

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CLEITON JOSÉ ALVES

Aplicação de thidiazuron na cultura do arroz de terras altas irrigado por aspersão na região de Selvíria-MS

Ilha Solteira – SP
2015

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Aplicação de thidiazuron na cultura do arroz de terras altas irrigado por aspersão na região de Selvíria-MS

CLEITON JOSÉ ALVES

Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Arf

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A474a Alves, Cleiton José.
Aplicação de thidiazuron na cultura do arroz de terras altas irrigado por
aspersão na região de Selvíria-MS / Cleiton José Alves. -- Ilha Solteira: [s.n.],
2015
54 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistema de Produção, 2015

Orientador: Orivaldo Arf
Inclui bibliografia

1. Arroz de terras altas. 2. Regulador vegetal. 3. Citocinina.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Aplicação de thidiazuron na cultura do arroz de terras altas irrigado por aspersão na região de Selvíria-MS

AUTOR: CLEITON JOSÉ ALVES

ORIENTADOR: Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. RITA DE CASSIA FELIX ALVAREZ

Departamento de Agronomia / Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Data da realização: 29 de julho de 2015.

DEDICO

Ao meu pai **José Zito Alves** e minha mãe **Orotilde De Mori Alves**, por me educar e apoiar meus sonhos, são exemplo de humildade, fundamentais para minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por sempre me guiar no caminho da verdade e da bondade e por todas as vitórias que tem dado em minha vida pessoal e profissional.

Ao meu pai José Zito Alves, minha mãe Orotilde De Mori Alves, minha irmã Kele Cristina Alves e meu irmão Wellington Alves, pelo apoio em minhas decisões, conselhos nas horas difíceis e serem a base da minha educação.

Ao Prof.º Dr.º Orivaldo Arf, pelos ensinamentos durante o mestrado, confiança e principalmente pela amizade construída nesse tempo que trabalhamos juntos.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Ilha Solteira por fornecer toda estrutura necessária para minha formação e realização do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e à Stoller do Brasil pela bolsa durante a realização do mestrado.

A todos os professores da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, pelo conhecimento e experiência transmitida durante a graduação e mestrado.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão pelo apoio nas operações de condução do experimento.

Aos amigos Fernando Shintate Galindo, Lais Meneghini Nogueira, José Roberto Portugal, Nayara Fernanda Siviero Garcia, Mayara Rodrigues, Arthur Dias Galassi e Luis Massao Sasaki pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos amigos de república Vinicius Fernandes Marino, Helio Grillo Neto, Guilherme Baggio e Lucas Luiz Rocha Rosestolato pela grande amizade no período que moramos juntos.

Enfim, agradeço a todos presentes no meu ciclo de amizades e que de alguma forma contribuíram para conclusão do mestrado.

RESUMO

O arroz é um cereal de grande expressão no mundo, sendo capaz de ser explorado em diversos ecossistemas. A região Centro-Oeste do Brasil se mostra promissora na expansão da cultura do arroz, sendo necessário implementar técnicas que aumentem a produtividade do arroz, como o uso de reguladores vegetais. Objetivou-se verificar a influência de um regulador vegetal, nas características relacionadas aos componentes biométricos, produtivos e industriais de dois cultivares de arroz de terras altas, BRS Esmeralda e IAC 202, submetidos a aplicação de thidiazuron em épocas e doses, nas condições do Cerrado brasileiro. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x3 para cada cultivar, constituído de doses (0-0,3-0,6-0,9 g ha⁻¹) de thidiazuron e épocas de aplicação (perfilhamento, diferenciação floral e emborrachamento). As características altura de plantas e panículas por metro quadrado não foram influenciadas pelo thidiazuron. O número de espiguetas por panícula e fertilidade das espiguetas do cultivar BRS Esmeralda foram maiores na fase de perfilhamento, utilizando a dose de 0,9 g ha⁻¹ de thidiazuron. A massa de 100 grãos do BRS Esmeralda se ajustou à equação quadrática, enquanto no IAC 202 houve ajuste à equação linear com melhor época de aplicação durante o perfilhamento. Para massa hectolétrica do BRS Esmeralda, os resultados também se ajustaram à equação quadrática, enquanto que no IAC 202 houve diferença significativa apenas entre as épocas, sendo o emborrachamento a melhor. A produtividade de grãos do BRS Esmeralda e do IAC 202 apresentaram ajuste linear positivo com ganhos de 23,5% e 6,5% respectivamente, em relação à testemunha. Para rendimento de benefício e rendimento de inteiros do BRS Esmeralda a melhor época de aplicação foi durante o perfilhamento, tendo redução nos valores, de forma linear, de acordo com o aumento das doses, no entanto, o IAC 202 apresentou comportamento oposto, com melhores resultados para as maiores doses. O thidiazuron promove aumento na maioria das características avaliadas, entretanto, reduz massa hectolétrica e qualidade de beneficiamento do BRS Esmeralda.

Palavras-chave: Thidiazuron. Citocinina. BRS Esmeralda. IAC 202. Cerrado.

ABSTRACT

Rice is a cereal of large expression in the world all, being able to be exploited in several ecosystems. The Midwest region of Brazil shows whether promising in the expansion of rice crop, being necessary implement techniques to increase rice productivity, such as the use of plant regulators. The objective of the present work was to verify the influence of thidiazuron in rice uplands on the Brazilian Cerrado conditions. The experiment was conducted at the experimental farm belonging to the Faculdade de Engenharia – UNESP – Ilha Solteira Campus, located in Selvíria - MS. The experimental design was a randomized block in a factorial scheme 4x3, consisting of doses (0-0.3-0.6-0.9) and application times (tillering, floral differentiation and booting) of thidiazuron. Were utilized cultivars BRS Esmeralda and IAC 202. The characteristics of plant height and panicle per square meter were not influenced by thidiazuron. The number of spikelet per panicle and fertility of the spikelets of BRS Esmeralda were higher in the tillering stage, using a thidiazuron dose of 0.9 g ha⁻¹. The weight of 100 grains of the BRS Esmeralda fit to quadratic equation, while in IAC 202 fit to positive linear equation with best time of application during tillering stage. For hectoliter weight of BRS Esmeralda, the results also fit to the quadratic equation, while in IAC 202 significant difference only between times, it is the best booting. The grains productivity of BRS Esmeralda and IAC 202 were fit positive linear with gains of 23.5% and 6.5% compared with the control treatment, respectively. Regarding the milling yield of BRS Esmeralda, the best application time was during the tillering, with reduction in linear values according to increasing doses, however, the IAC 202 presented opposite behavior, with better results for larger doses. The thidiazuron promotes increases in most of characteristics, however, reduces the hectoliter mass and processing quality of BRS Esmeralda.

Keywords: Thidiazuron, Cytokinin. BRS Esmeralda. IAC 202. Cerrado.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Dados diários de precipitação pluviométrica e temperatura mínima e máxima do ar. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 22 |
| Figura 2 - Número de espiguetas por panícula de arroz de terras altas, cultivar BRS Esmeralda, em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 31 |
| Figura 3 - Fertilidade de espiguetas de arroz de terras altas, cultivar IAC 202, em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/2015. | 32 |
| Figura 4 - Massa de 100 grãos do cultivar BRS Esmeralda e IAC 202 em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 34 |
| Figura 5 - Massa hectolétrica do cultivar BRS Esmeralda em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 35 |
| Figura 6 - Valores de produtividade dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 37 |
| Figura 7 - Desdobramento de doses dentro de cada nível de época para rendimento de benefício do cultivar BRS Esmeralda em doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 40 |
| Figura 8 - Rendimento de benefício e grãos inteiros do cultivar IAC 202 e grãos quebrados do cultivar BRS Esmeralda, em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 41 |
| Figura 9 - Desdobramento de doses dentro de cada nível de época para rendimento de inteiros do cultivar BRS Esmeralda em de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 43 |
| Figura 10 - Área experimental com sistema fixo de irrigação (esquerda) e plantas de arroz emergidas (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 54 |
| Figura 11 - Plantas do cultivar BRS Esmeralda (esquerda) e IAC 202 (direita) durante a fase de perfilhamento. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 54 |

| | |
|--|----|
| Figura 12 - Visão geral das plantas durante a fase de diferenciação floral do BRS Esmeralda (esquerda) e IAC 202 (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15..... | 54 |
| Figura 13 - Plantas do BRS Esmeralda acamadas durante a fase de emborrachamento (esquerda) e plantas de IAC 202 durante o emborrachamento (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15..... | 55 |
| Figura 14 - Acamamento do BRS Esmeralda no ponto de colheita (esquerda) e plantas do IAC 202 sem acamamento no ponto de colheita (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. | 55 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Altura de plantas, número de panículas por m² e nota de acamamento dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. 29
- Tabela 2** - Espiguetas por panícula e fertilidade das espiguetas dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. 30
- Tabela 3** - Massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. 33
- Tabela 4** - Rendimento de benefício, rendimento de grãos inteiros e grãos quebrados em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. 38
- Tabela 5** - Desdobramento de épocas dentro de cada nível de dose para rendimento de benefício (%) do cultivar BRS Esmeralda em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. 39
- Tabela 6** - Desdobramento de épocas dentro de cada nível de dose para rendimento de inteiros (%) do cultivar BRS Esmeralda em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15. 42

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 2.1 Importância do arroz de terras altas..... | 15 |
| 2.2 Manejo da irrigação por aspersão a cultura do arroz de terras altas | 16 |
| 2.3 Aplicação de reguladores vegetais em culturas anuais | 18 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| 3.1 Localização e características da área experimental | 21 |
| 3.2 Delineamento experimental..... | 22 |
| 3.3 Preparo e semeadura da área experimental | 23 |
| 3.4 Descrição dos cultivares utilizados | 23 |
| 3.4.1 IAC 202 | 23 |
| 3.4.2 BRS Esmeralda | 24 |
| 3.5 Práticas culturais e tratamentos | 24 |
| 3.6 Avaliações realizadas | 25 |
| 3.6.1 Altura da planta (cm)..... | 25 |
| 3.6.2 Grau de acamamento | 25 |
| 3.6.3 Número de panículas por metro quadrado | 25 |
| 3.6.4 Número total de espiguetas por panícula | 25 |
| 3.6.5 Número de grãos cheios por panícula | 25 |
| 3.6.6 Fertilidade das espiguetas..... | 26 |
| 3.6.7 Massa de 100 grãos | 26 |
| 3.6.8 Produtividade de grãos | 26 |
| 3.6.9 Massa do hectolitro | 26 |
| 3.6.10 Rendimento industrial | 26 |
| 3.6.11 Análise estatística..... | 26 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1 Características biométricas da planta | 28 |
| 4.2 Componentes de rendimento e produtividade..... | 32 |
| 4.3 Componentes de beneficiamento..... | 38 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 45 |
| REFERÊNCIAS | 46 |
| APÊNDICE - FOTOS DO EXPERIMENTO | 54 |

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais consumidos no Brasil e no mundo. Seu cultivo abrange os cinco continentes, tanto em regiões tropicais como em subtropicais. A Ásia é a principal produtora, nela concentram-se mais de 80% da produção mundial (AGEITEC, 2011). No Brasil o levantamento da safra 2014/15 indica um total de 2.343,9 mil hectares cultivados com arroz, uma produção estimada de 12.397,2 mil toneladas e produtividade média de 5.289 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015).

O cultivo do arroz pode ser feito em dois diferentes ecossistemas, no sistema de terras altas, o arroz é cultivado no sistema de sequeiro ou irrigado por aspersão, enquanto que no sistema de várzea, o cultivo ocorre em várzeas úmidas ou irrigado por inundação. Dessa maneira o arroz pode ser explorado em quase toda extensão territorial do Brasil. Na região sul, responsável pela maior produção de arroz do país, às limitações do uso da água impedem o aumento da produção, favorecendo a expansão do arroz para a região Centro-Oeste.

Em áreas de Cerrado, no Centro-Oeste, o cultivo de arroz de terras altas com suplementações de irrigação por aspersão, proporciona o aumento do grau de tecnologia do sistema de produção, de modo que é possível explorar cultivares com altas exigências, trabalhar com diversas fontes e doses de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, além de implantar outras práticas tecnológicas que tendem a melhorar a qualidade da planta e sua produção, dentre elas destaca-se o uso de reguladores vegetais.

Atualmente os reguladores vegetais são amplamente utilizados na agricultura com o objetivo de induzir ou inibir processos fisiológicos nas plantas, sendo uma ferramenta muito importante e que apresenta bons resultados em culturas anuais. A literatura apresenta poucos estudos sobre reguladores vegetais na cultura do arroz, onde essa prática pode ser de muita valia para redução na altura de plantas e estimular a produtividade.

Os reguladores utilizados na cultura do arroz, na maioria dos casos, têm a função de diminuir altura de plantas, por meio da inibição da síntese do ácido giberélico. No entanto, os novos cultivares pertencentes ao grupo moderno apresentam altura reduzida, assim não se faz necessário o uso de reguladores de crescimento. Esse fato possibilita o estudo de outros reguladores vegetais que atuem na fisiologia das plantas, promovendo mudanças que beneficiem principalmente a produtividade.

Reguladores a base de citocinina vem sendo utilizado na fruticultura com muito sucesso. Da mesma maneira, os efeitos positivos desses produtos também podem beneficiar

culturas anuais. As citocininas pertencem a um grupo de hormônios vegetais responsáveis por processos fisiológicos importantes nas plantas, como divisão celular e estabelecimentos de drenos, bem como translocação de fotoassimilados na região onde se encontra (TAIZ ; ZEIGER, 2013). Esta substância utilizada em concentrações adequadas durante fases importantes do desenvolvimento fenológico da cultura, pode induzir a planta ter boa produtividade.

O thidiazuron, a princípio um desfolhante utilizado cultura do algodoeiro, apresenta ação semelhante à citocinina com bons resultados no aumento do tamanho de bagas de videira, na micropropagação de tecidos vegetais e entre outros. Acredita-se que o thidiazuron aplicado na cultura do arroz pode aumentar perfilhamento, aumentar produtividade e rendimento industrial.

Tendo em vista estas informações e a importância da produção de arroz torna-se interessante a realização de estudos envolvendo uso de citocinina na cultura do arroz de terras altas, podendo assim transformá-la em uma atividade agrícola mais produtiva e competitiva, principalmente na região Centro-Oeste do Brasil, alcançando expressão como a região sul do país.

Este trabalho foi proposto com o objetivo de verificar a influência de um regulador vegetal, o thidiazuron, aplicado em diferentes épocas e doses, nas características relacionadas aos componentes biométricos, produtivos e industriais de dois cultivares de arroz de terras altas, BRS Esmeralda e IAC 202, cultivados em condições de Cerrado brasileiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do arroz de terras altas

O arroz é uma planta hidrofílica que se adapta aos diferentes ecossistemas pelo mundo. É separado em dois principais sistemas de cultivo, o sistema de arroz irrigado e de terras altas. O sistema irrigado ocorre em áreas de várzeas com ou sem irrigação sistematizada. Ao contrário do sistema de várzeas irrigadas, o arroz de terras altas é cultivado em solos de boa drenagem, topografia suave ondulada a moderada, que permite mecanização, sob condições climáticas favoráveis, como temperatura e pluviosidade podendo ou não lançar mão da utilização de sistemas de irrigação suplementar, como pivô central, autopropelido e canhões de aspersão (ALVAREZ et al., 2006).

Comparando os dois sistemas, o de terras altas apresenta algumas vantagens em relação ao irrigado, pois pode participar no sistema de rotação de culturas, é mais rentável por exigir menos insumos e nível tecnológico, tolera solos ácidos além de ter menores custos no cultivo. Essas vantagens proporcionaram ao arroz de terras altas o papel de ser a cultura pioneira durante o processo de ocupação agrícola dos cerrados na região central do país, tendo seu pico no período de 1975 a 1985, onde a cultura chegou a ocupar uma área superior a 4,5 milhões de hectares (PINHEIRO, 2003).

Nesse novo cenário, a não adoção das práticas recomendadas para a cultura, junto com a semeadura tardia, ocasionava reduções drásticas na produtividade. Arf et al. (2000) afirmam que deficiência hídrica e alta demanda por água (evapotranspiração) da cultura durante o ciclo de cultivo, reduzem a produtividade e podem causar até a perda total da lavoura.

Atualmente, a pesquisa com a cultura do arroz de terras altas, prioriza ações, que visam consolidar a presença da cultura em sistemas de produção de grãos nas regiões favorecidas dos cerrados e, especialmente, adaptá-la ao sistema de plantio direto, que oferece vários desafios. Também fazem parte da agenda, o consórcio de arroz com pastagem, no Sistema Barreirão (renovação de pastagem degradada) e no Sistema Santa Fé (integração lavoura-pecuária), assim como o sistema sob irrigação suplementar e de abertura de novas áreas (PINHEIRO, 2003).

Dentro deste contexto vêm sendo utilizado cultivares melhoradas e altamente produtivas, inseridas em sistemas agrícolas sustentáveis possibilitando a exploração de todas as suas aptidões (GOMES et al., 2008). Mesmo com o uso de cultivares de alta tecnologia, a

produtividade da cultura no sistema de sequeiro é baixa e inconstante de ano para ano (VELA et al., 2013).

Quase 50% das áreas de produção de arroz no Brasil encontram-se na região Sul. No entanto, a legislação ambiental do país limita cada vez mais a exploração de arroz irrigado no Sul do Brasil. Esse fato é mais um indicativo da necessidade do cultivo de arroz de terras altas, principalmente na região Centro-Oeste e Norte, onde ainda existem terras não agriculturáveis e os sistemas agrícolas utilizados possibilitam a exploração desta cultura.

Sendo assim, é fundamental que seja realizado mais pesquisas envolvendo arroz de terras altas para promover o desenvolvimento técnicas e tratos culturais que o tornem mais produtivo e rentável quando comparado com o arroz irrigado produzido no Sul do país.

2.2 Manejo da irrigação por aspersão a cultura do arroz de terras altas

O sistema de irrigação por aspersão no arroz de terras altas é alternativa para solucionar o problema de veranicos, conferindo estabilidade na produção, podendo aumentar a produtividade e melhorar a qualidade de grãos (SANT'ANA, 1989, ARF et al., 2000). Desta forma, o cultivo de arroz irrigado por aspersão tem estimulado o uso de práticas de maior nível tecnológico (ARF et al., 2001).

A deficiência hídrica, na fase vegetativa, prolonga o ciclo da cultura (OLIVEIRA, 1995, CRUSCIOL, 1995), reduz a altura da planta (STONE et al., 1984, CARVALHO JÚNIOR, 1987, OLIVEIRA, 1995) e, principalmente, o número de colmos por área (PINHEIRO et al., 1990, FORNASIERI FILHO ; FORNASIERI, 1993), refletindo posteriormente no número de panículas (STONE et al., 1984, OLIVEIRA, 1995). Na fase reprodutiva pode reduzir o número de panículas (PINHEIRO et al., 1985), o número total de espiguetas por panícula (YOSHIDA, 1977, FAGERIA, 1980, OLIVEIRA, 1995) e a fertilidade das espiguetas (STONE et al., 1984, OLIVEIRA, 1994). Já na fase de maturação reduz a massa dos grãos (STONE et al., 1984, OLIVEIRA, 1994) e diminui o ciclo.

Estudos desenvolvidos por Crusciol (1995), no município de Selvíria (MS), mostraram que o uso de irrigação por aspersão até a tensão de água no solo de -0,035 MPa provocou acamamento de aproximadamente 15% das plantas do cultivar IAC 201. Rodrigues et al. (1998) verificaram crescimento excessivo da planta de arroz cultivar IAC 201 em sistema irrigado por aspersão sob as lâminas L₃ (1,5 vezes os valores de K_c recomendados por REICHARDT (1987) e L₄ (K_c = 1,95 durante todo o ciclo), o que refletiu no acamamento que atingiu 60% na lâmina L₃ e 80% na L₄. Crusciol (1998), Arf et al. (2001) e Crusciol et al.

(2003) constataram aumento em altura e acamamento de plantas com a utilização de irrigação por aspersão. Essas evidências mostram que é necessário realizar um manejo adequado da irrigação no arroz de terras altas, para que o excesso não ocasione perdas na produtividade.

Quanto ao consumo de água pela cultura de arroz, Fageria (1980) verificou que 30% é consumido durante a fase vegetativa; 55% durante a fase reprodutiva e 15% na fase de maturação. Deficiências hídricas simuladas pela supressão da irrigação, em casa de vegetação, no início da emissão das panículas, com duração de quatro a oito dias, promoveram reduções da ordem de 60% e 87%, respectivamente, na produtividade de grãos (STONE et al., 1986).

A irrigação por aspersão apresenta resultados expressivos em solos de alta permeabilidade e de baixa capacidade de retenção de água, como no caso da maioria dos solos da região dos cerrados. Esses solos requerem irrigações frequentes, com menor quantidade de água por aplicação, mais fácil de ser conseguido com irrigação por aspersão do que em superfície (STONE ; SILVEIRA, 1989).

O uso da irrigação por aspersão proporciona produtividades superiores em relação ao arroz de sequeiro, que recebe apenas água das chuvas (COELHO, 1976). Manzan (1984) obteve aumento de produtividade de até 70% no sistema irrigado por aspersão comparado ao sistema de sequeiro. Acréscimos na produtividade de arroz em solos sob vegetação original de cerrado foram obtidos por Pinheiro et al. (1985), Crusciol (1998), Rodrigues (1998), Arf et al. (2001), Rodrigues e Arf (2002), Soratto et al. (2002) e Crusciol et al. (2012) com a utilização de irrigação por aspersão.

Com a diminuição do risco de deficiência hídrica, mediante irrigação por aspersão, torna-se viável utilizar nível mais elevado de adubação em relação ao usado no sistema de sequeiro. Uma adubação adequada pode aumentar em média 40% a produtividade de grãos de arroz de sequeiro em solo de cerrado, se outros fatores não forem limitantes (SANTOS et al., 1982).

Segundo Stone et. al. (1999) os genótipos de arroz do grupo intermediário/moderno necessitam de doses de nitrogênio duas vezes superiores às recomendadas para genótipos do grupo tradicional que são de 40 e 50 kg de N ha⁻¹. Observa-se a superioridade dos cultivares do grupo moderno em aumentar a sua produção em função de práticas inovadoras como irrigação e incrementos de adubação nitrogenada.

2.3 Aplicação de reguladores vegetais em culturas anuais

Os reguladores vegetais, em sua grande maioria, são compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição da produtividade (RADEMACHER, 2000). Diversos estudos têm evidenciado a viabilidade do uso de reguladores vegetais na redução do crescimento vegetativo e do consequente acamamento em trigo (ZAGONEL, FERNANDES 2007, ESPINDULA 2010), arroz (ALVAREZ et al., 2007, NASCIMENTO et al., 2009, GITTI et al., 2011, ALVAREZ et al., 2014), crotalária (KAPPES et al., 2011) e girassol (MATEUS et al., 2009).

A maioria dos retardantes vegetais agem por inibição da biossíntese de giberelinas, hormônios que entre outras ações promovem alongamento celular (DAVIES, 1995). No entanto, alguns estudos sobre outras classes de hormônios vegetais vêm sendo realizados, como por exemplo das citocininas.

As citocininas são substâncias derivadas da purina e adenina as quais promovem a divisão celular, a mobilização de nutrientes, a formação e a atividade dos meristemas apicais, o desenvolvimento floral, a germinação de sementes, a quebra de dormência de sementes e gemas, alongamento celular, desenvolvimento de frutos, hidrólise de reservas de amido, retardo da senescência e dominância apical (WAREING ; PHILLIPS, 1976, LUDFORD, 1987, DAVIES, 1988, TAIZ ; ZEIGER, 2013). São sintetizadas na raiz e transportadas via xilema para outras partes da planta (TAIZ ; ZEIGER, 2013).

Tem sido sugerido que a citocinina estimula a mobilização de nutrientes, por criar uma forte relação fonte/dreno, fazendo com que haja a concentração de nutrientes, em função de maior vascularização nessa região (GUARDIOLA et al., 1993, TAIZ; ZEIGER, 2013), bem como inibe sua saída das áreas tratadas (METIVIER, 1985).

O thidiazuron (N-fenil-N'-1,2,3-tiadiazol-5-ilurea), uma feniluréia do mesmo grupo do forclorfenuron, é um regulador vegetal que apresenta ação semelhante à citocinina (HENNY ; FOOSHEE, 1991), sendo dez mil vezes mais potente que a benzilaminopurina (MEYER ; KERNSH, 1986).

O thidiazuron (TDZ) foi desenvolvido originalmente pela empresa Schering AG (Berlim, Alemanha) para ser utilizado como desfolhante do algodoeiro (ARNDT et al., 1976) tendo demonstrado efeitos semelhantes aos das citocininas quando aplicado em concentrações muito reduzidas.

Em fruticultura, há trabalhos que comprovaram a eficiência do thidiazuron na quebra de dormência da macieira e pereira (ARAÚJO et al., 1991, FRANCISCONI et al., 1992), e no

aumento do tamanho e pegamento dos frutos de maçãs, kiwis e uvas (PETRI et al., 1992, REYNOLDS et al., 1992). Estudos com o TDZ mostram que este é mais ativo biologicamente em baixas concentrações que outras citocininas sintéticas como cinetina e benzilaminopurina, é mais resistente às oxidases, além de ser mais estável (MOK et al., 1987).

Este regulador tem sido utilizado na micropropagação clonal de plantas como: maçã, cereja, pêssego, framboesa (CHVOJKA ; RESLOVA, 1988), *Phaseolus lunatus* (CAPELLE et al., 1983) e em olerícolas, tais como, *Brassica oleracea* (MOK et al., 1987). Além de micropropagação o TDZ é usado na melhoria da qualidade de frutos em várias espécies de plantas como *Psidia arguta* (araçá) (KODJA et al., 1998), *Fragaria vesca L* (morango) (SUTTER et al., 1997), *Vitis rotundifolia* (videira) (SUDARSONO ; GOLDY, 1991), apresentando excelentes resultados.

As substâncias com ação citocinínica, como o TDZ, podem induzir a mobilização de nutrientes, promovendo o maior pegamento de frutos (VIEIRA et al., 2008). Os nutrientes são preferencialmente transportados e acumulados em tecidos tratados com citocinina, originando uma nova relação fonte/dreno (HAYATA et al., 1995, TAIZ ; ZEIGER, 2013).

O TDZ é reportado como uma citocinina que facilita a proliferação de múltiplos brotos em algumas culturas (SRIVATANAKUL et al., 2000, GAIRI ; RASHID, 2004), incluindo o arroz (YOOKONGKAEW et al., 2007) e outras espécies como feijão (MOHAMED et al., 2006), cevada (SHARMA et al., 2005) e trigo (SHAN et al., 2000).

A literatura mostra que a citocinina é produzida principalmente pelas raízes das plantas. No entanto, Liu et al. (2011) mostraram que a citocinina pode ser sintetizada em grande quantidade nos nós dos perfilhos. Ainda segundo os mesmos autores, o desenvolvimento de gemas que originam perfilhos na planta de arroz, são estimulados pela citocinina, de modo que o aumento nos níveis deste hormônio favorece o perfilhamento. Javid et al. (2011) também realizando aplicações de citocininas e auxinas em plantas de arroz, durante a fase reprodutiva, observaram que ocorreu um aumento no rendimento de grãos, peso de 1000 grãos e porcentagem de grãos cheios, devido aos tratamentos com reguladores de crescimento.

Segundo Zulkarnain et al. (2013), a aplicação de citocinina na cultura do arroz, sob condições de solo saturado, melhora a condutância estomática, número de perfilhos e de panículas, bem como a produção de grãos, indicando o potencial do uso de citocinina em cultivares de arroz. A enzima citocinina oxidase/desidrogenase é responsável por degradar a citocinina na panícula da planta de arroz, ocasionando desuniformidade no enchimento dos

grãos. Logo, a aplicação de uma fonte de citocinina durante esta fase pode melhorar o enchimento de grãos na cultura do arroz (ASHIKARI et al., 2005).

Outro fator importante relacionado à qualidade de grãos é a desuniformidade de enchimento das espiguetas na panícula, de modo que as superiores têm maior rendimento de enchimento. Zhang et al. (2010) mostraram que o efeito da aplicação de citocininas em panículas de arroz proporciona enchimento uniforme das espiguetas.

Yang et al. (2001) mostram que os teores de zeatina e zeatina ribosídeo, apresentaram picos de concentração durante o período inicial de enchimento de grãos, com decréscimo a partir do nono dia após a antese, desta maneira as espiguetas da parte basal da panícula tiveram menor rendimento, em função dos baixos níveis de citocinina.

O estresse hídrico também promove desbalanceamento de fitormônios durante o enchimento de grãos arroz, de modo que ocorre um aumento nas concentrações de ácido abscísico e diminuição das auxinas e citocininas, fazendo com que os grãos não recebam quantidade adequada de fotoassimilados, resultando em grãos de menor qualidade (XU et al., 2007).

As informações sobre o papel das citocininas na cultura do arroz sugerem que o TDZ pode ser usado na orizicultura para estimular e potencializar a produção das plantas, por meio de suas características citocinínicas, justificado pelos bons resultados que se encontram na literatura. Aliado ao fato que os cultivares de arroz do grupo moderno são mais responsivos a práticas tecnológicas, a associação do uso do TDZ em arroz de terras altas com suplementação de irrigação pode ser uma prática viável na melhoria dos resultados de produtividade desta cultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi desenvolvido no ano agrícola de 2014/15, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51°22' de longitude Oeste de Greenwich e 20°22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros.

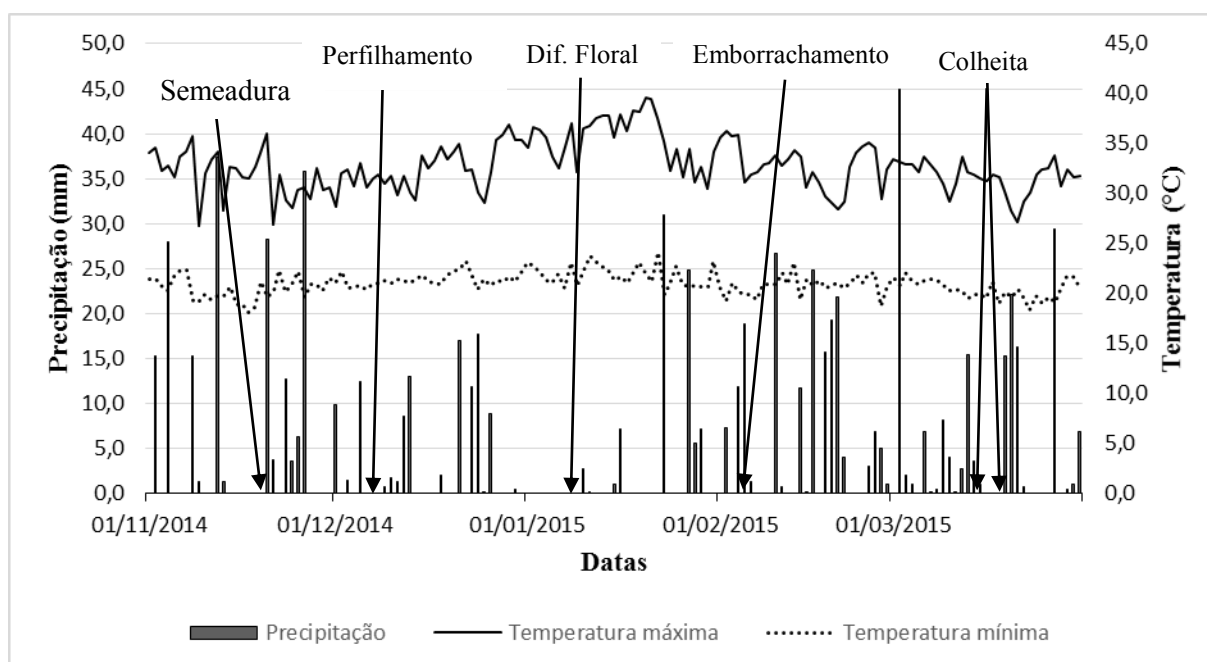
O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (SANTOS et al., 2013), originalmente ocupado por vegetação de Cerrado. O histórico da área indica que a mesma era explorada com viticultura, no entanto, encontrava-se em pousio há alguns anos.

Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo da área experimental, na camada de 0 – 0,20 m e realizada a análise química, segundo método proposto por Raij et al. (1996). Os valores encontrados foram $P_{\text{resina}} = 33 \text{ mg dm}^{-3}$, $MO = 21 \text{ g dm}^{-3}$, K, Ca, Mg e SB= 3,4; 20; 13 e 36,4 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ respectivamente, pH, Al e H+Al= 5,3; 0 e 34 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ respectivamente, S-SO₄= 2 mg dm^{-3} , CTC= 70,4 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e V= 52%.

O clima predominante da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido, estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, temperatura do ar média anual de aproximadamente 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66% (CENTURION, 1982). O volume de chuvas durante a condução do experimento totalizou 526,2 mm, com média de temperatura máxima de 32,8 °C e temperatura mínima de 21 °C.

Os dados médios de precipitação pluvial e temperatura do ar, durante a condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Dados diários de precipitação pluviométrica e temperatura mínima e máxima do ar. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para cada cultivar foi de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha, sem aplicação do produto, e três doses de thidiazuron (TDZ), aplicadas em três estádios distintos de desenvolvimento das plantas: perfilhamento, diferenciação do primórdio da panícula e na fase de emborrachamento.

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,35 m entre si. A área útil foi constituída por três linhas centrais de cada parcela.

A escolha dos cultivares deve-se à classificação quanto ao tipo de planta, os quais pertencem ao grupo moderno e intermediário; ao tipo de grão, classificado como longo-fino (agulhinha), que tem maior aceitação pelo mercado; e pelo fato de serem recomendadas para regiões típicas de Cerrado.

As doses de thidiazuron (TDZ) foram definidas com base em um pré-teste conduzido em campo na safra 2013/14. As doses utilizadas foram de 0,3; 0,6 e 0,9 g ha⁻¹ do produto comercial e um tratamento testemunha sem aplicação do produto.

As aplicações do TDZ foram realizadas aos 19 DAE no início do perfilhamento em

ambos cultivares, aos 43 e 51 DAE por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula no BRS Esmeralda e IAC 202, respectivamente e aos 66 e 78 DAE por ocasião do emborrachamento no BRS Esmeralda e IAC 202, respectivamente.

O regulador vegetal foi aplicado na forma de jato dirigido, com pulverizador manual tipo costal, utilizando-se bico cônico tipo TX-VS2, com volume de calda aproximado de 200 L ha⁻¹.

3.3 Preparo e semeadura da área experimental

O preparo de solo da área foi o convencional, utilizando uma grade pesada seguida de uma gradagem com grade leve, de modo a proporcionar uma boa condição para a operação de semeadura.

A semeadura foi realizada no dia 15 de novembro de 2014, utilizando um espaçamento de 0,35 m entrelinhas e densidade de 70 kg ha⁻¹ de sementes. O tratamento de sementes foi realizado com fipronil (50 g 100 kg⁻¹ de sementes do i.a.).

A adubação utilizada na semeadura foi 200 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16.

Utilizou-se o herbicida de pré-emergência pendimetalin (1400 g ha⁻¹ do i.a.), após a aplicação do herbicida houve uma chuva de aproximadamente 30 mm no dia. A emergência das plântulas ocorreu no dia 24 de novembro de 2014.

3.4 Descrição dos cultivares utilizados

3.4.1 IAC 202

O cultivar IAC 202 é proveniente do cruzamento do cultivar Lemont, pertencente ao grupo americano, de porte médio e excelente qualidade de grãos e o cultivar de sequeiro IAC 25 de ampla adaptação sob o cultivo de sequeiro. Em virtude de seu porte baixo mostra ótima resistência ao acamamento, embora possa apresentar algum problema sob condições de excessivo desenvolvimento vegetativo. Apresenta produtividade média de 3.135 kg ha⁻¹. Tem como características principais: porte baixo a intermediário (87 – 106 cm), ciclo curto (88 – 110 dias), 68 – 93 dias da emergência ao florescimento, grãos tipo longo fino (agulhinha), resistente a brusone (*Pyricularia oryzaea* Cav.) e ao acamamento (ARF, 1997).

3.4.2 BRS Esmeralda

O BRS Esmeralda é um cultivar de terras altas com bom "Stay Green". Apresenta alta produtividade e qualidade de grãos. Maior tolerância ao estresse hídrico e maior rusticidade. Seu ciclo é de 105 a 110 dias. É moderadamente resistente a brusone nas folhas, brusone das panículas e ao acamamento. A arquitetura das plantas do BRS Esmeralda pode ser classificada como intermediária, situando-se entre a considerada moderna e a tradicional, para o arroz de terras altas. Possui folhas menos decumbentes que as cultivares tradicionais, perfilhamento moderado, área foliar mediana e altura de planta que normalmente se situa entre 95 e 108 cm. Apresenta potencial produtivo de 7.525 kg ha⁻¹, produtividade média de 4.050 kg ha⁻¹ e excelente qualidade culinária. A época mais indicada para a colheita é em torno de 32 dias após a floração média. O BRS Esmeralda se destaca pela estabilidade de rendimento de grãos inteiros. Recomenda-se esse cultivar para os estados de GO, MA, MG, MT, PA, PI, RO, RR e TO (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013).

3.5 Práticas culturais e tratamentos

O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por meio de um sistema fixo de irrigação convencional por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores.

O controle de plantas daninha em pós-emergência foi realizado com metsulfurom metil (1,8 g ha⁻¹ do i.a.) aos 19 dias após a emergência (DAE) das plantas e com 2,4-D (960 g ha⁻¹ do i.a.) aos 36 DAE. Foram aplicados com pulverizador mecanizado tipo costal, utilizando bico tipo leque, com vazão de 200 L ha⁻¹. Uma capina manual foi realizada para eliminar plantas daninhas remanescentes do controle químico.

A adubação nitrogenada em cobertura foi parcelada em duas épocas, para um melhor aproveitamento do adubo nitrogenado pela cultura. Aplicou-se a primeira parcela, aos 23 DAE, com 40 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte o sulfato de amônio. Aos 38 DAE foi aplicada a segunda parcela da adubação nitrogenada, 30 kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio.

Aos 59 DAE foi realizado o controle de lagartas, aplicando deltametrina (3,75 g ha⁻¹ do i.a.). Para controle do percevejo da haste, aplicou-se tiametoxan (37,5 g ha⁻¹ do i.a.) aos 80 DAE e também foi feita uma aplicação preventiva para brusone com trifloxistrobina (75 g ha⁻¹

¹ do i.a.) + tebuconazol (150 g ha⁻¹ do i.a.). Todas as pulverizações foram feitas com pulverizador mecanizado tipo costal, utilizando bico leque com vazão de 200 L ha⁻¹.

A colheita do arroz foi efetuada manualmente e individualmente por unidade experimental quando os grãos de 2/3 superiores das panículas apresentaram-se duros e os do terço inferior semi-duros. O cultivar BRS Esmeralda foi colhido aos 100 DAE e o IAC 202 108 DAE. Após a colheita foi realizada a trilha e secagem à sombra.

3.6 Avaliações realizadas

3.6.1 Altura da planta (cm)

Durante o estágio de grãos pastoso foi determinado em 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela a distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta.

3.6.2 Grau de acamamento

Foi obtido por meio de observações visuais na fase de maturação, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0 - sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%; 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas.

3.6.3 Número de panículas por metro quadrado

Determinado pela contagem do número de panículas de 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas, cujos dados foram utilizados para o cálculo em um metro quadrado.

3.6.4 Número total de espiguetas por panícula

Obtido por meio da contagem do número de grãos de 20 panículas, coletadas no momento da colheita da cultura, em cada parcela, utilizando contador de grãos

3.6.5 Número de grãos cheios por panícula

Após o desprendimento de grãos de 20 panículas os grãos foram separados utilizando fluxo de ar, posteriormente realizou-se a contagem do número de grãos cheios em um contador de grãos.

3.6.6 Fertilidade das espiguetas

Após realizada a contagem do número de grãos totais e cheios por panícula, foi feita uma relação entre os mesmos e posteriormente multiplicado por 100, assim determinando a fertilidade das espiguetas.

3.6.7 Massa de 100 grãos

Foi avaliado por meio da coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos de cada parcela (13% base úmida).

3.6.8 Produtividade de grãos

Determinou-se por meio da pesagem dos grãos em casca, provenientes da área útil das parcelas colhidas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha^{-1} .

3.6.9 Massa do hectolitro

Foi avaliado em balança especial para massa hectolétrica, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela. Esta avaliação considera a massa de grãos ocupada em um volume de 100 L.

3.6.10 Rendimento industrial

Foi coletada uma amostra de 100 g de grãos de arroz em casca de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova, por 1 minuto; em seguida, os grãos brunidos (polidos) foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) foram colocados no “Trieur” n°. 0 e a separação dos grãos processada por 30 segundos; os grãos que permanecerem no “Trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

3.6.11 Análise estatística

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância (teste F), com o objetivo de verificar se houve diferença significativa entre os tratamentos e interação entre os fatores, quando ocorrido diferença no teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), foi realizada a comparação

de médias com teste de Tukey ($p < 0,05$) para épocas de aplicação, e regressão polinomial para doses de TDZ.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características biométricas da planta

Os resultados da análise de variância referentes às características biométricas da planta estão apresentados na Tabelas 1 e 2, com os valores de F calculado para os fatores testados e suas respectivas interações e significâncias, bem como as médias observadas. Encontra-se também o resumo da análise de variância para os componentes: altura de plantas, panícula por metro quadrado, nota de acamamento, número de espiguetas por metro quadrado e fertilidade das espiguetas.

A aplicação de thidiazuron (TDZ), no cultivar BRS Esmeralda e IAC 202, não influenciou os aspectos altura de plantas e panículas por m², (Tabelas 1). Apesar da literatura relatar que a citocinina tem influência no perfilhamento, o momento da primeira aplicação não favoreceu esse caráter, pois, possivelmente o número gemas que originariam perfilhos já estava definido. Em relação à altura de plantas, os resultados comprovam que o thidiazuron não tem função de inibir a síntese do ácido giberélico.

Dario et al. (2004) trabalhando com Stimulate[®], um fitorregulador a base de citocinina, auxina e giberelina, aplicado em diferentes épocas em cultivar de arroz conduzido sob sistema de irrigação por inundação, também não obtiveram diferença significativa para as variáveis altura de plantas e número de panículas por m². Também Garcia et al. (2009) trabalhando com o mesmo fitorregulador encontraram resultados semelhantes, corroborando com o resultado do presente trabalho.

Alguns reguladores vegetais usados na cultura do arroz têm-se mostrado eficientes quando aplicados visando reduzir a altura de plantas e o acamamento consecutivamente. Como por exemplo o etil-trinexapac, inibidor da síntese de ácido giberélico, aplicado por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula das cultivares Caiapó, BRS Soberana e BRS Primavera, respectivamente, reduziu a altura de plantas e caracterizou-se pela ausência de acamamento (NASCIMENTO et al., 2009, ARF et al., 2012).

Alvarez et al. (2012) trabalhando com etil-trinexapac, cloreto de mepiquat e paclobutrazol (inibidores do ácido giberélico) também verificaram redução na altura de plantas do cultivar Primavera, aplicando no perfilhamento, sob condições de sequeiro. Da mesma forma, Gitti et al. (2011) reduziram a altura de plantas e incrementaram número de panículas por m² utilizando subdoses de glyphosate, herbicida inibidor da enzima EPSPsintase.

Apenas o cultivar BRS Esmeralda, pertencente ao grupo intermediário, apresentou acamamento no presente trabalho, logo, este cultivar foi avaliado quanto à essa variável. Verificou-se que o acamamento não foi influenciado pela aplicação de TDZ, nas diferentes épocas ou doses (Tabela 1). O TDZ, diferente dos reguladores já citados, tem o papel de potencializar a produtividade e não influenciar a altura de plantas, devido o papel citocinínico. Esse aspecto geralmente é influenciado pelo fornecimento de altas doses de nitrogênio e susceptibilidade do cultivar, justificando assim a ausência de acamamento no cultivar IAC 202.

Ainda se tratando de altura de plantas, Ferreira et al. (2014) evidenciaram que este aspecto em arroz pode ser influenciado por bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), devido ao suprimento hormonal promovido por elas, porém, apenas quando inoculadas no tratamento de sementes.

Tabela 1 - Altura de plantas, número de panículas por m² e nota de acamamento dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.

| Tratamentos | Altura de Plantas (cm) | | Panículas por m ² | | Nota de acamamento ⁽¹⁾ | |
|-----------------|------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------|
| | BRS Esmeralda | IAC 202 | BRS Esmeralda | IAC 202 | BRS Esmeralda ⁽²⁾ | IAC 202 |
| Épocas (E) | | | | | | |
| Perfilhamento | 112 | 99 | 324 | 305 | 2,5 | 0 |
| Dif. floral | 113 | 101 | 312 | 294 | 2,0 | 0 |
| Emborrachamento | 114 | 98 | 314 | 295 | 2,8 | 0 |
| Doses (D) | | | | | | |
| 0 | 112 | 99 | 312 | 286 | 2,8 | 0 |
| 0,3 | 112 | 100 | 325 | 298 | 2,3 | 0 |
| 0,6 | 113 | 98 | 307 | 309 | 2,9 | 0 |
| 0,9 | 114 | 99 | 324 | 300 | 1,9 | 0 |
| Teste F | | | | | | |
| Épocas | 1,01 ^{ns} | 0,83 ^{ns} | 0,34 ^{ns} | 0,53 ^{ns} | 1,28 ^{ns} | - |
| Doses | 0,38 ^{ns} | 0,23 ^{ns} | 0,51 ^{ns} | 1,00 ^{ns} | 0,86 ^{ns} | - |
| E x D | 2,16 ^{ns} | 0,43 ^{ns} | 1,08 ^{ns} | 0,40 ^{ns} | 2,42 ^{ns} | - |
| D.M.S (5%) | 3,62 | 5,97 | 36,97 | 28,74 | 0,44 | - |
| CV (%) | 3,69 | 6,91 | 13,43 | 11,10 | 31,77 | - |

⁽¹⁾ 0 - sem acamamento; 1 - até 5% de plantas acamadas; 2 - 5 a 25%; 3 - 25 a 50%; 4 - 50 a 75% e 5 - 75 a 100% de plantas acamadas, ⁽²⁾ Para a análise estatística os dados foram transformados em raiz quadrada de (x + 0,5). ns - não significativo, a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do próprio autor.

O número de espiguetas por panícula não foi influenciado pelo TDZ no cultivar IAC

202 (Tabela 2), no entanto, para o cultivar BRS Esmeralda a melhor época de aplicação foi durante o perfilhamento, como mostra a Tabela 2, e as doses proporcionaram aumento linear do número de espiguetas por panícula (Figura 2), de modo que a dose de 0,9 g ha⁻¹ foi 13,4% superior ao tratamento testemunha.

Tabela 2 - Espiguetas por panícula e fertilidade das espiguetas dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.

| Tratamentos | Espiguetas por panícula | | Fertilidade das espiguetas (%) | |
|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | BRS Esmeralda | IAC 202 | BRS Esmeralda | IAC 202 |
| Épocas (E) | | | | |
| Perfilhamento | 149a | 202 | 87,0 a | 85,1 |
| Diferenciação floral | 131b | 208 | 86,5 ab | 84,4 |
| Emborrachamento | 138b | 201 | 82,0 b | 84,9 |
| Doses (D) | | | | |
| 0 | 131 | 211 | 83,4 | 82,4 |
| 0,3 | 135 | 205 | 86,1 | 83,3 |
| 0,6 | 139 | 195 | 84,4 | 86,4 |
| 0,9 | 149 | 202 | 86,8 | 87,2 |
| Teste F | | | | |
| Épocas | 3,53* | 1,06 ^{ns} | 3,52* | 0,24 ^{ns} |
| Doses | 7,13** | 2,63 ^{ns} | 0,85 ^{ns} | 7,46** |
| E x D | 2,04 ^{ns} | 1,91 ^{ns} | 1,57 ^{ns} | 1,05 ^{ns} |
| D.M.S (5%) | 8,58 | 12,46 | 4,96 | 2,59 |
| CV (%) | 7,12 | 7,05 | 6,88 | 3,53 |

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ns – não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

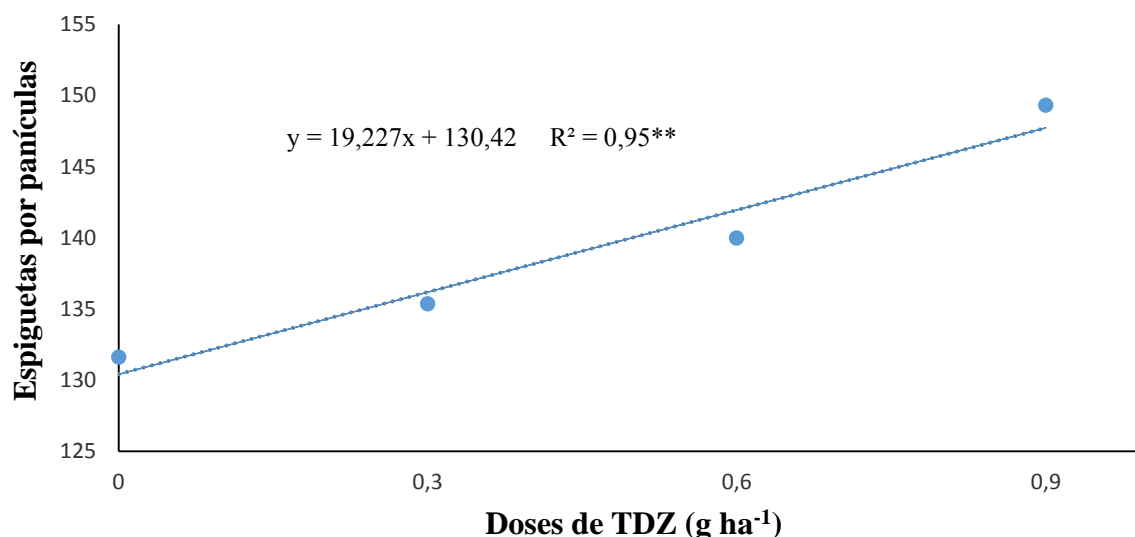
Fonte: Dados do próprio autor

Buzetti et al. (2006) verificaram que a aplicação de cloreto de cloromequat não proporcionou aumento do número de espiguetas por panícula, aplicado durante o perfilhamento nas doses 0, 1 e 2 L ha⁻¹, nos cultivares IAC 201 e 202. Os autores ainda atribuem que o número total de espiguetas é influenciado por fatores genéticos e condições externas vigentes, durante a fase reprodutiva, mais precisamente do início da fase reprodutiva até os cinco dias que antecedem o florescimento.

Dario et al. (2004) conseguiram aumentar o número de espiguetas por panícula de arroz quando fizeram o uso de Stimulate[®] (citocinina, auxina, giberelina), aos 43 DAE, antes da diferenciação do primórdio da panícula, os autores atribuem esse aumento devido a influência dos fitormônios na definição do número de espiguetas na panícula. Logo, esta informação corrobora com os resultados do presente trabalho, em que a melhor época de

aplicação foi na fase de perfilhamento do BRS Esmeralda, 19 DAE no perfilhamento, antes da fase de diferenciação do primórdio da panícula.

Figura 2 - Número de espiguetas por panícula de arroz de terras altas, cultivar BRS Esmeralda, em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

Quanto ao cultivar BRS Esmeralda, houve diferença significativa apenas entre as épocas de aplicação do TDZ, sendo que a melhor época foi durante o início do perfilhamento com 87% de espiguetas férteis por panícula (Tabela 2). Vale ressaltar que não houve diferença estatística entre as épocas perfilhamento e diferenciação floral, assim como não houve entre diferenciação floral e emborrachamento.

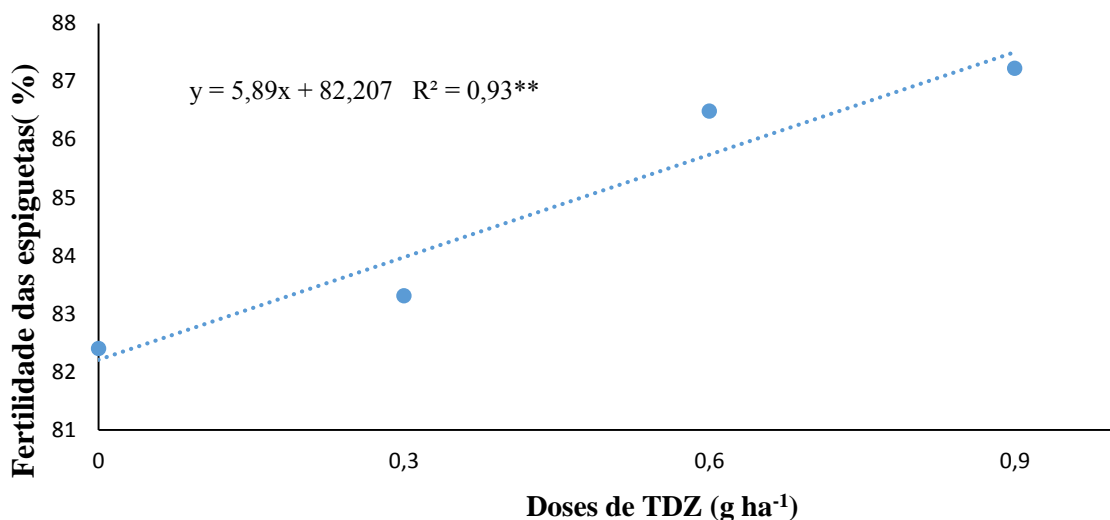
O cultivar IAC 202 foi influenciado significativamente em relação as doses de TDZ, apresentando ajuste de crescimento linear positivo para o aspecto fertilidade das espiguetas em função das doses de TDZ aplicadas (Tabela 2), de modo que a dose 0,9 g ha⁻¹ foi 5,86% superior ao tratamento testemunha, como pode ser observado na Figura 3. Esses resultados, para ambos cultivares, aliado ao número de espiguetas por panícula, mostram o potencial que o TDZ tem em contribuir para o aumento na produção da planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Dario et al. (2004), onde o Stimulate[®] diminuiu o número de espiguetas chochas com o uso de doses antes da diferenciação floral.

Buzetti et al. (2006) relataram que o regulador cloreto de cloromequat não influencia a fertilidade das espiguetas no cultivar IAC 202. Os autores atribuem ainda que esta

componente do rendimento é dependente da translocação de carboidratos, e é influenciado pelo ambiente, assim como níveis excessivos de fertilizantes nitrogenados. O papel do TDZ como fonte de citocinina, possivelmente pode favorecer a translocação de carboidratos aumentando a fertilidade das espiguetas.

Discordando de Buzetti et al. (2006), Mingotte et al. (2015) trabalhando com doses de nitrogênio em cobertura não encontraram diferença significativa para fertilidade das espiguetas em vários cultivares de arroz de terras altas, inclusive IAC 202, assim como Farinelli et al. (2004) e Arf et al. (2003). Estas informações atestam que o fornecimento de nitrogênio não tem influência direta na variável fertilidade das espiguetas.

Figura 3 - Fertilidade de espiguetas de arroz de terras altas, cultivar IAC 202, em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/2015.



Fonte: Dados do próprio autor

4.2 Componentes de rendimento e produtividade

Os resultados da análise de variância referentes aos componentes de rendimento e produtividade estão apresentados na Tabela 3, com os valores de F calculado para os fatores testados e suas respectivas interações e significâncias, bem como as médias observadas. Encontra-se também o resumo da análise de variância para massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos.

Tabela 3 - Massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.

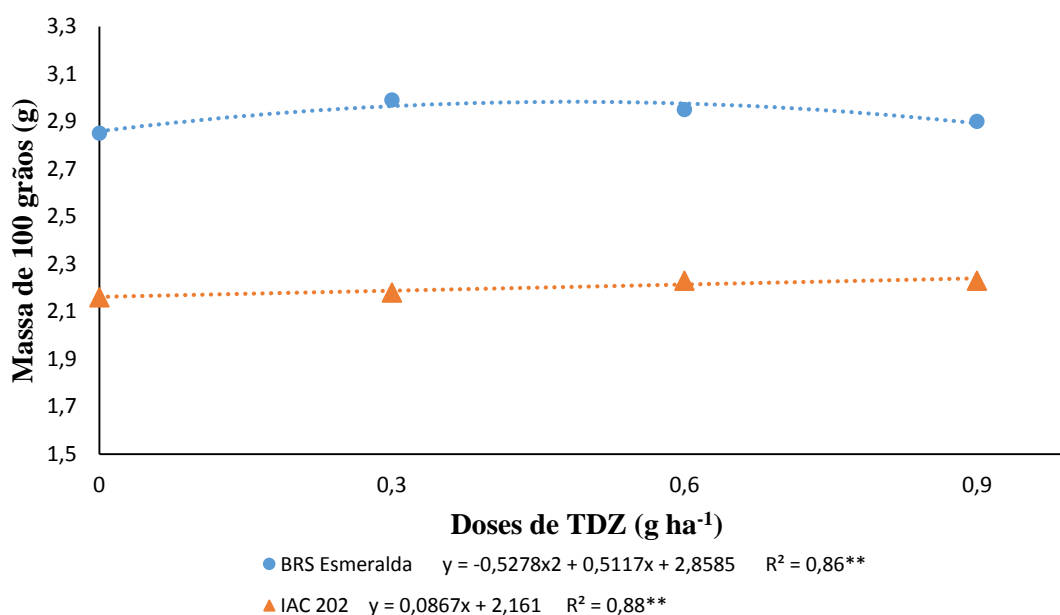
| Tratamentos | Massa de 100 grãos (g) | | Massa hectolétrica (kg) | | Produtividade de Grãos (kg ha ⁻¹) | |
|----------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------|
| | BRS Esmeralda | IAC 202 | BRS Esmeralda | IAC 202 | BRS Esmeralda | IAC 202 |
| Épocas (E) | | | | | | |
| Perfilhamento | 2,94 | 2,21 a | 53,7 | 50,8 b | 6.397 | 5.612 |
| Diferenciação floral | 2,94 | 2,21 a | 52,5 | 51,1 b | 6.004 | 5.640 |
| Emborrachamento | 2,89 | 2,17 b | 51,6 | 52,1 a | 5.933 | 5.786 |
| Doses (D) | | | | | | |
| 0 | 2,85 | 2,16 | 55,2 | 51,6 | 5.464 | 5.431 |
| 0,3 | 2,99 | 2,18 | 52,5 | 51,4 | 5.907 | 5.525 |
| 0,6 | 2,95 | 2,23 | 51,9 | 51,3 | 6.325 | 5.976 |
| 0,9 | 2,90 | 2,23 | 52,5 | 51,1 | 6.749 | 5.786 |
| Teste F | | | | | | |
| Épocas | 1,43 ^{ns} | 7,81 ^{**} | 2,20 ^{ns} | 7,01 ^{**} | 1,52 ^{ns} | 0,68 ^{ns} |
| Doses | 4,80 ^{**} | 15,39 ^{**} | 11,82 ^{**} | 0,49 ^{ns} | 5,59 ^{**} | 3,65 [*] |
| E x D | 0,99 ^{ns} | 0,66 ^{ns} | 1,14 ^{ns} | 0,63 ^{ns} | 0,93 ^{ns} | 3,07 ^{ns} |
| D.M.S (5%) | 0,08 | 0,02 | 1,30 | 0,9 | 700 | 390 |
| CV (%) | 3,27 | 1,37 | 2,83 | 2,03 | 13,21 | 7,92 |

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ns – não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Dados do próprio autor

A aplicação de TDZ favoreceu o aumento da massa de 100 grãos nos dois cultivares, sendo que no IAC 202 verificou-se diferença significativa entre as épocas de aplicação e ajuste de crescimento linear em função das doses, como pode se observado na Figura 4, onde a dose 0,9 g ha⁻¹ foi 3,2% superior à testemunha. Neste cultivar a época de aplicação que mais beneficiou a massa de 100 grãos foi durante o perfilhamento, porém, não diferindo estatisticamente da diferenciação floral, enquanto o emborrachamento apresentou a menor média com 0,04 g a menos que as outras duas épocas.

Figura 4 - Massa de 100 grãos do cultivar BRS Esmeralda e IAC 202 em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

No cultivar BRS Esmeralda não houve diferença entre as épocas de aplicação para a variável massa de 100 grãos, apenas ajuste à equação de regressão quadrática referente às doses aplicadas, de modo que a maior dose encontrada foi de 0,48 g ha⁻¹ atingindo valores de 2,98 g, como mostra a Figura 4.

Dario et al. (2004) verificaram que doses de Stimulate[®] a partir de 0,60 L ha⁻¹ proporcionam aumento na massa de 100 grãos chegando a atingir médias de 3,0 g, enquanto que o tratamento controle resultou em médias de 2,6 g.

Arf et al. (2012) verificaram valores para massa de 100 grãos de até 2,5 g, utilizando doses de etil-trinexapac no cultivar IAC 202, resultados superiores ao presente trabalho no mesmo cultivar, no entanto são inferiores aos resultados encontrados no BRS Esmeralda, isso é justificado pela diferença morfológica dos grãos em cada cultivar.

Alvarez et al. (2014) trabalhando com doses de etil-trinexapac, paclobutrazol e cloreto de mepiquat na diferenciação do primórdio da panícula, verificaram redução linear na massa de 100 grãos em função das doses desses reguladores, discordando do presente trabalho que mostra que doses de TDZ promovem incrementos na massa de 100 grãos.

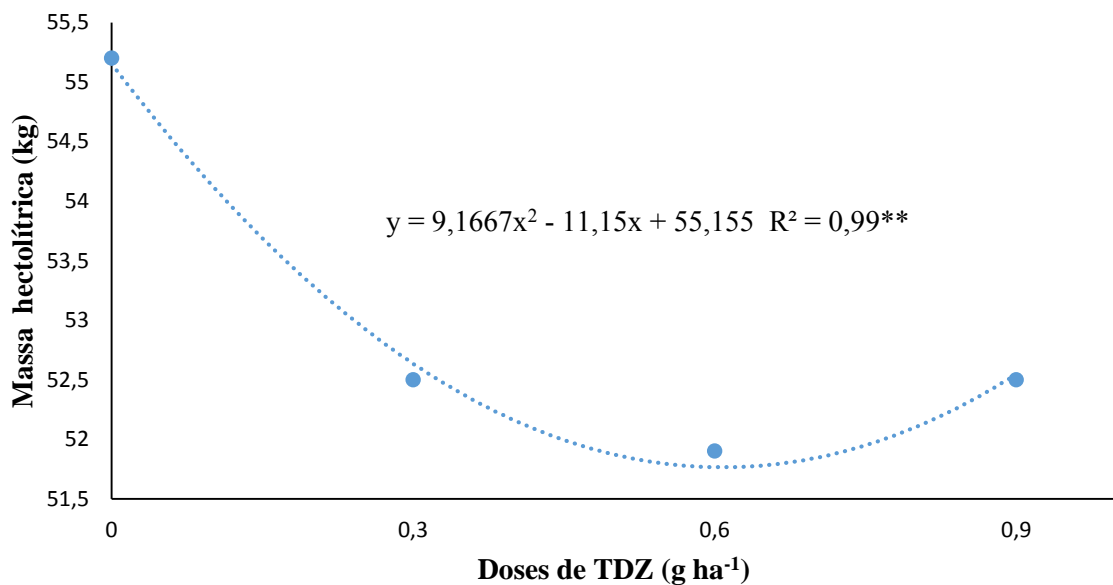
Em relação à massa hectolétrica apresentada na Tabela 3, o cultivar IAC 202 apresentou maiores resultados quando o thidiazuron foi aplicado por ocasião do

emborrachamento, não sendo influenciado pelas doses. Já o BRS Esmeralda foi influenciado negativamente pelas doses de thidiazuron, de modo que os resultados se ajustaram à equação de regressão quadrática, onde os maiores valores de médias foram obtidos no tratamento testemunha como mostra a Figura 5.

Vale ressaltar que durante a colheita do cultivar BRS Esmeralda havia grãos com textura leitosa, o que possivelmente resultou na redução da massa hectolétrica, isso sugere que o thidiazuron retardou o ponto de maturidade da planta.

Vieira et al. (2008) verificaram que aplicações de thidiazuron em frutos de uva “Niagara Rosada” ocasionou maturação desuniforme das bagas. Possivelmente, a forte relação fonte/dreno estabelecida pelo thidiazuron faz com que as bagas, neste caso os grãos, fiquem por mais tempo recebendo fotoassimilados da planta, assim desuniformizando a maturação dos mesmos. Na cultura do arroz a colheita é realizada em área total de uma única vez, sendo assim, alguns grãos acabam sendo colhidos com alta umidade, prejudicando avaliações como massa hectolétrica e massa de 100 grãos que são convertidas à 13% de umidade na base úmida.

Figura 5 - Massa hectolétrica do cultivar BRS Esmeralda em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



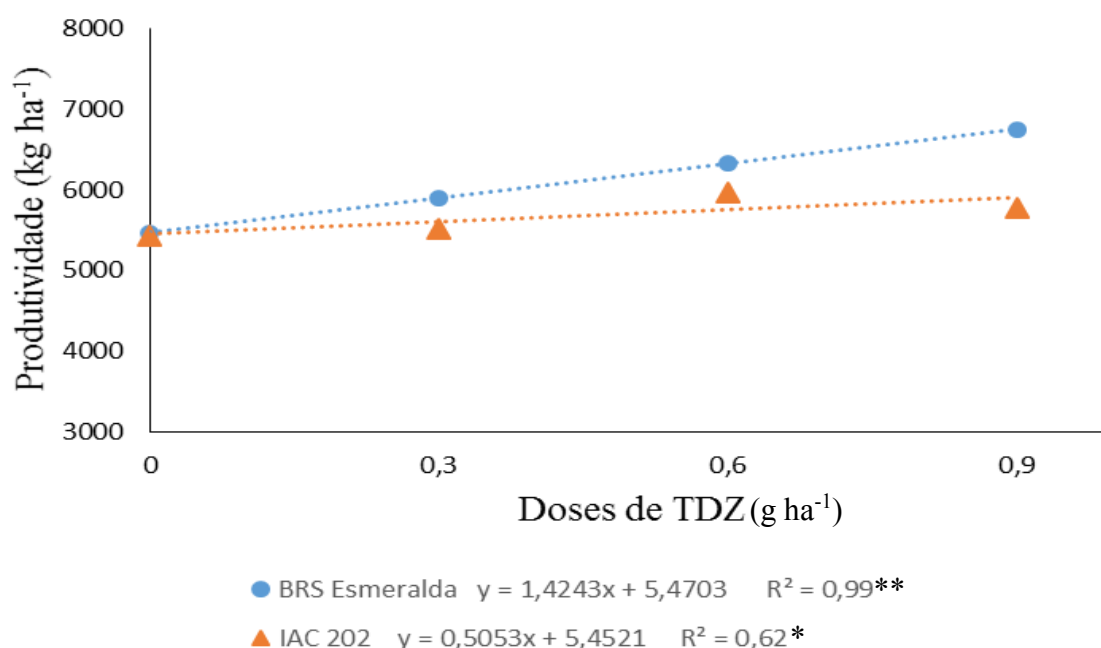
Fonte: Dados do próprio autor

Gitti et al. (2011) verificaram aumento linear da massa hectolétrica do cultivar Primavera utilizando subdoses de glyphosate, até 182 g ha^{-1} , durante a fase de diferenciação floral, assim como Nascimento et al. (2009) utilizando etil-trinexapac, encontraram ajuste quadrático com a melhor dose sendo $216,6 \text{ g ha}^{-1}$ com valores de $65,2 \text{ kg } 100 \text{ L}^{-1}$ de massa hectolétrica para o cultivar Primavera, ambos contrastando com os resultados da aplicação de TDZ no cultivar BRS Esmeralda (Figura 5).

Por outro lado, Arf et al. (2012) explicam que cada cultivar tem um comportamento em relação à massa hectolétrica, devido ao formato dos grãos e sobra de espaços entre os mesmo no recipiente utilizado para avaliar a massa hectolétrica, resultando em valores diferentes. Este fato explica a disparidade entre os resultados de massa de 100 grãos e massa hectolétrica dos cultivares utilizados neste trabalho.

No que se diz respeito à produtividade, ambos cultivares apresentaram ajuste de crescimento linear em função das doses de TDZ como mostra a Figura 6, de modo que a dose $0,9 \text{ g ha}^{-1}$ proporcionou ao cultivar BRS Esmeralda uma produtividade de 6.749 kg ha^{-1} , 23,5% a mais que a testemunha, no IAC 202 a mesma dose propiciou produtividade de 5.786 kg ha^{-1} , 6,5% superior a testemunha. Este resultado está aliado aos aumentos no número de espiguetas por panícula e fertilidade das espiguetas em função do TDZ, sendo que estes aspectos refletem positivamente na produtividade. Mesmo com a redução da massa hectolétrica, justificada pelo atraso na maturação, a produtividade se mostrou crescente em função das doses utilizadas.

Figura 6 - Valores de produtividade dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202 em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

Em relação à produtividade, resultados semelhantes foram encontrados por Dario et al. (2004), quando o Stimulate[®] foi aplicado aos 43 dias após a emergência, verificando 14,3% de aumento em relação a testemunha no cultivar IAC 103, sob condição irrigada.

Arf et al. (2012) verificaram aumento na produtividade do BRS Primavera e Caiapó, enquanto o cultivar IAC 202 apresentou redução em função do incremento de doses do regulador etil-trinexapac, inibidor da síntese do ácido giberélico (GA), divergindo dos resultados encontrados no presente trabalho. Vale ressaltar que para o BRS Primavera e Caiapó o aumento na produtividade se deu pelo melhor aproveitamento de grãos na colheita em função da redução no acamamento, diferente do TDZ que, no presente trabalho, potencializou a produtividade independente do acamamento das plantas. Alvarez et al. (2007), Nascimento et al. (2009) e Alvarez et al. (2014) também relatam o efeito de redução na produtividade de grãos oriunda da aplicação do etil-trinexapac na cultura do arroz.

A literatura mostra que outros reguladores que inibem a síntese de GA não influenciam na produtividade de grãos na cultura do arroz, como o ácido giberélico, (GROHS et al., 2012), glyphosate (GITTI et al., 2011), cloreto de cloromequat (BUZETTI et al., 2006), paclobutrazol e cloreto de mepiquat (ALVAREZ et al., 2012). Esses reguladores estão ligados à redução ou inibição da síntese de ácido giberélico e desempenham o papel de reduzir a

altura de plantas, por isso não apresentam interferência direta na produtividade.

4.3 Componentes de beneficiamento

Os resultados da análise de variância referentes aos componentes de beneficiamento estão apresentados na Tabela 4, com os valores de F calculado para os fatores testados e suas respectivas interações e significâncias, bem como as médias observadas. Encontra-se também o resumo da análise de variância para rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados.

Tabela 4 - Rendimento de benefício, rendimento de grãos inteiros e grãos quebrados em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.

| Tratamentos | Rendimento de Benefício (%) | | Rendimento de Inteiros (%) | | Grãos Quebrados (%) | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | BRS Esmeralda | IAC 202 | BRS Esmeralda | IAC 202 | BRS Esmeralda | IAC 202 |
| Épocas (E) | | | | | | |
| Perfilhamento | 67,8 | 73,7 | 61,0 | 67,9 | 6,8 | 5,8 |
| Diferenciação floral | 67,7 | 72,8 | 61,1 | 66,9 | 6,5 | 5,8 |
| Emborrachamento | 67,8 | 72,8 | 59,7 | 67,5 | 7,4 | 5,3 |
| Doses (D) | | | | | | |
| 0 | 68,3 | 72,1 | 61,7 | 66,1 | 6,6 | 6,0 |
| 0,3 | 68,8 | 72,2 | 62,3 | 66,1 | 6,4 | 6,1 |
| 0,6 | 66,4 | 74,1 | 59,3 | 69,1 | 7,0 | 4,9 |
| 0,9 | 66,7 | 74,0 | 59,0 | 68,5 | 7,6 | 5,5 |
| Teste F | | | | | | |
| Épocas | 3,52* | 2,57 ^{ns} | 11,21** | 1,41 ^{ns} | 2,64 ^{ns} | 1,28 ^{ns} |
| Doses | 23,05** | 8,62** | 36,35** | 12,05** | 3,20* | 2,78 ^{ns} |
| E x D | 4,33** | 0,93 ^{ns} | 4,06** | 1,82 ^{ns} | 0,95 ^{ns} | 1,81 ^{ns} |
| D.M.S (5%) | 0,74 | 1,13 | 0,82 | 1,39 | 0,88 | 0,97 |
| CV (%) | 1,28 | 1,78 | 1,56 | 2,38 | 14,66 | 19,75 |

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, ns – não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Dados do próprio autor

Nota-se interação significativa entre os fatores avaliados para rendimento de benefício e rendimento de inteiros no cultivar BRS Esmeralda, descritos na Tabela 5 e 6 respectivamente. Não houve influência das épocas de aplicação para nenhum aspecto do cultivar IAC 202, bem como para grãos quebrados no cultivar BRS Esmeralda

Na Tabela 5 o desdobramento de épocas dentro de cada nível de dose para o rendimento de benefício do cultivar BRS Esmeralda, mostra que para o tratamento sem

aplicação de TDZ não houve diferença estatística significativa, para a dose 0,9 g ha⁻¹ a melhor época de aplicação foi o perfilhamento, no entanto, não diferindo da época de emborrachamento. Para a dose 0,6 g ha⁻¹ a melhor época foi durante a diferenciação floral, não diferindo do perfilhamento. Contudo, os resultados não apresentam uma tendência em função da variação das doses trabalhadas.

Tabela 5 - Desdobramento de épocas dentro de cada nível de dose para rendimento de benefício (%) do cultivar BRS Esmeralda em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.

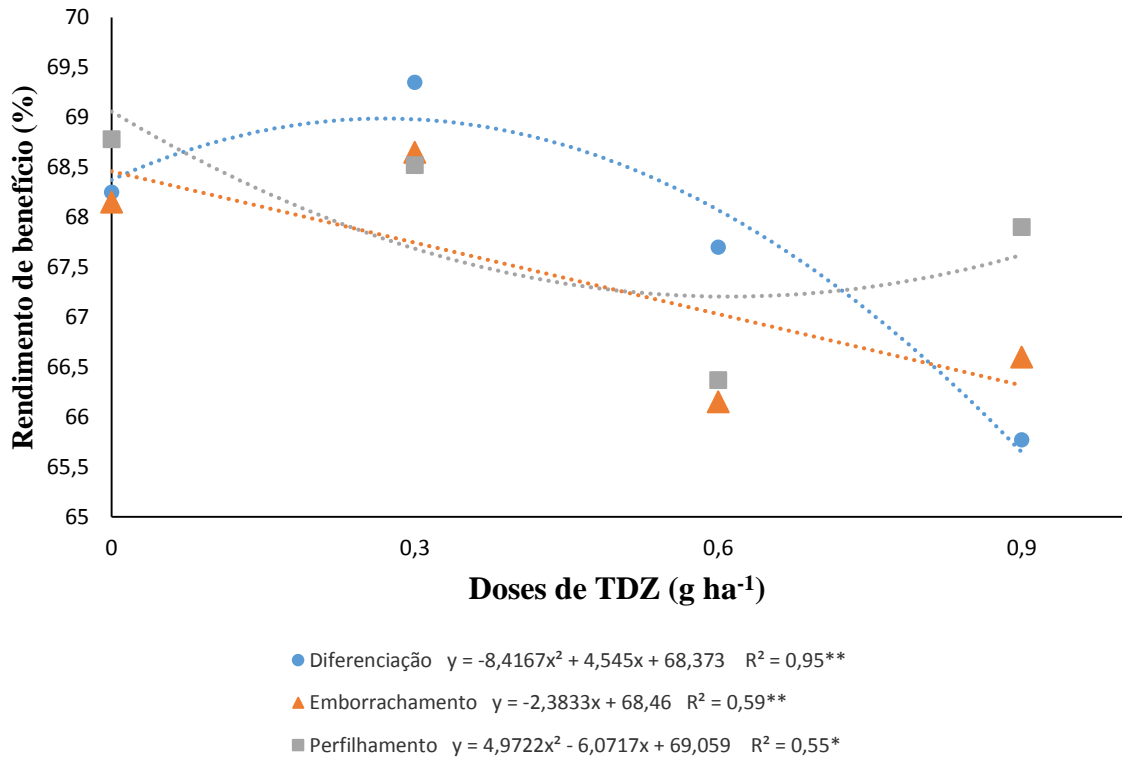
| Épocas | Doses de TDZ (g ha ⁻¹) | | | |
|-----------------|------------------------------------|------|---------|---------|
| | 0 | 0,3 | 0,6 | 0,9 |
| Perfilhamento | 68,7 | 68,5 | 66,3 ab | 67,9 a |
| Diferenciação | 68,2 | 69,3 | 67,6 a | 65,7 b |
| Emborrachamento | 68,1 | 68,6 | 65,1 b | 66,6 ab |
| D.M.S | 1,4 | | | |

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Dados do próprio autor

Já para o desdobramento de doses dentro de cada nível de época para o rendimento de benefício do cultivar BRS Esmeralda (Figura 7), nota-se uma tendência de diminuição dos valores à medida que aumentam as doses, sendo que para a fase de emborrachamento houve diminuição linear da porcentagem de rendimento de benefício. Este fato pode ser explicado pela influência do TDZ no ponto de maturação deste cultivar, de modo que quanto maior a dose mais demorada é a maturação, assim, os grãos colhidos apresentam menor rendimento de benefício.

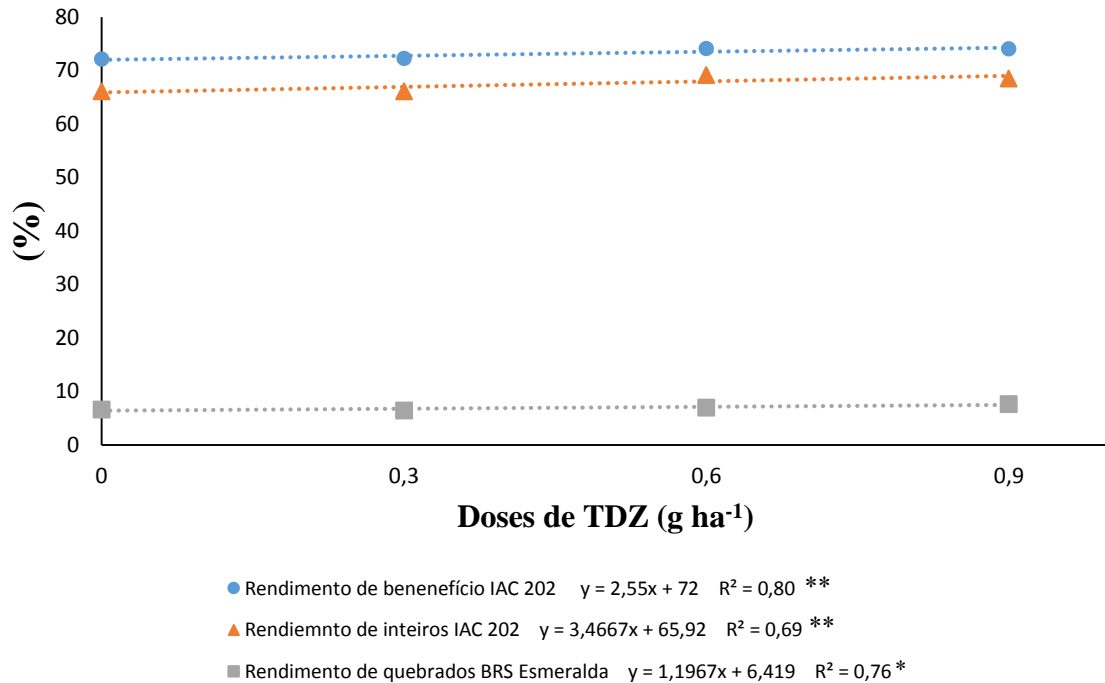
Figura 7 - Desdobramento de doses dentro de cada nível de época para rendimento de benefício do cultivar BRS Esmeralda em doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

As doses de TDZ promoveram aumento linear para os aspectos rendimento de benefício e rendimento de inteiros no cultivar IAC 202, com 2,6 e 3,6% respectivamente, a mais que a testemunha, levando em consideração a maior dose, assim como grãos quebrados no BRS Esmeralda, onde a dose de 0,9 g ha⁻¹ foi 15,1% superior à testemunha (Figura 8). Esses resultados mostram que o TDZ foi favorável aos componentes de beneficiamento do cultivar IAC 202, enquanto houve aumento da porcentagem de grãos quebrados no BRS Esmeralda.

Figura 8 - Rendimento de benefício e grãos inteiros do cultivar IAC 202 e grãos quebrados do cultivar BRS Esmeralda, em função de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

No desdobramento de épocas dentro de cada nível de dose para rendimento de inteiros do cultivar BRS Esmeralda (Tabela 6), pode se observar que no tratamento testemunha não houve influência da aplicação do regulador. Para a dose 0,3 g ha⁻¹ a melhor época foi a diferenciação floral, assim como para a dose 0,6 g ha⁻¹. Já a dose 0,9 g ha⁻¹ não apresentou diferença significativa entre as épocas, em função das doses, sendo que de maneira geral todas as doses não mostraram uma tendência mesmo existindo diferença significativa.

Tabela 6 - Desdobramento de épocas dentro de cada nível de dose para rendimento de inteiros (%) do cultivar BRS Esmeralda em função de épocas e doses de aplicação de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.

| Épocas | Doses de TDZ (g ha ⁻¹) | | | |
|-----------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 0 g ha ⁻¹ | 0,3 g ha ⁻¹ | 0,6 g ha ⁻¹ | 0,9 g ha ⁻¹ |
| Perfilhamento | 62,3 | 61,8 b | 59,9 a | 59,9 |
| Diferenciação | 61,8 | 63,8 a | 60,5 a | 58,3 |
| Emborrachamento | 60,9 | 61,3 b | 57,6 b | 58,9 |
| D.M.S | 1,82 | | | |

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

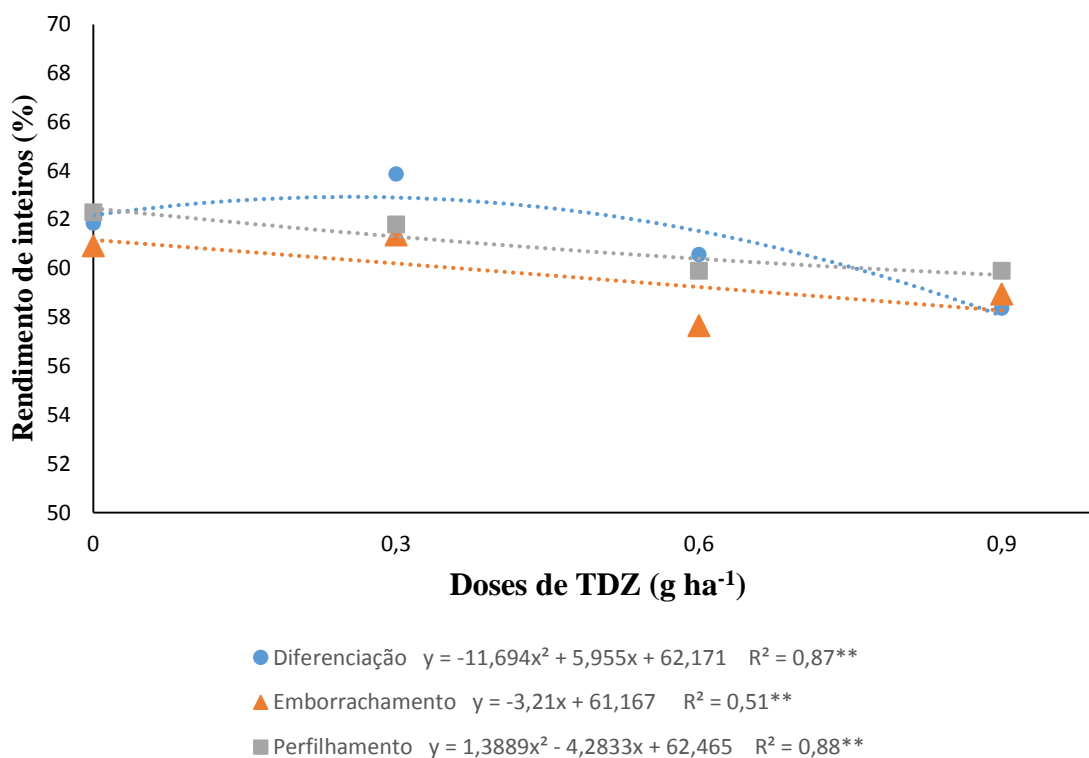
Fonte: Dados do próprio autor

Na Figura 9 pode-se observar comportamento semelhante ao obtido no desdobramento de doses dentro de épocas para rendimento de benefício. O aumento das doses de TDZ proporcionaram redução linear no rendimento de inteiros durante a fase de perfilhamento e emborrachamento. Para a fase de diferenciação floral, no ajuste quadrático encontrado, nota-se uma tendência de diminuição dos valores em função das doses, de maneira que a dose 0,9 g ha⁻¹ foi 5,6% inferior à testemunha. Esta informação ressalta que o TDZ pode prejudicar o rendimento de inteiros no cultivar BRS Esmeralda pelo fato de atrasar o ponto de maturação

De maneira geral o uso de TDZ proporcionou médias de 67,6, 60,7 e 6,9% para rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados respectivamente, no cultivar BRS Esmeralda e para o IAC 202 73,1, 67,4 e 5,6% para rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados respectivamente.

O rendimento de grãos inteiros significa a quantidade de grãos inteiros obtida após o beneficiamento industrial e é um dos parâmetros mais importantes para determinar o valor de comercialização do arroz (OLIVEIRA et al., 1998 citadopor MOURA, 2011). Nacionalmente, atribui-se ao arroz em casca uma renda base no benefício de 68%, constituída de um rendimento do grão de 40% de inteiros mais 28% de quebrados e quirera (FORNASIERI FILHO ;FORNASIERI, 2006).

Figura 9 - Desdobramento de doses dentro de cada nível de época para rendimento de inteiros do cultivar BRS Esmeralda em de doses de thidiazuron. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

Verifica-se que os resultados obtidos em rendimento de benefício e rendimento de inteiros são próximos ou superiores aos padrões mencionados por Fornasieri Filho e Fornasieri (2006) e menores quando levado em consideração os grãos quebrados. Isso mostra o potencial do regulador aliado às características genéticas de cada cultivar.

Moura (2011) evidencia a importância da irrigação durante a fase de enchimento e de maturação dos grãos, pois, assim a planta absorve os nutrientes de forma adequada, garantindo a translocação de fotoassimilados para a formação e enchimento dos grãos. Neste mesmo contexto, o thidiazuron exercendo efeito citocinínico, pode aumentar a translocação de fotoassimilados na região onde é aplicado, proporcionando melhor qualidade industrial aos grãos, da mesma maneira que ocorre em experimentos que fornecem boas condições hídricas para a planta. Esse fato é comprovado por Arf et al. (2002), Rodrigues et al. (2004), Crusciol et al. (2008), e Artigiani et al. (2012), que também encontraram aumentos nos coeficientes de beneficiamento de arroz de terras altas suplementado com irrigação por aspersão.

Ainda sobre os benefícios da disponibilidade hídrica, esta proporciona translocação de carboidratos para os grãos, que, bem formados, possuem maior resistência a choques e vibrações proporcionadas pela colheita e pelo beneficiamento, obtendo-se, assim, maior rendimento de grãos inteiros (ARF et al. 2002, CRUSCIOL et al. 2006).

Com base nos resultados de rendimento industrial, é possível inferir que o uso do TDZ no cultivar IAC 202, promoveu melhores resultados devido ao aumento do carregamento de fotoassimilados para os grãos, semelhantemente às condições de boa disponibilidade hídrica. Para o BRS Esmeralda é necessário encontrar o ponto de colheita ideal, pois as condições relatadas desfavorecem a análise dos componentes de beneficiamento.

5 CONCLUSÕES

1. Recomenda-se a utilização de thidiazuron nos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202, no entanto o BRS Esmeralda pode, eventualmente, apresentar acamamento.

2. A aplicação do thidiazuron deve ser realizada durante a fase de perfilhamento, pois proporciona incrementos significativos nos componentes produtivos do cultivar BRS Esmeralda e IAC 202.

3. A dose de thidiazuron recomendada para ambos os cultivares é de $0,9 \text{ g ha}^{-1}$, pois proporciona aumentos na produtividade de grãos dos cultivares BRS Esmeralda e IAC 202.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Árvore do conhecimento: arroz: mercado comercialização e consumo**. Goiânia, 2011. Disponível em <
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fok5vmke02wyiv80bhgp5prthjx4.html>> Acesso em 18 de dezembro de 2013.
- ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A.S. Produtividade de arroz de terras altas em função de reguladores de crescimento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.1, p. 42-49, 2014.
- ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; RODRIGUES, J. D.; HABERMANN, G. Gas exchange rates, plant height, yield components, and productivity of upland rice as affected by plant regulators. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 47, n. 10, p. 1455-1461, 2012.
- ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A. C. C. Aplicação de reguladores vegetais na cultura de arroz de terras altas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2007.
- ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A. C. C. Marcha de absorção de nitrogênio de cultivares de arroz de terras altas com diferentes tipos de plantas. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 162-169, 2006.
- ARAÚJO, M. M.; FORTES, G. R.; SANTOS FILHO, B. G. Thidiazuron – uma alternativa para superar a dormência de gemas de macieira (*Malus domestica* Borkh). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 3, p. 249-253, 1991.
- ARF, O. **Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão na região de Selvíria (MS)**. Ilha Solteira, 1997. 67 p. (Relatório de Pesquisa).
- ARF, O.; NASCIMENTO, V.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVAREZ, R. C. F.; GITTI, D. C.; SÁ, M. E. Uso de etil-trinexapac em cultivares de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 150-158, 2012.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Soil management and nitrogen fertilization for sprinkler-irrigated upland rice cultivars. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 348-352, 2003.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria – MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1967-1976, 2000.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e a irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 871-879, 2001.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C.; PEREIRA, J. C. dos R. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agricola**, Piracicaba v. 59, n. 2, p. 321-326, 2002.

ARNDT, F. R.; RUSCH, R.; STILFRIED, H. V. et al. A new cotton defoliant. **Plant Physiology**, Washington, v. 57, p. 99. 1976.

ARTIGIANI, A. C. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R. C. F. NASCENTE, A. S. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 340-349, 2012.

ASHIKARI, M.; SAKAKIBARA, H.; LIN, S.; YAMAMOTO, T.; TAKASHI, T.; NISHIMURA, A.; ANGELES, E. R.; QUIAN, Q.; KITANO, H.; MATSUOKA, M. Cytokinin Oxidase Regulates Rice Grain Production. **Science**, New York, v. 309, n. 5735, p. 741-745, 2005.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G.C.; FREITAS, J.G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; MEIRA, F.A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.

CAPELLE, S. C.; MOK, D. W. S.; KIRCHNER, S. C. et al. Effects of thidiazuron on cytokinin autonomy and the metabolism of N⁶ (Delta² -isopentenyl) [8-¹⁴C] adenosine in callus tissue of *Phaseolus lunatus* L. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 73, n. 3, p. 796-802, 1983.

CARVALHO JÚNIOR, A. G. **Efeito da adubação potássica em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro sob déficit hídrico, em solos sob cerrado**. 1987. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. **Científica**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

CHVOJKA, L.; RESLOVA, J. High N - phenyl-N-1,2,3 -thiadiazol-5-ylurea activity in regulated organogenesis of garden plants. **Horticultural Abstracts**, Farnham Royal, v. 58, n. 2, p. 82, 1988.

COELHO, M. B. **Efeito da água disponível no solo e de níveis de nitrogênio, sobre duas variedades de arroz**. Viçosa, 1976. 42 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1976.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 2 - Safra 2014/15, n. 8 - Oitavo levantamento, maio 2015**.

Disponível em

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_mai_2015.pdf>. Acesso em 22 de jun. 2015.

CRUSCIOL, C.A.C. **Efeito de lâminas de água e da adubação mineral em dois cultivares de arroz de sequeiro sob irrigação por aspersão**. 1998. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

CRUSCIOL, C. A. C. **Espaçamento e densidade de semeadura do arroz, cv. IAC 201, sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. 1995. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; SORATTO, R. P.; ANDREOTTI, M.; RODRIGUES, R. A. F. Produtividade e qualidade industrial de grãos de arroz de terras altas em função de lâminas de água no sistema irrigado por aspersão. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 125-130, 2003.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; MATEUS, G. P. Grain quality of upland rice cultivars in response to cropping systems in the brazilian tropical savanna. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 65, n. 5, p. 468-473, 2008.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; ARF, O.; MATEUS, G. P. Yield of upland rice cultivars in rainfed and sprinkler-irrigated systems in the Cerrado region of Brazil. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 46, n. 11, p. 1515-1520, 2006.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; NASCENTE, A. S.; ARF, O.; Root distribution, nutrient uptake and yield of two upland rice cultivars under two waters regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 105, n. 1, p. 237-247, 2012.

DARIO, G. J. A.; DOURADO NETO, D.; MARTIN, T. M.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MAFRON, P. A.; FAGAN, E. B.; CRESPO, P. E. N. Influência do uso de fitoregulador no crescimento do arroz irrigado. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 86-94. 2004.

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: _____. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. p.1-11.

DAVIES. P. J. **Plant hormones physiology biochemistry and molecular biology**. 2. ed. Netherlands: Klumer Academic Publishes, 1995. 823 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Arroz BRS**. Esmeralda: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. (Folheto, 2013)

ESPINDULA, M. C. Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

FAGERIA, N. K. Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 259-265, 1980.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; BORDIN, L. Effects of nitrogen and potassium fertilization on agronomic characteristics of upland rice cultivated under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 447-454, 2004.

FERREIRA, E. P. B.; KNUPP, A. M.; MARTIN-DIDONET, C.C.G. Crescimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) influenciado pela inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 655-665, 2014.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221 p.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 589 p.

FRANCISCONI, A. H. D.; BARRADAS, C. I. N.; MARODIN, G. A. B.; SEIBERT, E. Efeito de óleo mineral, cianamida hidrogenada e thidiazuron na quebra de dormência e produção da pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Packam's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 161-166, 1992.

GAIRI, A. ; RASHID, A. TDZ-induced somatic embryogenesis in non-responsive caryopses of rice using a short treatment with 2,4-D. **Plant Cellular Tissue and Organ Culture**, Delhi, v. 76, n. 1, p. 29-33, 2004.

GARCIA, R. A.; GAZOLA, E.; MERLIN, A.; VILLAS BÔAS, R. L.; CRUSCIOL, C. A. C. Crescimento aéreo e radicular de arroz de terras altas em função da adubação fosfatada e bioestimulante. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 65-72, 2009.

GITTI, D. C.; ARF, O.; PERON, I. B. G.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; RODRIGUES, R. A. F. Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 500-507, 2011.

GOMES A. da S.; SCIVITTARO, W. B.; PETRINI, J. A.; FERREIRA, L. H. **A água: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 44 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 250).

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.

GUARDIOLA, J. L.; BARRES, M. T.; ALBERT, C.; GARCIA-LUIS, A. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in Citrus unshiu. **Annals of Botany**, London, v. 71, n. 2, p. 169-172, 1993.

HAYATA, Y.; NIIMI, Y.; IWASAKI, N. Synthetic cytokinin – 1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea (CPPU) – promotes fruit set and induces parthenocarpy in watermelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 6, p. 997-1000, 1995.

HENNY, R. J. ; FOOSHEE, W. C. Treatment of syngonium 'Maya Red' with thidiazuron in attempt to induce basal branching. **CFREC-Apopka research report**. University of Florida, IFAS, Central Florida Research and Education Center-Apopka, 2p. 1991.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. IAC 202: arroz de alta produtividade e qualidade para cultura de sequeiro. **O Agrônomo**, Campinas, v. 52, n. 1, 2000.

JAVID, M. G.; SOROOSHADEH, A.; SANAVY, S. A. M. M.; ALLAHDAI, I.; MORADI, F. Effects of the exogenous application of auxin and cytokinin on carbohydrate accumulation in grains of rice under salt stress. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht v. 65, n. 2, p. 305–313, 2011.

- KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; GITTI, D.C.; ALCALDE, A.M. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 508-518, 2011.
- KODJA, H.; GOVINDE, S. J.; GURIB, F. A.; ROBENE, S. I.; HUMEAU, L.; FIGIER, J. Micropropagation of *Psidia arguta* through cotyledonary axillary bud culture. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 25, n. 2, p. 75-80, 1998.
- LIU, Y.; GU, D.; DING, Y.; WANG, Q.; LI, G.; WANG, S. The relationship between nitrogen, auxin and cytokinin in the growth regulation of rice (*Oryza sativa* L.) tiller buds. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 5, n. 8, p. 1019-1026, 2011.
- LUDFORD, P. M. Postharvest hormone changes in vegetables and fruit. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. New York: Kluwer Academic Publishers, 1987. Cap. 17, p. 574-592.
- MANZAN, R. J. Irrigação por aspersão na cultura do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 114, p. 35-40, 1984.
- MATEUS, C. M. D. et al. Estratégias para redução do porte de girassol ornamental para comercialização em vaso. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 681-687, 2009.
- METIVIER, J. R. Giberelinas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p. 93-128.
- MEYER, M. M. Jr. ; KERNSH, R. Thidiazuron and *in vitro* shoot proliferation of *Celtis occidentalis* L. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT TISSUE AND CELL CULTURE, 6, 1986, Minneapolis. **Proceedings of the...** Minneapolis: University of Minnesota, 1986. p. 149.
- MINGOTTE, F. L. C.; GONÇALVES, M. H. G.; YADA, M. M.; FORNASIERI FILHO, D.; LEMOS, L. B. Eficiência agrônômica e qualidade do grão em cultivares de arroz de terras altas em função do nitrogênio em cobertura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 748-758, 2015.
- MOHAMED, S. V.; SUNG, J. M.; JENG, T. L.; WANG, C. S. Organogenesis of *Phaseolus angularis* L.: High efficiency of adventitious shoot regeneration from etiolated seedlings in the presence of N6-benzylaminopurine and thidiazuron. **Plant Cellular Tissue and Organ Culture**, Delhi, v. 86, n. 2, p. 187-199, 2006.
- MOK, C. M.; MOK, D. W. S.; TURNER, E. Biological and biochemical effects of cytokinin - active phenylurea derivatives in tissue culture systems. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 6, p. 1194-1197, 1987.
- MOURA, R.S. **Lâminas de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em arroz terras altas**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2011.
- NASCIMENTO, V.; ARF, O.; SILVA, M. G.; BINOTTI, F. F. S.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVAREZ, R. C. F. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 921-929, 2009.

OLIVEIRA, G. S. **Efeito de densidade de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de sequeiro e irrigados por aspersão.** 1994. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1994.

OLIVEIRA, C. M. M. **Desenvolvimento e produtividade da cultura do arroz irrigado por aspersão sob diferentes umidades do solo e doses de nitrogênio.** 1995. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.

OLIVEIRA, G. S.; ARF, O.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F. Efeito de espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento de cultivares de arroz de sequeiro irrigado por aspersão. II. Componentes do rendimento de engenho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6. 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA- CNPAF, 1998. p. 49-52.

PETRI, J. L.; ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A. Efeitos do thidiazuron no tamanho e desenvolvimento dos frutos da macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 127-134, 1992.

PINHEIRO, B. S. **Cultivo do arroz de terras altas:** características da cultura. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

PINHEIRO, B. S.; MARTINS, J. F. S.; ZIMMERMANN, F. J. P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. II. Manifestação através dos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 6, p. 873-879, 1990.

PINHEIRO, B. S.; STEINMETZ, S.; STONE, L. F. ;GUIMARÃES, E. P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 20, n. 1, p. 85-87, 1985.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.

RAIJ, B. van ;CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

REICHARDT, K. Relações solo-água-planta para algumas culturas In: _____. **A água em sistemas agrícolas.** São Paulo: Manole, 1987. p. 157-171.

REYNOLDS, A. G.; WARDLE, D. A.; ZUROWSKI, C.; LOONEY, N. E. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grape selections. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 1, p. 85-89, 1992.

RODRIGUES, R. A. F. **Efeitos do manejo de água nas características fenológicas e produtivas do arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado em condições de sequeiro sob irrigação por aspersão.** 1998. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

RODRIGUES, R. A. F. ; ARF, O. Manejo de água em cultivares de arroz de terras altas. II. Componentes de produção e produtividade. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1, REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7, Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 365-368.

RODRIGUES, R. A. F.; SORATTO, R. P.; ARF, O. Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto, usando o tanque classe A. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 546-556, 2004.

SANT'ANA, E. P. Cultivo de arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 161, p. 71-75, 1989.

SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; FAGERIA, N. K.; PRABHU, A. S.; MAH, M. G. C.; AQUINO, A. L. R.; AJIMURA, G. M.; BARBOSA FILHO, M. P.; ZIMMERMANN, F. J. P.; CARVALHO, J. R. P.; OLIVEIRA, A. B.; SILVEIRA FILHO, A. Efeito do conjunto de técnicas aplicadas ao sistema de produção do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 17, n. 6, p. 835-845, 1982.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SHAN, X. Y.; LI, D. S.; QU, R. D. Thidiazuron promotes in vitro regeneration of wheat and barley. **Vitro Cellular Development Biology Plant**, New York, v. 36, n. 3, p. 207-210, 2000.

SHARMA, V. K.; HANSCH, R.; MENDEL, R. R.; SCHULZE, A. J. Influence of picloram and thidiazuron on high frequency plant regeneration in elite cultivars of wheat with long-term retention of morphogenecity using meristematic shoot segments. **Plant Breeding**, Berlin, v. 124, n. 3, p. 242-246, 2005.

SORATTO, R. P.; RODRIGUES, R. A. F., ARF, O. Manejo de água em cultivares de arroz irrigados por aspersão no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1, REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7, Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.369-372.

SRIVATANAKUL, M.; PARK, S.; SANDERS, J.; SALAS, M.; SMITH, R. Multiple shoot regeneration of kenaf (*Hibicus cannabinus* L.) from a shoot apex culture system. **Plant Cell Reports**, Heildelberg, v. 19, n. 12, p. 1165-1170, 2000.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A.; YOKOYAMA, L. P. Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 927-932, 1999.

STONE, L.F., LIBARD, P.L., REICHARDT, K. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n. 6, p.695-707, 1984.

STONE, L. F.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K. Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 117-125, 1986.

STONE, L.F. e SILVEIRA, P.M. Irrigação do arroz por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 161, p. 76-78, 1989.

- SUDARSONO; GOLDBY, R. G. Growth regulator and axillary bud position effects on *in vitro* establishment of *Vitis rotundifolia*. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 3, p. 304–307, 1991.
- SUTTER, E. G.; AHMADI, H.; LABAVITCH, J. M. Direct regeneration of strawberry from leaf disks. **Acta Horticulturae**, Jerusalém v. 447, n. 52, p. 243-246, 1997.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- VELA, R. H. N.; DALLACORT, N.; DALCHIAVON, F. C.; ARAUJO, D. V.; BARBIERI, J. D.; KOLLING, E. M.; Lâminas de irrigação na cultura do arroz de terras altas, no médio norte do estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1753- 1764, 2013.
- VIEIRA, C. R. Y.I.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; BOTELHO, R. V. Efeitos do ácido giberélico e do thidiazuron sobre as características dos frutos e do mosto da uva ‘niagara rosada’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 12-19, 2008.
- WAREING, F. R. S. ; PHILLIPS, I. D. J. **The control of growth and differentiation in plants**. 5. ed. New York: Pergamon Press, 1976. 303 p.
- YANG, J.; ZHANG, J.; WANG, Z.; ZHU, Q.; WANG, W. Hormonal Changes in the Grains of Rice Subjected to Water Stress during Grain Filling. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 127, n. 1, p. 315-323, 2001.
- YOOKONGKAEW, N.; SRIVATANAKUL, M.; NARANGAJAVANA, J. Development of genotypeindependent regeneration system for transformation of rice (*Oryza sativa* ssp. indica). **Journal of Plant Research**, Tokyo, v. 120, n. 2, p. 237-245, 2007.
- YOSHIDA, S. Rice. In: ALVIM, P. T.; KOLZWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 57-87.
- XU, G.; ZHANG, J.; LAM, H. M.; WANG, Z.; YANG, J. Hormonal changes are related to the poor grain filling in the inferiorspikelets of rice cultivated under non-flooded and mulched condition. **Field Crops Research**, Bonn, v. 101, n. 1, p. 53-61, 2007.
- ZAGONEL, J. ; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.
- ZHANG, H.; CHEN, T.; WANG, Z.; YANG, J.; ZHANG, J. Involvement of cytokinins in the grain filling of rice under alternate wetting and drying irrigation. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, n. 13, p. 1-15, 2010.
- ZULKARNAIN, W. M.; ISMAIL, M. R.; SAUD, H. M.; OTHMAN, R.; HABIB, S. H.; KAUSAR, H. Effect of synthetic cytokinin precursors on growth and yield of rice under limited water. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Londres, v. 11, n. 2, p. 372-375, 2013.

APÊNDICE - FOTOS DO EXPERIMENTO

Figura 10 - Área experimental com sistema fixo de irrigação (esquerda) e plantas de arroz emergidas (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 11 - Plantas do cultivar BRS Esmeralda (esquerda) e IAC 202 (direita) durante a fase de perfilhamento. Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 12 - Visão geral das plantas durante a fase de diferenciação floral do BRS Esmeralda (esquerda) e IAC 202 (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 13 - Plantas do BRS Esmeralda acamadas durante a fase de emborrachamento (esquerda) e plantas de IAC 202 durante o emborrachamento (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 14 - Acamamento do BRS Esmeralda no ponto de colheita (esquerda) e plantas do IAC 202 sem acamamento no ponto de colheita (direita). Selvíria, MS, Brasil, 2014/15.



Fonte: Dados do próprio autor