

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO ARROZ IRRIGADO SUBMETIDO A  
DOSES DE TIAMETOXAM EM TRATAMENTO DE SEMENTES**

**RENATO SUEKANE**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2015**

# **ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO ARROZ IRRIGADO SUBMETIDO A DOSES DE TIAMETOXAM EM TRATAMENTO DE SEMENTES**

**RENATO SUEKANE**  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. PAULO EDUARDO DEGRANDE  
Co-orientador: PROF. DRA. BEATRIZ LEMPP

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

**DOURADOS**  
**MATO GROSSO DO SUL**  
**2015**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S944a Suekane, Renato.  
Análise de crescimento do arroz irrigado submetido a doses de *Tiametoxam* em tratamento de sementes. / Renato Suekane. – Dourados, MS : UFGD, 2015.  
46f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande.  
Tese (Doutorado de Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Efeito fisiológico. 2. Arroz irrigado. 3. Inseticida.I. Título.

CDD –632.96

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO ARROZ IRRIGADO SUBMETIDO A  
DOSES DE TIAMETOXAM EM TRATAMENTO DE SEMENTES**

por

Renato Suekane

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
DOUTOR EM AGRONOMIA

Aprovado em: 06/05/2015



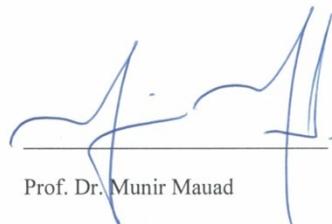
Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande  
Orientador – UFGD/FCA



Eng. Agr. Dr. Ricardo Barros  
Membro Titular – MS Integração



Prof. Dr. Roni Paulo Fortunato  
Membro Titular – IFF



Prof. Dr. Munir Mauad  
Membro Titular – UFGD/FCA



Prof. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon  
Membro Titular – UFGD/FCA

*“O que faz andar o barco não é a vela  
enfundada, mas o vento que não se vê”*

(Platão, filósofo grego)

## AGRADECIMENTOS

Ao Orientador Professor Dr. Paulo Eduardo Degrande que desde 2005 tem me orientado na formação acadêmica, profissional e pessoal.

Ao Geraldo R. Umemura pela ajuda na coleta de dados a campo e a equipe de funcionários da Fazenda Barra do Laranja Doce pelo suporte operacional, liderados pelo Ilario Maccari.

A Janete Pezarine Greff de Lima, do laboratório de Entomologia (FCA/UFGD), pela colaboração na organização do laboratório.

A Prof. Beatriz Lempp pelas orientações metodológicas e pela autorização de uso da estufa e da balança do laboratório de Forragicultura.

A Elda Silva, do laboratório de Forragicultura (FCA/UFGD) pela ajuda na organização dos materiais na estufa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFGD pela oportunidade realizar o estudo.

A secretaria de pós-graduação em especial a Maria Lucia Teles e Ronaldo Pasquim de Araujo pelas gentilezas prestadas.

Aos meus pais: Paulo Massato Suekane e Luzia Fujiko Kodama Suekane. Aos meus irmãos: Lincoln Suekane e Cristiana Suekane Konaka. Ao meu cunhado: Maurício Toshio Konaka, aos meus queridos sobrinhos: Fernando Koiti Konaka e Eduardo Massao Konaka.

Pela dedicação, incentivos, companheirismo, ensinamentos e alegrias vividas.

A todos citados acima, meus sinceros e profundos agradecimentos.

## SUMÁRIO

### PÁGINA

<b>RESUMO.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
Tiametoxam.....	16
Análise dos fatores fisiológicos.....	17
Aspectos morfológicos do arroz.....	19
Características da cultivar SCS 117 CL .....	19
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
Experimento 1 .....	21
Experimento 2 .....	22
Experimento 3 .....	22
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
Experimento 1 .....	23
Experimento 2 .....	28
Experimento 3 .....	33
Análise de crescimento.....	37
Índice de produtividade .....	38
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE TABELAS

## PÁGINA

<b>Tabela 1.</b> Resumo da análise de variância do experimento 1. DC (diâmetro de colmo), ALT (altura de planta), MSVLF/PI (massa seca verde de lâmina foliar por planta), MSVCB/PL (massa seca de colmo + bainha por planta), AF/PI (área foliar por planta) e MST (matéria seca total). Dourados, MS, safra 2012/2013 .....	25
<b>Tabela 2.</b> Resumo do quadro de análise de variância da análise de crescimento do experimento 1. TCC (taxa de crescimento da cultura), TCR (taxa de crescimento relativo), TAL (taxa assimilatória líquida), RAF (razão de área foliar), RPF (razão de peso foliar) e AFE (área foliar específica). Dourados, MS, safra 2012/2013 .....	26
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância observadas dos tratamentos dos componentes de produtividade de experimento 1 Número de grãos por panícula, massa total por planta, massa de mil grãos e número de grãos por panícula. Dourados, MS, safra 2012/2013 .....	27
<b>Tabela 4.</b> Resumo da análise de variância. DC (diâmetro de colmo), AP (altura de planta), MLF/PI (massa seca de lâmina foliar por planta), MB/PL (massa seca de colmo por planta), AF/PI (área foliar por planta) e MSPA (matéria seca da parte aérea) do experimento 2. Dourados, MS, safra 2012/2013 .....	29
<b>Tabela 5.</b> Resumo do quadro de análise de variância da análise de crescimento. TCC (taxa de crescimento da cultura), TCR (taxa de crescimento relativo), TAL (taxa assimilatória líquida), RAF (razão de área foliar), RPF (razão de peso foliar) e AFE (área foliar específica) do experimento 2. Dourados, MS, safra 2012/2013 .....	31
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância observadas dos tratamentos dos componentes de produtividade do experimento 2. Número de grãos por panícula, massa total por planta, massa de mil grãos e número de grãos por panícula. Dourados, MS, safra 2012/2013 .....	32
<b>Tabela 7.</b> Resumo da análise de variância do experimento 3. DC (diâmetro de colmo), ALT (altura de planta), MSVLF/0,25 m <sup>2</sup> (massa seca verde de lâmina foliar/0,25 m <sup>2</sup> ), MSVCB/0,25 m <sup>2</sup> (massa seca verde de colmo + bainha/ 0,25 m <sup>2</sup> ), AF/0,25 m <sup>2</sup> (área foliar/0,25 m <sup>2</sup> ) e MST (matéria seca total) do experimento 3. Dourados, MS, safra 2013/2014 .....	33
<b>Tabela 8.</b> Resumo do quadro de análise de variância da análise de crescimento. TCC (taxa de crescimento da cultura), TCR (taxa de crescimento relativo), TAL (taxa assimilatória líquida), RAF (razão de área foliar), RPF (razão de peso foliar) e AFE (área foliar específica) do experimento 3. Dourados, MS, safra 2013/2014 .....	35

<b>Tabela 9.</b> Resumo da análise de variância observadas dos tratamentos dos componentes de produtividade do experimento 3. Número de panículas/0,25 m <sup>2</sup> , massa total/0,25 m <sup>2</sup> , massa de mil grãos e número de grãos por panícula do experimento 3. Dourados, MS, safra 2013/2014.....	36
--	----

## LISTA DE FIGURA

### PÁGINA

- Figura 1.** Desdobramento das doses em função das épocas de avaliações da análise de crescimento do experimento 1. Eixo x representa as doses e eixo y representa as taxas de crescimento baseado nos cálculos de análise de crescimento. TCC dado por  $\text{g.dia}^{-1}$  e TCR dado por  $\text{g.g.dia}^{-1}$ . Dourados, MS, safra 2012/2013 ..... 27

## **ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO ARROZ IRRIGADO SUBMETIDO A DOSES DE TIAMETOXAM EM TRATAMENTO DE SEMENTES**

RENATO SUEKANE

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande

**RESUMO:** Existem relatos de incrementos de produtividade na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) devido ao uso de inseticida em tratamento de sementes para controle de pragas causando um efeito colateral benéfico à esta cultura. Com isto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito colateral do inseticida a base de Tiametoxam utilizado em tratamento de sementes de arroz através da técnica de análise de crescimento e a produtividade. Foram testadas 3 doses do inseticida a base de Tiametoxam em comparação com a testemunha sem inseticida. Utilizou-se a cultivar de arroz irrigado Epagri SCS 117 CL. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo na Fazenda Barra do Laranja Doce e Fazenda Barro Preto, durante as safras agrícolas de 2012/2013 e 2013/2014. Nos experimentos 1 e 2 trabalharam-se com a coleta de 12 plantas para realização dos cálculos da análise de crescimento e no experimento 3 coletou-se o total de plantas na área de 0,25 m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro tratamentos subdivididos em 3 épocas de avaliações com seis repetições para o experimento 1. O delineamento experimental do experimento 2 e 3 foi de blocos ao acaso com quatro tratamentos subdivididos em 3 épocas de avaliações com cinco repetições. Quando F foi significativo ( $P < 0,05$ ) para as doses realizou-se a análise de regressão. Na comparação da testemunha em relação aos demais tratamentos não verificou-se diferença na eficiência de conversão da radiação utilizada pela planta para produção de matéria seca. Não houve diferenças na altura de planta e no diâmetro de colmo. Também não ocorreu incremento na produtividade. Tais resultados permitem concluir que o inseticida a base de Tiametoxam não exerce efeito colateral benéfico sobre o crescimento e a produtividade da cultura.

Palavras-chave: Efeito colateral, *Oryza sativa*, matéria seca

## TIAMETOXAM AFFECTS GROWTH OF FLOODED RICE

RENATO SUEKANE

Adviser: Dr. Paulo Eduardo Degrande

**ABSTRACT:** There have been reports of increased yield in rice (*Oryza sativa* L.) due to the use of insecticide seed treatment to control pests causing a side effect beneficial to the crop. The objective of this study was to evaluate the effect of Tiametoxam seed treatment on growth and yield of rice. Three doses were tested alongside an untreated control. The rice cultivar Epagri SCS 117 CL was used. The experiments were conducted under field conditions at Fazenda Barra do Laranja Doce and Fazenda Barro Preto during 2012/2013 and 2013/2014 growing seasons. In experiments one and two, 12 plants were collected for growth analysis calculations, in experiment three plants within 0.25 m<sup>2</sup> were collected, three collections were made during the growing season. The experimental design was completely randomized blocks with four treatments and six replications for the experiment one, and five replications for experiments two and three. Regression analysis was performed when doses had a significant effect ( $P < 0.05$ ). Treatment with Tiametoxam did not have an effect on conversion efficiency of radiation used by the plant for production of dry matter, or in plant height and stem diameter. Also, there was no increase in yield. The results indicate that the insecticide Tiametoxam does not provide beneficial side effects on growth and yield in rice.

Key words: Side effect, *Oryza sativa*, dry matter

## ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO ARROZ IRRIGADO SUBMETIDO A DOSES DE TIAMETOXAM EM TRATAMENTO DE SEMENTES

### INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do arroz é amplamente cultivada no território brasileiro, com a estimativa de área plantada de 2,3 milhões de hectares e a produção de 12,16 milhões de toneladas produzidas na safra de 2013/2014 (Conab, 2014). As perdas por pragas são comuns ao redor do mundo, causando perdas significativas em países como a China (Chen et al., 2011).

Ao longo do ciclo da cultura, o arroz irrigado é atacado por diversas pragas. Gallo et al. (2002) citam gorgulhos-aquáticos *Oryzophagus oryzae*, Coleoptera: Curculionidae (Lima, 1936), lagarta-boiadeira *Nymphula indomitalis*, Lepidoptera: Nymphulidae (Berg., 1876), curuquerê-dos-capinzas *Mocis latipes*, Lepidoptera: Noctuidae (Guen., 1852), *Spodoptera frugiperda*, Lepidoptera: Noctuidae (J.E. Smith, 1797), *Leucania humidicola*, Lepidoptera: Noctuidae (Guen, 1852), percevejo-do-grão-do-arroz *Oebalus poecilus*, Hemiptera: Pentatomidae (Dallas, 1851), percevejo-do-colmo-do-arroz *Tibraca limbativentris*, Hemiptera: Pentatomidae (Stal, 1860), *Oediopalpa guerini*, Coleoptera: Chrysomelidae (Baly, 1858), pulga-do-arroz *Chaetocnema* sp., Coleoptera: Chrysomelidae, cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta*, Homoptera: Cercopidae (Stal, 1854), cigarrinha-do-arroz *Tagosodes orizicola*, Hemiptera: Delphacidae (Muir, 1926), broca-da-cana *Diatraea saccharalis*, Lepidoptera: Pyralidae (F., 1794).

Dentre as pragas citadas que atacam a cultura do arroz irrigado, os gorgulhos-aquáticos ou bicheira-do-arroz são representadas principalmente pelas espécies *O. oryzae*, *Helodytes foveolatus*, Curculionidae: Coleoptera (Duval, 1945) e *Lissorhoptrus tibialis*,

Coleoptera: Curculionidae (Hustache, 1926), sendo que a espécie *O. oryzae* representa 70% da população que atacam inicialmente as lavouras causando danos decorrente de sua alimentação das raízes, matando as plântulas, causando danos entre 10 a 30% (Gallo et al., 2002). Este inseto-praga é comumente encontrado nas regiões produtoras de arroz irrigado (Martins et al., 2004).

Para o controle dos gorgulhos-aquáticos recomenda-se o tratamento de sementes com inseticidas específicos. Dentre os inseticidas utilizados na cultura do arroz irrigado, há relatos de que o inseticida a base de Tiametoxam cause efeito colateral benéfico em outras culturas, com incrementos de produtividade e aumento de comprimento radicular e alguns indícios de efeitos benéficos na cultura do arroz irrigado.

Com isto o objetivo deste trabalho foi avaliar se existe efeito colateral benéfico na cultura do arroz com o tratamento de sementes com o inseticida a base de Tiametoxam.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEN, M.; SHELTON, A.; YE, G.Y. Insect resistant genetically modified rice in China: from research to commercialization. **Annual Review of Entomology**, v.56, n.1, p. 81-101, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos safra 2014/15 primeiro levantamento**. Brasília, DF: CONAB, 2014. 94p.

MARTINS, J.F.S.; GRUTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S. **Descrição e manejo integrado de insetos-praga em arroz irrigado**. In: Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 635-660.

GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDEL, F.M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.de; BERTI FILHO, E.; PARA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649 p.

## INTRODUÇÃO

O arroz é considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessárias ao homem, sendo uma cultura extremamente versátil, que se adapta à diferentes condições de solo e clima, sendo considerado a espécie de maior potencial de aumento de produção para o combate à fome no mundo (Azambuja et al., 2004).

As alternativas que visam baixar a população deste inseto-praga em arroz irrigado, envolvem práticas culturais de limpeza de canais de irrigação, destruição de restos culturais, aplainamento do solo, adubação nitrogenada suplementar visando recuperar o sistema radicular danificado pela larva da praga e utilização de variedades de ciclo mais longo. No entanto, nas áreas com histórico desta praga recomenda-se o tratamento de sementes com inseticidas (Martins et al., 2004).

Diversos grupos de inseticidas são registrados para a cultura do arroz irrigado no controle da bicheira-do-arroz (*O. oryzae*) sendo encontrado registro de inseticidas do grupo dos neonicotinóides, metilcarbamato de benzofuranila, antranilamida, pirazol, piretróide, fenilpirazol e benzoiluréia (Agrofit, 2012).

Normalmente, os inseticidas são estudados quanto a sua eficiência no controle de pragas. Entretanto, podem provocar efeitos fisiológicos capazes de influenciar o desenvolvimento das culturas, ocasionando incrementos na produtividade em determinadas culturas, como efeito indireto da aplicação deste inseticida (Pereira, 2010).

Estes efeitos normalmente causam um incremento produtivo em algumas culturas. Devido a este efeito colateral benéfico, estes controladores hormonais foram classificados em biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores. Segundo Castro & Pereira (2008) os biorreguladores são compostos orgânicos, não nutrientes, aplicados em baixas concentrações nas plantas, que promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos do vegetal, tendo como exemplo as auxinas; Os bioestimulantes são misturas de um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente, como os sais minerais e os bioativadores são substâncias orgânicas complexas, modificadoras do crescimento, capazes de atuar na transcrição do DNA na planta, na expressão gênica, proteínas da membrana e nutrição mineral.

No arroz irrigado existem poucos trabalhos relacionados ao Tiametoxam, existindo relatos de aumento de produtividade como efeito colateral do tratamento de semente com este inseticida. Com a finalidade de verificar a existência de efeito benéfico adotou-se como ferramenta a análise de crescimento da cultura, em avaliações realizadas na fase vegetativa da cultura, baseado nos cálculos propostos por Radford (1967).

### Tiametoxam

Tiametoxam é um inseticida sistêmico de amplo espectro de ação, do grupo dos neonicotinóides, sub-classe tianicotinil, da família nitroguanidina, com nome químico (IUPAC) (EZ) 3-(2-cloro-tiazol-1,3-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-1,3,5-oxadiazinan-4-ilideno(nitro) amina (Oliveira et al., 2009).

Este inseticida atua no receptor nicotínico acetilcolina, localizado no neurônio pós-sináptico, e estes não são degradados imediatamente. Como consequência os impulsos nervosos são transmitidos continuamente, levando à hiperexcitação do sistema nervoso (Gallo et al., 2002).

No solo, o Tiametoxam é hidrolizado sob condições alcalinas sendo prontamente afetados pelo pH, resultando em uma curta meia-vida deste ingrediente ativo (Yu, 2008). Segundo Urzedo et al. (2006), esta molécula tem um alto potencial de lixiviação em condições de campo, além de possuir uma alta solubilidade e pouca adsorção nas partículas do solo (Carbo et al., 2007). Torres et al. (2008), citam o menor efeito residual deste inseticida poderá ocorrer quando aplicado sob baixa umidade do solo, sendo recomendado a aplicação do inseticida próximo a capacidade de campo.

Poucos trabalhos com Tiametoxam são relatados na cultura de arroz irrigado, sendo encontrados diversos estudos com a cultura da soja.

Na cultura de arroz, Almeida et al. (2011) avaliando o Tiametoxam sobre desempenho fisiológico, comenta que este inseticida age como potencializador, permitindo a expressão do potencial germinativo das sementes, acelerando o crescimento radicular e aumentando a absorção de nutrientes pela planta.

Para a cultura da soja existem diversos estudos com Tiametoxam, sendo relatado aumento de produtividade de acordo com Damico (2008), interação de calcário com adubo

formulado no aumento de produtividade Petrere et al. (2008), aumento de área foliar Tavares et al. (2007). Por outro lado, autores estudando esta mesma cultura não observaram efeitos sobre produtividade (Silveira et al., 2008; Silva et al., 2008; Campos e Silva, 2008).

Pereira et al. (2010), estudando o efeito fisiológico do inseticida Tiametoxam na cultura da cana-de-açúcar afirmam que este inseticida possibilita incremento no diâmetro do colmo e o incremento de até 3,7 vezes na massa seca do sistema radicular em cana-de-açúcar a aplicação de Tiametoxam em plantas jovens de cana soca favorece o crescimento das folhas, com aumento da área foliar, podendo proporcionar ganhos fotossintéticos e maior síntese de carboidratos, resultando no aumento do teor de sacarose no colmo.

O efeito do Tiametoxam no algodoeiro favorece a qualidade fisiológica das sementes e na dose de 6 ml/kg de p.c. proporciona o aumento de 20% da massa seca de raízes quando comparado com a testemunha não tratada (Lauxen et al., 2010)..

Sementes de feijão tratadas com Tiametoxam associado ao adubo formulado contendo N, P, K apresentaram melhor germinação e maior número de nódulos nas raízes das plantas (Calafiori e Barbieri, 2001).

Tubérculos de batata Ágata tratadas com Tiametoxam na dose de 800 g.p.c.ha<sup>-1</sup> apresentaram um aumento e 63% no comprimento das raízes (Pereira et al., 2007).

#### Análise dos fatores fisiológicos

Estudos detalhados de fisiologia vegetal são complexos quando se trata de experimentos conduzidos em condições de campo, uma vez que são caros e operacionalmente difíceis. No entanto, o uso da análise de crescimento é importante, pois favorece uma abordagem fisiológica das plantas a partir de procedimentos experimentais simples, normalmente baseadas em avaliações agronômicas em condições de campo (Limão, 2010).

Uma das premissas básicas da análise de crescimento é o fato de que cerca de 90% da massa seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento resulta da sua atividade fotossintética (Benincasa, 1988). Qualquer incremento em seu peso, altura ou área foliar ao longo de um determinado período estará diretamente relacionado ao tamanho alcançado ao longo do período anterior, com isso a atividade fotossintética da planta passa a ser o aspecto fisiológico de maior importância para análise de crescimento (Limão, 2010). Segundo

Radford (1967), é necessário a medida da massa seca da planta e a medida da dimensão do sistema assimilatório da planta, ou seja, a área foliar total da planta para realização dos cálculos de análise de crescimento.

Na literatura não foi encontrado registros da utilização do cálculo de análise de crescimento como ferramenta para detectar a existência de efeito de Tiametoxam, seja maléfico ou benéfico, na cultura do arroz irrigado, em tratamento de sementes.

A análise de crescimento é a forma mais acessível e precisa, de avaliar crescimento e realizar inferências sobre a contribuição dos processos fisiológicos no desenvolvimento vegetal, uma vez que esse método permite avaliar o crescimento final da planta como um todo, bem como a contribuição dos diferentes órgãos (Benincasa, 1988).

A análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento é uma função de seu tamanho inicial, isto é, o aumento de massa seca está relacionado ao peso e matéria seca no instante em que se inicia o período de avaliação (Benincasa, 1988). Isto é conhecido como taxa de crescimento da cultura (TCC), que exprime a produtividade do dossel (Limão, 2010). Contudo, a TCC depende do índice de área foliar (IAF) e da taxa assimilatória líquida (TAL). Com isto o aumento da TCC somente é possível se a eficiência das folhas (TAL), ou o tamanho da superfície fotossintetizante (IAF) forem aumentados (Radford, 1967).

A taxa de crescimento relativo (TCR) varia ao longo do ciclo e isto ocorre porque ela depende de dois outros parâmetros de crescimento: área foliar útil para a fotossíntese, e a sua capacidade fotossintética (Limão, 2010). A área foliar útil para o crescimento é expressa como razão de área foliar (RAF) e a eficiência fotossintética, dada pela (TAL) (Radford, 1967).

A razão de área foliar (RAF) pode ser dividida em área foliar específica (AFE), e razão peso foliar (RPF) (Radford, 1967). Segundo Magalhães (1985) a AFE é a proporção relativa entre a superfície assimiladora e os tecidos mecânicos e condutores da folha. Já a RAF é a medida da dimensão relativa do aparelho assimilador, e serve como parâmetros para avaliações dos efeitos climáticos, do manejo e genotípicos (Limão, 2010).

Quando a superfície foliar e o acúmulo de massa seca da planta são conhecidos dentro de um determinado período, é possível avaliar a eficiência fotossintética das folhas e sua contribuição para o crescimento da planta (Benincasa, 1988).

### Aspectos morfológicos do arroz

O arroz pertence à divisão Angiosperma, classe das monocotiledôneas, ordem Glumiflora, família Poacea e subfamília *Bambusoideae* ou *Oryzoideae*.

O arroz é classificado no grupo de plantas com sistema fotossintético C-3, e adaptado ao ambiente aquático. Esta adaptação é devida à presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, que possibilita a passagem de oxigênio do ar para a camada da rizosfera (Sosbai, 2010).

A planta de arroz possui dois tipos de raízes: seminal (apenas uma), e secundárias ou adventícias. A parte aérea do arroz é representada por colmo, bainha e folhas. Do colmo principal surgem novos colmos, fenômeno este denominado de afilhamento ou perfilhamento auxiliar. Os perfilhos são constituídos por um colmo e seu conjunto de folhas e raízes, que são classificados em primários, secundários, terciários, etc. As folhas quando completas são constituídas de bainha, colar e lâmina. A primeira folha a surgir no colmo principal ou nos perfilhos não possui bainha, sendo denominada profilo. A última folha a surgir é denominada folha-bandeira. A bainha forma-se das gemas, onde apresenta um engrossamento denominado pulvino e envolve o entrenó imediatamente superior. A inflorescência da planta é uma panícula que se localiza no ápice do colmo. A panícula é formada pelo ráquis, pedicelos e espiguetas. O entrenó superior do colmo no qual se forma a panícula é denominado de pedúnculo (Magalhães Jr. et al., 2004).

### Características da cultivar SCS 117 CL

Esta cultivar é oriunda do cruzamento entre as cultivares Irga 369 e AS 3510, sendo que esta última portadora do gene de resistência ao herbicida do grupos das imidazolinonas. As principais características desta cultivar são: tolerância ao acamamento, estabilidade na produção, bom vigor inicial e perfilhamento, resistência a toxidez indireta por ferro.

Com isto o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito colateral do inseticida Tiametoxam sobre o crescimento e produtividade de arroz irrigado, utilizado em tratamento de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Barra do Laranja Doce e na Fazenda Barro Preto, nas safras agrícolas de 2012/2013 e 2013/2014. As áreas ficam localizadas no município de Dourados, MS. O solo predominante da área cultivada é classificado como Gleissolo Háplico e o clima, de acordo com a classificação de Koppen, é cfa (Clima Mesotérmico Úmido sem estiagem), em que a temperatura do mês mais quente é superior a 24°C. A precipitação pluviométrica anual da região é de 1.200 à 1.400 mm e a evapotranspiração real anual é de 1.100 à 1.200 mm.

O preparo do solo foi realizado duas gradagens e posterior plainamento da área, visando a manutenção de lâmina de água com altura uniforme na área. A semeadura foi mecanizada com a semeadeira TD 300 de 19 linhas, na regulagem de 70 sementes de arroz/m linear.

A variedade utilizada foi Epagri SCS 117 CL. Quando foram detectados presença de lagartas e percevejos na área vizinha aos experimentos, foram realizadas aplicações preventivas de inseticidas do grupo químico dos piretróides. Para controle de planta daninha foi realizado aplicação de herbicida a base de Imazetapir + Imazapic e Bentazona. Para doença, foi realizado aplicação preventiva do fungicida a base de Triciclazol e Propiconazol. Estas aplicações foram realizadas em todas as parcelas.

Foram avaliados os dados de análise de crescimento segundo Radford (1967):

- Taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF). A RAF por sua vez foi analisada a área foliar específica (AFE) e a razão de peso foliar (RPF), descritos abaixo:

$$TCC = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$$

$$TCR = (\log P_2 - \log P_1) / (t_2 - t_1)$$

$$TAL = [(P_2 - P_1) / (IAF_2 - IAF_1)] * [(\log IAF_2 - \log IAF_1) / (t_2 - t_1)]$$

$$RAF =_{1/2} [(IAF_1 / P_1) + (IAF_2 / P_2)]$$

$$RPF = MSF / MSPA$$

$$AFE = IAF / MSF$$

Sendo:  $P_1$  e  $P_2$  os valores de massa seca total de parte aérea (MSPA) nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ ,  $IAF_1$  e  $IAF_2$  são os índices de área foliar nos tempos  $t_1$  e  $t_2$  e MSF a massa seca de folhas.

Também foram realizados a contagem do número de perfilhos por planta, medida da altura de planta, com auxílio de uma trena, diâmetro de colmo através de paquímetro digital. No momento da colheita foi contado o número de panículas por planta, massa seca total por planta, massa de mil grãos e número de grãos por panícula.

O trabalho foi conduzido livre de pragas, doenças e plantas daninhas. Foram utilizados herbicidas específicos que não causaram fitotoxicidade aparente sobre a planta.

## Experimento 1

O experimento 1 foi realizado na Fazenda Barra do Laranja Doce, durante a safra 2012/2013. A semeadura foi realizada no dia 05 de setembro de 2012. A coleta de dados para os cálculos de análise de crescimento ocorreram aos 26 dias após a emergência (DAE), 33 DAE e 65 DAE.

Cada unidade experimental foi constituída de 19 linhas da cultura do arroz, espaçadas a 16,5 cm entre linhas e 4 m de comprimento. Foram coletados dados de 12 plantas, deixando 2 linhas em cada lado como bordadura por unidade experimental.

Para avaliação da área foliar, foram coletadas 12 plantas, dentro da fase de perfilhamento até a fase de perfilhamento máximo, sendo efetuado a separação morfológica em lâminas e bainha + colmos verdes, com descarte do material senescente. Sendo considerado material senescente aquele que apresentava mais de 50% de coloração amarelada. Posteriormente, as lâminas foliares foram fotografadas juntamente com uma régua graduada, e as imagens foram analisadas por meio do programa computacional AutoCAD® para estimar a área foliar das lâminas de 12 plantas. Após, as lâminas foliares e os colmos + bainha foram processadas para a estimativa de massa seca. As amostras após a pesagem foram para estufa de pré-secagem durante 72 horas a temperatura de 60°C. As amostras foram pesadas e

estimadas a msvlf (massa seca verde de lâmina foliar), msvcb (massa seca verde de colmo + bainha) e mst (massa seca total).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com quatro doses do inseticida Tiametoxam, subdivididos em três épocas de avaliação com seis repetições. O nome comercial do inseticida Tiametoxam utilizado foi o Cruiser<sup>®</sup>. Os tratamentos foram: 1) testemunha; 2) Cruiser<sup>®</sup> (3 ml/kg p.c. de semente); 3) Cruiser<sup>®</sup> (6 ml/kg p.c. de sementes); e 4) Cruiser<sup>®</sup> (12 ml/kg p.c. de semente). Sendo a testemunha sem aplicação de inseticida, a dose comercial, duas vezes a dose comercial e quatro vezes a dose comercial do produto. Quando F foi significativo ( $P < 0,05$ ) para as doses realizou-se a análise de regressão.

## Experimento 2

O experimento 2 foi realizado em outra propriedade, localizado na Fazenda Barro Preto, durante a safra 2012/2013. A semeadura foi realizada no dia 12 de setembro de 2012. A coleta de dados para os cálculos de análise de crescimento ocorreram aos 38 DAE, 66 DAE e 82 DAE.

Neste estudo houve a diminuição de uma repetição, utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro doses de Tiametoxam, subdivididos em três épocas de avaliação com cinco repetições. Quando F foi significativo ( $P < 0,05$ ) para as doses realizou-se a análise de regressão. A metodologia de coleta de dados foi a mesma utilizada no experimento 1.

## Experimento 3

O experimento 3 foi realizado na Fazenda Barra do Laranja Doce, durante a safra 2013/2014. A semeadura foi realizada no dia 01 de novembro de 2013. A coleta de dados para os cálculos de análise de crescimento ocorreram aos 24 DAE, 37 DAE e 66 DAE.

Neste experimento utilizou-se a metodologia de coleta de plantas dentro do quadrado com área de 50 cm x 50 cm. Para coleta dos dados o quadrado foi jogado aleatoriamente,

dentro de cada parcela, com retirada de todas as plantas que ficavam dentro deste quadrado, sempre deixando 2 linhas em cada lado como bordadura.

Cada unidade experimental foi constituída de 19 linhas da cultura, espaçadas a 16,5 cm entre linhas por 4 m de comprimento. Após a coleta das plantas, seguiu-se a metodologia dos experimentos anteriores.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com quatro doses do inseticida Tiametoxam, subdivididos em três épocas de avaliação com cinco repetições. Os tratamentos foram: 1) testemunha; 2) Cruiser<sup>®</sup> (3 ml/kg p.c. de semente); 3) Cruiser<sup>®</sup> (6 ml/kg p.c. de sementes); e 4) Cruiser<sup>®</sup> (12 ml/kg p.c. de semente). Quando F foi significativo ( $P < 0,05$ ) para as doses realizou-se a análise de regressão

Nos experimentos 1 e 2, foram realizados os cálculos de análise de crescimento baseados nas recomendações de Benincasa (2003) de coleta de 12 plantas, em que a amostragem acima de 20 plantas não aumentam significativamente a precisão da amostragem. Para o experimento 3 foi realizado a amostragem baseado no quadrado de 50 cm x 50 cm.

A coleta de 12 plantas nos experimentos 1 e 2 dificultavam as avaliações, pois demorava-se muito para separar as 12 plantas no ato da coleta à campo, devido ao alto perfilhamento por planta e a densidade de sementeira, correndo risco de erros de amostragem. Por este motivo, no experimento 3 foi realizada a coleta de plantas na área demarcada no quadrado de 50 cm x 50 cm, com maior precisão da amostragem.

Para análise estatística dos dados dos experimentos utilizou-se o programa computacional Sisvar<sup>®</sup> versão 5.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Experimento 1**

Não houve interação da dose com época de avaliação e nem da dose para nenhuma característica avaliada (Tabela 1).

Houve efeito significativo somente para época de avaliação, o que significa que a planta se desenvolveu normalmente, sem nenhum fator externo que pudesse retardar o acúmulo de biomassa e o crescimento da cultura. Fatores externos como danos por pragas que atacam as raízes, no caso a bicheira-da-raiz, ou até mesmo algum tipo de fitotoxicidade por ferro são exemplos de injúrias que retardam o crescimento da cultura, fato este que não ocorreu.

TABELA 1. Resumo da análise de variância do experimento 1. DC (diâmetro de colmo), ALT (altura de planta), MSVLF/PI (massa seca verde de lâmina foliar por planta), MSVCB/PI (massa seca verde de colmo + bainha por planta), AF/PI (área foliar por planta) e MST (matéria seca total). Dourados, MS, safra 2012/2013.

FV	Quadrado médio da análise de variância					
	DC	ALT	MSVLF/PI	MSVCB/PI	AF/PI	MST
Dose	0,902 <sup>ns</sup>	4,14 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	3.743,15 <sup>ns</sup>	0,069 <sup>ns</sup>
Resíduo a	0,77	2,65	0,058	0,074	37.872,45	0,252
Época	95,48 <sup>**</sup>	37.480,43 <sup>**</sup>	7,41 <sup>**</sup>	9,26 <sup>**</sup>	3.901.740,2 <sup>**</sup>	33,24 <sup>**</sup>
Dose * Época	1,06 <sup>ns</sup>	3,44 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	3.938,21 <sup>ns</sup>	0,069 <sup>ns</sup>
Resíduo b	0,69	1,95	0,045	0,058	32.139,03	0,198
CV a (%)	43,75	3,53	67,07	70,61	78,76	67,45
CV b (%)	41,46	3,03	59,34	62,53	72,55	59,72

Época	Média DC (mm)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,77 a	0,76 a	0,76 a	0,85 a
2	0,89 a	0,87 a	0,91 a	1,01 a
3	3,97 b	5,35 b	3,83 b	4,06 b

Época	Média ALT (cm)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	16,5 a	16,31 a	16,98 a	15,98 a
2	32,04 b	30,44 b	30,51 b	31,01 b
3	91,27 c	89,83 c	90,57 c	92,32 c

Época	Média MSVLF (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,02 a	0,015 a	0,015 a	0,020 a
2	0,061 a	0,06 a	0,055 a	0,061 a
3	1,11 b	0,97 b	1,00 b	0,91 b

Época	Média MSVCB (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,011 a	0,01 a	0,008 a	0,011 a
2	0,048 a	0,046 a	0,043 a	0,05 a
3	1,22 b	1,08 b	1,14 b	0,97 b

Época	Média AF (cm <sup>2</sup> )			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	2,66 a	4,83 a	4,63 a	5,51 a
2	22,29 a	24,06 a	25,14 a	25,82 a
3	751,65 b	680,68 b	668,71 b	749,05 b

Época	Média MST (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,031 a	0,02 a	0,02 a	0,03 a
2	0,108 a	0,105 a	0,098 a	0,108 a
3	2,33 b	2,05 b	2,13 b	1,88 b

ns - não significativo pelo teste F a 5%; \*\* significativo a 1% de probabilidade. Média seguida pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de

Tukey a 5%

Para os cálculos de taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica, houve interação da dose com época de avaliação para a TCC e TCR (Tabela 2).

TABELA 2. Resumo do quadro de análise de variância da análise de crescimento do experimento 1. TCC (taxa de crescimento da cultura), TCR (taxa de crescimento relativo), TAL (taxa assimilatória líquida), RAF (razão de área foliar), RPF (razão de peso foliar) e AFE (área foliar específica). Dourados, MS, safra 2012/2013.

FV	Quadrado médio da análise de variância					
	TCC	TCR	TAL	RAF	RPF	AFE
Dose	0,0072 **	0,0038 **	1,63x10 <sup>-8</sup> ns	8157,15 ns	0,001 ns	35630,43 ns
Resíduo a	0,00022	0,00016	9,44x10 <sup>-9</sup>	5622,92	0,0024	14702,93
Época	0,00018 ns	0,017 **	0,000002 **	730365,21 **	0,852 **	1247996,03 **
Dose * Época	0,005 **	0,0035 **	1,34x10 <sup>-8</sup> ns	3375,48 ns	0,0024 ns	15566,92 ns
Resíduo b	0,0057	0,00028	1,01x10 <sup>-8</sup>	3007,58	0,0015	10504,28
CV a (%)	46,01	25,44	39,24	23,19	6,93	25,96
CV b (%)	52,27	33,68	40,62	16,96	5,48	21,94

ns - não significativo pelo teste F a 5%; \*\* significativo a 1 % de probabilidade.

O modelo que melhor explica o desdobramento das taxas de crescimento da cultura e taxa de crescimento relativo foi o modelo quadrático (Figura 1).

A taxa de crescimento da cultura 1, obteve uma maior taxa de crescimento na dose zero, com valor de 0,104 g.dia<sup>-1</sup>, com decréscimo na taxa de crescimento na dose 3 no valor de 0,01 g.dia<sup>-1</sup>. Já na taxa de crescimento da cultura 2, o tratamento testemunha manteve a maior taxa de crescimento em relação as demais doses testadas, com valor de 0,032 g.dia<sup>-1</sup> (Figura 1).

Em relação à taxa de crescimento relativo 1, o modelo quadrático foi o que mais se ajustou, ocorrendo um aumento de massa no tratamento 2, no valor de 0,091 g.g.dia<sup>-1</sup>, no entanto, na taxa de crescimento relativo 2, o tratamento testemunha voltou a ter a melhor taxa, no valor de 0,0321 g.g.dia<sup>-1</sup> (Figura 1).

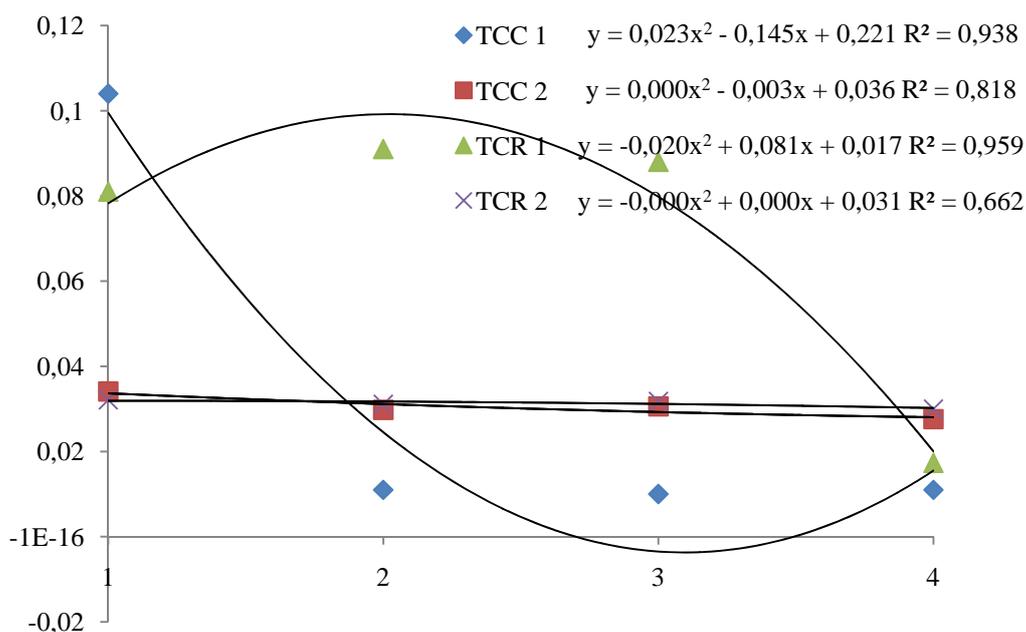


FIGURA 1. Desdobramento das doses em função das épocas de avaliações da análise de crescimento do experimento 1. Eixo x representa as doses e eixo y representa as taxas de crescimento baseado nos cálculos de análise de crescimento. TCC dado por  $g \cdot dia^{-1}$  e TCR dado por  $g \cdot g \cdot dia^{-1}$ . Dourados, MS, safra 2012/2013.

Nas doses em que foram submetidos os tratamentos, não houve efeito significativo sobre os componentes de produtividade: número de panículas por planta; massa total por planta; massa de mil grãos; e número de grãos por panícula (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo da análise de variância observadas dos tratamentos dos componentes de produtividade do experimento 1. Número de grãos por panícula, massa total por planta, massa de mil grãos e número de grãos por panícula. Dourados, MS, safra 2012/2013.

FV	GL	QM	CV (%)
Nº panículas/planta	3	0,263 <sup>ns</sup>	11,09
Massa total/planta	3	0,228 <sup>ns</sup>	10,66
Massa 1000 grãos	3	0,125 <sup>ns</sup>	6,65
Nº grãos/panícula	3	117,4 <sup>ns</sup>	14,15

\*ns: não significativo pelo teste F a 5%

## Experimento 2

Não houve efeito significativo de tratamento, nem interação entre dose e época de avaliação para as variáveis diâmetro de colmo, altura de planta, massa de lâmina foliar por planta, massa de colmo por planta e massa seca de parte aérea. No entanto, houve efeito significativo para época de avaliação sobre as características de diâmetro de colmo, altura de planta, massa de lâmina foliar por planta, massa de colmo por planta, área foliar por planta e massa seca de parte aérea (Tabela 4).

Houve aumento significativo do diâmetro de colmo em cada época de avaliação, variando de maneira crescente entre 1,25 mm a 4,7 mm na dose 1; na dose 2 variando de 1,11 mm a 4,95 mm; na dose 3, entre 0,9 mm a 5,23 mm, e na dose 4, entre 1,18 a 5,13 (Tabela 4).

Para altura de planta, massa de lâmina foliar por planta, massa de colmo e massa seca de parte aérea, também houve aumento significativo entre as 3 épocas de avaliações (Tabela 4).

TABELA 4. Resumo da análise de variância. DC (diâmetro de colmo), ALT (altura de planta), MSVLF/PI (massa seca verde de lâmina foliar por planta), MSVCB/PI (massa seca verde de colmo + bainha por planta), AF/PI (área foliar por planta) e MST (matéria seca total) do experimento 2. Dourados, MS, safra 2012/2013.

FV	Quadrado médio da análise de variância					
	DC	ALT	MSVLF/PI	MSVCB/PI	AF/PI	MST
Dose	0,149 <sup>ns</sup>	4,177 <sup>ns</sup>	0,172 <sup>ns</sup>	0,134 <sup>ns</sup>	34.458,71 <sup>ns</sup>	0,406 <sup>ns</sup>
Resíduo a	0,162	6,492	0,115	0,153	15.077,978	0,408
Época	96,59 <sup>**</sup>	21.597,41 <sup>**</sup>	18,004 <sup>**</sup>	29,84 <sup>**</sup>	1.491.689,24 <sup>**</sup>	94,734 <sup>**</sup>
Dose * Época	0,226 <sup>ns</sup>	19,911 <sup>ns</sup>	0,191 <sup>ns</sup>	0,121 <sup>ns</sup>	26.410,29 <sup>ns</sup>	0,538 <sup>ns</sup>
Resíduo b	0,142	6,495	0,075	0,149	12.254,097	0,297
CV a (%)	12,08	4,20	36,82	33,77	35,15	30,67
CV b (%)	11,31	4,20	29,88	33,39	31,68	26,18

Época	Média DC (mm)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	1,25 a	1,11 a	0,9 a	1,18 a
2	3,91 b	3,71 b	3,9 b	4,08 b
3	4,7 c	4,95 c	5,23 c	5,13 c

Época	Média ALT (cm)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	27,90 a	27,60 a	26,40 a	27,93 a
2	66,43 b	69,46 b	68,31 b	70,20 b
3	86,13 c	83,8 c	88,53 c	84,91 c

Época	Média MSVLF (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,1 a	0,066 a	0,083 a	0,1 a
2	0,816 b	0,50 b	1,216 b	0,916 b
3	1,716 c	1,833 c	1,833 c	1,83 c

Época	Média MSVCB (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,1 a	0,033 a	0,05 a	0,083 a
2	0,216 b	0,8 b	1,33 b	1,116 b
3	2,4 c	2,33 c	2,28 c	2,166 c

Época	Média AF (cm <sup>2</sup> )			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	79,70 a	58,13 a	61,65 a	61,81 a
2	395,33 b	369,25 b	553,41 b	420,60 b
3	572,86 c	517,40 b	618,33 b	483,96 b

Época	Média MST (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,2 a	0,116 a	0,116 a	0,133 a
2	2,06 b	1,35 b	2,533 b	2,05 b
3	4,11 c	4,21 c	4,116 c	4,00 c

ns - não significativo pelo teste F a 5%; \*\* significativo a 1% de probabilidade. Média seguida pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de

Tukey a 5%

Não houve efeito significativo de dose, nem interação entre dose e época de avaliação sobre as características de taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica. Entretanto, houve efeito significativo para época de avaliação sobre a taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica (Tabela 5).

Houve efeito significativo de época de avaliação para TCC, TCR, RAF, RPF e AFE (Tabela 5).

TABELA 5. Resumo do quadro de análise de variância da análise de crescimento. TCC (taxa de crescimento da cultura), TCR (taxa de crescimento relativo), TAL (taxa assimilatória líquida), RAF (razão de área foliar), RPF (razão de peso foliar) e AFE (área foliar específica) do experimento 2. Dourados, MS, safra 2012/2013.

FV	Quadrado médio da análise de variância					
	TCC	TCR	TAL	RAF	RPF	AFE
Dose	0,00093 <sup>ns</sup>	0,000079 <sup>ns</sup>	3,28x10 <sup>-9</sup> <sup>ns</sup>	7543,70 <sup>ns</sup>	0,0124 <sup>ns</sup>	437662,44 <sup>ns</sup>
Resíduo a	0,00104	0,000027	2,01x10 <sup>-9</sup>	9524,9	0,0106	293078,9
Época	0,0517 <sup>**</sup>	0,00435 <sup>**</sup>	1,14x10 <sup>-8</sup> <sup>ns</sup>	348212,26 <sup>**</sup>	0,131 <sup>**</sup>	2250438,30 <sup>**</sup>
Dose * Época	0,0083 <sup>ns</sup>	0,00042 <sup>ns</sup>	1,08x10 <sup>-8</sup> <sup>ns</sup>	1628,009 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	476388,12 <sup>ns</sup>
Resíduo b	0,0026	0,000099	5,23x10 <sup>-9</sup>	1047,32	0,0108	309555,5
CV a (%)	32,58	16,94	32,32	35,37	21,56	83,27
CV b (%)	52,05	32,11	52,13	11,73	21,8	85,58

Época	Média TCC			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,066 a	0,043 a	0,086 a	0,068 a
2	0,128 b	0,180 b	0,097 b	0,121 b

Época	Média TCR			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,036 a	0,037 a	0,047 a	0,040 a
2	0,020 b	0,0318 a	0,013 b	0,019 b

Época	Média RAF			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	333,60 a	396,12 a	385,65 a	329,13 a
2	188,58 b	214,90 b	188,54 b	171,11 b

Época	Média RPF			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,551 a	0,590 a	0,568 a	0,541 a
2	0,391 b	0,333 b	0,484 a	0,504 a
3	0,417 ab	0,445 b	0,445 a	0,457 a

Época	Média AFE			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	783,96 a	844,97 ab	936,08 a	810,25 a
2	802,61 a	1483,06 a	513,78 a	438,58 a
3	341,04 a	277,03 b	302,68 a	267,70 a

ns - não significativo pelo teste F a 5%; \*\* significativo a 1 % de probabilidade.

O número de panículas por planta variou entre 2,71 a 3,15; a massa total por planta entre 2,08 g a 2,45 g; a massa de mil grãos entre 31g a 33 g e o número de grãos por panícula girando em torno de 63,45 a 76,50 grãos. O tratamento testemunha (sem Tiametoxam) foi estatisticamente semelhante as demais doses estudadas. (Tabela 6).

TABELA 6. Resumo da análise de variância observadas dos tratamentos dos componentes de produtividade do experimento 2. Número de grãos por panícula, massa total por planta, massa de mil grãos e número de grãos por panícula. Dourados, MS, safra 2012/2013.

FV	GL	QM	CV (%)
Nº panículas/planta	3	0,206 <sup>ns</sup>	9,2
Massa total/planta	3	0,153 <sup>ns</sup>	7,49
Massa 1000 grãos	3	0,033 <sup>ns</sup>	3,46
Nº grãos/panícula	3	224,036 <sup>ns</sup>	7,75

ns: não significativo pelo teste F a 5%

Pelo fato de não ter ocorrido efeito significativo na interação de dose pelas épocas de avaliação nas medições de diâmetro de colmo, altura de planta, massa seca de lâmina foliar por planta, massa seca verde de colmo + bainha por planta, área foliar por planta, massa seca de parte aérea, juntamente com os cálculos da análise de crescimento suportam os dados de produtividade que também não tiveram efeito significativo.

### Experimento 3

Não houve efeito significativo para dose, e nem interação entre dose e época de avaliação nas características de diâmetro de colmo, altura de planta, massa de lâmina foliar por planta, massa de colmo por planta, área foliar por planta e massa seca de parte aérea. No entanto, houve efeito significativo para época de avaliação nas características de diâmetro de colmo, altura de planta, massa de lâmina foliar por planta, massa de colmo por planta, área foliar por planta e massa seca de parte aérea (Tabela 7).

TABELA 7. Resumo da análise de variância do experimento 3. DC (diâmetro de colmo), ALT (altura de planta), MSVLF/0,25 m<sup>2</sup> (massa seca verde de lâmina foliar/0,25 m<sup>2</sup>), MSVCB/0,25 m<sup>2</sup> (massa seca verde de colmo + bainha/ 0,25 m<sup>2</sup>), AF/0,25 m<sup>2</sup> (área foliar/0,25 m<sup>2</sup>) e MST (matéria seca total) do experimento 3. Dourados, MS, safra 2013/2014.

FV	Quadrado médio da análise de variância					
	DC	ALT	MSVLF/0,25 m <sup>2</sup>	MSVCB/0,25 m <sup>2</sup>	AF/0,25 m <sup>2</sup>	MST
Dose	0,18 <sup>ns</sup>	7,31 <sup>ns</sup>	1.215,73 <sup>ns</sup>	312,17 <sup>ns</sup>	12.1x10 <sup>6</sup> <sup>ns</sup>	1.226,75 <sup>ns</sup>
Resíduo a	0,10	6,72	1.534,45	517,84	51x10 <sup>6</sup>	3.066,47
Época	55,53 <sup>**</sup>	29.6x10 <sup>3</sup> <sup>**</sup>	16,5x10 <sup>4</sup> <sup>**</sup>	9,7x10 <sup>4</sup> <sup>**</sup>	1,61 <sup>**</sup>	51,7x10 <sup>4</sup> <sup>**</sup>
Dose * Época	0,053 <sup>ns</sup>	4,95 <sup>ns</sup>	1.125,66 <sup>ns</sup>	117,17 <sup>ns</sup>	12.4x10 <sup>6</sup> <sup>ns</sup>	1.109,22 <sup>ns</sup>
Resíduo b	3,40	7,08	1.267,35	426,15	38.5x10 <sup>6</sup>	2.496,10
CV a (%)	13,16	4,61	62,44	43,10	35,55	47,93
CV b (%)	13,43	4,74	56,75	39,10	30,89	43,24

Época	Média DC (mm)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	0,879 a	1,229 a	0,879 a	0,969 a
2	1,902 b	2,030 b	2,070 b	2,184 b
3	4,062 c	4,33 c	4,296 c	4,332 c

Época	Média ALT (cm)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	25,55 a	25,33 a	24,64 a	25,19 a
2	43,79 b	44,73 b	43,99 b	44,06 b
3	99,80 c	101,00 c	99,40 c	96,80 c

Época	Média MSVLF (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	2,80 a	2,40 a	4,00 a	3,20 a
2	18,40 a	18,40 a	17,60 a	16,00 a
3	150,00 b	190,00 b	190,00 b	140,00 b

Época	Média MSVCB(g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	2,00 a	2,00 a	2,00 a	2,00 a
2	26,00 a	27,60 a	18,00 a	24,00 a
3	140,00 b	140,00 b	120,00 b	130,00 b

Época	Média AF (cm <sup>2</sup> )			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	1.233,09 a	1.086,31 a	1.556,51 a	1.373,92 a
2	6.316,98 a	6.407,80 a	6.353,86 a	5.646,40 a
3	51.204,10 b	56.793,00 b	51.453,00 b	51.609,50 b

Época	Média MST (g)			
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
1	4,80 a	4,40 a	6,00 a	5,20 a
2	44,40 a	46,00 a	35,60 a	40,00 a
3	290,00 b	330,00 b	310,00 b	270,00 b

ns - não significativo pelo teste F a 5%; \*\* significativo a 1 % de probabilidade. Média seguida pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de

Tukey a 5%

Não houve efeito significativo de dose e da interação de dose pela época de avaliação para taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento absoluto, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica. Já para época de avaliação houve diferença estatística significativa para todas as características avaliadas (Tabela 8).

Houve efeito significativo de época de avaliação para TCC, TCR, TAL, RAF, RPF e AFE (Tabela 8).

TABELA 8. Resumo do quadro de análise de variância da análise de crescimento. TCC (taxa de crescimento da cultura), TCR (taxa de crescimento relativo), TAL (taxa assimilatória líquida), RAF (razão de área foliar), RPF (razão de peso foliar) e AFE (área foliar específica) do experimento 3. Dourados, MS, safra 2013/2014.

FV	Quadrado médio da análise de variância					
	TCC	TCR	TAL	RAF	RPF	AFE
Dose	2,31 <sup>ns</sup>	0,00012 <sup>ns</sup>	1,18x10 <sup>-8</sup> <sup>ns</sup>	703,89 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	7159,87 <sup>ns</sup>
Resíduo a	5,71	0,000052	7,8x10 <sup>-9</sup>	966,17	0,005	6587,16
Época	375,76 <sup>**</sup>	0,016 <sup>**</sup>	4,62x10 <sup>-7</sup> <sup>**</sup>	14599,27 <sup>**</sup>	0,13 <sup>**</sup>	67045,34 <sup>**</sup>
Dose * Época	2,08 <sup>ns</sup>	0,00024 <sup>ns</sup>	1,61x10 <sup>-8</sup> <sup>ns</sup>	45,67 <sup>ns</sup>	0,0042 <sup>ns</sup>	3573,29 <sup>ns</sup>
Resíduo b	4,62	0,00011	7,65x10 <sup>-9</sup>	240,27	0,0053	6643,95
CV a (%)	40,84	14,56	30,97	16,52	13,51	21,25
CV b (%)	36,75	21,85	30,59	8,24	13,88	21,34
Média TCC						
Época	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4		
1	3,04 a	3,18 a	2,26 a	2,68 a		
2	8,52 b	9,78 b	9,44 b	7,94 b		
Média TCR						
Época	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4		
1	0,07 a	0,07 a	0,059 a	0,067 a		
2	0,028 b	0,029 b	0,032 b	0,028 b		
Média TAL						
Época	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4		
1	0,00043 a	0,00046 a	0,00029 a	0,00038 a		
2	0,00017 b	0,00018 b	0,00019 a	0,00016 b		
Média RAF						
Época	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4		
1	201,41 a	196,48 a	220,12 a	210,98 a		
2	164,61 b	162,99 b	176,42 b	172,13 b		
Média RPF						
Época	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4		
1	0,568 a	0,53 a	0,67 a	0,60 a		
2	0,42 b	0,40 b	0,49 b	0,42 b		
3	0,51 ab	0,57 a	0,59 ab	0,51 ab		
Média AFE						
Época	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4		
1	461,15 a	475,30 a	389,13 a	467,37 a		
2	348,65 a	353,07 ab	362,67 a	359,79 a		
3	359,88 a	324,10 b	301,81 a	380,06 a		

ns - não significativo pelo teste F a 5%; \*\* significativo a 1 % de probabilidade.

Não houve diferença estatística para os tratamentos testados sobre os componentes de produtividade número de panículas/0,25 m<sup>2</sup>, massa total/0,25 m<sup>2</sup>, massa de mil grãos e número de grãos por panícula (Tabela 9).

Para o número de panículas em 0,25 m<sup>2</sup>, o tratamento testemunha teve uma média de 118,6 panículas, enquanto que o tratamento 2 teve a média de 112,6 panículas, o tratamento 3 com 126 panículas e o tratamento 4 na média de 118,6. A massa total/0,25 m<sup>2</sup>, massa de mil grãos e número de grãos por panícula também não diferiram estatisticamente da testemunha.

A massa total que foi coletada no quadrado de 0,25 m<sup>2</sup> variou entre 293 g para o tratamento 2 e 310,98 g para o tratamento 3. Em relação a massa de mil grãos, houve variação entre 28,56 g no tratamento 4 e 30,88 g no tratamento 3. Já para o número de grãos por panícula houve uma variação de 80,94 para o tratamento 3 e 87,74 para o tratamento 4 (Tabela 9).

TABELA 9. Resumo da análise de variância observadas dos tratamentos dos componentes de produtividade do experimento 3. Número de panículas/0,25 m<sup>2</sup>, massa total/0,25 m<sup>2</sup>, massa de mil grãos e número de grãos por panícula do experimento 3. Dourados, MS, safra 2013/2014.

FV	GL	QM	CV (%)
Nº panículas/0,25 m <sup>2</sup>	3	150,45 <sup>ns</sup>	5,12
Massa total/0,25 m <sup>2</sup>	3	359,103 <sup>ns</sup>	5,79
Massa 1000 grãos	3	6,113 <sup>ns</sup>	4,59
Nº grãos/panícula	3	41,737 <sup>ns</sup>	5,62

ns: não significativo pelo teste F a 5%

O diâmetro de colmo, altura de planta, massa de lâmina foliar por planta, massa de colmo por planta, área foliar por planta e massa seca de parte aérea teve efeito significativo para a mesma dose nas épocas de avaliação. Isto quer dizer que a planta estava crescendo livremente sem nenhum fator de estresse que pudesse atrasar seu desenvolvimento.

O alto coeficiente de variação pode ser explicado pelo alto perfilhamento basal das plantas de arroz no campo, em que era constatado, em uma mesma planta, vários perfilhos em fase de crescimento de diferentes idades e diferentes tamanhos.

## Análise de crescimento

Nos estudos em que foram realizados os cálculos de análise de crescimento, apenas o experimento 1 ocorreu efeito para a taxa de crescimento da cultura e taxa de crescimento relativo.

Quando se compara o tratamento testemunha com as doses estudadas sobre as características da análise de crescimento, verifica-se que não há diferenças na eficiência de conversão da radiação utilizada pela planta para a produção de matéria seca.

Para taxa de crescimento da cultura (TCC) houve interação apenas no primeiro experimento. Esta medida indica a velocidade de crescimento, ou seja, durante o período entre as observações houve um maior crescimento da testemunha (sem Tiametoxam) em relação as demais doses testadas. No desdobramento da segunda época de avaliação, o tratamento testemunha continuou sendo mais eficiente.

Em relação à taxa de crescimento relativo, a dose 2 (3 ml/kg semente) foi superior a testemunha no desdobramento da primeira época, entretanto, a testemunha foi superior as demais doses no desdobramento da segunda época.

No que diz respeito a área foliar que é usada pela planta para produzir 1 g de massa seca (RAF), também não houve diferença significativa entre testemunha e as demais doses testadas nos três experimentos.

Quando se trata da fração da matéria seca não exportada das folhas para o resto da planta (RPF) o tratamento testemunha não diferenciou-se dos demais tratamentos.

Na relação da superfície foliar com o peso da matéria seca da própria folha não foi constatado efeito significativo, indicando que não houve variação em relação a composição interna da folha (número e/ou tamanho das células do mesofilo foliar) (Benincasa, 2003).

Para altura de planta e diâmetro de colmo não ocorreram influências das doses em comparação com a testemunha em todos os experimentos realizados durante as duas safras agrícolas.

A taxa de crescimento da cultura, segundo Radford (1967) é definida como o aumento da massa seca da planta por unidade de tempo, sendo um indicador de produtividade. Baseado nisto, o tratamento testemunha teve uma maior taxa de crescimento da cultura tanto na época

1, quanto na época 2, indicando que a dose sem Tiametoxam foi mais produtiva no acúmulo de biomassa em gramas por dia (Figura 1).

Segundo este mesmo autor, quando se fala em taxa de crescimento relativo, a definição é o aumento da massa seca da planta por unidade de massa da cultura, ou seja, evidencia o crescimento das plantas de arroz. No desdobramento da dose em função da época de avaliação, a dose 2 de Tiametoxam obteve um indicativo de crescimento na primeira época de avaliação. Já no desdobramento da segunda época de avaliação, a taxa de crescimento relativo houve uma melhor eficiência na conversão de massa pelo tratamento testemunha. Segundo Radford (1967), a TCR varia ao longo do ciclo e isto ocorre porque ela depende de dois outros parâmetros de crescimento: área foliar útil para a fotossíntese; e sua capacidade fotossintética, em que a área foliar útil é expressa como razão de área foliar (RAF) e a eficiência fotossintética expressa como taxa de assimilação líquida (TAL).

Para as avaliações da TAL, RAF, RPF e AFE ocorreram efeitos significativos para a época de avaliação, indicando que a cultura estava em desenvolvimento com a ausência de fatores que pudessem causar algum tipo de estresse na planta.

Não foi notado efeito colateral benéfico nesse experimento, nem aumento significativo dos componentes de produtividade. Tal resultado corrobora com trabalho de Grohs (2012) estudando o desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento em que os autores também não verificaram efeito do tratamento com Tiametoxam sobre a produtividade de grãos. Talvez o efeito bioativador é mais acentuado em condições de estresse segundo Cataneo (2008) e, para Pereira (2010) nas condições de plantas bem nutridas em nutrientes, água e radiação esse efeito benéfico é pouco notável.

### Índices de produtividade

Para as variáveis de número de panículas, massa total, massa de mil grãos e número de grãos por panículas, não foi constatado diferenças significativas nos três experimentos realizados durante as safras de 2012/2013 e 2013/2014. Tais resultados corroboram com estudo realizado por Grohs et al. (2012) que avaliaram o desempenho de cultivares de arroz por meio do uso de diferentes reguladores de crescimento em sistemas de cultivos diferentes. O Tiametoxam não diferiu estatisticamente da testemunha sobre a produtividade, ocorrendo

diferença significativa apenas para o número de panículas de uma cultivar, sendo que esta diferença do número de panículas não resultou em incremento de produtividade.

Os dados de análise de crescimento obtidos neste estudo, realizados durante o período vegetativo da cultura, dão suporte para entender a ausência de efeito do inseticida sobre a produtividade, pois em maior parte dos experimentos, não ocorreram diferenças significativas entre a testemunha (sem Tiametoxam) e as doses testadas sobre a taxa de crescimento relativo. Apenas para o experimento 1, foi detectado diferenças significativas entre a testemunha (sem Tiametoxam) e as demais doses estudadas, onde a testemunha obteve uma maior taxa de crescimento da cultura em relação aos demais tratamentos; em relação a taxa de crescimento relativo, razão de área foliar e razão de peso folha não tiveram diferenças significativas na maioria dos experimentos. Os dados coletados de altura de planta e de diâmetro de colmo também não tiveram efeito. Quando aplicou-se o teste de médias para as avaliações, em cada tratamento, observou-se diferenças significativas em todos os experimentos, indicando que a planta não teve fator que interferisse em seu crescimento.

Para o diâmetro de colmo não houve diferenças significativas nos três experimentos, inclusive não ocorreu diferenças na massa seca de colmo, nem massa seca da parte aérea. Esta característica foi avaliada pelo fato de que na cultura da cana-de-açúcar pode ocorrer incrementos de seu diâmetro (Pereira et al. 2010). No caso do arroz, o diâmetro de colmo está relacionado com a possibilidade de acamamento da cultura (Fonseca et al., 2006), em que o desejável é um maior diâmetro de colmo, evitando a chance de acamamento que conseqüentemente gera perda sobre a produtividade.

Sobre a altura de planta não ocorreu diferença estatística do inseticida testado nas três repetições do estudo. A característica de altura também está relacionada com o potencial de acamamento, sendo que plantas de porte alto (maior que 130 cm) estão mais favoráveis ao acamamento (Breseghello et al., 1998). Caso houvesse efeito colateral deste inseticida, o desejado seria uma redução significativa da altura de planta em relação à testemunha, no entanto, não houve efeito sobre esta característica avaliada.

Os experimentos foram conduzidos sem que nenhum fator pudesse causar estresse na planta, realizando-se a nutrição adequada, dentro das recomendações para a região, com ausência de injúrias por pragas e doenças. O motivo de não ter ocorrido diferenças significativas pode estar relacionado ao fato de que plantas bem nutridas não apresentem efeito bioativador conforme relatado por Pereira (2010).

Em lavouras comerciais que seguem o manejo recomendado da cultura, não é desejável qualquer tipo de estresse, sejam eles: hídrico; por pragas; doenças; nutricionais; e ao frio. Portanto, a possibilidade do Tiametoxam gerar algum tipo de efeito benéfico na cultura do arroz irrigado é pequena, a não ser que por algumas adversidades que possam gerar condições de estresse como: a escassez de água em fontes providas de represas ou de pequenos corpos de água que irrigam a área; condições de semeadura antecipada, fora da época recomendada (fatos estes que ocorrem em algumas áreas na região produtora do estado de Mato Grosso do Sul). Talvez, nestas condições de frio, especificamente para cultivares sensíveis a baixa temperatura, o inseticida a base de Tiametoxam possa apresentar efeito, como relatado por Almeida et al. (2013) verificando aumento da porcentagem de germinação de sementes de arroz, sendo que os maiores aumentos ocorreram nas temperaturas de 13°C e 15°C independente da dose testada em comparação a testemunha (sem uso de Tiametoxam).

Neste estudo não foi utilizado herbicidas que causassem sintomas aparentes de fitotoxicidade. Em analogia com culturas perenes, como no caso de mudas de laranjeiras, Pereira (2010) relata que houve incremento na área foliar, massa seca de folhas, massa seca do caule e ramos. Segundo este mesmo autor, o efeito do Tiametoxam sobre a parte aérea em mudas de laranjeiras foi potencializado devido a fitotoxicidade sofrida pela aplicação excessiva de óleo mineral em mistura com inseticida a base de abamectina.

A análise de crescimento é uma ferramenta que pode ser utilizada em estudos que se trabalha com produtividade, pois com os cálculos de análise de crescimento é possível evidenciar determinadas características que possam influenciar em possíveis incrementos de produtividade através do maior acúmulo de massa ocorrido na fase vegetativa da cultura.

Em trabalhos futuros com análise de crescimento com a cultura do arroz irrigado, sugestiona-se a coleta de plantas pelo método do quadrado de área conhecida ao invés de coletar um número fixo de plantas, facilitando a avaliação, com a diminuição do tempo de avaliação, nas condições de campo.

Baseado nos dados de análise de crescimento e nos índices de produtividades dos 3 experimentos, durante duas safras, suporta que o inseticida a base de Tiametoxam não exerce efeito colateral sobre a produtividade da cultura quando se trabalha com a cultivar Epagri 117 CL, nas condições de campo na região de Dourados, MS. Sendo utilizado apenas com finalidade de inseticida, sem esperar efeito benéfico sobre produtividade e sobre o crescimento das plantas.

## CONCLUSÃO

O tratamento de sementes com inseticida a base de Tiametoxam não exerce efeito colateral benéfico sobre o crescimento e produtividade do arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 04 abr. 2012.

ALMEIDA, A.S.; VILLELA, F.A.; NUNES, J.C.; MENEGHELLO, G.E.; JAUER, A. Thiamethoxam: an insecticide that improve seed rice germination at low temperature. In: TRDAN, S. (Ed.). **Insecticides: Development of safer and more effective technologies**. Rijeca, 2013. p.417-426.

ALMEIDA, A.S.; CARVALHO, I.; DEUNER, C.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 33, n. 3, 2011.

AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI JUNIOR, F.J.; MAGALHÃES JUNIOR, A.M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: **Arroz irrigado no Sul do Brasil** – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 1-43.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)/Margarida M. P. Benincasa**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 1988. 42 p.

BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O.P. Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. (Ed). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.41-53.

CALAFIORI, M.H. e BARBIERI, A.A. Effects of seed treatment with insecticide on the germination, nutrients, nodulation, yield and pest control in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) culture. **Revista Ecosistema**, v. 26, n. 1, 2001.

CAMPOS, B.C. de; SILVA, M.T.B. Ação do inseticida Tiametoxam na fixação biológica de nitrogênio da cultura da soja. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. São Paulo: Vozes, 2008. p. 250-264.

CARBO, L.; MARTINS, E.L.; DORES, E.F.G.C.; SPADOTTO, C.A.; WEBER, O.L.S.; FREIRE, E.M.L. Acetamiprid, carbendazim, diuron and thiamethoxam sorption in two Brazilian tropical soils. **Journal of Environmental Science and Health**, New York, v. 42, n. 2, 2007.

CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M.A. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. São Paulo: Vozes, 2008. p. 115-122.

CATANEO, A.C. Ação do tiametoxam (thiamethoxam) sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine max*, L.): enzimas envolvidas na mobilização de reservas e na proteção contra situações de estresses (deficiência hídrica, salinidade e presença de alumínio). In: GAZZONI, D.L. (Coord.). (Ed.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis: Vozes, 2008. 123-192 p.

DAMICO, C. Interação entre época de semeadura, ciclo de maturação de cultivares e dose de tiametoxam sobre características agronômicas e produtividade da soja. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). (Ed.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis: Vozes, 2008. 284-308 p.

FONSECA, J.R.; MORAIS, O.P.; CUTRIM, V.A.; LOBO, V.L.S. **Comportamento de linhagens de arroz irrigado introduzidas do CIAT**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, 12 p.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; FORMENTINI, T.C.; OLIVEIRA, M.L. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 6, p. 776-783, 2012.

LAUXEN, L.R.; VILLELA, F.A.; SOARES, R.C. Desempenho fisiológico de sementes de algodoeiro tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.32, n.3, p. 61-68, 2010.

LIMÃO, V.A. **Padrões de crescimento de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo**. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

MAGALHÃES JR., A.M.; TERRES, A.; FAGUNDES, P.R.; FRANCO, D.F.; ANDRES, A. **Aspectos genéticos, morfológicos e de desenvolvimento de plantas de arroz irrigado.** In: Arroz irrigado no Sul do Brasil – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 143-159.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: Guimarães, M. (Coord.). **Fisiologia Vegetal.** São Paulo: EPU, 1985. p. 333-350.

MARTINS, J.F.S.; GRUTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S. **Descrição e manejo integrado de insetos-praga em arroz irrigado.** In: Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 635-660.

OLIVEIRA, V.S.; LIMA, J.M.; CARVALHO, R.F.; RIGITANO, R.L.O. Sorção do inseticida tiametoxam em latossolos sob efeito de fostato e vinhaça. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 1432-1435, 2009.

PEREIRA, M.A. **Tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranjeira e cafeeiro: parâmetros de desenvolvimento e aspectos bioquímicos.** 2010. 124 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

PEREIRA, J.M.; FERNADES, P.M.; VELOSO, V.R.S. Efeito fisiológico do inseticida thiamethoxam na cultura da cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 1, p. 154-164, 2010.

PEREIRA, M.A.; DUARTE, R.M.; CASTRO, P.R.C. Efeito de tiametoxam e fludioxonil no comprimento de raízes de batata. In: XIII Encontro nacional de produção e abastecimento de batata. **Resumos...**Holambra, SP: Enpab, 2007. 1 CD-ROM.

PETRERE, V.G.; PETRERE, C.; FIORIN, J.E.; SILVA, M.T.B. Efeito de tiametoxam sobre a soja em solo argiloso na presença ou ausência de adubo e calcário. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). (Ed.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira.** Petrópolis: Vozes, 2008. 242-248 p.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae - their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

SILVA, M.T.B.; STECKLING, C.; BIANCHI, M.A. Produtividade de soja em função de épocas de semeadura, de cultivares e do inseticida tiametoxam. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). (Ed.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis: Vozes, 2008. 266-277 p.

SILVEIRA, E.R.; LORENZATTO, H.; JAMHOUR, J. Avaliação do uso de Tiametoxam sobre o vigor da soja influenciado pelo ciclo da cultivar e época de semeadura. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 278-282.

SOSBAI, 2010. Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. In: Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Bento Gonçalves. **Reunião técnica...** Porto Alegre: SOSBAI, 2010. p. 13-14.

TAVARES, S.; CASTRO, P.R.C.; RIBEIRO, R.V.; ARAMAKI, P.H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de tiametoxam no tratamentos de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, v. 82, n. 1, p. 47-54, 2007.

TORRES, J.B. & SILVA-TORRES, C.S.A. Interação entre inseticidas e umidade do solo no controle do pulgão e da mosca-branca em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 949-956, 2008.

URZEDO, A.P.F.M.; RIGITANO, R.L.; LIMA, J.M.; CASTRO, N.R.A. Sorção do inseticida tiametoxam em amostras de solos da região de Lavras-MG. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2006b.

YU, S.J. The toxicology and biochemistry of insecticides. **CRC Press**, v. 1, n. 1, p. 235-249, 2008.