.236 indivíduos distribuídos em 11 ordens e o número médio por ocasião amostral não diferiu entre os tratamentos. No entanto, a abundância de artrópodes variou durante o ciclo do arroz com pico populacional no início da fase reprodutiva predominando insetos importantes para esta cultura, das ordens Hemiptera, Odonata e Coleoptera. Ocorreu aumento no número médio de pragas (*Schizaphis graminum* Rondani) (Hemiptera: Aphidiidae) e *O. oryzae* ao mesmo tempo do grupo de predadores (Odonata) entre os estádios V9 e R0. A temperatura máxima apresentou correlação significativa com a abundância de artrópodes. O maior acúmulo de biomassa e nitrogênio na parte aérea do arroz foi constatado nos tratamento E6 e F6. A utilização de composto pode aumentar a produtividade em lavouras de arroz irrigado pré-germinado em sistema orgânico. A ERN e a EAN foram afetadas pelos diferentes tratamentos testados.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (92f.) Julho, 2015.

INCIDENCE OF ARTHORPODS AND GRAIN YIELD IN ORGANIC RICE PRE-GERMINATED IN RESPONSE TO APPLICATION OF COMPOST ¹

Author: Leandro Luiz Menegon
Adviser: Simone Mundstock Jahnke
Co-Adviser: Christian Bredemeier

ABSTRACT

The demand of food free from pesticides contamination has been increasing and the organic production arises as one of the alternatives to reach such goal. Plant and animal residues have been used by rice organic producers to fertilize the soil. However, studies have shown that a higher concentration of soluble nutrients on the plant tissue may favor the attack of phytophagous insects. This paper had as goal to evaluate the incidence of arthropods and the productivity in organic rice by the application of two organic compounds in different doses. The experiments were set in two different ways. Seven squared areas of 0.5 ha to evaluate the arthropods with an experimental design in pseudoreplications in a square of 0.25 ha to evaluate productivity with an experimental in randomized blocks design. The treatments were T: Control (without application of compost); 2, 4 e 6 t ha⁻¹ of two organic compost (Ecocitrus[®] and Folhito[®]). Were evaluated rice weevil *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) and the other arthropods present in the aerial portion of the plant from November 2013 to February 2014. The accumulation of rice plants biomass and nutrients was evaluated in the anthesis (R4) and preceding the harvest (R9) were evaluated the grains yield and the yield components, calculating the Nitrogen Recovery Efficiency (NRE) and Nitrogen agronomic efficiency (NAE). The application of organic compounds in those doses tested in this experiment in irrigated rice does not interfere on *O. oryzae* population. In the evaluation of the arthropods on the aerial part of the plant were registered 41.236 individuals distributed in 11 orders, and the average number of insects per sampling occasion did not differed among the treatments. However, the abundance of arthropods varied during the rice crop cycle, with a population peak in the beginning of the reproductive stage, predominating important insects to this crop as Hemiptera, Odonata and Coleoptera orders. Occurred a increase in the average number of pests *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphidiidae) and *O. oryzae* at the same time as the predators group (Odonata) increased between the stages V9 and R0. The maximum temperature presented a significative correlation with the abundance of arthropods. The biggest accumulation of biomass and Nitrogen in the shoot the rice was found in treatments E6 and F6. The use of compost can increase productivity in crops of pre-germinated rice in organic system. The NRE and NAE were affected by the different treatments tested.

¹ Master dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (92p.) July, 2015.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. A orizicultura.....	1
1.2. Cultivo orgânico de arroz irrigado.....	4
1.3. Insetos na cultura do arroz irrigado.....	8
1.4. Manejo da fertilidade do solo em lavouras de arroz irrigado.....	12
1.5. Referências	16
2. ARTIGO 1 - Incidência de <i>Oryzophagus oryzae</i> (Coleoptera: Curculionidae) em sistema orgânico de arroz irrigado com aplicação de Ecocitrus® e Folhito®	22
Resumo.....	23
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e métodos.....	26
Resultados e discussão.....	28
Referências.....	32
3. ARTIGO 2 - Avaliação de Arthropoda durante o desenvolvimento do arroz irrigado sob diferentes regimes de adubação orgânica, Viamão, RS.....	35
Resumo.....	36
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e métodos.....	38
Resultados e discussão.....	40

	Página
Conclusões.....	46
Agradecimentos.....	46
Referências.....	46
4. ARTIGO 3 - Resposta do arroz irrigado à aplicação de compostos orgânicos em sistema pré-germinado de produção orgânica.....	55
Resumo.....	56
Abstract.....	56
Introdução.....	57
Material e métodos.....	58
Resultados e discussão.....	60
Conclusões.....	65
Agradecimentos.....	65
Bibliografia.....	66
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	76
6. APÊNDICE.....	77
7. ANEXOS.....	80
8. VITA.....	82

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
ARTIGO 1	
2.1. Composição físico-química dos adubos orgânicos utilizados no experimento, conforme análise feita no laboratório de solos da UFRGS, 2013.....	27
2.2. Número médio (\pm EP) de larvas, adultos e danos de <i>Oryzophagus oryzae</i> nas fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do arroz irrigado com manejo orgânico em resposta a aplicação de dois compostos orgânicos em diferentes doses. Viamão, RS, Brasil, 2013/2014.....	30
ARTIGO 2	
3.1. Número médio (\pm EP) de artrópodes capturados por transecto em cada tratamento, nas fases vegetativa e reprodutiva do arroz (Viamão, safra 2013/2014).....	50
ARTIGO 3	
4.1. Composição físico-química dos adubos orgânicos utilizados no experimento. Laboratório de solos da Ufrgs, 2013.....	69
4.2. Eficiência de recuperação do nitrogênio (ERN) e eficiência agrônômica do nitrogênio (EAN) em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, 2013/2014.....	75

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
ARTIGO 1	
2.1 Número médio de larvas e adultos de <i>O. oryzae</i> por amostra em diferentes épocas de amostragem. Viamão/RS, 2013/14.....	29
ARTIGO 2	
3.1 Ordens de artrópodes amostradas em lavoura de arroz pré-germinado (Viamão, safra 2013/2014).....	51
3.2 Número de artrópodes e número médio de artrópodes capturados nas ocasiões amostrais relacionadas ao ciclo de desenvolvimento do arroz pré-germinado orgânico (Viamão, safra 2013/2014).....	52
3.3 Correlação entre a temperatura máxima diária e número de artrópodes coletados em lavoura de arroz pré-germinado orgânico (Viamão, safra 2013/2014).....	53
3.4 Número médio de <i>O. oryzae</i> , <i>S. graminum</i> e Odonata por ocasião amostral em lavoura de arroz pré-germinado orgânico (Viamão, safra 2013/2014).....	54
ARTIGO 3	
4.1 Rendimento de grãos de arroz irrigado em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.....	70
4.2 Esterilidade de espiguetas de arroz irrigado em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.....	71
4.3 Temperaturas do ar máximas e mínimas diárias verificadas no período de 01/01/2014 a 10/02/2014 em estação meteorológica no município de Porto Alegre, 2014. Fonte: INMET (Porto Alegre, 2014).....	72
4.4 Rendimento de matéria seca da parte aérea no estádio R4 (antese) em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.....	73

4.5	Quantidade acumulada de nutrientes (N, P, Ca e Mg) na parte aérea do arroz na antese (Estádio R4) em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.....	74
-----	---	----

1 INTRODUÇÃO

1.1 A orizicultura

O cultivo do arroz (*Oryza sativa* L.) abrange uma área de aproximadamente 163,5 milhões de hectares no mundo, apresentando produtividade média de 4,6 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2013). O arroz é alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas, sendo um dos que apresenta melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem (EMBRAPA, 2005).

O consumo médio mundial de arroz é de 60 kg/pessoa/ano, sendo que os países asiáticos, nos quais são produzidos 90% deste cereal no mundo, apresentam as médias mais elevadas, situadas entre 100 e 150 kg/pessoa/ano. Na América Latina, são consumidos, em média, 30 kg/pessoa/ano, destacando-se o Brasil como maior consumidor, com 45 kg/pessoa/ano (SOSBAI, 2014).

O Brasil é o nono maior produtor mundial de arroz e o maior produtor deste cereal fora do continente asiático, produzindo, em média, 11,5 milhões de toneladas anuais (FAOSTAT, 2014). O estado do Rio Grande do Sul (RS) se destaca como o maior produtor nacional, sendo responsável por mais de 67% do total produzido no Brasil, seguido por Santa Catarina, com 9% (IBGE, 2014).

No Rio Grande do Sul, o arroz representa mais de 3% de ICMS e 2,74% do PIB. Quanto ao aspecto social, sua importância é ressaltada pela possibilidade de ser cultivado tanto em pequenas como em médias e grandes propriedades. Atuam na

lavoura de arroz aproximadamente 37,2 mil trabalhadores, sendo 27% temporários. Neste estado, cada trabalhador atende, em média, 27,8 ha de arroz cultivado (SOSBAI, 2014).

O arroz é uma espécie anual da família das poáceas, classificada no grupo de sistema fotossintético C-3 e adaptada ao ambiente aquático. Esta adaptação está relacionada à presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, o que possibilita a transferência de oxigênio do ar para a camada da rizosfera (SOSBAI, 2014).

O ciclo de desenvolvimento do arroz pode ser dividido em três fases: a de plântula, que vai da semente não embebida à emergência do prófalo do coleóptilo; a vegetativa, que vai do colar formado na primeira folha do colmo principal ao aparecimento do colar da última folha (folha bandeira) no colmo principal e a reprodutiva, que se estende da iniciação da panícula à maturação fisiológica (Counce *et al.*, 2000; Freitas *et al.*, 2006; Streck *et al.*, 2007). A identificação dos estádios de desenvolvimento do arroz e a quantificação do tempo necessário para atingir cada um são importantes ferramentas que pesquisadores, técnicos e orizicultores podem utilizar no planejamento das práticas de manejo da lavoura orizícola (Alves *et al.*, 2000; Steinmetz *et al.*, 2004; Freitas *et al.*, 2006; SOSBAI, 2014).

Segundo Cruz (2010), os fatores meteorológicos preponderantes para o desenvolvimento da planta de arroz são temperatura, radiação solar e umidade do ar e do solo. Em temperaturas do ar de 20 a 35°C as plantas apresentam adequado desenvolvimento. No entanto, durante o período reprodutivo, temperaturas abaixo ou acima destes valores podem causar esterilidade de espiguetas (Cruz, 2010). A maior resposta do arroz à radiação solar ocorre na fase reprodutiva, devendo esta coincidir com o período de maior disponibilidade de radiação solar, o que ocorre nos meses de dezembro a fevereiro nas principais regiões produtoras do sul do Brasil (Cruz, 2010).

A planta do arroz possui capacidade de crescer sob diversas condições, podendo ser cultivada em terras altas, nas várzeas e em planícies inundáveis (Bambaradeniya & Amarasinghe, 2004). O sistema de produção de arroz irrigado por inundação (ecossistemas de terras baixas) é o mais expressivo, representando 80% do produzido no mundo (Barrigossi *et al.*, 2004).

Os cultivos de arroz irrigado no Sul do Brasil são localizados principalmente em ecossistema de terras baixas, formados por planícies de rios, lagoas e lagoas, as quais apresentam a característica de hidromorfismo (EMBRAPA, 2005). No entanto, o sistema de irrigação por inundação requer que o solo apresente algumas características intrínsecas favoráveis, como a textura superficial, de preferência franca, seguida por presença de gradiente textural (horizonte com condutividade hidráulica baixa ou nula) e paisagem com baixa declividade e irregularidade superficial da área (SOSBAI, 2014).

O aproveitamento eficiente e racional destes solos para o cultivo de arroz irrigado exige a adequação da área que inclui a criação de canais de irrigação e drenagem, a construção de estradas internas e de taipas nos quadros, e o nivelamento da superfície do solo em nível ou desnível, dependendo do sistema de cultivo utilizado (SOSBAI, 2014).

No Rio Grande do Sul predomina o sistema de cultivo mínimo com semeadura direta (74,2% da área), seguido dos sistemas convencional (15,7%) e pré-germinado (10,1%) (SOSBAI, 2014). Nos dois primeiros sistemas de cultivo, o preparo da área e a semeadura são realizados em solo seco (SOSBAI, 2014). No sistema pré-germinado, o preparo do solo deve ser feito, preferencialmente, em solo seco com grade ou enxada rotativa, para evitar a proliferação de plantas daninhas aquáticas. Este preparo é seguido da etapa de formação da lama, na qual o solo inundado é preparado com grade ou enxada rotativa, com posterior nivelamento e alisamento com pranchão de madeira,

visando adequar a área para receber as sementes pré-germinadas (Eberardt & Schiocchet, 2011) que se apresentam em fase adiantada de germinação, decorrente do contato com água, oxigênio e temperatura ideal (SOSBAI, 2014).

1.2 Cultivo orgânico de arroz irrigado

A agricultura gera pressões sobre ecossistemas naturais, sendo que, quanto menos impactante e mais produtivo for o agroecossistema, mais sustentável será a produção de alimentos. Neste cenário, a agricultura orgânica desponta como uma alternativa à produção de alimentos sem a utilização de fertilizantes minerais e agrotóxicos, o que vem ao encontro de uma maior procura, pela população, por alimentos orgânicos (Mooz & Silva, 2014).

Em assentamentos no entorno do município de Porto Alegre (RS), a matriz econômica primária principal é o arroz irrigado, em razão das condições climáticas, topográficas, edáficas e hidrográficas favoráveis da região (Vignolo, 2010). Inicialmente, os agricultores assentados buscaram viabilidade econômica, através da reprodução do modelo de produção de arroz convencional. Entretanto, fatores como qualidade de vida dos agricultores e problemas com intoxicação por agrotóxicos, assim como questões econômicas e políticas, levaram à substituição do modelo tecnológico no final da década de 1990 (Vignolo, 2010). Assim, no ano de 1999, foi iniciada a produção de arroz irrigado orgânico em dois assentamentos rurais, em áreas de 3 a 4 hectares, sendo obtida a certificação de produção orgânica em 2003 (Menegon *et al.*, 2009).

O aprendizado do manejo na lavoura de arroz orgânico nos assentamentos foi possível a partir de trocas de experiências com agricultores, técnicos e pesquisadores

que já desenvolviam a atividade no Estado (Vignolo, 2010). O autor pondera que a falta de pesquisa direcionada a este sistema de produção forçou os agricultores a realizarem pesquisas *in-situ* de forma empírica, através de práticas de “tentativa e erro”, observando os resultados e trocando experiências com outros que também estavam iniciando a produção de arroz no sistema orgânico.

A construção do conhecimento agroecológico se dá através da interação entre os diferentes atores, através de abordagens integrais de gestão do conhecimento e metodologias colaborativas que permitem a apropriação do conhecimento de forma equilibrada e harmoniosa (Petersen & Dias, 2007; Cotrim & Dal Soglio, 2012). Entretanto, ainda é necessário promover o envolvimento e a integração da pesquisa formal no processo de desenvolvimento do sistema produtivo de arroz irrigado orgânico (Escher, 2010).

A perspectiva do conhecimento na produção orgânica está fundamentada na prática da observação do sistema feita pelo próprio produtor, gerando infinitas possibilidades de desenho e manejo dos agroecossistemas (Canuto, 2008). A implementação dos sistemas agroecológicos não deve seguir a lógica dos “pacotes tecnológicos”, mas precisa ocorrer de forma descentralizada e localizada, respeitando as características peculiares de cada local, sendo guiada por aqueles que percebem a agroecologia não só como uma forma produtiva, mas sim como um meio de vida (Bracagioli, 2003).

A ferramenta organizativa para suprir as limitações técnicas e impulsionar a cooperação e a organização entre os agricultores foi à criação do “Grupo Gestor do Arroz Ecológico”. Este grupo propicia espaços de formação e trocas de experiências entre os orizicultores orgânicos e possibilita concretização de projetos que englobam

desde a produção de sementes até a sua comercialização, beneficiando todas as famílias envolvidas no processo (Vignolo, 2010; Escher, 2010; Preis, 2012).

O domínio de toda a cadeia produtiva, desde a produção de sementes até a comercialização dos grãos, fortalece a produção de arroz orgânico nos assentamentos rurais. Conforme Ploeg (2008) é através da interação com os elementos, em um lento processo de melhoria de qualidade e produtividade dos recursos, que os produtores desenvolvem as ferramentas para aumentar sua autonomia. Assim, os agricultores produzem suas próprias sementes, sendo que, na safra 2013/2014, foram beneficiados 10 mil sacos de sementes de arroz orgânico (INCRA, 2014). A secagem, o beneficiamento e a armazenagem das sementes e grãos são realizados em unidades próprias no estado do RS, com capacidade para 46% da produção total (Casparly, 2014).

No sistema de produção de arroz orgânico, pode ocorrer no período de entressafra, a integração com a bovinocultura de corte e leiteira, a criação de marrecos de Pequim (*Anas platyrhynchos* L.), a utilização de *Azolla* spp. e a rizipiscicultura (Prochnow, 2002; Vignolo, 2010; Escher, 2010). O sistema de cultivo pré-germinado é o mais indicado, uma vez que não é permitido o uso de agrotóxicos, sendo o manejo adequado da lâmina de água fundamental para o controle de plantas invasoras espontâneas e insetos fitófagos (Vignolo, 2010).

A correção e fertilização do solo nas lavouras de arroz orgânico são realizadas pela integração com animais e/ou utilizando insumos que atendam à Instrução Normativa n° 46, de 06 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011). No pré-plantio (antes da semeadura), são utilizados eventualmente pó-de-rocha, calcário, compostos orgânicos e preparados biodinâmicos, os quais são aplicados antes do preparo do solo. Após a semeadura, podem ser utilizados biofertilizantes, compostos orgânicos peletizados ou

preparados biodinâmicos (Prochnow, 2002; Vignolo, 2010; Escher, 2010; Menegon *et al.*, 2013).

O preparo do solo em lavouras de arroz orgânico conduzidas no sistema pré-germinado é semelhante ao realizado no sistema convencional. No entanto, a antecipação deste preparo é fator chave neste sistema de produção. A inundação após a conclusão do preparo do solo deve ocorrer entre 20 a 30 dias antes da semeadura, com intuito de evitar a toxidez às plântulas de arroz causadas por ácidos orgânicos produzidos na fermentação do material vegetal incorporado (Macedo *et al.*, 2007). Além disso, a inundação da área acelera a disponibilização de nutrientes para as plântulas de arroz e reduz a germinação de plantas daninhas, tais como arroz vermelho e capim arroz (Macedo *et al.*, 2007; SOSBAI, 2014).

A semeadura no sistema pré-germinado é realizada de forma manual ou mecanizada com sementes de arroz pré-germinadas, seguida de drenagem da água, deixando o solo encharcado até o estabelecimento das plântulas (Vignolo, 2010; Escher, 2010). Esta drenagem é um dos problemas do sistema, pois esta retirada de água promove também a retirada de solo e nutrientes da área. Do ponto de vista ecológico, é uma prática não recomendada, porém considerada necessária pelos produtores, visando melhorar o estabelecimento inicial das plântulas (Prochnow, 2002; Vignolo, 2010; Escher, 2010). Após o estabelecimento das plantas (250 a 300 plantas m⁻²), a irrigação é retomada, sendo mantida lâmina de água permanente na lavoura até a colheita (Prochnow, 2002; Vignolo, 2010; Escher, 2010).

Escher (2010), ao analisar a produção de arroz irrigado orgânico nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, concluiu que há deficiência de pesquisa pelos órgãos oficiais em relação a este sistema. Além disso, apontou que é indispensável à formação de recursos humanos capazes de orientar a produção de arroz irrigado orgânico,

propiciando um processo de apropriação das técnicas e do conhecimento e o aprendizado coletivo. Na safra 2014-2015, o arroz irrigado orgânico foi cultivado em 15 assentamentos rurais de 18 municípios do estado do RS, totalizando aproximadamente 5.000 hectares, resultando na produção de 24 mil toneladas de arroz orgânico, o que representa produtividade média de 4,8 t ha⁻¹ (BRASIL, 2015).

Cabe à pesquisa contemplar e se dedicar a desafios relacionados ao sistema de produção de arroz irrigado orgânico, tais como melhoria na produtividade, utilização de integração com pecuária, emprego de cultivares adequadas à produção de arroz orgânico, reaproveitamento da casca de arroz, desenvolvimento de filtros para contenção de sedimentos e avaliação da utilização de bactérias diazotróficas para fixação de nitrogênio, dentre outros (Machado & Machado, 2014).

1.3 Insetos na cultura do arroz irrigado

Na Ásia tropical em cultivos de arroz, existem mais de 800 espécies de insetos que causam algum tipo de dano, sendo a maior parte destas consideradas pragas secundárias (Dale, 1994).

No Rio Grande do Sul, Costa (2007) e Fritz *et al.*, (2011), ao avaliarem a incidência de artrópodes em lavoura de arroz irrigado, relataram que menos de 40% dos artrópodes coletados eram fitófagos, predominando outros indivíduos deste grupo que não causam dano ao cultivo do arroz.

Estimativas indicam que, no cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, algumas espécies de fitófagos podem causar perdas de produtividade na ordem de 15% a 30% (SOSBAI, 2014). Além das perdas anuais de produção de grãos, dependendo do

sistema de cultivo existem os riscos de impacto ambiental, em decorrência do aumento do uso indevido de inseticidas químicos (Martins & Cunha, 2007).

De maneira geral, a planta de arroz pode ser atacada em diferentes partes por diversos grupos de fitófagos. As sementes, plântulas e raízes são atacadas, principalmente, por larvas e adultos de coleópteros antes e durante a inundação da lavoura (SOSBAI, 2014). Folhas e colmos são atacados por insetos mastigadores, sugadores, raspadores e brocas, sendo os dois primeiros grupos os mais importantes. Já os grãos são atacados por um complexo de insetos sugadores, os quais podem afetar a quantidade e a qualidade do produto colhido (SOSBAI, 2014). Assim, conhecer os principais insetos que causam danos ao cultivo é de fundamental importância no estabelecimento de estratégias adequadas de manejo (Oliveira *et al.*, 2010).

Considerando a sequência com que os insetos ocorrem durante as fases da cultura, as recomendações técnicas da pesquisa em arroz irrigado para o sul do Brasil (SOSBAI, 2014) destacam 14 espécies principais: o pulgão-da-raiz, *Rhopalosiphum rufiabdominale* (Sasaki, 1899) (Hemiptera: Aphididae); a pulga-do-arroz, *Chaetocnema* sp. (Coleoptera: Krysomelidae); o Cascudo-preto, *Eutheola humilis* (Burmeister, 1847) (Coleoptera: Scarabaeidae); o gorgulho-aquático/bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Curculionidae: Coleoptera); a lagarta-da-folha, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae); a Lagarta-boiadeira, *Nymphula* spp. (Lepidoptera: Pyralidae); o percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stål, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae); a broca-do-colmo, *Ochetina uniformis* (Pascoe, 1881) (Coleoptera: Eirirhinidae), *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Rupela albinella* (Cramer, 1781) (Lepidoptera: Pyralidae); a lagarta-da-panícula, *Pseudaletia sequax* Franclemont, 1951 e *P. adultera* (Schaus, 1894) (Lepidoptera:

Noctuidae); o percevejo-do-grão, *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) e *O. ypsilongriseus* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Pentatomidae).

Em relação à incidência de insetos pragas em arroz orgânico, Escher (2010), ao analisar o sistema de produção a partir de estudos de caso nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, relatou que, nos primeiros anos de produção com manejo orgânico, os problemas com insetos herbívoros foram mais severos. Entretanto, as infestações foram sendo reduzidas com o passar do tempo. As pragas de maior ocorrência nas lavouras de arroz orgânico do RS, segundo a autora, foram a bicheira-da-raiz, que pode ser controlada com a retirada de água da lavoura, e a lagarta-da-folha, cujo manejo é realizado com a elevação da lâmina de água.

As recomendações técnicas para o controle de insetos na cultura do arroz irrigado preconizam medidas integradas de manejo que reduzam os danos causados à cultura (SOSBAI, 2014). Dentre as medidas para controle de pragas em lavoura de arroz irrigado orgânico pode ser citadas a adequação da época de semeadura, a integração com animais, o emprego de armadilhas e o controle cultural pela lâmina de água (Mattos & Martins, 2009).

A integração da lavoura de arroz orgânico com a criação de marrecos de Pequim auxilia no manejo integrado de insetos. Esta constatação foi apresentada por Pettile & Azambuja (2005), os quais reportaram o consumo médio de 64 adultos de *O. oryzae*, 12 adultos *O. uniformis*, 10 caramujos (*Pomacea* spp.), 30 adultos de percevejos (*T. limbativentris*, *O. poecilus* e *O. ypsilongriseus*) e 960 grãos de arroz por ave, após um dia de permanência destas na lavoura. Além disso, uma população de 1.000 marrecos durante 6 meses em 30 ha produziu 9 t de esterco e o equivalente a 140 sacas de arroz em casca em função da comercialização de carne e ovos.

Um fato a ser considerado é que uma maior diversidade de vegetação é encontrada em lavouras de arroz orgânico em relação a lavouras convencionais (Escher, 2010). Esta vegetação pode atuar como barreira contra a contaminação por pulverização com agrotóxicos em lavouras de arroz convencional vizinhas às orgânicas (Escher, 2010), além de aumentar a diversidade de insetos benéficos.

No município de Viamão/RS, foi quantificada a diversidade de insetos predadores em agroecossistema com produção de arroz orgânico e em área de preservação permanente (APP), sendo que foram encontradas 18 morfoespécies comuns entre as duas áreas (Gonzáles *et al.*, 2014). As autoras concluem que a APP pode estar funcionando como um reservatório de espécies predadoras, ou seja, a presença de área de mata nativa próxima às lavouras de arroz pode ajudar na manutenção da biodiversidade (Gonzáles *et al.*, 2014). No mesmo local, Silva *et al.*, (2015) avaliaram a ocorrência de parasitoides, encontrando 430 indivíduos na área de APP e 203 indivíduos na área com arroz orgânico. Apesar do menor número de indivíduos na área de cultivo do arroz orgânico, foi constatada maior abundância de parasitoides na lavoura na época de cultivo desta espécie (Silva *et al.*, 2015).

A vegetação herbácea sobre as taipas das lavouras de arroz, também representa uma função ecológica importante na manutenção de inimigos naturais. Simões-Pires *et al.*, (2015), ao avaliarem a diversidade de insetos predadores em lavoura de arroz orgânico no município de Viamão (RS) com taipas roçadas ou não, constataram maior abundância de inimigos naturais na área em que foi mantida a vegetação sobre as taipas. O estudo mostrou que este ambiente serve também de abrigo para inimigos naturais.

1.4 Manejo da fertilidade do solo em lavouras de arroz irrigado

Os agricultores utilizam há muitos séculos resíduos orgânicos, tanto vegetais quanto animais, como material a ser incorporado ao solo, com o intuito de favorecer o desenvolvimento das plantas e aumentar a produção agrícola (Kiel, 1985).

A utilização de compostos orgânicos representa uma alternativa de adubação em lavouras de arroz irrigado (SOSBAI, 2014). No entanto, a baixa concentração de nutrientes de boa parte dos adubos orgânicos dificulta sua utilização como fonte exclusiva de nutrientes, uma vez que, para suprir as exigências da cultura, existe a demanda por grande volume de material, ocasionando limitações de ordem operacional (SOSBAI, 2014).

Na adubação orgânica, em princípio, não é necessário aplicar as doses de nutrientes que seriam requeridas nas químicas, porque a liberação geralmente, como no caso do nitrogênio, é mais lenta e gradual, facilitando sua absorção pelas raízes (Koller, 2005). Pesquisas indicam que os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio presentes em compostos orgânicos são liberados gradativamente na ordem de 50%, 80% e 100% no primeiro cultivo e 20%, 20%, e 0% no segundo (SBCS, 2004).

Dentre os fertilizantes utilizados na agricultura moderna, o composto orgânico é o adubo mais completo, se comparado aos demais (Kiehl, 1985). Além do fornecimento de nutrientes, possui ação condicionadora do solo, agindo como corretivo e aumentando a atividade de microrganismos benéficos (Kiehl, 1985). Agricultores e pesquisadores observaram que práticas de manejo que repõem e mantêm elevado teor de matéria orgânica e que aumentam o nível e diversidade da macro e microfauna do solo promovem um ambiente que incrementa a saúde das plantas (Mcguiness, 1993).

Por outro lado, o uso excessivo de fertilizantes minerais pode causar desequilíbrios nutricionais e reduzir a resistência das plantas às pragas (Magdoff & Van

Es, 2000). Altieri & Nicholls (2003) apontaram que práticas de fertilização mineral dos solos podem aumentar a suscetibilidade fisiológica das plantas ao ataque de insetos pragas, seja pela redução da resistência das plantas ao ataque de pragas ou pelo aumentada aceitabilidade da planta pelo herbívoro.

Em arroz irrigado, alguns trabalhos foram desenvolvidos buscando associar a presença de pragas à aplicação de adubos na cultura. Estudos demonstraram que as populações de *Nilaparvata lugens* (Stål, 1854) (Hemiptera: Delphacidae) respondem positivamente à aplicação de fertilização nitrogenada (Cheng, 1971; Dyck & Thomas, 1979; Heinrichs & Medrano, 1985; Lu & Heong, 2009). O aumento do teor de nitrogênio nos tecidos da planta de arroz aumentou o consumo de alimento da cigarrinha e excreção de *honeydew* (Sogawa, 1970; Cheng, 1971), a sobrevivência (Lu & Heong, 2009), a fecundidade (Visarto *et al.*, 2001; Lu & Heong, 2009), o crescimento populacional (Cheng, 1971; Visarto *et al.*, 2001; Lu & Heong, 2009) e a tendência para surtos de *N. lugens* (Uhm *et al.*, 1985; Lu & Heong, 2009).

Way *et al.*, (2006), por outro lado, ao avaliarem a incidência de *Lissorhoptus oryzaophilus* (Kuschel, 1952) (Coleoptera: Curculionidae) em arroz irrigado nos Estados Unidos da América, concluíram que as diferentes doses de fertilizantes nitrogenados não ocasionaram aumento na percentagem de perdas de produtividade causada por insetos pragas.

No RS, Cunha *et al.*, (2006) avaliaram o efeito da aplicação de nitrogênio sintético sobre a população de *O. oryzae* (bicheira-da-raiz) e concluíram que a alimentação de adultos é estimulada pela elevação do teor de N da parte aérea das plantas.

Bottrell & Schoenly (2012) analisaram a ocorrência da principal praga em lavouras de arroz irrigado na Ásia tropical, a cigarrinha *N. lugens*. Os autores

constataram que as tecnologias empregadas na modernização da agricultura, como as sementes melhoradas de alto potencial de rendimento, o uso de inseticidas, ocasionando a resistência de insetos pragas e a aplicação de elevadas doses de adubos nitrogenados resultaram em maiores infestações deste inseto.

No Japão, a densidade de cigarrinhas *Sogatella furcifera* (Horváth, 1899) (Hemiptera: Delphacidae) em campos de arroz foi significativamente maior em sistemas de produção convencionais quando comparados aos orgânicos. As taxas de estabelecimento de fêmeas e de sobrevivência dos estágios imaturos das progênes foram geralmente menores em sistemas orgânicos do que em convencionais (Kajimura *et al.*, 1995a). Em outro experimento conduzido com arroz fertilizado com adubo orgânico e mineral, Kajimura *et al.*, (1995b) avaliaram a incidência de ataque de herbívoros, níveis de aminoácidos no floema. O arroz fertilizado com adubo orgânico mostrou ser mais tolerante ao ataque dos herbívoros *N. lugens* e *S. furcifera*, por possuir níveis mais baixos de nitrogênio e aminoácidos livres no tecido vegetal do que o fertilizado com adubo mineral.

Chau & Heong (2005), ao compararem adubos minerais e orgânicos em lavoura de arroz irrigado nas Filipinas, concluíram que os fertilizantes testados não diferiram em produtividade. Além disso, os adubos orgânicos apresentaram melhor eficácia do que os fertilizantes minerais na indução do crescimento do arroz e na tolerância a insetos pragas e doenças. O manejo da fertilidade do solo com adubação orgânica apresentou efeito positivo na preservação de inimigos naturais em condições de campo, sendo que a melhor dose de composto orgânico recomendada foi de 2,5 t ha⁻¹ (Chau & Heong, 2005).

No Brasil, as pesquisas relacionadas à produção de arroz irrigado com manejo orgânico são escassas, havendo necessidade de melhor entendimento e de realização de

estudos de respostas da dinâmica entre insumos, solo, planta, doenças, plantas espontâneas e insetos pragas. As práticas de adubação orgânica tendem a liberar gradualmente nutrientes no solo, não provocando o aumento abrupto do teor de nitrogênio no tecido foliar, permitindo que, em tese, as plantas tenham nutrição mais equilibrada. O entendimento dos efeitos subjacentes da adubação orgânica na saúde das plantas podem nos levar a novos e melhores procedimentos de manejo integrado de pragas e de fertilidade do solo (Altieri & Nicholls, 2003). Assim, são necessários estudos a campo que indiquem a resposta que a utilização de adubação orgânica oferece em termos de incidência de pragas e produtividade de grãos de arroz em um sistema de produção orgânico, colaborando na construção de sistemas mais sustentáveis de produção desta cultura.

Considerando os aspectos abordados, em arroz irrigado pré-germinado cultivado em lavoura comercial sob sistema orgânico com aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos, este trabalho objetivou avaliar: a flutuação populacional de *O. oryzae* durante o ciclo da cultura; a fauna de Arthropoda nas diferentes fases da cultura; o rendimento de grãos e seus componentes; a produção de matéria seca; a quantidade de nutrientes acumulada na parte aérea e as eficiências agronômica e de recuperação do nitrogênio.

1.5 Referências

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, California, v. 72, n. 2, p. 203-211, 2003.

ALVES, V. C. et al. Exigências térmicas do arroz irrigado 'IAC 4440'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 171-174, 2000.

BAMBARADENIYA, C. N. B.; AMERASINGHE, F. P. **Biodiversity associated with the rice field agroecosystem in Asian countries: a brief review**. Colombo: IWMI, 2004. 25 p.

BARRIGOSI, J. A. F.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. **Agrotóxicos no cultivo do arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 8 p. (Circular Técnica, 67)

BOTTRELL, D. G.; SCHOENLY, K. G. Resurrecting the ghost of green revolutions past: the brown planthopper as a recurring threat to high-yielding rice production in tropical Asia. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Taiwan, v. 15 n. 1, p. 122-140, 2012.

BRACAGIOLI, A. Desenvolvimento e envolvimento da agricultura no sul do Brasil: abordagem crítica do processo de desenvolvimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA, 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: AS-PTA, 2003. p. 33-35.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 46 de 6 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 out. 2011. p. 4. 1677-7042.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Notícia: Ministro Patrus participa da 12ª Abertura da Colheita do Arroz Agroecológico. [2015]. Disponível em: <[http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/ministro-patrus-participa-da-12ª - Abertura-da-colheita-do-arroz-agroecológico](http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/ministro-patrus-participa-da-12a-Abertura-da-colheita-do-arroz-agroecologico)>. Acesso em: 11 abr. 2015.

CANUTO, J. C. Reflexões sobre o estado da arte do conhecimento agroecológico. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA, 9., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABA, 2008. p.1-9.

CASPARY, E. **Produção de arroz orgânico garante alimentação saudável e aproxima famílias assentadas**. [2014]. Disponível em: <<http://www.rs.gov.br/conteudo/202551/producao-de-arroz-organico-garante-alimentacao-saudavel-e-aproxima-familias-assentadas>>. Acesso em: 11 abr. 2015.

CHAU, L. M.; HEONG, K. L. Effects of organic fertilizers on insect pest and diseases of rice. **Omonrice**, Can Tho, v. 13, p. 26-33, 2005.

CHENG, C. H. Effect of nitrogen application on the susceptibility in rice to Brown planthopper attack. **Journal Taiwan Agricultural Research**, Taichung, v. 20, p. 21-30, 1971.

COSTA, E. L. N. **Ocorrência de artrópodes e seletividade de inseticidas na cultura do arroz irrigado**. 2007. 73 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

COTRIM, D.; DAL SOGLIO, F. K. Análise do processo de Construção do Conhecimento Agroecológico. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SOCIOLOGIA RURAL, 8., 2012, Porto de Galinhas. **Ponencias GT2**. Porto de Galinhas: Asociación Latinoamericana de Sociología Rural, 2010.

COUNCE, P. A.; 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.

CRUZ, R. P. **Exigências climáticas para a cultura do arroz irrigado**. Cachoeirinha: Irga/Estação experimental, Seção melhoramento genético, 2010. 40 p.

CUNHA, U. S. et al. Associação entre teor de nitrogênio em cultivares de arroz e ataque de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1678-1683, 2006.

DALE, D. Insect pests of the rice plant – their biology and Ecology. In: HEINRICH, E. A. (Ed.) **Biology and management of rice insects**. New Delhi: Wiley, 1994. p. 363-285.

DYCK, V. A.; THOMAS, B. The brown planthopper problem. In: DYCK, V. A.; THOMAS, B. (Ed.) **Brown Planthopper: Threat to Rice Production in Asia**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1979. p. 3-17.

EBERHARDT, D. S.; SCHIOCCHET, M. A. **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sistema pré-germinado)**. Florianópolis: Epagri, 2011. 83 p.

EMBRAPA. **Sistema de produção de Arroz Irrigado no Brasil**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/>>. Acesso em: 02 dez. 2014.

ESCHER, S. O. M. S. **Proposta para a produção de arroz ecológico: a partir de estudos de casos no RS e PR**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FAOSTAT. [Base de dados]. [2013]. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/ar423e/ar423e.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2013.

FAOSTAT. [Base de dados]. [2014]. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 02 dez. 2014.

FREITAS, T. F. S. et al. Validação de escala de desenvolvimento para cultivares brasileiras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 404-410, 2006.

FRITZ, L. L. et al. Diversity and abundance of arthropods in subtropical rice growing areas in the Brazilian south. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 20, n. 10, p. 2211-2224, 2011.

GONZÁLEZ, L. M. et al. Diversidad de insectos depredadores en área orizícola orgánica y de conservación, en Viamão, RS, Brasil. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 40, n. 1, p. 120-128, 2014.

HEINRICH, E. A.; MEDRANO, F. G. Influence of N fertilizer on the population development of brown planthopper (BPH). **Institute Rice Research**, Los Baños, v. 10, p. 20-21, 1985.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201410.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2014.

INCRA. **Assentados gaúchos promovem abertura da colheita do arroz ecológico**. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/assentados-realizam-abertura-da-colheita-de-arroz-agroecologico-na-proxima-semana>>. Acesso em: 11 abr. 2015.

KAJIMURA, T. et al. Effect of organic rice farming on planthoppers 4. Reproduction of the white backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth (Homoptera: Delphacidae). **Researches on population ecology**, Tokyo, v. 37 n. 2, p. 219-224, 1995.

KAJIMURA, T.; FUJISAKI, K.; NAKASUJI, F. Effect of organic rice farming on Leafhoppers and Planthoppers 2. Amino acid content in the rice phloem sap and survival rate of Planthoppers. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 30, n. 1, p. 17-22, 1995.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica “Ceres” Ltda., 1985. 492 p.

KOLLER, O. C. Adubação de pomares de citros. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CITRICULTURA DO RS, 12., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, Emater/RS e Fepagro, 2005. p. 39-64.

LU, Z. X.; HEONG, K. L. Effects of nitrogen-enriched rice plants on ecological fitness of planthoppers. In: Heong, K. L., Hardy, B. (Ed.), **Planthoppers: New Threats to the Sustainability of Intensive Rice Production Systems in Asia**. Los Baños: Institute Rice Research, 2009. p. 247-256.

MACEDO, V. R. M. et al. **Manejo da água e da adubação para maior sustentabilidade da lavoura de arroz pré-germinado no RS**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de Pesquisa, 2007. 20 p. (Boletim técnico, 3).

MACHADO, L. C. P.; MACHADO, L. C. P. M. F. **A dialética da agroecologia: Contribuições para um mundo com alimentos sem veneno**. São Paulo: Expressão Popular, 2014. 360 p.

MAGDOFF, F.; VAN ES, H. **Building Soils for Better Crops**. 2. ed. Washington: SARE, 2000. 230 p.

MARTINS, J. F. S.; CUNHA, U. S. **Situação do sistema de controle químico do gorgulho aquático *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do arroz no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 25 p. (Documentos, 215).

MATTOS, M. L. T; MARTINS, J. F. S. **Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 161 p. (Sistema de produção, 17).

MCGUINNESS, H. **Living Soils: Sustainable Alternatives to Chemical Fertilizers or Developing Countries**. New York: Consumers Policy Institute, 1993.

MENEGON, L. L. et al. Produção de Arroz Agroecológico em Assentamentos de Reforma Agrária no entorno de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 3363-3366, 2009.

MENEGON, L. L. et al. Tecnologias aplicadas no manejo do arroz agroecológico em assentamentos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 1-6, 2013.

MOOZ, E. D.; SILVA, M. V. D. Cenário mundial e nacional da produção de alimentos orgânicos. **Nutrire**, Botucatu, v. 39, n. 1, p. 99-112, 2014.

OLIVEIRA, J. V. et al. **Insetos-praga associados à cultura do arroz irrigado**. Cachoeirinha: IRGA, 2010. 56 p. (Boletim técnico, 8).

PETERSEN, P.; DIAS, A. **Construção do Conhecimento Agroecológico: novos papéis, novas identidades**. Rio de Janeiro: Gráfica Popular, 2007. 287 p.

PETTILE, L. J.; AZAMBUJA, M. O. R. **Controle Biológico de Pragas e Invasoras do Arroz Irrigado com o Marreco-de-Pequim**. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=Controle+Biol%C3%B3gico+de+Pragas+e+Invasoras+do+Arroz+Irrigado+com+o+Marreco-de-Pequim&rlz=1C1VSNA_enBR571BR573&oq=Controle+Biol%C3%B3gico+de+Pragas+e+Invasoras+do+Arroz+Irrigado+com+o+Marreco-de-Pequim&aqs=chrome..69i57j69i60.856j0j4&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8>. Acesso em: 12 abr. 2015.

PLOEG, J. V. D. **Camponeses e Impérios Alimentares**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 372 p.

PREIS, V. P. **Construção do conhecimento agroecológico: o processo das Famílias produtoras de arroz no Assentamento Filhos de Sepé, Viamão**. 2013. 195 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural, Departamento da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PROCHNOW, R. **Alternativas tecnológicas para a produção de arroz orgânico**. 2002. 193 f. Dissertação (Mestrado em agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Núcleo Regional Sul Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

SILVA, G. S.; JAHNKE, S. M.; FERREIRA, M. L. G. Hymenoptera parasitoids in protected area of Atlantic Forest biomes and organic rice field: compared assemblages. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, 2015. (no prelo)

SIMÕES-PIRES, P. R.; JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R. Influence of the vegetation management of the levees in irrigated rice organic in diversity of Hymenoptera parasitoids. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 3, p. 774-781, 2015.

SOGAWA, K. Studies on the feeding habits of the brown planthopper I. Effects of nitrogen-deficiency of host plant on insect feeding. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 14, p. 101-106, 1970.

SOSBAI - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p.

STEINMETZ, S. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES, J. R. A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 45-74.

STRECK, N. A. et al. Soma térmica de algumas fases do ciclo de desenvolvimento da escala de Counce para cultivares sul-brasileiras de arroz irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 357-364, 2007.

UHM, K. B., HYUN, J. S.; CHOI, K. M. Effects of the different levels of nitrogen fertilizer and planting space on the population growth of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål). **International Rice Research Institute**, Los Baños, v. 27, p. 79-85, 1985.

VIGNOLO, A. M. S. **Insumos orgânicos na produção de arroz em assentamentos da reforma agrária na Região de Porto Alegre/RS**. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado

em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

VISARTO, P. et al. Effect of fertilizer, pesticide treatment, and plant variety on the realized fecundity and survival rates of Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae) - generating outbreaks in Cambodia. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Suwon, v. 4, n. 1, p. 75-84, 2001.

WAY, M. O. et al. Effects of nitrogen fertilizer applied before permanent flood on the interaction between rice and rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of economic entomology**, College Park, v. 99, n. 6, p. 2030-2037, 2006.

2 ARTIGO 1

Incidência de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em sistema orgânico de arroz irrigado com aplicação de Ecocitrus® e Folhito® *²

² Artigo configurado segundo as normas da revista Biotemas.

Incidência de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em sistema orgânico de arroz irrigado com aplicação de Ecocitrus® e Folhito®

Resumo

No cultivo do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em sistema orgânico, os agricultores utilizam resíduos vegetais e animais para melhorar a produtividade. No entanto, o aumento do teor de nutrientes no tecido vegetal pode causar maior ataque de fitófagos. Objetivando avaliar a incidência de *Oryzophagus oryzae* durante o ciclo da cultura sob diferentes regimes de adubação orgânica, montou-se um experimento a campo em Viamão, RS. Os tratamentos foram T: Testemunha (sem aplicação de insumo); 2, 4 e 6 t.ha⁻¹ de dois compostos orgânicos (Ecocitrus® e Folhito®). Definiram-se 12 quadrats (1 m²) em cada tratamento nos quais se avaliou o número de adultos, larvas e o dano. A presença de adultos na lavoura foi constatada de 08/11/2013 a 06/01/2014. As larvas foram encontradas entre 22/11/2013 a 06/01/2014. Na fase de desenvolvimento vegetativo do arroz ocorreu maior número médio de larvas no tratamento F2. Na fase reprodutiva ocorreu maior número de adultos no tratamento E2. A espécie está presente na lavoura desde 21 dias após a irrigação (DAI) até 80 DAI, sendo a maior densidade de larvas registrada em 49 DAI, correspondendo fase de desenvolvimento vegetativo. As maiores doses de adubo orgânico não aumentaram a incidência de *O. oryzae*.

Palavras chave: Arroz pré-germinado; Coleoptera; Composto orgânico; Produção agroecológica

Abstract

Occurrence of *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in organic system of irrigated rice production with Ecocitrus® e Folhito®. In irrigated rice cultivation (*Oryza sativa*) in organic system, producers to fertilize the soil have used plant and animal residues. However, the increase of nutrients content in the plant tissue can cause a bigger attack of phytophagous insects. Aiming to evaluate productivity and incidence of *Oryzophagus oryzae* we set a field experiment in Viamão, Rio Grande do Sul. The treatments were T: Control (without application of compost); 2, 4 e 6 t.ha⁻¹ of two organic compost (Ecocitrus® and Folhito®). Were defined 12 quadrats in each

treatment in which we evaluated the number of adults, larvae and the damage of *O. oryzae* the presence of adults in the fields was observed from 11/08/2013 and 01/06/2014. The larvae were found between 11/22/2013 and 01/06/2014. In the sub-period of rice vegetative development occurred a higher number of larvae in treatment F2. In the reproductive development of rice occurred a higher number of adults in treatment E2. The specie is present in the fields from 21 days after irrigation (DAI) to 80 DAI, the largest larvae density recorded at 49 DAI, corresponding vegetative growth stage. Higher doses of organic fertilizer used in this experiment did not increase the incidence of *O. oryzae*.

Key words: Agroecological production; Coleoptera; Organic compost; Pre-germination rice

Título resumido: Incidência de *O. oryzae* em arroz orgânico aplicando compostos

Introdução

A ocorrência de insetos herbívoros em agroecossistemas pode ser regulada por diversos fatores. As condições edafoclimáticas, o sistema de cultivo, as cultivares e os insumos utilizados para nutrição das plantas podem influenciar a diversidade de insetos pragas e seus inimigos naturais (RAKSHIT, 2013).

Na Ásia tropical, existem mais de 800 espécies de insetos que causam algum tipo de dano em arroz, sendo a maior parte destas consideradas pragas secundárias (DALE, 1994). Em lavouras de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul (RS), são 14 principais insetos que ocorrem em distintas fases da cultura e são capazes de reduzir o rendimento de grãos, sendo que o conhecimento das espécies ocorrentes é de fundamental importância no estabelecimento de estratégias de controle (SOSBAI, 2014).

Estimativas indicam que, no cultivo de arroz irrigado no RS, algumas espécies de fitófagos podem causar perdas de produtividade na ordem de 15% a 30% (SOSBAI, 2014). Dentre as principais pragas de arroz irrigado está a bicheira-da-raiz-do-arroz, *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae). Os adultos de *O. oryzae* alimentam-se de folhas e ovipositam nas partes submersas da planta, sendo que as larvas causam danos ao se alimentarem das raízes, afetando o crescimento das plantas (MARTINS; CUNHA, 2007). Além da redução do potencial produtivo, existem os

riscos de impacto ambiental, em decorrência do crescimento no uso de inseticidas químicos para controle desta praga (MARTINS; CUNHA, 2007).

Em lavouras de arroz irrigado, conduzidas em sistema orgânico de produção, a otimização do uso de insumos pode levar à melhoria do potencial produtivo da cultura e da qualidade do produto final assim como da sustentabilidade econômica e ambiental do sistema produtivo (SOSBAI, 2014). Neste contexto, o uso de compostos orgânicos representa uma alternativa para aumento da produtividade em lavouras de arroz orgânico. Entretanto, recomendações de adubação para o cultivo do arroz irrigado (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC, 2004; SOSBAI, 2014) carecem de estudos de resposta do arroz à aplicação de compostos orgânicos.

Práticas de fertilização podem aumentar a suscetibilidade fisiológica das plantas ao ataque de insetos, seja pela redução da resistência das plantas ou pelo aumento da aceitabilidade da planta pelo herbívoro (ALTIERI; NICHOLLS, 2003).

Na Ásia tropical, Bottrell e Schoenly (2012) avaliaram a ocorrência da principal praga em lavouras de arroz irrigado, a cigarrinha *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae). Os autores apontaram como causas do aumento na ocorrência desta praga as tecnologias empregadas na modernização da agricultura, tais como o emprego de sementes de alto potencial produtivo, o uso de inseticidas, ocasionando a resistência de insetos pragas e a aplicação de elevadas doses de adubos nitrogenados.

Em relação ao uso de diferentes insumos para adubação, Chau e Heong (2005) compararam a adubação mineral e a orgânica em lavoura de arroz irrigado nas Filipinas. Os autores concluíram que os adubos orgânicos apresentaram melhor eficácia do que os fertilizantes químicos na indução do crescimento do arroz e da tolerância a insetos pragas e doenças. Adicionalmente, relataram que o emprego de adubação orgânica apresentou efeito positivo na preservação de inimigos naturais em condições de campo.

Na Índia, Rakshit (2013) avaliou, em duas safras, a ocorrência de insetos praga e moléstias em arroz, em função da utilização de compostos orgânicos e fertilizantes químicos. Entre os insumos testados, o composto orgânico apresentou maior rendimento de grãos e o fertilizante químico resultou em maior porcentagem de grãos e folhas afetadas por insetos e doenças.

A pesquisa brasileira, entretanto, carece de resultados em relação à incidência de insetos fitófagos em arroz irrigado cultivado em sistema orgânico de produção em função da aplicação de compostos orgânicos. Cunha et al. (2006) avaliaram o efeito da

aplicação de nitrogênio (N) sobre a população de *O. oryzae*. Os autores verificaram que a alimentação de adultos foi estimulada pela elevação do teor de N na parte aérea das plantas.

Doses inadequadas de insumos, mesmo de origem orgânica, aplicados em lavouras de arroz podem aumentar a ocorrência de insetos praga, elevarem os custos de produção e gerar contaminação do agroecossistema. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a incidência da bicheira-da-raiz durante um ciclo da cultura em lavoura de arroz irrigado sob manejo orgânico em função da aplicação de diferentes fontes e doses de fertilizantes orgânicos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na safra 2013/14 no município de Viamão/RS, Brasil, em lavoura comercial de 8 ha de arroz pré-germinado em sistema orgânico de produção. O clima na área de estudo é subtropical úmido, conforme classificação de Köppen, com precipitações bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes, com temperaturas superiores a 22°C. O solo da área é classificado como Planossolo Háplico.

A área permaneceu drenada entre março a agosto de 2013, produzindo cobertura de 1,49 t.ha⁻¹ de matéria seca. Neste período, foram coletadas amostras de solo, apresentando os seguintes valores: argila: 12%; pH (água): 5,1; P e K disponíveis (Mehlich 1): 5,1 e 18 mg.dm⁻³; Ca, Mg e Al trocável (KCl 1,0 mol.L⁻¹): 1,5, 0,7 e 0,3 cmol_c.dm⁻³ respectivamente; CTC pH 7,0: 5,8 cmol_c.dm⁻³ e matéria orgânica: 18 g.kg⁻¹.

Em cada quadro de aproximadamente 0,5 ha foi aplicado um tratamento. Estes constaram da aplicação de diferentes doses (2, 4 e 6 t.ha⁻¹) de dois compostos orgânicos (Ecocitrus[®] e Folhito[®]) autorizados para uso em produção orgânica (BRASIL, 2003), além da testemunha, a qual não recebeu a aplicação de composto. O composto orgânico Ecocitrus[®] é elaborado a partir de resíduos de agroindústrias florestais, avícolas e citrícolas, enquanto que composto Folhito[®] é constituído de cama de aves e resíduos de agroindústria avícola. A composição físico-química dos compostos testados é apresentada na Tabela 2.1.

As doses dos compostos orgânicos utilizados no experimento atendem em 30, 60 e 100% da demanda nutricional do arroz irrigado para alcançar uma produtividade de 6 t.ha⁻¹.

Antecedendo a aplicação dos insumos, as saídas de água dos quadros foram fechadas para evitar perdas de nutrientes, aproveitando a água das precipitações para preparo do solo. Com base na análise do solo, foi aplicado, em 6 de agosto de 2013, 1 t.ha⁻¹ de calcário (PRNT 100%) para suprir as necessidades de Ca e Mg (SOSBAI, 2014). No dia 7 de agosto, foram distribuídos os compostos orgânicos no experimento com mesmo equipamento que distribuiu calcário, sendo realizada a incorporação dos insumos e resteva com enxada rotativa no dia 10/08/2013. O preparo final do solo foi realizado dia 27 de setembro de 2013 com gradagem e nivelamento.

TABELA 2.1: Composição físico-química dos adubos orgânicos utilizados no experimento, conforme análise feita no laboratório de solos da UFRGS, 2013.

Variável	Ecocitrus [®]	Folhito [®]
Cálcio - Ca (%)	8,4	5,3
Carbono orgânico (%)	17	29
Densidade (kg.m ⁻³)	807	582
Potássio - K (%)	0,5	2,2
Magnésio - Mg (%)	0,42	0,66
Nitrogênio - N (%)	1,3	1,7
Fósforo - P (%)	0,32	1,2
pH (água)	8	8,8
Relação C/N	13,1	17,1
Umidade (%)	49	45

A semeadura da cultivar Epagri 108 foi realizada dia 7/10/2013 na densidade de 175 kg.ha⁻¹ e prontamente a área foi drenada por um período de 11 dias visando evitar a predação por pássaros, insetos e caramujos. Em seguida foi retornada a irrigação por cinco dias para controle de plantas indesejadas. Após, a lâmina de água foi novamente retirada por 12 dias para favorecer o estabelecimento das plantas de arroz e evitar acamamento, seguido da manutenção de lâmina de água de 15 cm nos quadros, inclusive na realização da colheita.

A lavoura na qual o experimento foi realizado é conduzida sob sistema de produção orgânica certificada pelo Instituto de Mercado Orgânico (IMO), atendendo à Legislação Brasileira de Orgânicos (Lei n.º 10.831, de 23 de dezembro de 2003) (BRASIL, 2003).

As amostragens quinzenais da bicheira-da-raiz foram realizadas entre os dias 08/11/2013 (estádio V4, quatro folhas completamente expandidas, segundo escala

proposta por COUNCE et al., 2000) e 28/02/2014 (uma semana antes da colheita) totalizando nove ocasiões amostrais. Para amostragens de *O. oryzae*, foram definidos, em cada tratamento, três linhas imaginárias (transectos), sendo uma em cada extremidade e outra no meio do quadro. Em cada transecto, foram delimitados quatro *quadrats* (1 m²), totalizando 12 amostras por tratamento por ocasião amostral.

A presença de adultos foi avaliada a partir da observação e a contagem de indivíduos presentes nas plantas do *quadrat* e a quantificação do dano foram feitas pela avaliação da presença de folhas lesionadas. Para amostragens das larvas foi coletada uma amostra de solo e plantas por tratamento com cano de PVC de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, sendo este introduzido a 8 cm no solo. Após a retirada da amostra, esta foi agitada sobre balde com água, para liberação e contagem das larvas, segundo metodologia adaptada de Tugwell e Stephen (1981).

As médias de danos, larvas e adultos de *O. oryzae* foram avaliados pelo teste de Kruskal Wallis e quando significativa as diferenças entre os tratamentos, foi realizado o teste de Dunn com auxílio do software BioEstat[®].

Resultados e Discussão

Maior incidência de danos e larvas de *O. oryzae* ocorreu durante a fase de desenvolvimento vegetativo do arroz. Nesta fase, o sistema radicular do arroz é pouco desenvolvido, o que favorece o ataque das larvas do inseto às raízes das plantas (MARTINS; CUNHA, 2007). O número médio de adultos não diferiu entre as fases da cultura (Tabela 2.2).

Os danos e adultos de *O. oryzae* foram encontrados de 8/11/2013 a 6/01/2014, dos 21 dias após a irrigação (DAI) até os 80 DAI. A média de danos representada pelo número de folhas de arroz raspadas por adultos de *O. oryzae* foi de $1,58 \pm 0,35$ a $2,97 \pm 0,51$ danos.*quadrat*⁻¹ e não diferiu entre os tratamentos testados.

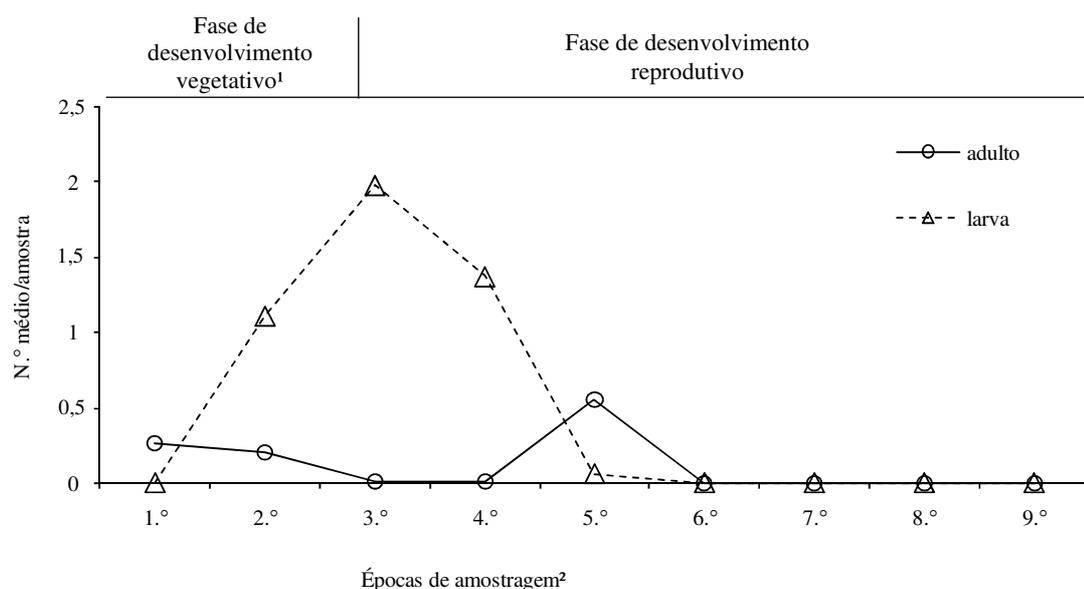
O número médio de adultos de *O. oryzae* na fase vegetativa do arroz, segundo escala de Counce et al., (2000), variou de 0 a $0,71 \pm 0,24$ adulto.*quadrat*⁻¹, não diferindo entre os tratamentos (Tabela 2.2).

Na fase reprodutiva do arroz, ocorreu um maior número médio de adultos ($2,75 \pm 0,49$ adultos.*quadrat*⁻¹) no tratamento E2, não diferindo do E4. Nos tratamentos T, E6, F2 e F4 não foram encontrados indivíduos.

O número médio de larvas da bicheira-da-raiz durante a fase vegetativa do arroz foi de $0,78 \pm 0,20$ a $2,42 \pm 0,42$ larvas.*quadrat*⁻¹ (Tabela 2.2). O tratamento F2 apresentou o maior número médio de larvas e diferiu apenas do tratamento E4. Na fase reprodutiva do arroz, não ocorreu diferença significativa no número médio de larvas entre os tratamentos testados (Tabela 2.2).

As larvas de *O. oryzae* ocorreram a partir de 35 dias após a inundação (DAI), alcançando um pico populacional aos 49 DAI e, após, decrescendo continuamente até 80 DAI (Figura 2.1). Os registros de ocorrência de larvas neste estudo foram tardios, se comparados aos de Carbonari et al. (2000), que documentaram a infestação das larvas a partir de 10 DAI em lavoura de arroz irrigado com manejo convencional no município de Pelotas/RS.

FIGURA 2.1: Número médio de larvas e adultos de *O. oryzae* por amostra em diferentes épocas de amostragem. Viamão/RS, 2013/14.



¹ Corresponde a escala fenológica de desenvolvimento do arroz proposta por Counce et al. (2000). ² Épocas de amostragem: 1.º: 21 dias após a irrigação (DAI); 2.º: 35 DAI; 3.º: 49 DAI; 4.º: 63 DAI; 5.º: 80 DAI; 6.º: 91 DAI; 7.º: 105 DAI; 8.º: 119 DAI e 9.º: 133 DAI.

O tempo em que os adultos de *O. oryzae* levam para estabelecer-se e ovipositar nas plantas, após o início da irrigação, pode ser variável (MARTINS; CUNHA, 2007). A exemplo do gorgulho aquático norte-americano do arroz, Shang et al. (2004) concluíram que o preparo e

TABELA 2.2: Número médio (\pm EP) de larvas, adultos e danos de *Oryzophagus oryzae* nas fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do arroz irrigado com manejo orgânico em resposta a aplicação de dois compostos orgânicos em diferentes doses. Viamão, RS, Brasil, 2013/2014.

Tratamentos ²	Vegetativo ¹			Reprodutivo		
	Adultos	Larvas	Danos	Adultos	Larvas	Danos
T	0,02 \pm 0,02 Ans ³	1,28 \pm 0,30 Aab	2,97 \pm 0,51 Ans	0 Ab	0,17 \pm 0,11Bns	0 Bns
E2	0,71 \pm 0,24 A	1,81 \pm 0,30 Aab	1,78 \pm 0,21 A	2,75 \pm 0,49 Aa	0 B	0,25 \pm 0,13 B
E4	0,06 \pm 0,03 A	1,08 \pm 0,30 Ab	1,58 \pm 0,35 A	1,00 \pm 0,46 Aab	0 B	0,17 \pm 0,11 B
E6	0 A	1,58 \pm 0,34 Aab	2,62 \pm 0,53 A	0 Ab	0 B	0 B
F2	0,04 \pm 0,03 A	2,42 \pm 0,42 Aa	2,88 \pm 0,75 A	0 Ab	0 B	0,50 \pm 0,23 B
F4	0 A	0,78 \pm 0,20 Abc	2,08 \pm 0,44 A	0 Ab	0,17 \pm 0,11 B	0,08 \pm 0,08 B
F6	0,02 \pm 0,02 A	1,44 \pm 0,33 Aab	1,65 \pm 0,35 A	0,08 \pm 0,08 Ab	0,08 \pm 0,08 B	0 B

¹ Corresponde as fases de desenvolvimento do arroz segundo escala de Counce et al. (2000). ² T: Testemunha (sem aplicação de composto); E2, E4 e E6 (2, 4 e 6 t.ha⁻¹ do composto Ecocitrus[®], respectivamente); F2, F4 e F6 (2, 4 e 6 t.ha⁻¹ do composto Folhito[®], respectivamente). ³ ns: não significativo. Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Kruskal-Wallis (P>0,05). Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa entre fases do arroz pelo teste de Kruskal-Wallis (P>0,05).

o cultivo antecipado de lavouras vizinhas podem interferir na ocorrência deste inseto em áreas de arroz irrigado. Uma lavoura vizinha ao experimento foi semeada três dias antes, o que pode ter influenciado no início da ocorrência do gorgulho neste experimento. Da mesma forma, os adultos de *O. oryzae* presentes em sítios de hibernação na resteva do arroz podem se deslocar a áreas adjacentes de plantio antecipado, quando o solo é preparado, ocupando estas áreas e atrasando a ocorrência.

A ocorrência de duas gerações anuais desta espécie, reportada por Martins e Cunha (2007), não ficou evidente no intervalo de tempo monitorado no presente experimento (Figura 1). Shang et al. (2004) observaram comportamento similar para o gorgulho aquático norte-americano do arroz e enfatizam que apenas uma geração se sucede por ano em lavoura de arroz irrigado. Hickel (2013), ao realizar o monitoramento de adultos de *O. oryzae* durante cinco safras em lavouras de arroz irrigado pré-germinado em Santa Catarina, também não evidenciou a ocorrência de duas gerações anuais.

Considerando um ciclo biológico médio de *O. oryzae* de 45 dias Martins e Prando (2004), o pico populacional de larvas ocorrido aos 49 DAI corresponde à primeira geração, decrescendo o número médio de larvas até 80 DAI (Figura 2.1). Na fase de desenvolvimento reprodutivo do arroz, o sistema radicular é mais tolerante aos danos por larvas, podendo isso ter influenciado na inexistência destas entre a 6^o e 9^o amostragens. Estas amostragens ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro, época que corresponde ao fluxo de indivíduos em direção aos locais de hibernação, em janeiro no estado de Santa Catarina (HICKEL, 2013), e em meados de fevereiro no Rio Grande do Sul (MIELITZ et al., 1998).

O consumo de partes da planta do arroz por adultos ou larvas de *O. oryzae* pode ser influenciado pela fonte, época de aplicação e concentração de nitrogênio (STOUT et al., 1998). Utilizando ureia como fonte de N, Cunha et al. (2006) relacionaram o teor deste nutriente com a ocorrência de *O. oryzae* em algumas cultivares de arroz. Os autores concluem que a alimentação de adultos é estimulada pela elevação do teor de N na parte aérea das plantas, embora não descrevam a dose de N utilizada no experimento.

A não observância de diferenças significativas no número de insetos entre as doses mais elevadas de adubo neste experimento pode ser devida à origem orgânica destes. Isso fica evidenciado nos trabalhos de Chau e Heong (2005) e Rakshit (2013)

que, ao compararem a incidência de insetos-praga em arroz irrigado aplicando diferentes fontes e doses de adubos, concluem que a adubação mineral favorece mais o aparecimento de insetos praga que a adubação orgânica.

Considerando a adição de nutrientes em cultivo de arroz irrigado, a maior dose de composto orgânico (6 t.ha^{-1}) utilizada neste experimento supre as necessidades de P e K considerando baixa expectativa de resposta a adubação (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC, 2004; SOSBAI 2014). Entretanto, a dose de 6 t.ha^{-1} de composto orgânico representa 62,3% da demanda de N para baixa expectativa de produtividade em arroz irrigado. Pesquisas indicam que os nutrientes N, P e K presentes em compostos orgânicos são liberados gradativamente na ordem de 50, 80 e 100% no primeiro cultivo e de 20, 20 e 0% no segundo cultivo (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC, 2004). Assim, infere-se que a baixa quantidade de nutrientes prontamente disponíveis adicionados pelos compostos orgânicos neste experimento não resultou em aumento da população de *O. oryzae*.

As diferenças entre ocorrência de larvas e adultos da bicheira-da-raiz encontradas entre os tratamentos podem estar ligadas a fatores ambientais e de manejo como período de inundação, profundidade da lâmina de água e temperatura.

Cabe ressaltar que os compostos orgânicos foram adicionados em dose única antecedendo o preparo de solo e a semeadura do arroz. Talvez, esta prática seja uma estratégia de manejo para atingir níveis ideais de nutrientes no tecido vegetal (ALTIERI; NICHOLLS, 2003), uma vez que a liberação lenta e gradativa de nutrientes durante o ciclo de cultivo pode resultar em nutrição equilibrada para a planta reduzindo o ataque de insetos pragas.

Referências

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, Berkeley, v. 72, n. 2, p. 203-211, 2003.
- BOTTRELL, D. G.; SCHOENLY, K. G. Resurrecting the ghost of green revolutions past: the brown planthopper as a recurring threat to high-yielding rice production in tropical Asia. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Suwon, v. 15, n. 1, p. 122-140, 2012.

BRASIL. **Lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003, do Ministério da Agricultura.** Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil Seção 1, Página 8 Brasília, DF 24 dez. 2003. Disponível em <<http://www.in.gov.br>>. Acesso em: 23 maio 2015.

CARBONARI, J. J.; MARTINS, J. F. S.; VENDRAMIN, J. D. Relação entre flutuação populacional de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) e período de perfilhamento de cultivares de arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 361-366, 2000.

CHAU, L. M.; HEONG, K. L. Effects of organic fertilizers on insect pest and diseases of rice. **Omonrice**, Cantho City, v. 13, p. 26-33, 2005.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Núcleo Regional Sul Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 436-443, 2000.

CUNHA, U. S.; VENDRAMIM, J.; CARBONARI, J. D.; MARTINS, J. F. S. Associação entre teor de nitrogênio em cultivares de arroz e ataque de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1678-1683, 2006.

DALE, D. Insect pests of the rice plant – their biology and ecology. In: HEINRICHS, E. A. (Ed.). **Biology and management of rice insects.** New Delhi: Wiley, 1994. p. 363-385.

HICKEL, E. R. Flutuação populacional de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae*, e de outras espécies de gorgulhos aquáticos em arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 12, n. 3, p. 247-254, 2013.

MARTINS, J. F. S.; CUNHA, U. S. **Situação do sistema de controle químico do gorgulho aquático *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do arroz no Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 25 p. Documentos, 215.

MARTINS, J. F. S.; PRANDO, H. F. Bicheira-da-raiz do arroz. In: SALVADORI, J. R. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. p. 259-296.

- MIELITZ, L. R.; BECKER, M.; ROMANOWSKI, H. P. Hibernation dynamics of *Oryzophagus oryzae* and its implications for management. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 78, n. 2, p. 159-166, 1998.
- RAKSHIT, A. Pest and disease tolerance in rice cv *Pusa basmati* as related to different locally available organic manures grown in new alluvial region of West Bengal, India. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 16, n. 12, p. 593-597, 2013.
- SHANG, H.; STOUT, M. J.; ZHANG, Z.; CHENG, J. Rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) population dynamics in Louisiana. **Journal of Entomological Science**, Athens, v. 39, p. 623-642, 2004.
- SOSBAI – SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria, 2014. 192 p.
- STOUT, M. J.; RICE, W. C.; BOLLICK, P. K.; BOLLICK, P. A. Impact of fertilization rate on rice resistance and tolerance to the rice water weevil: a preliminary report. In: RICHARDSON, W. B.; BOETHEL, D. J.; COREIL, P. D.; LINScombe, S. D. (Ed.). **Annual research report 90 th**. Crowley: Louisiana State University, 1998. p. 496-499.
- TUGWELL, N. P.; STEPHEN, F. M. **Rice water weevil seasonal abundance, economic levels, and sequential sampling plants**. Fayetteville: Agricultural Experiment Station, 1981. 16 p. (Bulletin, 849).

3 ARTIGO 2

Abundância e diversidade de Arthropoda em arroz irrigado sob diferentes regimes de adubação orgânica, Viamão, RS³

³ Artigo configurado conforme as normas da Revista Brasileira de Agroecologia

Abundância e diversidade de Arthropoda em arroz irrigado sob diferentes regimes de adubação orgânica, Viamão, RS

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência de artrópodes nas fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do arroz irrigado mediante a utilização de dois compostos orgânicos em diferentes doses. Os tratamentos foram T: Testemunha: (sem aplicação de composto); 2, 4 e 6 t ha⁻¹ de dois compostos orgânicos (Ecocitrus[®] e Folhito[®]). Em cada tratamento foram definidos três transectos os quais foram percorridos com rede de varredura para coleta dos artrópodes, quinzenalmente de dezembro de 2013 a fevereiro de 2014. Foram coletados no total 41.236 artrópodes de 11 ordens. As mais abundantes foram Diptera, Hemiptera, Odonata, Orthoptera, Coleoptera e Araneae. As ordens Hymenoptera, Lepidoptera, Blattodea, Neuroptera e Phasmatodea foram as menos abundantes. Não houve diferença no número de capturas por transecto entre os tratamentos durante o ciclo do arroz. A maior abundância de artrópodes foi registrada no início da fase reprodutiva da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: produção orgânica; artrópodes; compostos orgânicos; arroz pré-germinado

Abundance and diversity of Arthropoda in irrigated rice under different regimens of organic manure, Viamão, RS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the occurrence of arthropods in stage of vegetative and reproductive development of irrigated rice by using two organic compounds at different doses. The treatments were T: Control (without application of compost); 2, 4 e 6 t ha⁻¹ of two organic compost (Ecocitrus[®] and Folhito[®]). In each treatment were defined three transects which form covered with sweep net to collect the arthropods, twice a month from December 2013 to February 2014. Were collected 41.236 arthropods of 11 orders. The most abundant orders were Diptera, Hemiptera,

Odonata, Orthoptera, Coleoptera and Araneae. The orders Hymenoptera, Lepidoptera, Blattodea, Neuroptera and Phasmatodea were less abundant. There was no difference in the collection number by transect among the treatments during the rice cycle. The greatest abundance of arthropods was recorded at the beginning of the reproductive stage of the culture.

KEY-WORDS: Organic production, arthropods, organic compost, pre-germinated rice

INTRODUÇÃO

Os campos de cultivo de arroz constituem ecossistemas que podem abrigar uma rica diversidade de plantas e animais, dependendo do manejo ao qual são submetidos. No Sri Lanka, Bambaradeniya et al., (2004) ao avaliarem a diversidade em áreas com arroz irrigado, encontraram 77 espécies de invertebrados, 45 de vertebrados e 34 de plantas. Algumas espécies de insetos e outros fitófagos podem atingir níveis populacionais de dano econômico (SOSBAI, 2014). Entretanto, Costa, (2007) e Fritz et al., (2011), em lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS), relataram que menos de 40% dos organismos coletados eram fitófagos, predominando artrópodes que não causam danos ao cultivo.

No Sul do Brasil, em arroz irrigado, 14 espécies de insetos são consideradas pragas principais e podem atacar a planta nas diversas fases de desenvolvimento (SOSBAI, 2014). Segundo os autores, as sementes, plântulas e raízes são atacadas principalmente por larvas e adultos de coleópteros, antes e durante a inundação, enquanto as folhas e colmos são acometidos por mastigadores, sugadores, raspadores e brocas. Os autores complementam que os grãos também são atacados por um complexo de insetos sugadores que afetam a quantidade e a qualidade do arroz.

Altos picos populacionais de pragas podem ser atribuídos à redução na biodiversidade de inimigos naturais em consequência da simplificação de sistemas agrícolas (WILBY et al., 2005). Por outro lado, o aumento da diversidade dentro do agroecossistema pode ser conseguido através da manipulação deste, com o uso de diversificação de culturas, implantação de bordaduras vegetais ou quebra-vento e o uso de insumos orgânicos, entre outros (GLIESSMAN, 2005). Assim, a análise da biodiversidade é fundamental na construção de sistemas agrícolas sustentáveis e

imprescindíveis para os princípios de manejo dos agroecossistemas (STINNER et al., 1997).

Como principais fatores de interferência no aumento da produção de arroz estão às condições meteorológicas, o manejo da água de irrigação, a época de semeadura, a incidência de plantas invasoras, a ocorrência de moléstias e insetos praga e a fertilidade (SOSBAI, 2014). A adubação orgânica é uma técnica de manejo permitida para agricultura orgânica desde que os insumos sejam autorizados pela organização certificadora.

Em arroz irrigado com manejo orgânico, no Brasil, as pesquisas a respeito da dinâmica entre insumo, solo, planta, pragas e inimigos naturais, são escassas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, a campo, a ocorrência de artrópodes nas fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do arroz irrigado mediante a utilização de dois compostos orgânicos em diferentes doses.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Município de Viamão/RS Brasil em lavoura comercial de arroz pré-germinado com manejo orgânico (30°05'24,16'' S e 50°54'31,95'' O) de 8 ha, durante a safra de 2013-2014.

O clima predominante na área de estudo é subtropical úmido, conforme classificação de Köppen, com precipitações bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes com temperaturas superiores a 22 °C. O solo da área é classificado como Planossolo háplico.

A área amostral, de 5 ha, foi subdividida em duas de igual tamanho com um canal de irrigação e drenagem central. Cada subárea englobava cerca de 6 quadros, delimitados por taipas, com entrada e saída de água individualizada para evitar contato entre os tratamentos e assegurar a manutenção e manejo da água para inundação do arroz. Em cada quadro de aproximadamente 0,5 ha foi aplicado um tratamento. Estes constaram da aplicação de diferentes doses (2, 4 e 6 t ha⁻¹) de dois compostos orgânicos (Ecocitrus[®] e Folhito[®]) autorizados para uso em produção orgânica, além da testemunha, a qual não recebeu a aplicação de composto. O composto orgânico Ecocitrus[®] é elaborado a partir de resíduos de agroindústrias florestais, avícolas e

citrícolas, e o composto Folhito[®] é constituído de cama de aves e resíduos de agroindústria avícola.

As doses aplicadas foram definidas avaliando as análises de solo e insumos e transformando as demandas de nutrientes de acordo com as necessidades da cultura do arroz irrigado para uma expectativa de resposta menor que 6 t ha⁻¹ (SOSBAI, 2014).

Antecedendo a aplicação dos insumos, as saídas de água dos quadros foram fechadas para evitar perdas de nutrientes, aproveitando a água das precipitações para preparo de solo. Aplicou-se, no dia 6 de agosto de 2013, uma t ha⁻¹ de calcário (PRNT 100%) em toda a área do experimento para suprir as necessidades de Ca e Mg (SOSBAI, 2014). No dia 7 de agosto, foram distribuídos os compostos orgânicos sendo realizada a incorporação dos insumos e resteva com enxada rotativa, em 10 de agosto. O preparo final do solo foi realizado dia 27 de setembro com gradagem e nivelamento.

A semeadura da cultivar Epagri 108 foi realizada dia 7/10/2013 na densidade de 175 kg ha⁻¹ e prontamente a área foi drenada por um período de 11 dias visando evitar a predação por pássaros, insetos e caramujos. Em seguida foi retornada a irrigação por 5 dias para controle de plantas indesejadas. Após, a lâmina de água foi novamente retirada por 12 dias para favorecer o estabelecimento das plantas de arroz e evitar acamamento, seguido da manutenção de lâmina de água de 15 cm nos quadros, inclusive na realização da colheita.

As coletas dos artrópodes foram realizadas quinzenalmente de 6 de dezembro de 2013 a 28 de fevereiro de 2014, totalizando sete ocasiões amostrais.

Em cada quadro foram traçados três transectos transversais, sendo um em cada extremidade e outro no meio do quadro, totalizando três amostras por tratamento. Os transectos eram percorridos e, a cada passo do amostrador, uma rede de varredura (GALLO et al., 2002) era passada sobre a vegetação para captura dos insetos da parte aérea das plantas.

Os artrópodes coletados eram acondicionados em sacos plásticos com álcool 70% para posterior identificação no Laboratório de Controle Biológico da Faculdade de Agronomia – UFRGS com auxílio de chaves dicotômicas de identificação (BORROR et al., 1989) ou encaminhados para especialistas.

Como forma de acompanhar o desenvolvimento fenológico das plantas do arroz foi utilizada a escala proposta por Counce et al., (2000). Durante a fase de

desenvolvimento da plântula, não foi realizada coleta devido à lâmina de água elevada para controle de plantas espontâneas.

A dominância foi obtida pela fórmula $D (\%) = (i/t).100$, em que i = total de indivíduos do grupo taxonômico e t = total de indivíduos coletados, sendo eudominante ($\geq 10\%$), dominante ($5 \leq 10\%$), subdominante ($2 \leq 5\%$), recessiva ($1 \leq 2\%$) e rara ($< 1\%$) (CARDOSO et al., 2011). A constância de cada ordem durante as amostragens foi calculada pela fórmula $C = (p/n).100$, onde p = número de ocasiões amostrais que o grupo esteve presente, n = número total de coletas realizadas, sendo grupos constantes os presentes em mais de 50% das coletas, acessórias, presentes entre 25-50% e acidentais em menos de 25% das coletas (CARDOSO et al., 2011).

A abundância média de artrópodes foi comparada entre tratamentos de adubação e entre as fases de desenvolvimento da cultura através do teste de Kruskal-Wallis. Para as espécies *Schizaphis graminum* Rondani, 1852 (Hemiptera: Aphididae), *Oryzophagus oryzae* Costa Lima, 1936 (Coleoptera: Curculionidae) e indivíduos da ordem Odonata, as análises foram individualizadas, pelo teste de Kruskal-Wallis.

A correlação entre os fatores abióticos (temperaturas e precipitação) e a abundância de artrópodes foi testada. As análises numéricas foram realizadas nos softwares Excel 2010[®] e BioEstat 5.0[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença no número médio de capturas por transecto entre os tratamentos durante o ciclo do arroz, tanto na fase de desenvolvimento vegetativa, quanto na reprodutiva (Tabela 3.1).

Os dois adubos orgânicos nas doses aplicadas em arroz irrigado neste experimento não aumentaram a atratividade das plantas a insetos. Isso poderia ter sido esperado já que, uma maior quantidade de nutrientes, como o nitrogênio solúvel no tecido vegetal, pode aumentar nos insetos herbívoros a preferência, o consumo de alimentos, a sobrevivência, o crescimento, a reprodução e a densidade populacional (LU et al., 2007). Entretanto, a baixa concentração de nitrogênio prontamente disponível nos compostos orgânicos aplicados neste estudo, pode não ter elevado os níveis deste elemento no tecido foliar a ponto de aumentar efetivamente a atratividade aos insetos.

O fato da fonte de nitrogênio ser de compostos orgânicos, também pode ter influenciado o resultado, uma vez que Gonçalves & Silva, (2004) ao avaliarem a incidência de *Thrips tabaci* Lindeman, 1888 (Thysanoptera: Thripidae) em cebola (*Allium cepa* L), utilizando diferentes doses de adubos orgânicos concluíram que nenhum tratamento apresentou incidência de *T. tabaci* superior à testemunha, sem adubo. Corroborando esta idéia, em arroz irrigado na África, Henrichs & Barrion, (2004) relataram que a aplicação de nitrogênio mineral causou aumento na percentagem de perfilhos infestados com [*Hydrellia prosternallis* Deeming, 1977 (Diptera: Ephydriidae)] enquanto a de esterco animal, não causou efeito sobre o grau de infestação.

Nas sete ocasiões amostrais foram coletados, no total, 41.236 artrópodes de 11 ordens na área de cultivo do arroz (Figura 3.1).

Em termos de dominância, quatro grupos foram caracterizados como eudominantes: os dípteros (23,4%), hemípteros (20,8%), odonatas (18,8%) e ortópteros (15,8%). Os coleópteros (9,98%) e aracnídeos (9,38%) foram considerados dominantes e os demais grupos foram classificados como raros (<1%).

Em relação à constância, Blattodea (14,3%) e Phasmatodea (14,3%) foram classificadas como acidentais, ocorrendo em uma única amostragem. Neuroptera (28,6%) foi considerada acessória e os demais grupos, constantes, já que estiveram presentes em todas as ocasiões amostrais.

Os dípteros, com maior abundância relativa (Figura 3.1) são representados por espécies da subordem Brachycera e Nematocera e são, em sua maioria, insetos hematófagos. Estes resultados corroboram os de Costa, (2007) e Fritz et al., (2011) que, ao avaliarem a incidência de artrópodes em lavouras de arroz irrigado em Cachoeirinha, Capivari do Sul, Cachoeira do Sul e Eldorado do Sul, registraram também Diptera como a ordem mais abundante. Considerando o ambiente com grande disponibilidade de água como é a cultura orizícola, isto é esperado, já que muitos Nematocera e alguns Brachycera possuem a fase larval com hábito aquático (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011). A presença destes organismos na cultura pode estar associada a complexas interações tróficas, já que trabalhos têm mostrado que os dípteros, especialmente os mosquitos, servem como alimento para os predadores nas áreas orizícolas, em épocas em que as pragas ainda não se encontram na cultura (SUNISH & REUBEN, 2002).

As outras ordens eudominantes constituem grupos com organismos de hábitos alimentares diversos, estando presentes filófagos, fitossuccívoros, rizófagos e predadores, entre outros (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011).

Orthoptera, por exemplo, apresenta importantes representantes associados ao arroz, como é o caso de indivíduos da família Tettigoniidae. Segundo Machado & Garcia (2010), esta família foi a mais abundante dentre os artrópodes coletados em lavoura de arroz irrigado em Cachoeirinha/RS. Cabe ressaltar, entretanto, que embora esta seja considerada uma Ordem com indivíduos fitófagos, algumas espécies deste grupo apresentam hábito alimentar onívoro, sendo predadoras em alguns períodos da vida (KRAKER et al., 2000).

Dentre os hemípteros coletados estão presentes percevejos que são um grupo importante na fase reprodutiva da cultura, atacando os grãos e afetando diretamente a quantidade e a qualidade do produto (SOSBAI, 2014). No entanto, a abundância deste grupo de insetos neste estágio de desenvolvimento do arroz no experimento foi inexpressiva. Por outro lado, houve um registro expressivo *S. graminum* (7.705 indivíduos), o que foi uma constatação inesperada, tendo em vista que, embora esta espécie tenha relatos de ocorrência no arroz nos Estados Unidos da América (Lorenz & Hardke, 2013), os danos causados por ela, de modo geral são atribuídos a outras culturas, como o trigo (MORAES et al., 2013).

Odonata apresentou maior abundância que o grupo Araneae (Figura 3.1). Machado & Garcia, (2010), ao avaliarem a ocorrência de inimigos naturais em lavoura experimental de arroz irrigado isenta do uso de agrotóxicos no Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA), no município de Cachoeirinha constataram o contrário. Diferenças no manejo podem ser responsáveis por esta variação.

A abundância de artrópodes variou em relação ao ciclo da cultura (Figura 3.2).

Na primeira amostragem, que correspondeu ao estágio V5 (cinco folhas completamente expandidas) do arroz, o número médio de artrópodes capturados foi de $33,9 \pm 4,78$, aumentando nas seguintes. O pico de captura ocorreu no estágio R0 (iniciação da panícula). Neste estágio há registros das seguintes pragas: *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae), *Tibraca limbativentris* Stål., 1860 (Hemiptera: Pentatomidae), *Diatraea saccharalis* Fabr., 1794 (Lepidoptera: Pyralidae) e *Rupela albinella* Cramer, 1913 (Lepidoptera: Pyralidae) (SOSBAI, 2014), sendo que indivíduos de Hemiptera foram capturados neste estudo nesta ocasião, não sendo,

entretanto registrada a espécie praga especificamente. Após, houve redução do número médio de capturas de artrópodes, mantendo-se constante nas amostragens dos estádios R6 e R9 do arroz. Segundo informações descritas em SOSBAI, (2014), nestes estádios o arroz é atacado por um conjunto de insetos praga mastigadores e sugadores, entretanto no presente estudo, estes foram pouco expressivos se comparados com a terceira coleta (R0) (Figura 3.2).

A composição da comunidade de artrópodes associadas às diferentes fases do arroz, variou em relação às datas de coleta (Figura 3.2). Considerando a abundância das ordens Hemiptera e Coleoptera, que são dois grupos importantes de insetos praga em arroz irrigado (SOSBAI, 2014), ocorreu uma elevação acentuada do número de indivíduos destes dois grupos da segunda para a terceira época de amostragem (V7 – R0). Após, seguiu-se uma redução da abundância destas.

Odonata e Araneae que são dois grupos de predadores de insetos em arroz irrigado (COSTA, 2007; MACHADO & GARCIA, 2010; FRITZ et al., 2011), neste levantamento, iniciaram com uma população baixa na primeira amostragem, alcançaram pico populacional na 3ª amostragem (R0) e mantiveram uma população representativa em relação às demais, até a 7ª amostragem (R9) (Figura 3.2). A arquitetura das plantas nos diferentes estágios de desenvolvimento do arroz pode ser um fator que tenha afetado a abundância das espécies destes grupos. Segundo Lawton, (1983), durante o desenvolvimento das plantas, a presença de folhas, brotos, flores e frutos, alteram a arquitetura destas, influenciando na diversidade de insetos fitófagos e consequentemente, de seus inimigos naturais.

Além disso, variáveis ambientais podem influenciar a abundância de insetos e, segundo Lam et al., (2001), estas afetam as atividades de fitófagos como oviposição, alimentação, crescimento, desenvolvimento e reprodução. Indiretamente, podem influenciar na ocorrência de inimigos naturais por causar mudanças fisiológicas e bioquímicas na planta hospedeira (HOPKINS & MEMMOTT, 2003). Entretanto, neste estudo, a única variável que apresentou correlação significativa e positiva em relação ao número de artrópodes capturados, foi a temperatura máxima ($p=0,037$; $r^2=0,6147$) (Figura 3.3).

Assim, a temperatura pode ter influenciado a presença de alguns grupos nas diferentes ocasiões. O aumento da taxa reprodutiva e a diminuição do tempo de desenvolvimento dos insetos em relação à elevação da temperatura são conhecidos e

também comprovados em espécies associadas ao arroz, como no caso de *Scirpophaga incertulas* Walker, 1863 (Pyralidae: Lepidoptera), que teve o número de gerações aumentado durante o ciclo da cultura, com a elevação da temperatura (MANIKANDAN et al., 2013).

Embora a precipitação não tenha apontado correlação com a abundância de artrópodes ($p=0,15$; $r^2=0,37$), no período em que foram realizadas as amostragens ocorreu uma intensa estiagem no estado do Rio Grande do Sul, associada às temperaturas acima de 30 °C (Figura 3.3), fator que pode ter influenciado na incidência destes organismos. A presença de pulgões, por exemplo, é muitas vezes associada a períodos de estiagem em outras culturas, uma vez que a carência de água é benéfica para os afídeos, pelo aumento na concentração de nutrientes nos tecidos vegetais, principalmente aminoácidos (VAN ENDEN et al., 1968).

Considerando três grupos de importância em cultivos de arroz irrigado, a abundância de *S. graminum*, *O. oryzae* e Odonata neste estudo também variou em relação às épocas de amostragem (Figura 3.4).

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para *S. graminum* ($H=1,02$; $gl=6$; $p=0,99$), *O. oryzae* ($H=1,84$; $gl=6$; $p=0,93$) e Odonata ($H=2,76$; $gl=6$; $p=0,84$).

Embora *S. graminum* não seja apontada como praga importante da cultura no sul do Brasil (SOSBAI, 2014), a abundância do pulgão na lavoura de arroz em parte pode ser justificada pela ocorrência de elevada temperatura e baixa precipitação durante os estádios V7 a R3 atingindo pico populacional médio de $218,6 \pm 30,51$ /insetos por tratamento no estágio R0.

A presença deste grupo nas lavouras deve ser foco de atenção, pois, segundo Lorenz & Hardke, (2013), *S. graminum* ao se alimentar da planta injeta uma toxina causando enrolamento e amarelecimento das folhas do arroz. Os autores complementam que em arroz irrigado nos Estados Unidos da América, nos estádios V2-V3, plantas com apenas 2 a 3 pulgões já foram mortas. Os resultados obtidos a campo apontam que a presença de *S. graminum* na cultura do arroz irrigado orgânico no Sul do Brasil, deve ser monitorada de forma mais frequente .

Oryzophagus oryzae, encontrado neste estudo, embora em densidades baixas, é um dos mais importantes insetos-pragas da cultura do arroz irrigado, de ocorrência crônica em todas as regiões orizícolas dos estados do RS e Santa Catarina (SOSBAI,

2014). Segundo o manual, o inseto adulto denominado gorgulho-aquático não chega a causar danos econômicos, no entanto as larvas conhecidas por bicheira-da-raiz cortam as raízes de arroz a partir de 10 dias de inundação causando os principais prejuízos. O pico populacional de gorgulho-aquático alcançado no estágio R0, neste experimento, provém da primeira geração. A ausência do inseto nas três últimas amostragens é explicada pela preferência alimentar das larvas por raízes menos desenvolvidas. Além disso, ocorre fluxo de indivíduos em direção aos locais de hibernação, em janeiro no estado de Santa Catarina (Hickel, 2013) e em meados de fevereiro no Rio Grande do Sul (Mielitz, 1996).

Os insetos da ordem Odonata, popularmente conhecidos como libélulas ou noivinhas, estiveram presentes em todas as ocasiões de amostragem neste trabalho. Estão altamente relacionados à ambientes com presença de água, sendo, a fase larval, aquática (Pires et al., 2013), o que justifica sua constância na cultura do arroz. Este grupo, tanto nos estágios larvais quanto no adulto é predador voraz de outros artrópodes, larvas de peixe e anfíbios (Souza et al., 2007) sendo, portanto importantes elementos da diversidade de inimigos naturais em lavouras de arroz. Trabalhos com diversidade de artrópodes na cultura do arroz, frequentemente reportam a presença deste grupo em lavouras no RS Costa, (2007); Machado & Garcia, (2010); Fritz et al., (2011).

Houve um aumento no número médio dos fitófagos (*S. graminum* e *O. oryzae*) e, ao mesmo tempo, no grupo de predadores (Odonata) entre os estádios V9 a R0. Os três grupos de insetos alcançaram o pico populacional na terceira amostragem que corresponde ao estágio R0. Peixoto et al., (2007) concluíram que a abundância de presas e predadores possui um caráter oscilatório, entretanto isto é percebido entre espécies com interações específicas. Sendo Odonata um predador generalista (Soniya Gandhi & Kumar, 2014), esta oscilação pode não ser percebida de forma direta, sendo necessárias avaliações em períodos de tempo maiores para ser detectada.

Nas três últimas amostragens a população dos dois fitófagos reduziu acentuadamente até ficar nula nas duas últimas coletas. Enquanto isso, a população de predadores manteve-se até o final do cultivo do arroz. A redução das populações das espécies pragas pode ter ocorrido devido à elevada densidade de inimigos naturais presentes na área. A ausência da aplicação de agroquímicos nesta lavoura pode ter influenciado na abundância e constância dos Odonata na lavoura, uma vez que suas populações podem ser minimizadas pelo uso, tanto de herbicidas como de inseticidas

(SONIYAGANDHI & KUMAR, 2014). Embora estudos sobre a flutuação populacional de espécies de Odonata em lavouras de arroz no Brasil sejam escassos, segundo Bambaradeniya et al., (2004), em lavouras no Sri Lanka, este grupo permanece após a colheita do arroz alimentando-se de outras presas em plantas presentes neste ecossistema.

CONCLUSÕES

Os compostos orgânicos nas doses utilizadas neste experimento não interferiram significativamente na diversidade e na abundância de artrópodes em arroz irrigado.

O início do período reprodutivo da lavoura foi o que apresentou maior abundância e diversidade de artrópodes.

AGRADECIMENTOS

Ao Movimento Sem Terra (MST) em especial a família do agricultor Clairton Neres pela disponibilidade de realizar o experimento em sua lavoura. Ao Dr. Marcus Vinicius Sampaio (UFU/MG) pela identificação de *S. graminum*. Ao Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA) pelo apoio técnico e financeiro, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de estudo e produtividade dos autores.

REFERÊNCIAS

- BAMBARADENIYA, C. N. B. et al. Biodiversity associated with an irrigated rice agro-ecosystem in Sri Lanka. **Biodiversity and Conservation**, London, v.13, n.9, p.1715-1753, 2004.
- BORROR D. J. et al. Introduction to the study of insects. Tradução de: **An introduction to the study of insects**. São Paulo : Edgard Blucher, 1989. 653p.
- CARDOSO, J. D. C. et al. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Atlantic forest area on the North coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Journal of Vector Ecology**, Santa Ana, v.36, n.1, p.175-186, 2011.
- COSTA, E. L. N. **Ocorrência de artrópodes e seletividade de inseticidas na cultura do arroz irrigado**. Porto Alegre, 2007. 73p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

FRITZ, L. L. et al. M. Diversity and abundance of arthropods in subtropical rice growing areas in the Brazilian south. **Biodiversity and Conservation**, London, v.20, n.10, p.2211-2224, 2011.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 653p.

GONÇALVES, P. A. S.; SILVA, C. R. S. Adubação mineral e orgânica e a densidade populacional de *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) em cebola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1255-1257, 2004.

HEINRICHS E. A; BARRION A. T. **Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa: biology, ecology, identification**. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute and Abidjan (Côte d'Ivoire): WARDA–The Africa Rice Center. 2004, 243p.

HICKEL, E. R. Flutuação populacional de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae*, e de outras espécies de gorgulhos aquáticos em arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.12, n.3, p.247-254, 2013.

HOPKINS, G. W.; MEMMOTT, J. Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy free space. **Ecological Entomology**, Oxford, v.28, n.6, p.687-693, 2003.

KRAKER, J. et al. Identity and relative importance of egg predators of rice leafrollers (Lepidoptera: Pyralidae). **Biological Control**, v.19, n.3, p.215-222, 2000.

LAM, W. F. et al. Population dynamics of bean leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in central Iowa. **Environmental Entomology**, Annapolis, v.30, n.3, p.562-567, 2001.

LAWTON, J. H. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. Department of Biology, University of York. **Annual Review Entomology**, v.28, p.23-39, 1983.

LORENZ, G.; HARDKE, J. Insect Management in Rice. In: HARDKE, J. (ed.) **Arkansas Rice Production Handbook**. Arkansas: University of Arkansas, 2013 cap.12, p.139-162.

LU, Z. X., et al. Effect of nitrogen fertilizer on herbivores and its stimulation to major insect pests in rice. **Rice Science**, Hangzhou, v.14, n.1, p.56-66, 2007.

MACHADO, R. C. M.; GARCIA, F. R. M. Levantamento de pragas e inimigos naturais ocorrentes em lavoura de arroz no município de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.4, n.2, p.57-68, 2010.

MANIKANDAN, N. et al. Effect of Elevated Temperature on Development Time of Rice Yellow Stem Borer. **Indian Journal of Science and Technology**, Ghandi Nagar, v.6, n.12, p.5563–5566, 2013.

MIELITZ, L. R., Becker, M., & Romanowski, H. P. Hibernation dynamics of *Oryzophagus oryzae* and its implications for management. **Entomologia experimentalis et applicata**, Amsterdam, v.78, n.2, p.159-166, 1996.

MORAES, J. C. et al. Comportamento de prova do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: aphididae) em plantas de trigo tratadas com silício e dimetoato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.1, p.83-90, 2013.

PEIXOTO, M. S. et al. C. Uma abordagem *fuzzy* para um modelo presa-predador acoplado ao parasitismo. **Tema - Tendências em Matemática Aplicada e Computacional**, São Carlos, v.8, p.119-128, 2007.

PIRES, M. M. et al. Diversity of Odonata (Insecta) larvae in streams and farm ponds of a montane region in southern Brazil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v.13, n.3, p.259-267, 2013.

SOSBAI - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.

SONIYAGANDHI, M.; KUMAR, K. Impact of agrochemicals on odonata in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of biopesticides**, Tamil Nadu, v.7, n.1, p.52-56, 2014.

SOUZA, L. O. et al. Odonata. In: Froehlich, C. G. (Ed.). **Guia On-Line, Identificação de Larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Capturado em 27 fev. 2015. Online. Disponível na internet <http://Sites.Ffclrp.Usp.Br/Aguadoce/Guiaonline>.

STINNER, D. H.; STINNER, B. R.; MARTSOLF, E. Biodiversity as an organizing principle in agroecosystem management: case studies of holistic resource management practitioners in the USA. **Agriculture, ecosystems & environment**, Amsterdam, v.62, n.2, p.199-213, 1997.

SUNISH, I. P. & REUBEN, R. Factors influencing the abundance of Japanese encephalitis vectors in ricefields in India – II. **Biotic. Medical and Veterinary Entomology**, St Albans, v.16, n.1, p.1-9, 2002.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos** - Tradução da 7. Ed. de Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809p.

VAN ENDEN, H. F. et al. The ecology of *Myzus persicae*. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.13, p.197-243, 1968.

WILBY, A. et al. Functional benefits of predator species diversity depend on prey identity. **Ecological Entomology**, London, v.30, n.5, p.497-501, 2005.

Tabela 3.1. Número médio (\pm EP) de artrópodes capturados por transecto em cada tratamento, nas fases vegetativa e reprodutiva do arroz (Viamão, safra 2013/2014).

Fenologia do arroz ²	Tratamentos ¹						
	T	E2	E4	E6	F2	F4	F6
Fase de desenvolvimento vegetativo	198,0 \pm 92,97 ^{ns}	191,2 \pm 67,27	226,8 \pm 97,22	115,8 \pm 45,65	247,8 \pm 85,59	210,2 \pm 90,79	226,3 \pm 74,94
Fase de desenvolvimento reprodutivo	230,5 \pm 42,22 ^{ns}	356,2 \pm 104,17	365,8 \pm 122,63	302,4 \pm 81,32	356,8 \pm 75,55	243,0 \pm 48,09	327,9 \pm 89,92
Média Total	221,2	309,0	326,1	249,1	325,7	233,6	298,9

¹ T: Testemunha: sem aplicação de insumos; E2, E4 e E6 (2, 4 e 6 t ha⁻¹ de Composto Ecocitrus[®]); F2, F4, F6 (2, 4 e 6 t ha⁻¹ de Composto Folhito[®]). ² Corresponde as fases de desenvolvimento do arroz segundo escala de Counce et al. (2000). ^{ns} não diferem significativamente entre os tratamentos pelo teste de Kruskal-Wallis (P>0,05).

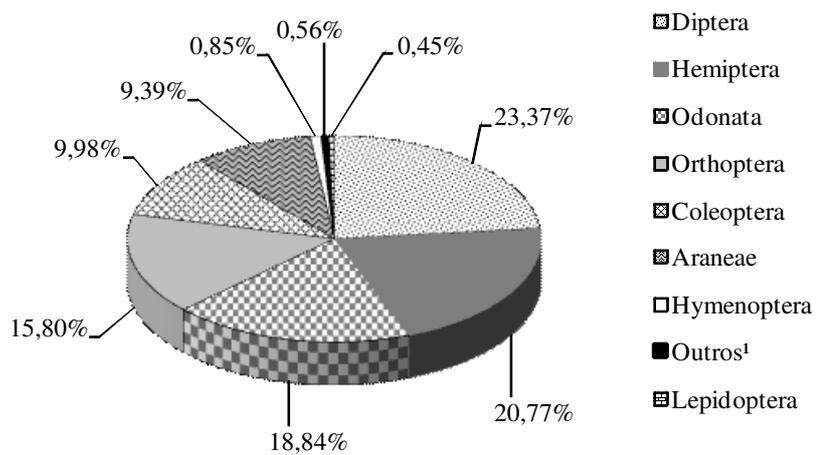


Figura 3.1. Ordens de artrópodes amostradas em lavoura de arroz pré-germinado (Viamão, safra 2013/2014). ¹ Corresponde a insetos das Ordens Blattodea, Neuroptera, Phasmatodea e morfoespécies não identificadas.

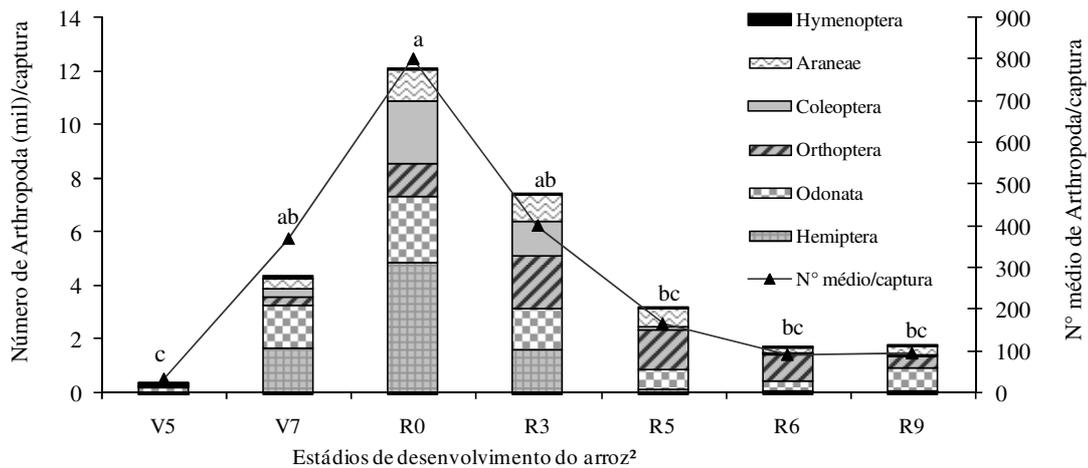


Figura 3.2. Número de artrópodos e número médio de artrópodos capturados nas ocasiões amostrais relacionadas ao ciclo de desenvolvimento do arroz pré-germinado orgânico (Viamão, safra 2013/2014). ¹ Corresponde a escala fenológica de desenvolvimento do arroz proposta por Counce et al. (2000). ² Datas das amostragens V5: 06/12/2013; V7: 20/12/2013; R0: 06/01/2014; R3: 17/01/2014; R5: 31/01/2014; R6: 14/02/2014; R9: 28/02/2014

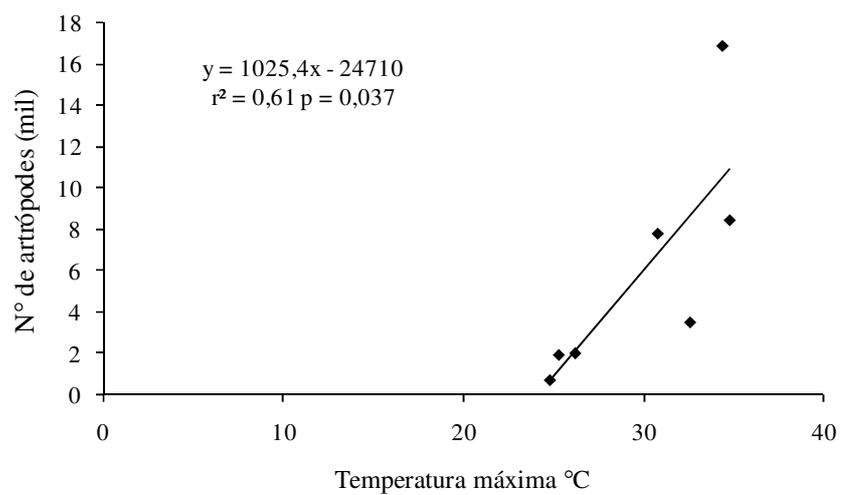


Figura 3.3 Correlação entre a temperatura máxima diária e número de artrópodes coletados em lavoura de arroz pré-germinado orgânico (Viamão, safra 2013/2014)

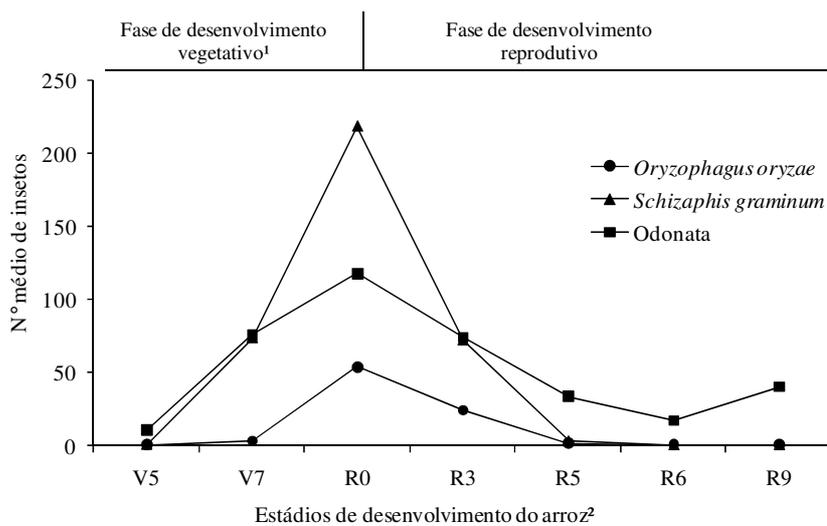


Figura 3.4. Número médio de *O. oryzae*, *S. graminum* e Odonata por ocasião amostral em lavoura de arroz pré-germinado orgânico (Viamão, safra 2013/2014). ² Datas das amostragens V5: 06/12/2013; V7: 20/12/2013; R0: 06/01/2014; R3: 17/01/2014; R5: 31/01/2014; R6: 14/02/2014; R9: 28/02/2014

4 ARTIGO 3

Resposta do arroz irrigado à aplicação de compostos orgânicos em sistema pré-germinado de produção orgânica *⁴

⁴ Artigo configurado conforme as normas da Revista Brasileira de Agroecologia.

Resposta do arroz irrigado à aplicação de compostos em sistema de produção orgânica

RESUMO

Informações sobre a resposta da adubação orgânica em lavouras de arroz irrigado pré-germinado orgânico no Brasil são escassas. Este trabalho objetivou avaliar o rendimento, os componentes do rendimento, a produção de matéria seca e nutrientes em arroz orgânico mediante a aplicação de dois compostos orgânicos em diferentes doses. O experimento foi montado em lavoura comercial no município de Viamão/RS na safra 2013/2014 em parcelas de 7 x 10 m com delineamento experimental de blocos ao acaso com 7 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram T: Testemunha: (sem aplicação de composto); 2, 4 e 6 t ha⁻¹ de dois compostos orgânicos (Ecocitrus[®] e Folhito[®]). O maior acúmulo de biomassa e nitrogênio na parte aérea do arroz foi constatado nos tratamentos E6 e F6 e a acumulação de nutrientes decresceram na seguinte ordem: K > N > Ca > P > Mg > S. A utilização de composto pode aumentar a produtividade em lavouras de arroz irrigado pré-germinado em sistema orgânico.

PALAVRAS-CHAVE: Produção orgânica, adubo orgânico, acumulação de nutrientes e rendimento de grãos

Response of irrigated rice to the application of organic compost in system of organic production

ABSTRACT

Information about the response of organic manure in organic irrigated rice farms in Brazil are scarce. This paper aimed to evaluate the yield and its components, the production of dry matter and nutrients in organic rice by application of two organic compost in different doses. The experiment was set in commercial farms at Viamao/RS during the 2013/2014 crop in portions of 7 x 10 m with experimental design of randomized blocks with 7 treatments and 4 replications. The treatments were T: Control (without application of compost); 2, 4 e 6 t ha⁻¹ of two organic compost (Ecocitrus[®] and Folhito[®]). The higher accumulation of biomass and Nitrogen in the aerial part of the rice were found in treatments E6 and F6 and the accumulation of nutrients decreased in the

following order: $K > N > Ca > P > Mg > S$. The use of compost can increase productivity in crops of pre-germinated rice in an organic system.

KEY-WORDS: Organic production, organic manure, accumulation nutrients, grains yield

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais consumidos no mundo e seu cultivo ocorre em todos os continentes (SOSBAI, 2014). A produção de arroz irrigado em sistema orgânico representa uma alternativa sustentável para agricultores que cultivam este cereal. No entanto, Escher (2010), ao analisar experiências de produção de arroz em sistemas orgânicos no RS e Paraná, constatou deficiência em pesquisa pelos órgãos oficiais nestes sistemas de produção.

Os resultados sobre a resposta da cultura do arroz irrigado à aplicação de adubação orgânica são contrastantes. Chau; Heong (2005), Singh et al. (1997) e Andreazza et al. (2013) obtiveram aumento de produtividade do arroz quando aplicado adubo orgânico. Por outro lado, Schimidt (1970), utilizando 30 t ha⁻¹ de esterco de curral curtido, e Machado et al. (1983), com 20 t ha⁻¹ de adubos orgânicos em arroz irrigado no RS, não verificaram aumento na produção de grãos. Experiências com produção de arroz irrigado convencional nos EUA foram relatadas por Norman et al. (2013), especialmente em relação ao uso de cama de aves como fertilizante incorporado ao solo antecedendo a semeadura da cultura. No Brasil, as pesquisas relacionadas a produção de arroz irrigado em sistema orgânico são escassas, havendo necessidade de estudos das respostas da dinâmica entre insumos, solo e planta.

As práticas de adubação orgânica tendem a liberar gradualmente nutrientes no solo, não provocando o aumento do teor de nitrogênio no tecido foliar, permitindo que, em tese, as plantas tenham nutrição mais equilibrada (ALTIERI; NICHOLLS, 2003). Assim, o entendimento dos efeitos subjacentes da adubação orgânica na saúde das plantas pode levar a inovadores procedimentos no manejo integrado de pragas e da fertilidade do solo em sistemas orgânicos de produção (ALTIERI; NICHOLLS, 2003). Para tanto, são necessárias pesquisas a campo que indiquem a resposta da produtividade e custos em relação à utilização de adubação orgânica, colaborando na construção de sistemas mais sustentáveis de produção de arroz irrigado.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o rendimento de grãos e seus componentes, a produção de matéria seca, a quantidade de nutrientes acumulada na parte aérea e as eficiências agrônômica e de recuperação do nitrogênio em arroz irrigado pré-germinado cultivado em lavoura comercial com sistema orgânico em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2013/2014, em lavoura comercial de arroz pré-germinado com manejo orgânico em Viamão (RS), certificada pelo Instituto de Mercado Orgânico (IMO), atendendo à Legislação Brasileira de Orgânicos (BRASIL, 2003). A análise de solo apresentou as seguintes características físico-químicas: argila=12%; pH (água)=5,1; P=5,1 mg dm⁻³; K=18 mg dm⁻³; Ca, Mg e Al trocáveis= 1,5; 0,7 e 0,3 cmol_c dm⁻³ respectivamente; CTC pH 7,0=5,8 cmol_c dm⁻³ e matéria orgânica=18 g kg⁻¹.

A área experimental permaneceu drenada durante o período de março a agosto de 2013, produzindo cobertura vegetal espontânea de 1,49 t ha⁻¹ de matéria seca.

Os tratamentos constaram da aplicação de diferentes doses (2, 4 e 6 t ha⁻¹) de dois compostos orgânicos (Ecocitrus[®] e Folhito[®]), além da testemunha, a qual não recebeu a aplicação de composto. O composto orgânico Ecocitrus[®] é elaborado a partir de resíduos de agroindústrias florestais, avícolas e cítricas, enquanto que composto Folhito[®] é constituído de cama de aves e resíduos de agroindústria avícola. A composição físico-química dos compostos testados é apresentada na Tabela 1.

As doses aplicadas no experimento foram definidas em função dos resultados das análises de solo e dos adubos e das demandas de nutrientes da cultura, considerando baixa expectativa de resposta à aplicação de fertilizantes (MANUAL, 2004; SOSBAI, 2014).

A resposta da cultura aos tratamentos foi avaliada no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta por área de 70 m².

Antecedendo a aplicação dos insumos, a saída de água do quadro foi fechada para evitar perda de nutrientes, aproveitando as águas das precipitações para o preparo de solo. Em 06/08/2013, foi aplicada 1 t ha⁻¹ de calcário (PRNT 100%) em toda a área, visando suprir as necessidades de Ca e Mg SOSBAI (2014), seguido de incorporação

com enxada rotativa. Em 13/09/2013 (21 dias antes da semeadura), foram aplicados a lanço os compostos orgânicos nas respectivas doses. Três dias após a aplicação, os compostos foram incorporados ao solo com enxada rotativa, seguido de inundação com lâmina de água de 15 cm.

A semeadura da cultivar EPAGRI 108 foi realizada em 07/10/2013, na densidade de 175 kg ha⁻¹ de sementes pré-germinadas. Após a semeadura, a área experimental foi drenada por 11 dias, para favorecer o estabelecimento das plântulas. Após este período, a irrigação da área foi retomada, com manutenção de lâmina de água de aproximadamente 15 cm até o momento da colheita.

A densidade inicial de plantas foi avaliada no estágio V3 (três folhas completamente expandidas) Counce et al. (2000), pela contagem do número de plantas em três áreas de 0,25 m² em cada unidade experimental e expressa em número de plantas m⁻². No estágio R4 (antese), foi avaliado o acúmulo de biomassa e nutrientes na parte aérea da cultura, pela coleta de plantas em 0,25 m² em cada unidade experimental. As plantas amostradas foram secas em estufa a 60 °C e pesadas, sendo o valor extrapolado para kg ha⁻¹. Posteriormente, foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S no tecido vegetal, seguindo metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). A quantidade acumulada de cada nutriente na parte aérea foi determinada pela multiplicação da massa seca pelo teor do nutriente, sendo expresso em kg ha⁻¹. No estágio R9 (maturação de colheita), foram avaliados o rendimento de grãos e seus componentes (número de panículas m⁻², número de grãos por panícula, peso do grão e esterilidade de espiguetas).

O rendimento dos grãos foi avaliado pela colheita das plantas de 2 m² dentro da área útil da unidade experimental. Após a trilha, limpeza e pesagem dos grãos, os dados foram corrigidos para 130 g kg⁻¹ de umidade e expressos em kg ha⁻¹. Para a determinação dos componentes do rendimento, foram coletadas as plantas de uma área de 0,25 m². O número de panículas foi determinado pela contagem na área, sendo o valor extrapolado para 1 m². O número de grãos/panícula⁻¹ foi estimado pela razão do número total de grãos na amostra e do número de panículas na área amostrada. O peso médio do grão foi obtido pela pesagem de quatro amostras de 100 grãos, sendo o valor corrigido para a umidade de 130 g kg⁻¹. A esterilidade das espiguetas foi determinada pela contagem do número de espiguetas estéreis, as quais foram separadas da amostra

por equipamento soprador de grãos, sendo expressa em porcentagem em relação ao número total de espiguetas.

A Eficiência de Recuperação do Nitrogênio (ERN), expressa em porcentagem, foi calculada pela relação: $(N_t - N_o) \times 100 / N_a$, onde “ N_t ” representa a quantidade de N acumulada nas plantas adubadas, “ N_o ” a quantidade de N acumulada na testemunha sem adubação e “ N_a ” a quantidade de N aplicada, expressos em kg ha^{-1} . A Eficiência Agronômica do Nitrogênio (EAN), expressa em kg de grãos produzidos $\text{kg N aplicado}^{-1}$, foi determinada pela relação: $(R_t - R_o) / N_a$, onde “ R_t ” é o rendimento de grãos do tratamento adubado, “ R_o ” é o rendimento de grãos na testemunha sem adubação e “ N_a ” é a quantidade de N aplicada.

Os dados obtidos de acúmulo de matéria seca e nutrientes da parte aérea do arroz, o rendimento e os componentes do rendimento foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o programa ASSISTAT versão 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes do rendimento: plantas m^{-2} , panículas m^{-2} , grãos panícula $^{-1}$ e peso de grãos $^{-1}$ não variaram significativamente com as doses e marcas comerciais dos compostos testados. No rendimento de grãos, a interação doses e marca comercial foi significativa. O rendimento de grãos aumentou com o aumento do nível de composto orgânico, de modo linear e cúbico, para os compostos Folhito® e Ecocitrus®, respectivamente, até a dose de 6 t ha^{-1} e 4 t ha^{-1} , (Figura 4.1).

Os aumentos de rendimento de grãos descritos nas equações representam 30% de aumento em relação à testemunha para o composto Folhito® e 51% para o Ecocitrus®. O tratamento Ecocitrus® 4 t ha^{-1} produziu o maior rendimento de grãos (3.409 kg ha^{-1}).

A esterilidade de espiguetas reduziu significativamente com o incremento na dose do composto orgânico Folhito®, o que não ocorreu para o Ecocitrus® (Figura 4.2).

Semelhante aos nossos resultados, Siavoshi et al. (2011), observaram uma redução na esterilidade de espiguetas em plantas de arroz que receberam composto orgânico em comparação com a testemunha. No entanto, no tratamento que recebeu adubação mineral foi verificada a maior porcentagem de esterilidade de espiguetas (SIAVOSHI et al., 2011).

De modo geral, a esterilidade neste experimento foi elevada (em torno de 30%), tendo em vista que os níveis médios aceitáveis são de 15 %, em condições ambientais

favoráveis (YOSHIDA, 1981). A maior parte do arroz é atualmente produzida em regiões onde as temperaturas estão perto do ideal para o crescimento (22°C a 28°C) (PRASAD et al., 2006). Nessas regiões freqüentemente ocorrem temperaturas superiores a 33 °C durante o período de formação dos grãos, resultando em maior esterilidade de espiguetas e redução no rendimento de grãos (PRASAD et al., 2006). A elevada esterilidade de espiguetas em nosso experimento pode ser relacionada à ocorrência de temperaturas máximas do ar superiores a 35 °C durante o início do estágio reprodutivos da cultura, (Figura 4.3).

Durante a fase de desenvolvimento reprodutivo, especialmente nos estádios de microsporogênese (R2) e antese (R4), a planta de arroz encontra-se mais sensível a alterações no ambiente, principalmente as relacionadas à temperatura do ar (BATTISTI; NAYLOR, 2009). Entre os processos fisiológicos que ocorrem na antese, a deiscência de anteras é o momento mais crítico para ocorrência de altas temperaturas (MATSUI et al., 1997). Segundo Matsui et al. (1997), temperatura do ar de 35 °C durante o estágio R4 pode causar 20 a 30% de esterilidade de espiguetas na cultura do em arroz irrigado. Esta esterilidade é causada pela redução na deiscência de anteras e na produção de pólen, o que, conseqüentemente, reduz o número de grãos de pólen germinados no estigma (PRASAD et al., 2006). Assim, isso pode explicar os resultados do presente trabalho.

A produção de massa seca da parte aérea na antese (Estádio R4) aumentou de modo linear com o aumento das doses do composto orgânico Ecocitrus® o que não foi observado para o composto Folhito® (Figura 4.4).

Nos compostos Ecocitrus® e Folhito®, os maiores acúmulos deste parâmetro foram nas doses de 6 t ha⁻¹ (7013 e 7147 kg ha⁻¹) respectivamente. A produção de matéria seca nos tratamentos com 6 t ha⁻¹ dos dois composto orgânicos foi de 1493 e 1629 kg ha⁻¹ (27,05 e 29,45%) maior do que a testemunha. Para cada 1000 kg ha⁻¹ de composto orgânico Ecocitrus® aplicado antecedendo o plantio do arroz, houve acúmulo de 278 kg ha⁻¹ de matéria seca na parte aérea. Na mesma situação, o composto orgânico Folhito® produziu 217 kg ha⁻¹ para cada 1000 kg ha⁻¹ aplicado. Resultados semelhantes em produção de matéria seca foram obtidos por Siavoshi et al. (2011) ao avaliar o uso de fertilizantes orgânicos nos mesmos teores de nutrientes aplicadas neste trabalho e também encontrou diferença em relação à testemunha. Esta resposta possivelmente está relacionada à maior disponibilidade de macro e micronutrientes proporcionada pela

aplicação de 6 t ha⁻¹ dos compostos orgânicos, resultando em maior acúmulo de matéria seca na parte aérea da plantas no estágio de antese.

Freitas et al. (2008) obtiveram produção de matéria seca em arroz irrigado semelhante aos patamares de produção deste experimento utilizando doses de até 180 kg ha⁻¹ de N. No entanto, o rendimento de grãos foi muito superior o que justifica a resposta da adubação nitrogenada em cobertura, visto que, neste experimento a adubação orgânica foi aplicada na base. A planta de arroz atingiu estrutura semelhante, porém faltaram nutrientes para a produção de fotoassimilados a serem translocados aos grãos.

A variação da quantidade acumulada dos nutrientes (N, P, Ca e Mg) na parte aérea do arroz na antese aumentou significativamente nas doses do composto orgânico Ecocitrus® (Figura 4.5).

Os tratamentos em que foi aplicado o composto orgânico Folhito®, apenas o teor de N aumentou linearmente com o aumento da dose de composto adicionado (Figura 4.5). Para a quantidade de K e S acumulada, a correlação com doses e marcas comerciais de compostos orgânicos testados não foram significativas.

O tratamento sem aplicação de compostos acumulou 48 kg ha⁻¹ de N, no tratamento com aplicação de 6 t ha⁻¹ de composto Ecocitrus® e Folhito® acumularam 61 kg ha⁻¹ respectivamente. Ou seja, com a aplicação de 6 t ha⁻¹ dos compostos orgânicos testados, houve aumento de 27% na quantidade de N acumulado pelo arroz na antese, em relação a testemunha, sem composto. Para cada 1000 kg ha⁻¹ dos compostos Ecocitrus® e Folhito® aplicados foram acumulados na parte aérea do arroz no estágio R4 2,28 e 1,72 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Na parte aérea do arroz, a acumulação de nutrientes decresceu na seguinte ordem: K > N > Ca > P > Mg > S. Para produzir 3000 kg ha⁻¹ de grãos a cultura do arroz irrigado acumulou em média 60 kg ha⁻¹ de N, 17 kg ha⁻¹ de P, 84 kg ha⁻¹ de K, 19 kg ha⁻¹ de Ca, 15 kg ha⁻¹ de Mg e 4 kg ha⁻¹ de S. Este resultado corrobora os reportados por Fageria et al. (2000) que obtiveram semelhante seqüência de acumulação de nutrientes na parte aérea do arroz em três safras consecutivas, embora os autores tenham utilizado adubação mineral.

A ERN e a EAN foram afetadas pelos diferentes tratamentos testados (Tabela 2). A ERN foi negativa no tratamento do composto orgânico Ecocitrus® 2 t ha⁻¹ (-35,5 %) e aumentou com o incremento da dose do adubo. Para o Folhito® a ERN

seguiu ordem decrescente $2 \text{ t ha}^{-1} > 6 \text{ t ha}^{-1} > 4 \text{ t ha}^{-1}$ (35,1; 10,6 e 21,9 % respectivamente). A EAN foi negativa no tratamento do composto orgânico Ecocitrus[®] 2 t ha^{-1} ($-18,3 \text{ kg kg}^{-1}$), máxima com 4 t ha^{-1} e reduziu para $2,1 \text{ kg}$ de grão produzido $\text{kg N aplicado}^{-1}$. Nos tratamentos que utilizaram composto orgânico Folhito[®] a EAN reduziu com o aumento da dose de adubo.

O tratamento Ecocitrus[®] 4 t ha^{-1} que produziu o maior rendimento de grãos (3.409 kg ha^{-1}), também alcançou a maior EAN.

A matéria orgânica presente em fertilizantes orgânicos libera os nutrientes ligados nela, como o nitrogênio, mais lentamente em comparação aos adubos químicos (DOAN et al., 2013). Considerando a concentração de nutrientes do composto orgânico Folhito[®] (Tabela 4.1), estima-se que em 6 t ha^{-1} forneça um total de 56, 40 e 73 kg ha^{-1} , respectivamente para N, P e K. As recomendações de adubação do arroz irrigado com baixa expectativa de resposta a adubação prescrevem a aplicação de 90, 40 e 80 kg ha^{-1} , respectivamente para N, P e K (SOSBAI, 2014). Entretanto, na dose de 6 t ha^{-1} do composto Folhito[®] está sendo aplicada 62, 100 e 91% da demanda total dos macronutrientes (N, P e K, respectivamente). Pesquisas apontam que os nutrientes N, P e K presentes em compostos orgânicos são liberados gradativamente na ordem de 50, 80 e 100% no primeiro cultivo e 20, 20 e 0% no segundo cultivo (MANUAL, 2004). Isso significa que, ao realizar-se a aplicação de 6 t ha^{-1} do composto Folhito[®], estariam, em tese, prontamente disponíveis no primeiro cultivo 30, 80 e 91% da demanda de N, P e K para baixa expectativa de resposta à adubação. O restante dos nutrientes presentes nos compostos orgânicos seria liberado no segundo ano de cultivo. Se o objetivo fosse de atender as necessidades do nutriente mais limitante, no caso o nitrogênio, demanda a aplicação de dose superior a 20 t ha^{-1} dos compostos orgânicos testados, levando-se em consideração a composição apresentada na Tabela 4.1.

Em um experimento no RS com arroz irrigado em casa de vegetação Andreatza et al. (2013) concluíram que, na dose de 52 t ha^{-1} de vermicomposto bovino, foi obtido rendimento de grãos comparável a altos patamares de produção convencional e atendeu as concentrações de N recomendadas pela pesquisa em arroz irrigado no RS. Assim, embora a aplicação de vermicomposto bovino possa representar uma alternativa de adubação em lavouras de arroz irrigado pré-germinado em sistema orgânico de produção, a aplicação da dose de 52 t ha^{-1} é inviável do ponto de vista prático, em função do elevado volume de composto.

O atendimento das necessidades nutricionais do arroz para uma produtividade de 6 t ha^{-1} , seria necessária a aplicação de doses superiores a 20 t ha^{-1} dos compostos (Figura 4.1). A aplicação de tal dose teria custo por hectare estimado de R\$ 1.540,00 e R\$ 2.760,00, (considerando os valores do mercado em 2015) para os compostos Ecocitrus[®] e Folhito[®], respectivamente, inviabilizando o emprego destes produtos. Além disso, implicaria em dificuldades e custos operacionais de aplicação destes insumos. Quando os compostos orgânicos são aplicados em grandes quantidades, alguns componentes como N, P e sais solúveis, podem poluir o solo e a água McCalla (1974) e prejudicar o desenvolvimento das culturas (CHANG et al., 1993).

Para contornar este problema, o emprego de compostos orgânicos de natureza granulada com maiores concentrações de nutrientes pode ser uma alternativa para a adubação em lavouras de arroz (WILD et al., 2011). Nos EUA, o rendimento de grãos em lavouras de arroz adubadas com compostos orgânicos peletizados foi superior ao rendimento obtido em áreas onde foram empregados adubos orgânicos não peletizados (WILD et al., 2011). No entanto, uma análise econômica de avaliação da sustentabilidade na utilização de insumos em lavouras de arroz irrigado orgânico demanda estudos futuros nestas condições.

Ainda outros aspectos físico-químicos e estruturais devem ser levantados ao se avaliar os resultados deste estudo. Os dois compostos testados foram entregues com temperatura elevada. Este fato foi constatado no momento que os compostos foram descarregados do caminhão, produziram vapor d'água, além de apresentarem odor de amônia. Assim, estes compostos orgânicos comercializados não estavam estabilizados, uma vez que o composto estabilizado deve alcançar temperatura igual ou próxima à temperatura ambiente (KIEHL, 1985). Outro fator técnico a considerar é a elevada altura da pilha de compostagem (acima de 2 m) utilizada durante este processo nos fornecedores de cada um dos compostos (ECOCITRUS, 2015; FOLHITO, 2015). A formação de pilhas muito altas promove maior compressão das camadas superiores sobre as inferiores, compactando-as. Como consequência, o composto entra em decomposição anaeróbica, que, dependendo do teor de umidade, gera chorume e perda de nutrientes (KIEHL, 1985). Além disso, a formação de pilhas muito altas promove maior aquecimento do composto, podendo este alcançar temperaturas que comprometem a atividade de microorganismos que realizam a decomposição dos materiais orgânicos (KIEHL, 1985).

A quantidade de nutrientes aplicada pelos compostos orgânicos diminui em função do aumento no teor de umidade (NORMAN et al., 2013). Os teores de umidade nos compostos foram elevados, sendo de 45% para o composto Folhito[®] e 49% para o Ecocitrus[®] (Tabela 4.1). Isso quer dizer que quase metade da massa dos compostos orgânicos aplicados no arroz era constituída por água. Porém, as concentrações de umidade dos compostos orgânicos Ecocitrus[®] e Folhito[®] estão dentro dos limites aceitáveis da Legislação Brasileira de Fertilizantes Orgânicos (BRASIL, 1980).

No caso do produto Folhito[®], a principal matéria-prima que compõe o produto é a cama de aves. Norman et al. (2013) pondera que este insumo não é homogêneo e estável, sendo que o processo de compostagem e o número de lotes de aves criados sobre a cama influenciam o conteúdo nutricional do composto orgânico. Os autores ressaltam a necessidade de ser realizada uma avaliação econômica e de aplicabilidade do uso de cama de aves e outros compostos e biosólidos como fonte nutricional. Além disso, cama de aves também possui propriedade que limitam seu uso contínuo em altas doses, podendo causar aumento do pH do solo e imobilização de nutrientes (NORMAN et al., 2013).

Os compostos orgânicos utilizados neste experimento podem representar uma alternativa no manejo da adubação em arroz irrigado em sistema orgânico de produção. Entretanto, são necessários ajustes técnicos no processo de compostagem destes produtos comerciais.

CONCLUSÕES

A utilização de composto pode aumentar a produtividade em lavouras de arroz irrigado pré-germinado em sistema orgânico. A Eficiência de Recuperação do Nitrogênio e a Eficiência Agronômica do Nitrogênio foram afetadas pelos diferentes tratamentos testados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Movimento Sem Terra (MST) em especial a família do agricultor Clairton Neres pela disponibilidade de realizar o experimento em sua lavoura. Ao Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA) pelo apoio técnico e financeiro, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas

de estudo e produtividade dos autores. A todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, California, v.72, n.2, p.203-211, 2003.

ANDREAZZA R. et al. Bactérias diazotróficas e vermicomposto como fontes alternativas de N para o arroz irrigado. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.35, n.2, p.15-23, 2013.

BATTISTI D.S.; NAYLOR R. L. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. **Science**, Londres, v.323, n.5911, p.240–244, 2009.

BRASIL. **Lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003, do Ministério da Agricultura**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil Seção 1, Página 8 Brasília, DF 24 dez. 2003. Disponível em <<http://www.in.gov.br>>. Acesso em: 23 maio 2015.

BRASIL, **Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980**. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados a agricultura, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF 16 dez. 2003. Disponível em <<http://www.in.gov.br>>. Acesso em: 15 abril 2015.

CHANG, C. et al. Barley Performance Under Heavy Applications of Cattle Feedlot Manure. **Agronomy Journal**, Guilford, v.85, n.5, p.1013-1018, 1993.

CHAU, L.M.; HEONG, K.L. Effects of organic fertilizers on insect pest and diseases of rice. **Omonrice**, Can Tho, v.13, p.26-33, 2005.

COUNCE, P.A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

DOAN, T.T. et al. Interactions between compost, vermicompost and earthworms influence plant growth and yield: a one-year greenhouse experiment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.160, p.148-154, 2013.

ECOCITRUS, Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Café. **Informações sobre usina de compostagem**. Capturado em 12 mar. 2015. Online. Disponível na Internet <<http://www.ecocitrus.com.br/index.php/sobre-a-ecocitrus/usina-de-compostagem-3>>.

ESCHER, S.O.M.S. Proposta para a produção de arroz ecológico: a partir de estudos de casos no RS e PR. Florianópolis, 2010. 106p. Dissertação (**Mestrado em Agroecossistemas**) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade de Santa Catarina.

FAGERIA, N.K. et al. Resposta do arroz irrigado à adubação residual e aos níveis de adubação em solo de várzea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p.177-182, 2000.

FOLHITO, Adubos orgânicos. **Informações sobre a usina de compostagem**. Capturado em 12 mar. 2015. Online. Disponível na Internet <<http://www.folhito.com.br/index.php/produtos/compostagem>>

FREITAS, T.D. et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2397-2405, 2008.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica “Ceres” Ltda., 1985. 492p.

MACHADO, M.O. et al. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção do arroz irrigado e nas propriedades químicas e físicas do solo de Pelotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.6, p.583-591, 1983.

MCCALLA, T.M. Use of Animal Manure Wastes as a Soil Amendment. **Journal Soil Water Conservation**, Ankeny, v.29, p.213-216, 1974

MANUAL - **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. Ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Núcleo Regional Sul Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400p.

MATSUI T. et al. Effects of high temperature and CO₂ concentration on spikelet sterility in *indica* rice. **Field Crops Research**, Giza, v.51, n.3, p.213-219, 1997.

NORMAN, R. et al. Insect Management in Rice. In: HARDKE, J. (ed.) **Arkansas Rice Production Handbook**. Arkansas: University of Arkansas, 2013 cap. 9, p 139-162.

PRASAD P.V.V. et al. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. **Field Crops Research**, Giza, v.95, n.2, p.398–411, 2006.

SHIMIDT, N. Efeito da aplicação de calcário, matéria orgânica e adubos minerais em cultura de arroz, em solo de várzea irrigada. **Bragantia**, Campinas, v.29, n.27, p.293-299, 1970.

SIAVOSHI, M. et al. Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.3, n.3, p.217, 2011.

SINGH, B. et al. The value of poultry manure for wetland rice grown in rotation with wheat. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Ithaca, v.47, n.3, p.243-250, 1997.

SOSBAI - Sociedade Sul brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. 179p.

TEDESCO, J.M. et al. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

WILD, P.L. et al. Nitrogen availability from poultry litter and pelletized organic amendments for organic rice production. **Agronomy Journal**, Guilford, v.103, n.4, p.1284-1291, 2011.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

Tabela 4.1. Composição físico-química dos adubos orgânicos utilizados no experimento. Laboratório de solos da Ufrgs, 2013.

Variável	Ecocitrus [®]	Folhito [®]
Cálcio - Ca (%)	8,4	5,3
Carbono orgânico (%)	17	29
Densidade (kg m ⁻³)	807	582
Potássio - K (%)	0,5	2,2
Magnésio - Mg (%)	0,42	0,66
Nitrogênio - N (%)	1,3	1,7
Fósforo - P (%)	0,32	1,2
pH (água)	8,0	8,8
Relação C/N	13,1	17,1
Umidade (%)	49	45

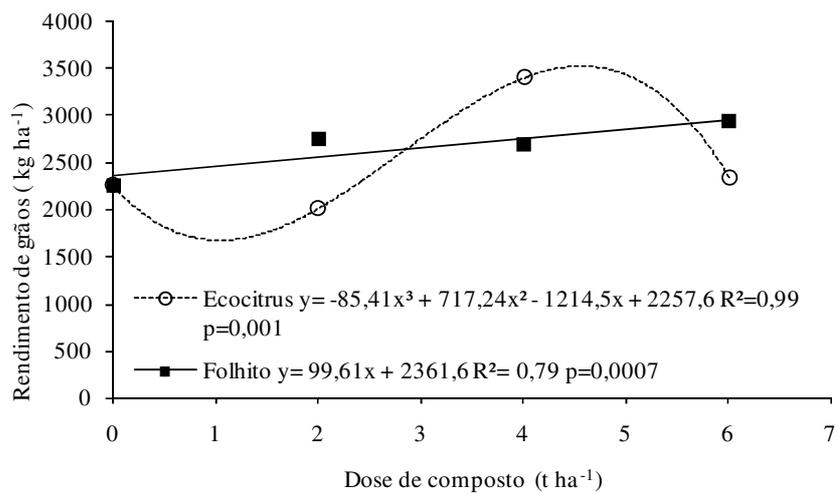


Figura 4.1. Rendimento de grãos de arroz irrigado em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.

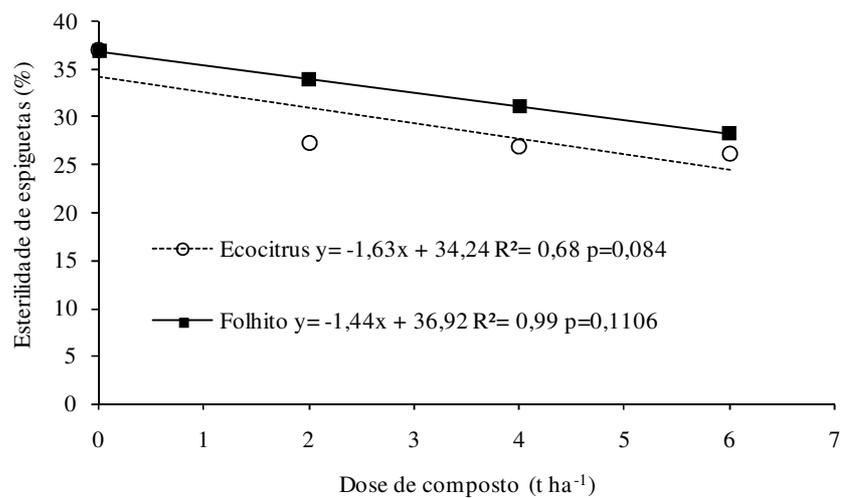


Figura 4.2. Esterilidade de espiguetas de arroz irrigado em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.

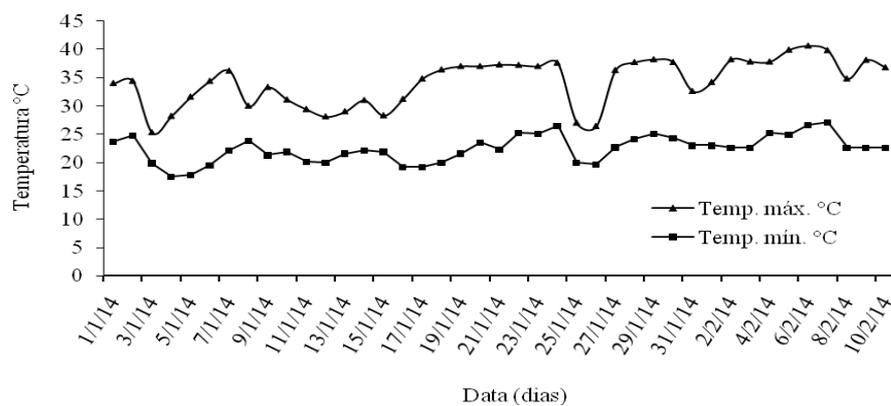


Figura 4.3. Temperaturas do ar máximas e mínimas diárias verificadas no período de 01/01/2014 a 10/02/2014 em estação meteorológica no município de Porto Alegre, 2014. Fonte: INMET (Porto Alegre, 2014).

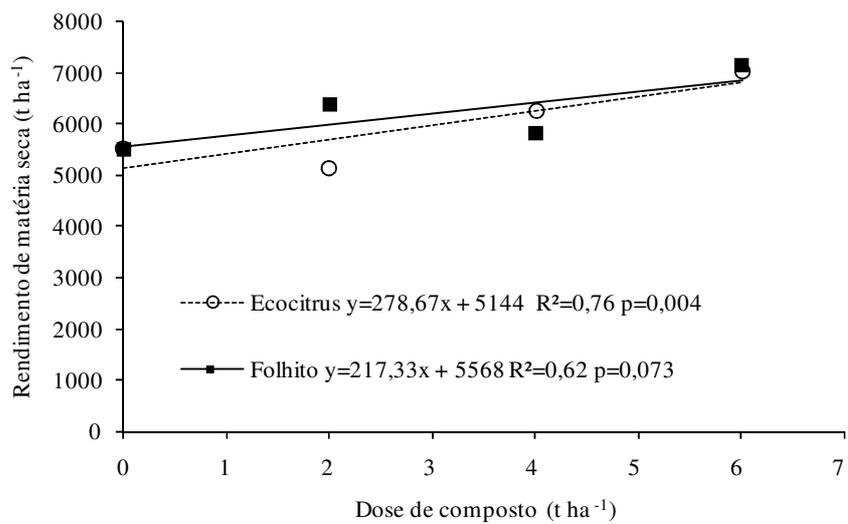


Figura 4.4. Rendimento de matéria seca da parte aérea no estágio R4 (antese) em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.

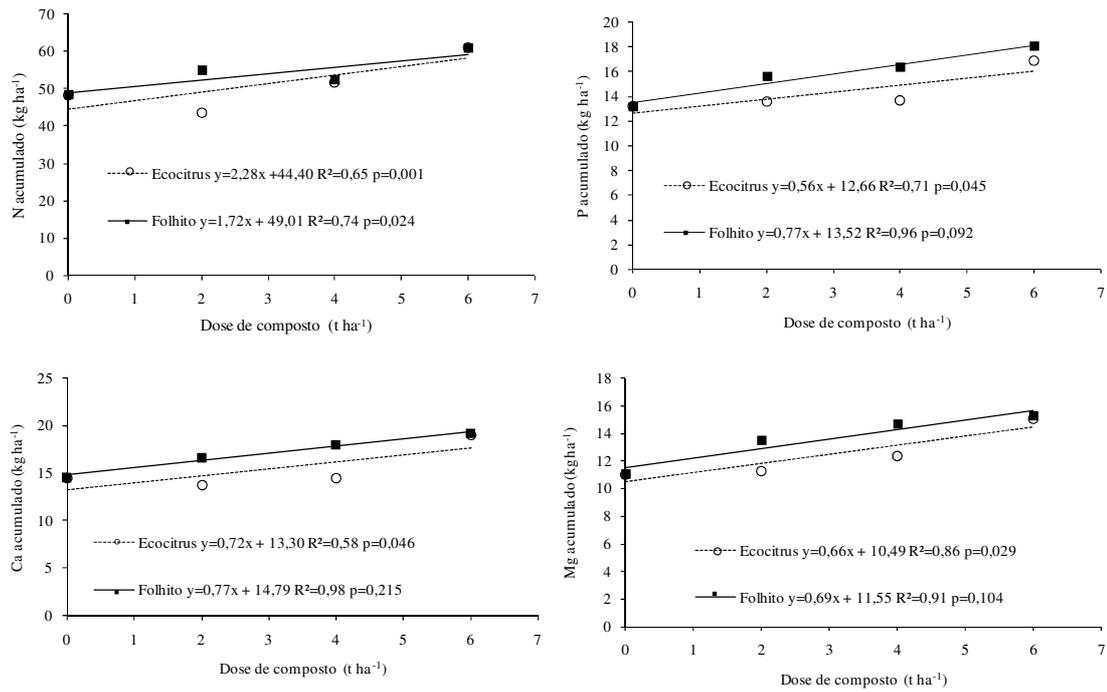


Figura 4.5. Quantidade acumulada de nutrientes (N, P, Ca e Mg) na parte aérea do arroz na antese (Estádio R4) em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, safra 2013/2014.

Tabela 4.2. Eficiência de recuperação do nitrogênio (ERN) e eficiência agrônômica do nitrogênio (EAN) em resposta à aplicação de diferentes doses de dois compostos orgânicos. Viamão, RS, 2013/2014.

Tratamento	Dose (t ha ⁻¹)	N acumulado na parte aérea (kg ha ⁻¹)	Quantidade de N aplicada (kg ha ⁻¹)	ERN ² (%)	EAN ³ (kg kg ⁻¹)
Testemunha ¹	-	48,5	-	-	-
Ecocitrus [®]	2	43,7	13,3	-35,5	-18,3
	4	51,8	26,5	12,6	43,4
	6	61,0	39,8	31,5	2,1
Folhito [®]	2	55,0	18,7	35,1	26,3
	4	52,4	37,4	10,6	11,7
	6	60,8	56,1	21,9	12,2

¹Testemunha: sem aplicação de composto.

²ERN: eficiência de recuperação do N (%).

³EAN: eficiência agrônômica do N (kg grãos produzidos kg de N aplicado⁻¹).

5 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições deste experimento conclui-se que as aplicações de compostos orgânicos nas doses testadas neste experimento em arroz irrigado não interferem na população de *Oryzophagus oryzae*.

Os compostos orgânicos nas doses utilizadas neste experimento não interferiram significativamente na diversidade e na abundância de artrópodes em arroz irrigado.

O início do período reprodutivo da lavoura foi o que apresentou maior abundância e diversidade de artrópodes.

A utilização de composto pode aumentar a produtividade em lavouras de arroz irrigado pré-germinado em sistema orgânico.

A Eficiência de Recuperação do Nitrogênio e a Eficiência Agronômica do Nitrogênio foram afetadas pelos diferentes tratamentos testados.

6 APÊNDICE

APÊNDICE 1. Imagens das atividades de campo.



(A) Coleta de solo para análise, (B) Carregamento de calcário, (C) Aplicação mecanizada de composto orgânico, (D) Aplicação manual de composto orgânico, (E) Limpeza de canal de irrigação, (F) Gradagem do solo.

APÊNDICE 1. Continuação...



(G) Alisamento do solo, (H) Semeadura, (I) Envaletamento, (J) Contagem plantas m^{-2} , (K) Coleta de água para análise, (L) Medição de lâmina e temperatura d'água, (M) Coleta de amostra de solo para avaliação da bicheira-da-raiz, (N) Amostra de solo com larvas de bicheira-da-raiz.

APÊNDICE 1. Continuação...



(O) Coleta de artrópodes com rede-de-varredura, (P) Artropodes coletados com rede-de-varredura para triagem, (Q) Coleta de plantas para análise de matéria-seca, (R) Colheita das plantas para amostragem de rendimento de grãos, (S) Contagem do número de panículas m^{-2} , (T) Triagem de grãos de arroz.

7 ANEXOS

ANEXO1. Análise dos compostos orgânicos

COMPOSTO ORGÂNICO – ECOCITRUS

Data da análise: 12/12/2013

Determinações	Valor	Metodologia aplicada / Limite de detecção
Umidade - % (m/m)	49	gravimetria / -
pH	8,0	relação amostra:água 1:5/potenciometria
Densidade úmida - kg/m ³	807	-
Carbono orgânico - % (m/m)	17	combustão úmida/Walkey Black / 0,01%
Nitrogênio (TKN) - % (m/m)	1,3	Kjeldahl / 0,01 %
Fósforo total - % (m/m)	0,32	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Potássio total - % (m/m)	0,50	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Cálcio total - % (m/m)	8,4	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Magnésio total - % (m/m)	0,42	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Enxofre total - % (m/m)	0,19	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Cobre total - mg/kg	45	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,6 mg/kg
Zinco total - mg/kg	82	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 2 mg/kg
Ferro total - % (m/m)	1,2	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Manganês total - mg/kg	838	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Sódio total - % (m/m)	0,21	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 10 mg/kg
Boro total - mg/kg	24	digestão seca/ ICP-OES / 1 mg/kg

Obs₁. : Resultados expressos na amostra seca a 65°C, com exceção do pH e densidade.

Obs₂. : Média de 2 determinações.

COMPOSTO ORGÂNICO – FOLHITO

Data da análise: 24/09/2013

Determinações	Valor	Metodologia aplicada / Limite de detecção
Umidade - % (m/m)	45	gravimetria / -
pH	8,8	relação amostra:água 1:5/potenciometria
Densidade úmida - kg/m ³	582	-
Carbono orgânico - % (m/m)	29	combustão úmida/Walkey Black / 0,01%
Nitrogênio (TKN) - % (m/m)	1,7	Kjeldahl / 0,01 %
Fósforo total - % (m/m)	1,2	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Potássio total - % (m/m)	2,2	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Cálcio total - % (m/m)	5,3	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Magnésio total - % (m/m)	0,66	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Enxofre total - % (m/m)	0,43	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Cobre total - mg/kg	134	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,6 mg/kg
Zinco total - mg/kg	356	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 2 mg/kg
Ferro total - % (m/m)	0,63	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Manganês total - mg/kg	606	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Sódio total - % (m/m)	0,50	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 10 mg/kg
Boro total - mg/kg	43	digestão seca/ ICP-OES / 1 mg/kg

Obs₁. : Resultados expressos na amostra seca a 65°C, com exceção do pH e densidade.

Obs₂. : Média de 2 determinações.

ANEXO 2. Análise da água de irrigação

Data da análise: 25/11/2013

Determinações	Valor	Metodologia aplicada / Limite de detecção
Fósforo total mg/L	0,09	SMEWW 4500 P E - 22ed (2012)
Nitrogênio total mg/L	0,7	EPA 350.2 (1974)
Potássio total mg/L	<0,5	SMEWW 3120 B - 22ed (2012)

8 VITA

Leandro Luiz Menegon filho de Bambina Cecília Dall’Ago Menegon e Nazareno Menegon, nasceu no dia 23 de julho de 1980 em São Marcos, Rio Grande do Sul, Brasil.

Realizou o ensino fundamental na Escola Municipal de Ensino Fundamental Francisco Doncatto e o ensino médio no Colégio Estadual São Marcos.

Em 2002 ingressou no curso de agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) onde desenvolveu atividades de iniciação científica por dois anos no Departamento de Plantas Forrageiras sob orientação do professor Renato Borges de Medeiros, seguido de bolsa de extensão no Departamento de Fitossanidade com professor Fábio Kessler Dal Soglio e iniciação científica no Departamento de Horticultura e Silvicultura com professor Otto Carlos Koller.

Graduou-se em Engenharia Agrônoma em janeiro de 2009, trabalhou de fevereiro de 2009 a março de 2013 na Cooperativa de Prestação de Serviços Técnicos (Coptec) com certificação de alimentos orgânicos em assentamentos no Rio Grande do Sul. Iniciou em março de 2013 mestrado em Fitotecnia da UFRGS no departamento de Fitossanidade sob orientação da professora Simone Mundstock Jahnke e coorientação do professor Christian Bredemeier do Departamento de Plantas de Lavoura.