

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira

Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Especialidade: Sistemas de Produção

**RESPOSTA DO ARROZ A DOSES E ÉPOCAS DE
APLICAÇÃO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL-
TRINEXAPAC**

VAGNER DO NASCIMENTO

Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. Orivaldo Arf

Orientador

Ilha Solteira - SP

Abril – 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira

Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Especialidade: Sistemas de Produção

**RESPOSTA DO ARROZ A DOSES E ÉPOCAS DE
APLICAÇÃO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL-
TRINEXAPAC**

VAGNER DO NASCIMENTO

Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. Orivaldo Arf

Orientador

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

Abril – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

N244r	<p>Nascimento, Vagner do. Resposta do arroz a doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac / Vagner do Nascimento. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2008 52 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2008</p> <p>Orientador: Orivaldo Arf Bibliografia: p. 39-46</p> <p>1. Arroz. 2. Reguladores de crescimento. 3. Irrigação por aspersores. 4. Gibberelina.</p>
-------	---



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Resposta do arroz a doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento etil-trinexabac

VAGNER DO NASCIMENTO
DOR: Prof. Dr. ORIVALDO ARF

AUTOR:
ORIENTA

TRE em AGRONOMIA pela

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRO em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

_____/ Faculdade de

Prof. Dr. ORIVALDO ARF
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Econômica
Engenharia de Ilha Solteira

_____/ Faculdade de

Prof. Dr. ANTONIO CESAR BOLONHEZI
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Econômica
Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. RITA DE CASSIA FELIX ALVAREZ
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul / Campus de Chapadão do Sul

Realização: 22 de abril de 2008.

Data da realização: _____

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. ORIVALDO ARF



DEDICATÓRIA

DEDICO

Aos meus pais, “José Adelino do Nascimento e Cecília Barretos do Nascimento”, que me educaram e deram a oportunidade para mais esta conquista em minha vida, que nos momentos difíceis, me compreenderam e me incentivaram, demonstrando todo carinho, respeito, confiança e amor que sentem por mim, amo vocês.

Agradeço
a Deus
por ter me iluminado com força e
sabedoria em todas as horas de meu
caminho

OFEREÇO

Aos meus irmãos Márcio do Nascimento
e Juliana Barretos do Nascimento, e a minha namorada Lidiana Alves Nogueira,
pelo carinho, incentivo e amor.

Agradecimentos

A Deus, que me permitiu a realização deste ideal de vida e sempre me deu forças para superar as dificuldades.

A Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Curso de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração em Sistema de Produção, pelo acolhimento e pelas condições de aprendizado oferecido ao longo do curso.

A Ilha Solteira, pelos momentos inesquecíveis, acolhimento e fraternidade.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica, CNPq pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. Orivaldo Arf pela valiosa orientação acadêmica dedicada nos últimos anos, que me revelou autêntica demonstração de profissionalismo, competência, humildade, confiança e companheirismo à minha pessoa, a quem considero não só como um amigo, mais como um exemplo de vida.

Aos professores e funcionários do Campus de Ilha Solteira em especial aos professores Dr. Marlene Cristina Alves, Morel de Passo e Carvalho, Marco Eustáquio de Sá, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues e ao técnico Valdivino, por toda a ajuda, paciência e ensinamentos.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa: Juninho, Joãozinho, Carlão, Carlinhos, Sindival, Divá, Alvino e o técnico agrícola Jean.

Aos amigos (as) da turma e outras turmas Marcelo, Danila, Graciela, Rildo, Ronaldo, Luciana, Danilo, Eliana e Samuel, pelas horas de estudo em conjunto e pela amizade.

Enfim, agradeço a todos que neste um ano e meio me ajudaram a ser hoje uma pessoa melhor em todos os aspectos e aqueles que neste momento não foi lembrado, porém jamais esquecidos.

RESUMO

O acamamento de alguns cultivares de arroz no momento da colheita acarreta perdas significativas na produtividade, além disso, os manejos de água e nitrogênio inadequados em condições de alta tecnologia agravam mais o problema. O uso de reguladores vegetais é uma das alternativas para reduzir o acamamento, entretanto, as informações sobre o assunto são escassas. O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o uso de doses de etil-trinexapac (zero; 75, 150, 225 e 300 g ha⁻¹ do i.a.) e épocas de aplicação (perfilhamento ativo, entre o perfilhamento ativo e a diferenciação floral e na diferenciação floral) no desenvolvimento e produtividade da cultura do arroz de terras altas. O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria - MS, durante o ano agrícola de 2006/07. Concluiu-se que a aplicação de 150 g ha⁻¹ de etil-trinexapac no momento da diferenciação floral do arroz cultivar Primavera reduz a altura de plantas, na média 0,40 m em relação às outras duas épocas, com ausência de acamamento; o etil-trinexapac promove maior número de grãos chochos, menor perfilhamento útil, reduzindo a produtividade de grãos em doses acima de 150 g ha⁻¹, quando aplicado no estágio de diferenciação floral e, a aplicação de 75 e 150 g ha⁻¹ de etil-trinexapac em qualquer época não interfere na produtividade de grãos.

Palavras - chave: *Oryza sativa* L., reguladores vegetais, irrigação por aspersão, giberelina.

ABSTRACT

The lodging of some rice cultivars at harvest time leads to significant yield losses and, besides this, the inadequate water and nitrogen management when high technology is used may aggravate this problem. The use of plant growth regulators is one of the alternatives for reducing the lodging; however, the information on such subject is not enough. The objective of this experiment was to evaluate the effect of ethyl-trinexapac doses (zero, 75, 150, 225 and 300 g ha⁻¹ of the a.i.) and the application periods (at active tillering, between active tillering and floral differentiation and at floral differentiation) on the crops development and yield in non-flooded lands. The experiment was carried out in Selvíria – MS, during the agricultural year of 2006/07. The conclusion was that the application of 150 g ha⁻¹ of ethyl-trinexapac at floral differentiation of the Primavera cultivar reduces the plants' height, average of 0.40 m when compared to the two other application periods, and leads to lack of lodging; ethyl-trinexapac leads to a higher number of dry grains and less useful tillering, reducing the grain yield when the doses are higher than 150 g ha⁻¹ and applied at floral differentiation ; the application of 75 and 150 g ha⁻¹ of ethyl-trinexapac at any of the stages does not influence the grain yield.

Words key: *Oryza sativa* L., plant growth regulators, sprinkler irrigation, gibereline.

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1.	Análise química do solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, 2006.	23
TABELA 2.	Tratamentos utilizados para avaliação do efeito do regulador vegetal etil-trinexapac em diferentes épocas de aplicação na cultura do arroz. Selvíria (MS), 2006/07.	24
TABELA 3.	Valores médios do número de dias após emergência (DAE) para florescimento pleno e colheita, obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07	28
TABELA 4.	Valores médios de altura de plantas, grau de acamamento e teor de N nas folhas obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.	29
TABELA 5.	Desdobramento das interações significativas das análises de variância referente à altura de plantas e acamamento. Selvíria (MS), 2006/07.	30
TABELA 6.	Valores médios do número de colmos m ² , perfilhamento útil e número de panículas m ⁻² obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.	32
TABELA 7.	Valores médios do número de grãos totais, grãos cheios e grãos chochos por panícula obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.	33
TABELA 8.	Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente aos grãos chochos por panícula. Selvíria (MS), 2006/07.	33
TABELA 9.	Valores médios da massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos obtidos em arroz de terras altas	34

envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.

- TABELA 10.** Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a produtividade de grãos. Selvíria (MS), 2006/07. 35
- TABELA 11.** Valores médios de rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados, obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07. 36
- TABELA 12.** Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao rendimento de benefício, inteiros e quebrados. Selvíria (MS), 2006/07. 37

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Importância da cultura do arroz	12
2.2. Fatores que podem interferir no acamamento de plantas	13
2.3. Reguladores de crescimento	17
2.4. Uso do regulador etil-trinexapac	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Localização e características do local	23
3.2. Delineamento experimental	23
3.3. Preparo da área para semeadura	24
3.4. Instalação e condução do experimento	24
3.5. Avaliações realizadas	25
3.6. Análise estatística	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5. CONCLUSÕES	38
6. REFERÊNCIAS	39
7. ANEXOS	47

1. INTRODUÇÃO

O arroz constitui fonte importante de calorias e de proteínas na dieta alimentar do povo brasileiro. Entretanto, a produção deste cereal tem oscilado de ano para ano, e eventualmente não tem sido suficiente para atender o consumo interno do país, resultando na necessidade de importação do produto. Uma das alternativas para atender consumo interno é o aumento da produtividade da cultura, o que pode ser alcançado com a utilização da irrigação por aspersão. A estabilidade de produção proporcionada pelo uso da irrigação por aspersão estimula o uso de práticas de maior nível tecnológico, com conseqüente aumento na produtividade.

O cultivo de arroz irrigado por aspersão tem despertado interesse nos produtores e pesquisadores, seja pelos resultados compensadores obtidos, ou pela maximização do uso dos equipamentos de irrigação adquiridos para implantação de outras culturas. No entanto, o maior problema desse cultivo é o aumento do porte da planta quando submetido a altas doses de fertilizante, notadamente o nitrogenado, e suprimento adequado de água, resultando em maior crescimento das plantas, podendo atingir índices de até 100% de acamamento de plantas em alguns cultivares. Visando contornar tal problema, os melhoristas optaram pelo cruzamento de cultivares do grupo moderno ou semi-anão (irrigado por inundação) com os do tipo tradicional (cultivo de sequeiro). Embora o melhoramento tenha contribuído para modificações na planta, esses cultivares sob altas doses de nitrogênio eventualmente podem apresentar acamamento.

É importante ressaltar que em função da excelente qualidade de grãos de alguns cultivares, os agricultores dão preferência ao cultivo desses cultivares em função da maior remuneração no mercado, em detrimento da característica morfológica da planta, ou seja, arquitetura moderna, tendo como conseqüência porcentagem, na maioria das vezes, significativa de plantas acamadas.

Estudos têm mostrado a viabilidade do uso de reguladores vegetais em culturas anuais, como o algodão, visando principalmente à redução de porte da planta e uniformidade de

maturação. Na cultura do arroz de terras altas, o estudo da aplicação de biorreguladores visando reduzir a altura das plantas é inconsistente e alguns trabalhos têm mostrado redução superior a 30 cm na altura das plantas, porém com redução também na produtividade da cultura. Os reguladores vegetais podem reduzir o acamamento das plantas de arroz, pelo retardamento do crescimento vegetal. Estes são compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição na produtividade (RADEMACHER, 2000).

Assim, a adoção de técnicas de cultivo que possibilite melhorar o manejo da cultura do arroz em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas pode ser de suma importância para o aumento da produtividade e qualidade dos grãos obtidos.

Visando a utilização adequada de reguladores de crescimento, objetivou-se avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac no desenvolvimento e produtividade da cultura do arroz de terras altas, visando reduzir a altura, evitando possível acamamento das plantas de arroz.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da cultura do arroz

No âmbito mundial, o arroz é cultivado nos cinco continentes, tanto em regiões tropicais como temperadas. A Ásia é a principal produtora, nela concentra-se mais de 90% da produção mundial. Os países que se destacam são: China, Índia e Indonésia que respondem, respectivamente, por 30%, 23% e 8% da produção mundial. Nos últimos dez anos, na América do Sul e na África, a produção de arroz cresceu, respectivamente, a uma taxa média de 3,2% e 3,6% a.a. A expectativa para o próximo decênio é que a taxa de crescimento não ultrapasse a 2,5% a.a. Essa projeção se apóia, principalmente, na premissa que não vão ocorrer novos ganhos de rendimentos. Nos grandes países asiáticos a produção de arroz é suficiente para atender o consumo doméstico. Países como China e Indonésia, exercem grande influência no comportamento do mercado mundial, haja vista que são grandes produtores e possuem alto nível populacional (EMBRAPA, 2008).

A área cultivada com arroz no Brasil está estimada em 2,96 milhões de hectares, 0,2% superior à da safra anterior. A produção brasileira de arroz atualmente no país é de 12,01 milhões de toneladas, sendo aproximadamente 2,0 % da produção mundial de arroz e a mesma também não é suficiente para suprir a demanda do mercado interno, sendo necessário importar do Uruguai e Argentina. A produtividade média do país esta estimada em 4.055 kg ha⁻¹, 6,3 % (242 kg ha⁻¹) superior à da safra anterior, isto significa que a tecnologia de produção vem melhorando (CONAB, 2008).

A produção de arroz no Brasil pode ser dividida em três pólos: o primeiro é a Região Sul, com destaque para o Estado do Rio Grande do Sul, o segundo é a região Central, abrangendo os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso. O terceiro pólo, o estado do Maranhão que, além da importância histórica na produção, na década de 90 foi o terceiro maior estado produtor deste cereal. O aumento na produtividade média obtido nos

últimos anos é bastante animador, contudo, ainda está muito aquém do que é possível obter com a nova cultura, ora denominada de "arroz de terras altas". Em lavouras bem conduzidas, em áreas favorecidas quanto à distribuição de chuvas, como no Centro-Norte do MT, pode-se alcançar mais de 4 t/ha, enquanto em nível experimental, tem-se obtido até 6 t/ha. A inserção do arroz como componente de sistemas agrícolas de sequeiro vem ocorrendo de forma gradual, especialmente na região Sudoeste e Centro-Norte do Mato Grosso. Além do bom rendimento nessas condições, o arroz promove o desempenho de outras culturas, como a soja, quando utilizado em rotação e/ou sucessão (EMBRAPA, 2008).

2.2. Fatores que podem interferir no acamamento de plantas

População de plantas e cultivares

Encontrar a população de plantas adequada por unidade de área, para o arroz de terras altas, não é tarefa fácil, devido à diversidade de cultivares existentes, de climas, de solos, de disponibilidade hídrica e outros fatores, portanto, não se pode generalizar um ótimo para a cultura do arroz. Sabe-se que cada cultivar possui uma população ótima, influenciada por características genóticas e fenotípicas próprias, tais como: altura da planta, forma e disposição das folhas em relação ao colmo, capacidade de perfilhamento, entre outros, o que acaba influenciando maior ou menor índice de área foliar (IAF) para cada cultivar e, por conseguinte, na produtividade de grãos (FORNASIERI FILHO, 1983). Por exemplo, um estande alto de plantas pode ser problemático em áreas com acentuado déficit hídrico, mas, não necessariamente em regiões onde há disponibilidade hídrica durante todo o ciclo da cultura, seja por regularidade das chuvas ou irrigação. Assim, a população ideal é extremamente variável, em função de diversos fatores internos e externos à planta.

Em arroz em terras altas, tem se recomendado espaçamento entre 40 a 50 cm entre linhas e densidade de semeadura de 60 a 70 sementes por metro (BRESEGHELLO, 1998 ; SOARES, 2005). Recentemente, a pesquisa tem lançado um grande número de cultivares com diferentes portes, ciclos e tipos de planta, entre outras características. Entre elas, destacam-se os cultivares modernos apresentando folhas eretas e altura intermediária. Assim, novos ajustamentos de população de plantas para os diferentes cultivares fazem-se necessários.

As várias alternativas de combinações de espaçamentos e densidades de plantas podem ser definidas como "arranjo entre plantas", ou seja, é a forma como as plantas estão distribuídas na área, no espaçamento entre linhas e na distribuição das plantas na linha.

Teoricamente, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, água e nutrientes (RIZZARDI et al., 1994). Sangoi (2001) também afirma que plantas espaçadas equidistantemente uma das outras competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores de produção.

Estudando o efeito do espaçamento e densidade de semeadura quanto a fenologia da planta, componentes da produção e produtividade de grãos do cultivar IAC 201, Crusciol et al. (1999) e Crusciol et al. (2000) concluíram que o número de colmos e de panículas por área foi incrementado com a redução do espaçamento entre fileiras, no entanto houve redução do perfilhamento por planta. O espaçamento de 30 cm proporcionou maior produtividade de grãos. Quanto a densidade de semeadura, os autores constataram que 100 sementes viáveis por metro quadrado é a quantidade indicada para o cultivar IAC 201, sendo observado redução do perfilhamento por planta em densidades maiores.

Entretanto Santos et al. (2002), avaliaram a resposta dos cultivares de arroz Canastra e Confiança (tipo moderno) a diferentes espaçamentos e densidades de semeadura no sistema irrigado por aspersão, concluíram que para esses cultivares, devem ser utilizados espaçamentos de 30 ou 40 cm entrelinhas, os quais proporcionaram maiores produtividades de grãos, apesar da variação no espaçamento entrelinhas afetar o número de perfilhos e panículas por metro quadrado, o número de grãos por panícula e o número de grãos cheios por panícula. Já a variação na densidade de semeadura afetou apenas os dois primeiros componentes.

O momento de escolher um cultivar a ser semeado é uma tarefa importante no planejamento de uma lavoura; assim deve se considerar as principais características: ciclo, altura de planta, resistência a doenças, grau de acamamento, qualidade do produto colhido e potencial de produção de grãos. Caracterizar o ciclo de um cultivar de arroz é muito relativo, pois se sabe que as cultivares se comportam diferentemente conforme o ambiente. (BRESEGHELLO et al., 1998 ; EMBRAPA, 2008).

Avaliando o desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob sistema de plantio direto (SPD) e sistema convencional (MOURA NETO et al., 2002), verificaram que o acamamento das plantas ocorreu em baixa intensidade, certamente por causa do baixo porte, característico dos cultivares modernos. Além disso, constataram que ocorreu maior desenvolvimento das plantas, implicando em acamamento nos cultivares com essa tendência, como no caso do ‘Caiapó’, ‘Primavera’ e ‘CNA 8711’, especialmente no sistema convencional.

A escolha do cultivar é uma das decisões determinantes do sucesso da lavoura de arroz,

influenciando indiretamente todo o manejo a ser adotado. Novos cultivares de arroz de terras altas são desenvolvidas, buscando incorporar as características que levem à maior produtividade, com alta qualidade e a um menor custo. É importante esclarecer que não existe o cultivar ideal, e sim cultivares com qualidades que devem ser exploradas corretamente para a obtenção de melhores resultados. A produtividade é o resultado do desempenho do cultivar ante as condições que lhe foram oferecidas na lavoura. Nesta relação, os fatores de manejo pesam mais que os fatores genéticos. Todos os cultivares recomendados têm condições de produzir bem, desde que suas condições de uso sejam observadas. Portanto, para a escolha do cultivar, é mais importante verificar sua adequação à região e ao sistema de manejo do que o seu suposto potencial produtivo absoluto (EMBRAPA, 2008).

Manejo de água em arroz de terras altas

De modo geral, o uso da irrigação por aspersão proporciona produtividades mais elevadas relativamente ao arroz recebendo apenas água das chuvas (COELHO, 1976). Em solos de cerrado, Manzan (1984) obteve aumentos de produtividade de até 70% no sistema irrigado por aspersão comparado ao sistema de sequeiro. Acréscimos na produtividade do arroz irrigado por aspersão, em comparação com o sistema de sequeiro em solos sob vegetação original de cerrado, também foram obtidos por Crusciol (1998), Rodrigues (1998), Arf et al. (2001) e Crusciol et al. (2003).

O melhoramento do arroz de terras altas para cultivo sob irrigação por aspersão, teve como objetivo principal a introdução da característica de grãos tipo agulhinha (“Patna” denominação americana), classificados como longo-fino e cilíndrico, nos cultivares tradicionais de terras altas sob cultivo de sequeiro.

A menor valorização dos grãos oriundos desses cultivares tradicionais advinha do tipo de grãos que era classificado como “longo” de menor aceitação pelos consumidores, o que desestimulava os agricultores que trabalhavam com esse sistema de produção. Assim, no Brasil surgiu o primeiro cultivar de terras altas com grãos do tipo agulhinha, o IAC 201 proveniente do cruzamento da cultivar Labelle (irrigado por inundação - grupo americano) com o IAC 165 (cultivo de sequeiro - grupo tradicional) realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas.

O aumento na produtividade do arroz de terras altas, além de ser influenciado pela quantidade e distribuição de água durante o ciclo, varia com o cultivar utilizado. Resultados obtidos por Oliveira (1994) mostraram incrementos significativos na produtividade de grãos,

porém variáveis entre os cultivares estudados (38 a 133%), comparando-se com o sistema de sequeiro. Nakao (1995) verificou diferença de produtividade entre os cultivares Carajás e IAC 201 e que a irrigação aumentou a produtividade de grãos dos dois cultivares, porém ficando mais evidente no cultivar IAC 201.

No Brasil, os resultados de trabalhos de pesquisa com arroz irrigado por aspersão têm possibilitado recomendações mais adequadas quanto ao uso de cultivares, do manejo de água de irrigação, de espaçamento entrelinhas e da densidade de semeadura (OLIVEIRA, 1997 ; CRUSCIOL et al., 1997). Contudo, o principal problema deste sistema de cultivo se resume nas características dos cultivares pesquisados, sendo que a maioria deles apresenta porte alto e baixa resistência ao acamamento (CRUSCIOL, 1995; CRUSCIOL et al. 1997; OLIVEIRA, 1997) e não respondem a adubação nitrogenada em termos de produtividade de grãos (ARF, 1993).

O sistema de cultivo irrigado por aspersão é uma das alternativas para solucionar o problema de veranicos, pois confere estabilidade à produção, podendo também aumentar a produtividade e melhorar a qualidade de grãos (SANTANA, 1989; ARF, 2001). Contudo, a falta de variedades específicas e o manejo inadequado da água de irrigação e da adubação nitrogenada têm promovido o acamamento das cultivares nesse sistema de cultivo, resultando em produtividades insatisfatórias.

O acamamento de plantas do cultivar IAC 201 sob irrigação por aspersão foi observado por Crusciol (1995) e Arf et al. (2001). A ocorrência de acamamento sob esse sistema de cultivo está relacionada ao manejo da água quanto à quantidade e a fase de desenvolvimento da planta em que a água é aplicada.

O cultivo de arroz irrigado por aspersão desperta interesse por parte de produtores e pesquisadores, pois, além de possibilitar a obtenção de resultados compensadores, pode maximizar o uso de equipamentos adquiridos para implantação de outras culturas de interesse econômico (CRUSCIOL, 1998). Porém, em virtude do crescente aumento da utilização da irrigação por aspersão na cultura, têm ocorrido adaptações do manejo de água ao sistema de produção do arroz de terras altas por parte do agricultor. Essa situação, aliada à inadequada utilização de adubação, espaçamento, densidade de semeadura e cultivares, tem ocasionado produtividades insatisfatórias (RODRIGUES, 1998; CRUSCIOL et al., 2003).

Zaratin (2000) e Rodrigues e Arf (2002), estudando cultivares de arroz em cultivo irrigado por aspersão, verificaram que a ocorrência de acamamento sob irrigação por aspersão está relacionada à quantidade e à fase de desenvolvimento da planta em que a água é aplicada, assim como com o cultivar utilizado.

A deficiência hídrica da emergência até a diferenciação floral, fase vegetativa, provocou aumento do ciclo e a redução do porte da planta (CRUSCIOL et al., 2003). Além disso, os mesmos verificaram que a utilização de 1,5 vezes os valores de Kc recomendados por Reichardt (1987), no manejo da irrigação por aspersão, proporcionou maior produtividade de grãos, com incremento médio de 72% em relação ao sistema de cultivo de sequeiro. Avaliando o manejo de água em arroz de terras altas Rodrigues et al. 2004, verificaram que ocorreram aumentos na altura de plantas, massa de 100 grãos, massa hectolétrica, produtividade de grãos e rendimento de benefício para os manejos de água em relação ao tratamento sem irrigação.

2.3. Reguladores de crescimento

A maioria dos reguladores que atuam como retardantes vegetais agem por inibição da biossíntese de giberelinas e hormônios que entre outras ações promovem alongamento celular (DAVIES, 1995). Os diferentes tipos de retardantes vegetais agem inibindo a rota comum de síntese de todos os ácidos giberélicos sintetizados pelos vegetais superiores, em diferentes locais, sendo que, atualmente foram isolados mais de 126 giberelinas (ARTECA, 1995).

Os efeitos fisiológicos de reguladores vegetais têm sido estudados visando ao avanço no conhecimento da ação estimulatória ou inibitória no crescimento e desenvolvimento das plantas. Porém, essa idéia vem sendo modificada com a evolução de novas pesquisas que têm demonstrado que as mudanças estruturais ocorridas na planta estão associadas a mudanças metabólicas, ou então que o estado nutricional da planta tem um importante efeito nas mudanças morfológicas induzidas por reguladores vegetais (MARTINS et al., 1999). Ainda, segundo este, a célula vegetal é envolvida por uma parede celular que pode vir a sofrer alterações por ação dos reguladores que interfiram nos fenômenos de expansão celular. Sabe-se que tanto giberilinas como auxinas agem sobre a estrutura da parede celular. Os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Os hormônios agem primeiro em nível de membrana plasmática, na qual se encontram as proteínas (SALISBURY ; ROSS, 1994).

Reguladores vegetais são compostos orgânicos que em pequenas quantidades, de alguma forma podem modificar o processo fisiológico de uma planta, e raramente agem sozinhos, pois geralmente a ação de dois ou mais destes componentes é necessária para produzir um efeito fisiológico (LEITE et al., 2003). Para Castro e Vieira (2001), biorreguladores vegetais são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem

ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno). Rademacher (2000) define retardantes vegetais como compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição da produtividade. De acordo com Castro e Melotto (1989) a aplicação destes produtos pode ser feita via foliar, tratamento de sementes ou estacas ou ainda via solo, de maneira que as substâncias sejam absorvidas e possam exercer sua atividade.

Contudo tem-se utilizado a pulverização das plantas com reguladores de crescimento, como o ácido 2-cloro etil fosfônico (ethephon) para acelerar e uniformizar o florescimento e conseqüentemente a maturação dos frutos de diversas espécies vegetais (ARTECA, 1996). Em arroz, a informação sobre a ação desse regulador de crescimento é escassa (CARBONE ; VIDAL, 1997). Embora o ethephon esteja registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso na cultura do arroz, há carência de trabalhos científicos sobre a ação na planta. Quando aplicado sobre as plantas de arroz, este composto proporciona a liberação de etileno interferindo nos processos fisiológicos dos tecidos vegetais (BARROS, 1991). O etileno é um hormônio que regula diversos processos fisiológicos da planta, entre eles a senescência das folhas nos cereais (CARBONE ; VIDAL, 1997).

O cloreto de mepiquat é utilizado para diminuir a altura de plantas, inibindo a síntese endógena de giberelina, obtendo-se uma planta mais compacta, com maior crescimento de ramos, formação de folhas verdes escuras e florescimento precoce (FIGUEIREDO, 1998).

Redutores de crescimento possibilitam o uso de maiores doses de nitrogênio, mesmo em cultivares de porte mais alto. Esses atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas, podendo agir como antagonistas de promotores como auxinas, giberelinas e citocininas ao impedir o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas, de acordo com o estágio fenológico de aplicação e a dose empregada (SAMPAIO, 1998).

Os reguladores vegetais podem reduzir o acamamento das plantas de arroz, pelo retardamento do crescimento vegetal. Estes são compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição na produtividade (RADEMACHER, 2000).

Em adição a outras ferramentas agronômicas, os retardantes vegetais podem ser usados com relativa flexibilidade pelo agricultor para ajustar sua cultura ao objetivo desejado, alterando as condições de crescimento. Rademacher (2000) relatou que na Europa esses produtos são utilizados em pequenos cultivos de grãos, onde se tornaram parte do sistema de

produção para reduzir riscos de acamamento devido a precipitações intensivas ou ventos; e na redução do crescimento vegetativo excessivo do algodoeiro.

A descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, tem contribuído para solucionar problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas. O uso de biorreguladores ou reguladores vegetais na agricultura têm mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (CASTRO ; VIEIRA, 2001).

O momento e os modos de aplicação do regulador de crescimento em cereais e gramíneas têm sido alvos de pesquisa, pois seus efeitos sobre a produção demonstram-se inconsistentes, verificando-se aumento de produtividade em alguns casos e, em outros, diminuição (BUZETTI et al., 2006). Esta característica de diminuição produtividade é preocupante, quando se utilizam alta tecnologia, mais especificamente o cultivo irrigado por aspersão, em que o produtor, em busca de maior rentabilidade, emprega maiores doses de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, uma vez que não há limitação hídrica para a planta. Dessa forma, acredita-se haver um efeito entre o N e a disponibilidade hídrica, que acarreta acamamento parcial ou total das plantas (ARF, 1993). Assim, tornou-se evidente a necessidade de obtenção de cultivares que apresentem porte baixo, resistência ao acamamento, respondam à adubação nitrogenada, com melhor carregamento dos fotoassimilados para os grãos, além de apresentar característica de grão tipo agulhinha, exigida pelo mercado. Como a altura da planta se relaciona com o acamamento, em cultivares sensíveis a este, o uso de reguladores de crescimento pode minimizar o problema.

Entretanto Buzetti et al. (2006) estudando a resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat, verificaram que a aplicação de regulador de crescimento não influencia a altura de plantas e a produtividade da cultura. Além disso, constataram que o aumento nas doses de N aumenta o comprimento das panículas e a produtividade de grãos, e diminuem a fertilidade de espiguetas e a massa de 100 grãos.

2.4. Uso do regulador etil-trinexapac

O etil-trinexapac é um regulador com forte ação na inibição da alongação dos entrenós, o que reduz a estatura da planta, minimizando possível acamamento e perdas na produtividade associadas ao acamamento. Trata-se de um regulador que atua numa etapa posterior, a partir

do GA₁₂-aldeído, inibindo a partir deste a síntese de giberelinas de alta eficiência biológica como GA₁, GA₃ (pouco comum em plantas superiores), GA₄, GA₇, GA₉, GA₂₀ e outras. Dessa forma, em função da ação desse composto, as plantas têm dificuldade de formação dessas giberelinas ativas e passam a sintetizar e acumular giberelinas biologicamente menos eficientes como GA₈, GA₁₇, GA₁₉, GA₂₄ entre outras, o que leva, na prática, à drástica redução no alongamento celular (crescimento), sem causar deformação morfológica dos colmos (NAQVI, 1994; TAIZ ; ZEIGER, 1998). O produto inibe a biossíntese do ácido giberélico, ocasionando redução do crescimento, em razão da menor alongação celular (LAMAS, 2001).

O etil-trinexapac é um redutor de crescimento utilizado em cereais de inverno, que promove redução acentuada no comprimento do caule (FAGERNESS ; PENNER, 1998) com redução da altura da planta, evitando o acamamento (AMREIN et al., 1989). O etil-trinexapac atua nas plantas reduzindo a alongação celular no estágio vegetativo interferindo no final da rota metabólica da biossíntese do ácido giberélico (HECKMAN et al., 2002) pela inibição da enzima 3-β-hidroxilase, reduzindo drasticamente o nível do ácido giberélico ativo (GA₁) e assim aumentando acentuadamente seu precursor biossintético imediato GA₂₀. A queda no nível do ácido giberélico ativo (GA₁) é a provável causa da diminuição do crescimento das plantas (DAVIES, 1987).

O etil-trinexapac não interfere na biossíntese das demais giberelinas produzidas pelas plantas (SHEPARD ; DIPAOLA, 2000), diferentemente de outros compostos empregados com a mesma finalidade, que interferem mais precocemente na biossíntese de giberelina, paralisando a produção das demais. Também não interfere na fotossíntese das plantas, nem, conseqüentemente, no seu desenvolvimento biológico. O principal efeito observado em cereais de inverno (trigo e cevada) é a inibição temporária da alongação celular, resultando na redução da alongação dos internódios e folhas, redução de porte e, conseqüentemente, redução de acamamento. O efeito e a sua duração são relativos à dose aplicada e estágio de aplicação, sendo mais visível nos cereais de inverno no estágio de emissão da inflorescência, pela redução dos internódios e pedúnculo.

O etil-trinexapac é um regulador desenvolvido para uso como agente anti-acamamento em cereais e gramíneas, e como retardante vegetal em gramados. No Brasil, este produto é utilizado como maturador de cana-de-açúcar e promove aumento de rendimento de açúcar sem impacto negativo na qualidade do caldo, no conteúdo de fibras ou no peso da cana. Em adição a estes benefícios, e no ano seguinte, a aplicação de etil-trinexapac não afeta a produção de perfilhos, altura da planta ou diâmetro dos colmos. A dose recomendada é 200 g ha⁻¹ do i.a. e a época de aplicação ideal para favorecer a maturação da cana-de-açúcar é por

volta dos 45 – 60 dias antes da colheita (RESENDE et al., 2001).

Na cultura do trigo, Zagonel et al. (2002) verificaram que o regulador de crescimento etil-trinexapac promoveu uma redução na estatura das plantas, pela diminuição do comprimento dos entrenós, o que resultou em plantas mais compactas, com melhor direcionamento dos fotoassimilados para a produção de grãos. Outros estudos devem ser realizados, para avaliar doses, épocas de aplicação e outros reguladores, visando-se à diminuição do porte da cultura, sem causar diminuição na produtividade e na qualidade de grãos.

Zagonel (2002) avaliou o etil-trinexapac no cultivar de trigo OR-1, de porte baixo e verificou redução no comprimento dos entre-nós, aumento do número de espigas por metro e da produtividade. Em outro experimento, no mesmo local, Zagonel et al. (2002), utilizando a cultivar IAPAR 53, de porte médio/alto, também verificaram uma redução substancial da altura das plantas com aumento de produtividade. Nos dois cultivares não foi observado acamamento, porém, foram nítidas as vantagens da aplicação do produto nas características avaliadas. O efeito do regulador de crescimento depende de diversos fatores, como dose, época de aplicação, época de semeadura, condições de ambiente, estado nutricional e fitossanitário da cultura (RODRIGUES et al., 2003).

Já Alvarez (2003) estudando o efeito do etil-trinexapac na redução da altura da planta de arroz irrigado por aspersão, aplicado na diferenciação floral, na dose de 200 g ha⁻¹ do i.a., verificou que o regulador vegetal reduziu a altura da planta em 34 cm e influenciou negativamente os componentes da produção e a produtividade de grãos, devido a mesma ter conduzido o experimento em condições adversas, ou seja, em casa de vegetação e fora da época de cultivo.

Resultados de resistência ao acamamento, relativos à avaliação do efeito desse regulador de crescimento em várias doses de aplicação foram obtidos com o trigo cultivar CEP 27. Neste estudo, chuvas e ventos fortes durante o ciclo da cultura foram responsáveis pelo acamamento, principalmente nos tratamentos que não receberam o redutor de crescimento. A análise do efeito do redutor de crescimento para cada dose de N aplicada revelou que o grau de prevenção de acamamento foi dependente da dose do regulador e da dose de N aplicadas em cobertura. Assim como observado por outros autores que estudaram o efeito de redutores de crescimento na cultura de trigo, as doses de N mais elevadas causaram maior acamamento da cultura, enquanto as maiores doses do regulador causaram as maiores reduções desse fenômeno. Na dose de 45 kg ha⁻¹ de N, a adição de 100 g ha⁻¹ do i.a controlou em 100% o problema de acamamento. Foi necessário 125 g ha⁻¹ do i.a. do regulador para a

obtenção do mesmo controle de acamamento em trigo, quando a adubação nitrogenada foi de 135 kg ha⁻¹ de N. Com relação ao rendimento de grãos, o produto testado mostrou-se seletivo à cultura de trigo, não havendo prejuízo na produtividade da cultura. Houve efeito positivo significativo do redutor de crescimento na produtividade de trigo, provavelmente como resultado do controle de acamamento, pela redução do porte da cultura. Todos os tratamentos foram superiores à testemunha (EMBRAPA, 2003).

A dose recomendada pelo fabricante do etil-trinexapac em trigo é de 100 a 125 g ha⁻¹ aplicada no estádio entre o primeiro e o segundo nó visível. Essa recomendação é ampla e não distinta em relação ao cultivar, que podem responder de maneira diferencial em relação à dose do produto. Zagonel (2003a) realizou um trabalho com doses de etil-trinexapac e dois cultivares de trigo (OR-I e Rubi) e verificou que com o aumento da dose do regulador a altura de plantas diminuiu linearmente para ambos os cultivares, mas, somente em uma (Rubi) houve vantagem na redução do acamamento e a produtividade não foi afetada. No entanto, tem-se observado que mesmo em cultivares de porte baixo o produto promove aumento da produtividade, mesmo sem a ocorrência do acamamento (ZAGONEL, 2003 a,b). Isso sugere a possibilidade do uso de regulador em doses menores do que a recomendada visando o aumento da produtividade.

Berti et al. (2007) avaliando a produtividade de cultivares de trigo em função do etil-trinexapac e doses de nitrogênio, verificaram que a aplicação tardia do etil-trinexapac reduziu a altura de plantas das cultivares e aumentou a produtividade dos cultivares CEP-24 e CD-104.

Entretanto, estudando a influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (¹⁵N) e na massa de grãos de arroz de terras altas (ALVAREZ et al., 2007), verificaram que o regulador de crescimento vegetal reduziu a altura das plantas e influenciou negativamente os componentes do rendimento e a massa de grãos de arroz.

Assim, observa-se que os programas de melhoramento de plantas vêm aos poucos sanando os problemas relatados com os cultivares melhorados de terras altas sob irrigação por aspersão, incorporando a essas plantas características para melhor adaptação a esse sistema de cultivo. Mas como o melhoramento de plantas consiste num processo moroso, torna-se evidente a necessidade de estudo de técnicas para serem aplicadas em curto prazo, visando a redução da altura das plantas e acamamento. Os retardantes vegetais podem constituir em ferramenta importante para o manejo da cultura do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e características do local

O projeto de pesquisa foi realizado no ano agrícola de 2006/07, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus 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 do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico argiloso (EMBRAPA, 2006). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

Antes da instalação do experimento foi coletada amostra composta, originada de 20 amostras simples do solo de toda área experimental, na camada de 0 - 0,20 m. A análise química, segundo metodologia descrita em Raij e Quaggio (1983), revelou os seguintes valores (Tabela 1):

Tabela 1. Resultados de análise química do solo na camada de 0-0,20 m. Selvíria (MS), 2006.

P_{resina}	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
mg/dm³	g/dm³	(CaCl₂)	----- mmol_c/dm³ -----				-----	(%)	
28	13	4,9	3,1	16	4	20	0	43	54

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5x3. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco doses de etil-trinexapac (zero; 75, 150, 225 e 300 g ha⁻¹ do i.a.), aplicado em três estádios distintos de desenvolvimento das plantas (perfilhamento ativo, entre o perfilhamento ativo e a

diferenciação floral e na diferenciação floral), com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 6,0 m de comprimento, espaçadas 0,35 m entre si. A área útil foi constituída por 4 linhas centrais, desprezando 0,50 m em ambas das extremidades de cada linha.

Tabela 2. Tratamentos utilizados para avaliação do efeito do regulador vegetal etil-trinexapac em diferentes épocas de aplicação em arroz de terras altas. Selvíria (MS), 2006/07.

Tratamentos	Dose de etil-trinexapac	Épocas de aplicação
T1	zero g ha ⁻¹ do i.a.	Perfilhamento ativo (P)
T2	75 g ha ⁻¹ do i.a.	Perfilhamento ativo (P)
T3	150 g ha ⁻¹ do i.a.	Perfilhamento ativo (P)
T4	225 g ha ⁻¹ do i.a.	Perfilhamento ativo (P)
T5	300 g ha ⁻¹ do i.a.	Perfilhamento ativo (P)
T6	zero g ha ⁻¹ do i.a.	P - DF
T7	75 g ha ⁻¹ do i.a.	P - DF
T8	150 g ha ⁻¹ do i.a.	P - DF
T9	225 g ha ⁻¹ do i.a.	P - DF
T10	300 g ha ⁻¹ do i.a.	P - DF
T11	zero g ha ⁻¹ do i.a.	Diferenciação floral (DF)
T12	75 g ha ⁻¹ do i.a.	Diferenciação floral (DF)
T13	150 g ha ⁻¹ do i.a.	Diferenciação floral (DF)
T14	225 g ha ⁻¹ do i.a.	Diferenciação floral (DF)
T15	300 g ha ⁻¹ do i.a.	Diferenciação floral (DF)

3.3. Preparo da área para semeadura

O experimento foi instalado em área, onde havia sido cultivada no ano anterior a cultura do milho no período de outubro a março, sendo em seguida deixada em pousio.

O preparo do solo da área foi o preparo reduzido constituído por meio de escarificação e gradagem niveladora.

3.4. Instalação e condução do experimento

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 06 de novembro de 2006, utilizando o cultivar Primavera. Foi utilizado número de sementes necessário para obter 180 plantas m². O tratamento de sementes foi realizado com thiodicarb + oxido de zinco (450 + 375 g do i.a. 100 kg de sementes⁻¹).

O cultivar Primavera que apresenta plantas do tipo intermediário é proveniente do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - EMBRAPA. Apresenta como características porte médio (100 – 120 cm), ciclo curto (112 dias), 80 dias da emergência ao florescimento,

grãos tipo longo fino (agulhinha), moderadamente suscetível a brusone (*Pyricularia oryzaea* Cav.) e ao acamamento (BRESEGHELLO et al., 1998).

A adubação básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Cantarella e Furlani (1996) e foi constituída de 150 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. Já à adubação em cobertura, o adubo nitrogenado, utilizado como fonte a uréia, na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, foi aplicado 29 dias após emergência (DAE) das plântulas.

A área foi irrigada com sistema fixo de irrigação convencional por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ (nos aspersores). No manejo de água foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

O etil-trinexapac foi aplicado na forma de jato dirigido, com pulverizador manual tipo costal com volume de calda aproximado de 200 L ha⁻¹, utilizando-se bico hidráulico, tipo jato cônico vazio. As aplicações foram realizadas no período da manhã entre os horários das 8:00 às 9:00 h, com ausência ou pouca incidência de vento, usando um anteparo para evitar deriva para outras parcelas. O regulador foi aplicado aos 20, 30 e 40 DAE das plântulas, nas fases de perfilhamento ativo (P), entre o perfilhamento ativo e a diferenciação floral (P-DF) e na diferenciação floral (DF), respectivamente.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a utilização de herbicidas aplicados com pulverizador costal. Foi aplicado logo após a semeadura o herbicida pendimethalin (1.400 g ha⁻¹ do i.a.) em pré-emergência. Já em pós-emergência, o controle foi realizado no dia 28 de novembro de 2006, ou seja, 16 DAE das plântulas, utilizando o herbicida metsulfuron methyl (2,0 g ha⁻¹ do i.a.). As demais plantas daninhas não controladas pelos herbicidas foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada.

3.5. Avaliações realizadas

Emergência das plântulas

Foi determinado o número de dias transcorridos entre a semeadura e a emergência da maioria das plântulas (ponto de agulhamento).

Floração

Foi avaliado o número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das plantas das parcelas.

Teor de N nas folhas

Por ocasião do florescimento foram coletados os limbos foliares de 30 folhas bandeira por parcela que após a secagem foram moídas para em seguida passarem por digestão sulfúrica conforme metodologia de Sarruge e Haag (1974).

Maturação

Foi determinado o número de dias transcorridos entre a emergência e a maturação de 90% das panículas da parcela.

Altura de plantas (m)

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

Grau de acamamento

Foi obtido através 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.

Número de colmos por metro quadrado

Foi determinado através de contagem do número de colmos em 1,0m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente calculado por metro quadrado.

Número de panículas por metro quadrado

Foi determinado através de contagem do número de panículas em 1,0m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente calculado por metro quadrado.

Perfilhamento útil

Foi obtido através da divisão entre o número de panículas por metro quadrado e número de colmos por metro quadrado e posteriormente multiplicados por 100, para obter os resultados em %.

Número total de grãos por panícula

Foi obtido através da contagem do número de grãos de 20 panículas coletadas no momento da colheita, em cada parcela.

Número de grãos cheios e chochos por panícula

Foi determinado através de contagem do número de grãos cheios e chochos de 20 panículas, após o desprendimento dos grãos manualmente da panícula e em seguida separação dos mesmos através de fluxo de ar ou “soprador” e posterior contagem em um contador de grãos.

Massa de 100 grãos

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

Produtividade de grãos

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

Rendimento industrial

Foi coletada uma amostra de 100g 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” nº 2 e a separação dos grãos foi processada por 30 segundos; os grãos que permaneceram no “Trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

3.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente à análise de regressão polinomial para o fator quantitativo (doses do regulador vegetal) e teste de Tukey para o fator qualitativo (épocas de aplicação do regulador vegetal), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A emergência ocorreu em 12 de novembro de 2006, portanto aos 6 dias após a semeadura e de maneira uniforme em todas as parcelas. O número de dias para florescimento e colheita, tomando-se como base a emergência das plantas estão apresentados na Tabela 3. Pelos resultados verifica-se que a aplicação do regulador de crescimento na diferenciação floral atrasou o florescimento das plantas em quatro dias, comparativamente ao tratamento onde o regulador foi aplicado no perfilhamento das plantas. Comportamento semelhante ocorreu com a colheita. Quanto às doses, houve também interferência principalmente no número de dias para florescimento, porém em menor intensidade comparativamente ao período de aplicação do regulador.

Tabela 3. Valores médios do número de dias após emergência (DAE) para florescimento pleno e colheita, obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.

Épocas de Aplicação ¹	Florescimento	Colheita
	----- (DAE) -----	
P	63	93
P – DF	65	94
DF	67	96
Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹)		
0	64	94
75	64	95
150	65	95
225	66	95
300	66	95

¹ Épocas de Aplicação: P = estágio de perfilhamento ativo, DF = estágio de diferenciação floral.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios obtidos para altura de plantas, grau de acamamento e teor de N nas folhas. Quanto à altura de plantas e acamamento, verifica-se que houve interação entre épocas de aplicação e as doses do regulador de crescimento. Os

desdobramentos das interações significativas estão apresentados na Tabela 5. Pelos dados verifica-se que para épocas dentro de doses, a aplicação do regulador de crescimento na diferenciação floral reduziu a altura de plantas de arroz. A partir da dose de 150 g ha⁻¹, essa redução acentuou-se, obtendo-se alturas inferiores a 1,00 metro. Nas doses de 225 e 300 g ha⁻¹ a redução na altura de plantas foi verificada também na aplicação realizada no estádio entre o perfilhamento e a diferenciação floral também reduziu a altura de plantas em relação à aplicação realizada no período de perfilhamento das plantas, embora as plantas ainda apresentassem alturas superiores a 1,00 m.

Tabela 4. Valores médios de altura de plantas, grau de acamamento e teor de N nas folhas obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.

Tratamentos	Altura de plantas (m)	Acamamento ¹ (notas)	Teor de N (g kg ⁻¹)
Épocas de Aplicação²			
P	1,4	4,7	37,3
P – DF	1,3	2,5	36,6
DF	1,0	1,1	36,6
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹)			
0	1,4	4,8	37,2
75	1,3	3,2	36,9
150	1,2	2,7	36,8
225	1,2	1,8	36,4
300	1,1	1,3	36,7
Valores de F			
Épocas (E)	238,23 ^{ns}	165,66*	0,59 ^{ns}
Doses (D)	48,40*	52,52*	0,23 ^{ns}
É x D	17,12*	19,94*	0,44 ^{ns}
DMS (Época)	-	-	-
CV(%)	4,4	12,7	6,1

Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Escala de notas: 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. A análise se refere aos dados transformados em raiz quadrática de $x + 0,5$.

² Épocas de Aplicação: P = estádio de perfilhamento, DF = estádio de diferenciação floral.

De modo geral, a redução da altura das plantas de arroz pode estar associado ao fato dos reguladores de crescimento atuarem em nível de metabolismo da síntese de giberelinas, hormônios que entre outras ações promovem alongamento celular (DAVIES, 1995). O regulador etil-trinexapac, atua numa etapa posterior, a partir do GA₁₂-aldeído, inibindo a partir deste a síntese de giberelinas de alta eficiência biológica como GA₁, GA₃ (pouco comum em plantas superiores), GA₄, GA₇, GA₉, GA₂₀ e outras. Dessa forma, em função da ação desse composto, as plantas têm dificuldade de formação dessas giberelinas ativas e

passam a sintetizar e acumular giberelinas biologicamente menos eficientes como GA₈, GA₁₇, GA₁₉, GA₂₄ entre outras, o que leva, na prática, à drástica redução no alongamento celular (crescimento), sem causar deformação morfológica dos colmos (NAQVI, 1994; TAIZ ; ZEIGER, 1998).

Tabela 5. Diferenças d

foi realizada na diferenciação floral. No que se refere às doses dentro de épocas de aplicação, os dados se ajustaram à função linear para aplicação entre o perfilhamento e a diferenciação floral e equação quadrática quando a aplicação do regulador foi realizada na diferenciação floral. Portanto, a aplicação de doses de 75 a 150 g ha⁻¹ do etil-trinexapac na diferenciação floral elimina ou minimiza o problema do acamamento de p2difiral ecultivar Primavera. Comportamento semelhante foi observado por Alvarez (2003) que estudando o efeito do etil-trinexapac na redução da altura da p2dita de arroz irrigado por aspersão, aplicado na diferenciação floral, reduziu a altura da p2difi em 34 cm na dose de 200 g ha⁻¹ do i.a.. De certa forma isso é comum em reguladores vegetais, neste caso utilizados com a intenção de retardar o crescimento longitudinal das p2difir, sem ocasionar redução na produtividade (RADEMACHER, 2000). Por outro lado, Buzetti et al. (2006) verificaram que a aplicação de regulador de crescimento (cloreto de cloromequat) não influenciou na altura de p2difirale diferentes cultivares de arroz.

Quanto ao teor de N nas folhas (Tabela 4) verifica-se que não houve efeito significativo da época de aplicação e de doses do regulador de crescimento utilizado, com os valores obtidos estando dentro do ideal preconizado por Cdifirella e Fur2dii (1996).

Analisando o número de colmos m⁻² (Tabela 6), verifica-se que houve efeito significativo para doses de etil-trinexapac e os dados se ajustaram à função linear crescente, podendo ser atribuído ao reflexo da distribuição mais equitativa dos fotoassimilados (ZAGONEL et al., 2002).

Para o perfilhamento útil (Tabela 6), a aplicação do etil-trinexapac na fase de diferenciação floral interferiu negativamente no perfilhamento útil em relação à aplicação no perfilhamento. Já para o número de panículas m⁻², houve apenas efeito direcional do regulador, com os valores obtidos se ajustando à função linear crescente. Este comportamento pode ser explicado pelo fato dos reguladores de crescimento atuarem ao nível de metabolismo da síntese de giberelina, hormônios que em suas aplicações promovem o alongamento celular. Neste caso específico o etil-trinexapac pode ter influenciado na formação de perfilhos de ordens mais elevadas, como os terciários e quaternários (ALVAREZ, 2003).

Tabela 6. Valores médios do número de colmos m⁻², perfilhamento útil e número de panículas m⁻² obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.

Tratamentos	Nº de colmos m ⁻²	Perfilhamento útil (%)	Nº de panículas m ⁻²
Épocas de Aplicação¹			
P	277,2	92,0 a	253,0
P – DF	296,1	89,0 ab	264,1
DF	289,0	84,7 b	243,1
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹)			
0	237,3 ⁽¹⁾	90,6	215,0 ⁽²⁾
75	288,9	90,6	261,9
150	284,5	86,5	244,8
225	299,0	91,1	271,8
300	327,3	84,0	273,4
Valores de F			
Épocas (E)	1,19 ^{n s}	5,18*	1,43 ^{n s}
Doses (D)	8,34*	2,41 ^{n s}	4,58*
É x D	0,89 ^{n s}	0,59 ^{n s}	0,36 ^{n s}
DMS (Época)	-	5,493	-
CV(%)	13,6	8,1	15,5

Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Épocas de Aplicação: P = estágio de perfilhamento, DF = estágio de diferenciação floral.

⁽¹⁾ $y=249,4167+63,3056x$ ($R^2= 85,07\%$) e ⁽²⁾ $y= 238,05+42,2222x$ ($R^2= 68,05\%$)

Para grãos totais e grãos cheios por panícula (Tabela 7) os dados obtidos se ajustaram à equações lineares decrescentes com a aplicação das doses do regulador, resultando em menor número de grãos por panícula quanto maior a dose utilizada. Resultado semelhante foi obtido por Alvarez (2003) que verificou influência negativa nestes componentes da produção, assim como Buzetti et al. (2006), que verificaram que a aplicação de regulador de crescimento influenciou o comprimento da panícula e grãos por panícula.

Quanto aos grãos chochos houve efeito da interação entre dose e época de aplicação, cujos dados estão apresentados na Tabela 8. Para épocas de aplicação dentro de doses, a aplicação de 225 e 300 g ha⁻¹ do regulador, na diferenciação floral, propiciou maior número de grãos chochos por panícula. Para doses dentro de épocas de aplicação os dados se ajustaram a equações lineares para as aplicações realizadas no perfilhamento e diferenciação floral, sendo decrescente no primeiro caso e crescente no último. Já para a aplicação realizada entre o perfilhamento e a diferenciação floral os dados se ajustaram à função quadrática. De modo geral, verifica-se que a aplicação entre o perfilhamento e a diferenciação floral, nas doses de 150 e 225 g ha⁻¹ proporcionar menores valores de grãos chochos.

Tabela 7. Valores médios do número de grãos totais, grãos cheios, grãos chochos por panícula obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.

Tratamentos	Grãos totais	Grãos cheios	Grãos chochos
Épocas de Aplicação¹			
P	163,3	142,0	21,3
P – DF	157,9	138,8	19,1
DF	163,8	137,4	26,5
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹)			
0	180,4 ⁽¹⁾	154,8 ⁽²⁾	25,7
75	168,5	145,1	23,4
150	161,2	140,3	20,9
225	147,8	128,5	19,3
300	150,5	128,3	22,3
Valores de F			
Épocas (E)	0,92 ^{n.s}	0,60 ^{n.s}	8,11*
Doses (D)	9,27*	8,18*	2,05 ^{n.s}
É x D	2,09 ^{n.s}	1,47 ^{n.s}	3,99*
DMS (Época)	-	-	-
CV(%)	9,4	9,8	26,4

^{n.s}-não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Épocas de Aplicação: P = estádio de perfilhamento, DF = estádio de diferenciação floral.

⁽¹⁾ $y = 177,7925 - 26,8514x$ ($R^2 = 90,60\%$); ⁽²⁾ $y = 153,3040 - 23,1947x$ ($R^2 = 94,62\%$);

Tabela 8. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente aos grãos chochos por panícula. Selvíria (MS), 2006/07.

Grãos chochos panícula⁻¹						
Épocas ¹	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹)					
	0	75	150	225	300	
P	24,9	24,3	24,2	17,7 ab	15,5 b	RL * ⁽¹⁾
P – DF	30,1	20,0	14,9	14,7 b	16,0 b	RQ * ⁽²⁾
DF	22,1	25,9	23,6	25,4 a	35,2 a	RL * ⁽³⁾
DMS	Época dentro de doses do regulador – 10,1					

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

RL=Regressão linear e RQ=Regressão Quadrática e ^{n.s}-não significativo

¹ Épocas de Aplicação: P = estádio de perfilhamento, DF = estádio de diferenciação floral.

⁽¹⁾ $y = 26,3490 - 8,4208x$ ($R^2 = 83,80\%$); ⁽²⁾ $y = 29,7692 - 37,5339x + 22,0179x^2$ ($R^2 = \%$) e ⁽³⁾ $y = 21,3030 + 8,5725x$ ($R^2 = 63,01\%$).

No que se refere aos valores obtidos para massa de cem grãos e massa hectolétrica, houve efeito significativo para época de aplicação e também para doses utilizadas (Tabela 9). Quanto à época de aplicação os maiores valores foram obtidos com aplicação entre o perfilhamento e a diferenciação floral, entretanto as diferenças são pequenas em relação às demais épocas, podendo essa diferença estar associada mais com o valor baixo do coeficiente de variação, do que propriamente efeito do regulador. No caso das doses os valores obtidos se

ajustaram à equações quadráticas tanto para a massa de cem grãos quanto para a massa hectolétrica.

Tabela 9. Valores médios da massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)	Massa hectolétrica	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Épocas de Aplicação¹			
P	2,5 b	54,9 b	4.416
P – DF	2,6 a	57,1 a	4.975
DF	2,5 b	54,7 b	4.498
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹)			
0	2,4 ⁽¹⁾	51,8 ⁽²⁾	4.344
75	2,5	56,9	4.865
150	2,6	56,0	4.341
225	2,6	55,9	4.972
300	2,6	57,2	4.626
Valores de F			
Épocas (E)	7,38*	4,71*	2,99 ^{n s}
Doses (D)	9,58*	7,26*	1,66 ^{n s}
É x D	0,69 ^{n s}	0,92 ^{n s}	4,09*
DMS (Época)	0,084	2,141	-
CV(%)	4,3	5,0	16,9

^{n. s.}-não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Épocas de Aplicação: P = estágio de perfilhamento, DF = estágio de diferenciação floral.

⁽¹⁾ $y = 2,3879 + 0,5105x - 0,2784x^2$ ($R^2 = 96,14\%$) e ⁽²⁾ $y = 52,6469 + 9,5815x - 5,2612x^2$ ($R^2 = 67,87\%$).

Quanto à produtividade de grãos, houve interação entre época de aplicação x dose do regulador, e o desdobramento está apresentado na Tabela 10. Pelos dados de épocas de aplicação dentro de doses, verifica-se que não houve diferenças entre as épocas de aplicação até a dose de 150 g ha⁻¹ do regulador. Apenas nas doses de 225 e 300 g ha⁻¹ a aplicação do regulador de crescimento na fase de diferenciação floral propiciou a obtenção de menores produtividades em relação a aplicação realizada entre perfilhamento e diferenciação floral, sendo de 4.489 kg ha⁻¹ na dose de 225 g ha⁻¹ e de 3.354 kg ha⁻¹ na dose de 300 g ha⁻¹, isso já esperado, devido o etil-trinexapac nas duas maiores doses ter proporcionado um maior número de grãos chochos por panícula e também interferiu negativamente no perfilhamento útil na aplicação no estágio de diferenciação floral. A redução excessiva no comprimento do colmo e o retardamento do espigamento são conseqüências da aplicação tardia e podem, dependendo das condições, provocar prejuízos no rendimento de grãos. Para o desdobramento de doses dentro de época de aplicação verifica-se que os dados se ajustaram à equação linear

crescente para aplicação entre o perfilhamento e a diferenciação floral e equação quadrática para aplicação na diferenciação floral. Comportamento contrário a Alvarez (2003) que observou influência negativa na produtividade de grãos, obtendo resultados da ordem de 530 kg ha⁻¹ (aplicação de 200 g ha⁻¹ do i.a.) e 1506 kg ha⁻¹ (sem aplicação), devido a mesma ter conduzido o experimento em condições adversas, ou seja, em casa de vegetação e fora da época de cultivo. Entretanto, Buzetti et al. (2006) verificaram que a aplicação de regulador de crescimento, no caso cloreto de cloromequat, não influencia a produtividade da cultura. Já em trigo o etil-trinexapac mostrou-se seletivo à cultura, não provocando prejuízo na produtividade (EMBRAPA, 2003). De acordo com o mesmo autor, houve efeito positivo do regulador de crescimento na produtividade do trigo, provavelmente resultado do controle de acamamento, pela redução do porte das plantas. Ainda destaca que todos os tratamentos foram significativamente superiores à testemunha.

Tabela 10. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a produtividade de grãos. Selvíria (MS), 2006/07.

Produtividade de grãos						
Épocas ¹	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹)					
	0	75	150	225	300	
	----- kg ha ⁻¹ -----					
P	4.475	4.590	3.929	4.558 ab	4.529 b	n.s.
P – DF	4.345	4.527	4.138	5.868 a	5.996 a	RL * ⁽¹⁾
DF	4.212	5.477	4.957	4.489 b	3.354 b	RQ * ⁽²⁾
DMS	Época dentro de doses do regulador – 1341					

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

RL=Regressão linear e RQ=Regressão Quadrática e n.s.-não significativo

¹ Épocas de Aplicação: P = estádio de perfilhamento, DF = estádio de diferenciação floral.

⁽¹⁾ y = 4046,1920+1547,8292x (R²= 68,71%) e ⁽²⁾ y= 4360,4062+3620,1702x-3768,1627x² (R²=91,45%)

Na Tabela 11, estão apresentados os valores médios obtidos para rendimento de engenho, inteiros e quebrados. Quanto às três características, verifica-se que houve interação entre épocas de aplicação e as doses do regulador de crescimento. Os desdobramentos das interações significativas estão apresentados na Tabela 12.

Pelos dados de épocas de aplicação dentro de doses, no rendimento de benefício e de grãos inteiros, verificou-se que houve efeito significativo entre as épocas de aplicação somente a partir da dose de 150 g ha⁻¹ do regulador. Apenas nas doses de 150, 225 e 300 g ha⁻¹ a aplicação do regulador de crescimento entre o perfilhamento e a diferenciação floral proporcionou a obtenção de maiores valores de rendimento benefício e de grãos inteiros.

Já quanto ao rendimento de quebrados, houve comportamento inverso, onde o mesmo proporcionou uma redução nos valores rendimento de quebrados apenas nas doses 225 e 300

g ha⁻¹ na aplicação do regulador de crescimento entre o perfilhamento e a diferenciação floral.

Para doses dentro de época de aplicação, no rendimento de benefício (Tabela 12), verifica-se que os dados se ajustaram à equações lineares crescentes para aplicação no perfilhamento ativo e entre o perfilhamento e a diferenciação floral. Já para o rendimento de inteiros verificou-se que os dados se ajustaram à equação linear crescente para aplicação no perfilhamento ativo e equação quadrática para aplicação entre o perfilhamento e a diferenciação floral. Quanto ao rendimento de quebrados, os dados se ajustaram a uma equação quadrática, somente para a aplicação entre o perfilhamento e a diferenciação floral.

Tabela 11. Valores médios de rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados, obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2006/07.

Tratamentos	Rendimento de benefício	Rendimento de inteiros	Grãos quebrados
	----- % -----		
Épocas de Aplicação¹			
P	71,18	46,48	24,54
P – DF	72,55	50,09	22,41
DF	70,73	44,02	26,59
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹)			
0	69,83	41,44	28,36
75	72,32	48,13	24,18
150	71,75	47,73	23,87
225	71,64	48,28	23,07
300	71,89	48,73	23,10
	Valores de F		
Épocas (E)	9,74*	13,89*	11,89*
Doses (D)	6,02*	8,30*	7,89*
É x D	2,01*	3,07*	3,48*
DMS (Época)	-	-	-
CV(%)	1,90	7,83	11,08

^{n, s}-não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Épocas de Aplicação: P = estágio de perfilhamento, DF = estágio de diferenciação floral.

Dessa forma, para aplicações mais eficientes de redutores de crescimento em trigo e arroz, torna-se imprescindível a identificação correta do estágio de desenvolvimento da cultura, uma vez que a duração desse estágio é influenciada por vários fatores, como temperatura, vernalização, fotoperíodo, características genéticas do germoplasma e disponibilidade hídrica. Assim, para diferentes cultivares, com exigências termofotoperiódicas

diferentes, e mesmo para uma única cultivar, mas semeada em épocas diferentes, o período ideal (estádio) varia no tempo (EMBRAPA, 2003).

Vale salientar que a precipitação pluviométrica registrada durante o período de condução do experimento de arroz de terras altas em campo, no ano agrícola 2006/07, foi elevada nos meses de dezembro e janeiro, sendo a somatória maior que 900 mm, em relação aos dados registrados em anos anteriores a condução do experimento (Gráfico 1).

Tabela 12. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao rendimento de benefício, inteiros e quebrados. Selvíria (MS), 2006/07.

Rendimento de benefício						
Épocas ¹	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹)					
	0	75	150	225	300	
----- % -----						
P	68,85	71,68	71,93 ab	70,90 b	72,53 a	RL * ⁽¹⁾
P – DF	70,73	72,48	72,88 a	73,68 a	73,00 a	RL * ⁽²⁾
DF	69,90	72,80	70,45 b	70,35 b	70,15 b	n.s.
DMS	Época dentro de doses do regulador – 2,3369					
Rendimento de inteiros						
Épocas ¹	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹)					
	0	75	150	225	300	
----- % -----						
P	41,63	47,68	48,25 ab	44,23 b	50,63 a	RL * ⁽³⁾
P – DF	41,90	48,68	50,65 a	55,95 a	53,30 a	RQ * ⁽⁴⁾
DF	40,80	48,03	44,30 b	44,68 b	42,28 b	n.s.
DMS	Época dentro de doses do regulador – 6,3069					
Rendimento de quebrados						
Épocas ¹	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹)					
	0	75	150	225	300	
----- % -----						
P	27,15	23,93	23,48	26,35 a	21,80 b	n.s.
P – DF	29,05	23,75	22,20	17,35 b	19,68 b	RQ * ⁽⁵⁾
DF	28,88	24,85	25,93	25,50 a	27,83 a	n.s.
DMS	Época dentro de doses de Moddus – 4,6691					

5. CONCLUSÕES

1. A aplicação de 150 g ha^{-1} de etil-trinexapac no momento da diferenciação floral do arroz cultivar Primavera reduz a altura de plantas, na média em 0,40 m em relação às outras duas épocas, com ausência de acamamento;

2. O etil-trinexapac promove maior número de grãos chochos, menor perfilhamento útil, reduzindo a produtividade de grãos em doses acima de 150 g ha^{-1} , quando aplicado no estágio de diferenciação floral.

3. A aplicação de 75 e 150 g ha^{-1} de etil-trinexapac em qualquer época não interfere na produtividade de grãos.

6. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.C.A. **Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (^{15}N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais.** 2003. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUES, J.D.; ALVAREZ, A. C.C. Influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (^{15}N) e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1487-1496, 2007.

AMREIN, J.; RUFENER, M.; QUADRANTI, M. The use of CGA 163'935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.

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 à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.871-879, 2001.

ARF, O. **Efeitos de densidades populacionais e adubação nitrogenada sobre o comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão.** 1993. 63 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1993.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications.** New York: Chapman & Hall, 1995. 332 p.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. Pensilvânia: Chapman & Hall, 1996. 332p.

BARROS, J. de A.I. Efeitos de ethephon em três cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.44, n.398, p.20-23, 1991.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.2, p.127-134, 2007.

BRESEGHELLO, F. Semeadura do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 1998, p. 55-58.

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

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.

CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Coords.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285 p.

CARBONE A.; VIDAL, A. Evolución de la producción de etileno en la hoja bandera y la panoja de arroz (*Oryza sativa* L.) y sus efectos sobre la calidad del grano. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v.102, n.2, p.197-202, 1997.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 588 p.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos: quinto levantamento, fevereiro 2008. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2008.

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 Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Desenvolvimento das plantas de arroz irrigado por aspersão em função do manejo da água. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22, 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú, 1997. p. 262-264.

CRUSCIOL, C.A.C. **Efeitos de lâminas de água e da adubação mineral em duas cultivares de arroz de sequeiro sob irrigação por aspersão**. 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; RODRIGUES, R.A.F.; MACHADO, J.R. Manejo de irrigação por aspersão com base no “Kc” e adubação mineral na cultura de arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.465-475, 2003.

CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Componentes de produção e produtividade de grãos de arroz de sequeiro em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p. 53-62, 1999.

CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.6, p. 1093-1100, 2000.

DAVIES, P.J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES, P.J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Netherlands: Kluwer Academic, 1987. p. 1-23.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: EMBRAPA/TRIGO, 2003. (Circular Técnica, 14).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultivo do arroz de terras altas. Disponível em <<http://www.cnpaf.embrapa.br/arroz/sistemasdeproducao/index.htm>>. Acesso em: 7 mar. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306 p.

FAGERNESS, M.J.; PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. **Crop Science**, Madison, v. 38, n. 4, p. 1028-1035, 1998.

FERREIRA, D.F., SISVAR: **Sistema de análise de variância. versão 4.2**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1999.

FIGUEIREDO, R. O. **Influência de reguladores vegetais na produção de biomassa, teor de óleos essenciais e de citral em *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf, em diferentes épocas do ano**. 1998. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

FORNASIERI FILHO, D. Manejo da cultura do arroz de sequeiro: semeadura e cultivos, In: FERREIRA, E.M.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade**. Piracicaba, SP: Potafós, 1983. v. 1, p. 271-281.

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T.E.; HORST, G.L.; GAUSSOIN, R.E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.

LAMAS, F.M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.36, p.265-272, 2001.

LAMAS, F.M.; ATAIDE, M.L.; BANZATTO, D.A. Reações do algodoeiro CNPA-ITA 90 ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, p.509-516, 2000.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

MANZAN, R.J. Irrigação por aspersão na cultura do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.114, p.35-40, 1984.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.693-703, 1999.

MOURA NETO, F.P.; SOARES, A.A.; AIDAR, H. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v.26, n.5, p.904-910, 2002.

NAKAO, W.S. **Manejo de água na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão**. 1995. 44 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1995.

NAQVI, S. S. M. Plant growth hormones: growth promoters and inhibitors. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1994. p. 527-556.

OLIVEIRA, G. S. **Efeito do espaçamento e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento de cultivares de arroz de sequeiro irrigados por aspersão**. 1997. 62f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1997.

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. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1994.

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

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. p. 1-31. (Boletim técnico, 81).

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

RESENDE, P. A. P.; SOARES, J. E.; HUDETZ, M. Moddus, a plant growth regulator and management tool for sugarcane production in Brasil. **International Sugar Journal**, Glamorgan, v. 103, n. 1225, p. 2-6, 2001.

RIZZARDI, M. A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R.C. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 8, p.1231-1236, 1994.

RODRIGUES, O.; DIDONETE, A. D.; TEIXEIRA, C.C.M.; ROMAM, S. E. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2003. (Circular Técnica, 14).

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.

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. 75 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - 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. I. Características fenológicas e agrônômicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.361-364.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal.** México: Grupo Editorial, Iberoamérica, 1994. 759p.

SAMPAIO, E. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos.** Ponta Grossa: UEPG, 1998. p. 133-134.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: in important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 31, n. 1, p. 159 – 168, 2001.

SANTANA, E.P. Cultivo de arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, p.71-75, 1989.

SANTOS, P.G.; CASTRO, A.P.; SOARES, A.A.; CORNÉLIO, V.M.O. Efeito do espaçamento e densidade de semeadura sobre a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, p. 480-487, 2002.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p. (mimeogr.).

SOARES, A. A. **Cultura do arroz**. 2.ed. Lavras, MG, UFLA,/FAEPE, 2005. 130 p. (Textos Acadêmicos, 7).

SHEPARD, D.; DIPAOLA, J.M. Regulate growth and improve turf quality. **Golf Course Management**, s.n., v.68, n.3, p.56-59, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

ZAGONEL, J. Efeitos do trinexapac-ethyl e de doses de nitrogênio em características agronômicas e na produtividade do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003 a. v. 1. p. 204-207.

ZAGONEL, J. Efeitos do regulador de crescimento trinexapac-ethyl no desenvolvimento e na produtividade do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 2003, Guarapuava. **Palestras, resumos e atas**. Guarapuava: FAPA, 2003 b. v. 1. p. 199-202.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ,R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 25-29, 2002.

ZAGONEL, J. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002.

ZARATIN, C. **Doses e parcelamento de potássio em quatro cultivares de arroz irrigado por aspersão**. 2000. 61 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2000.

7. ANEXOS

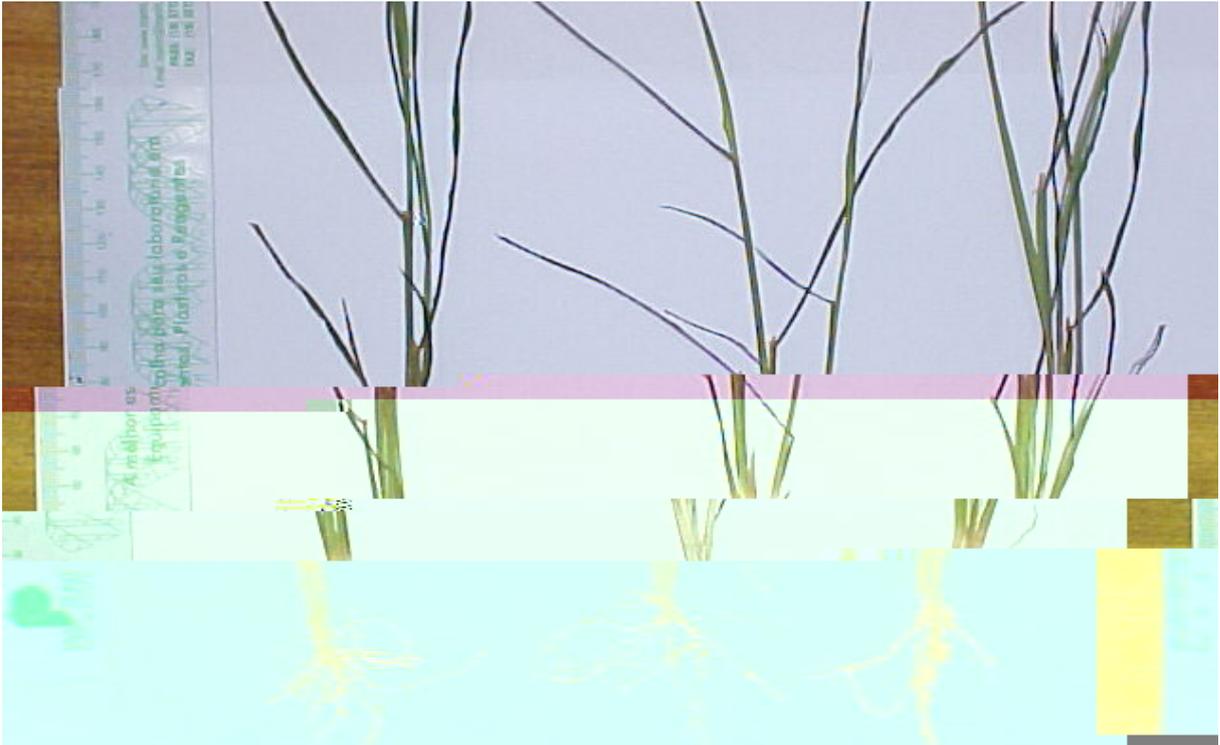


Foto 1. Aspecto das plantas na ocasião da aplicação, perfilhamento ativo (20 DAE).

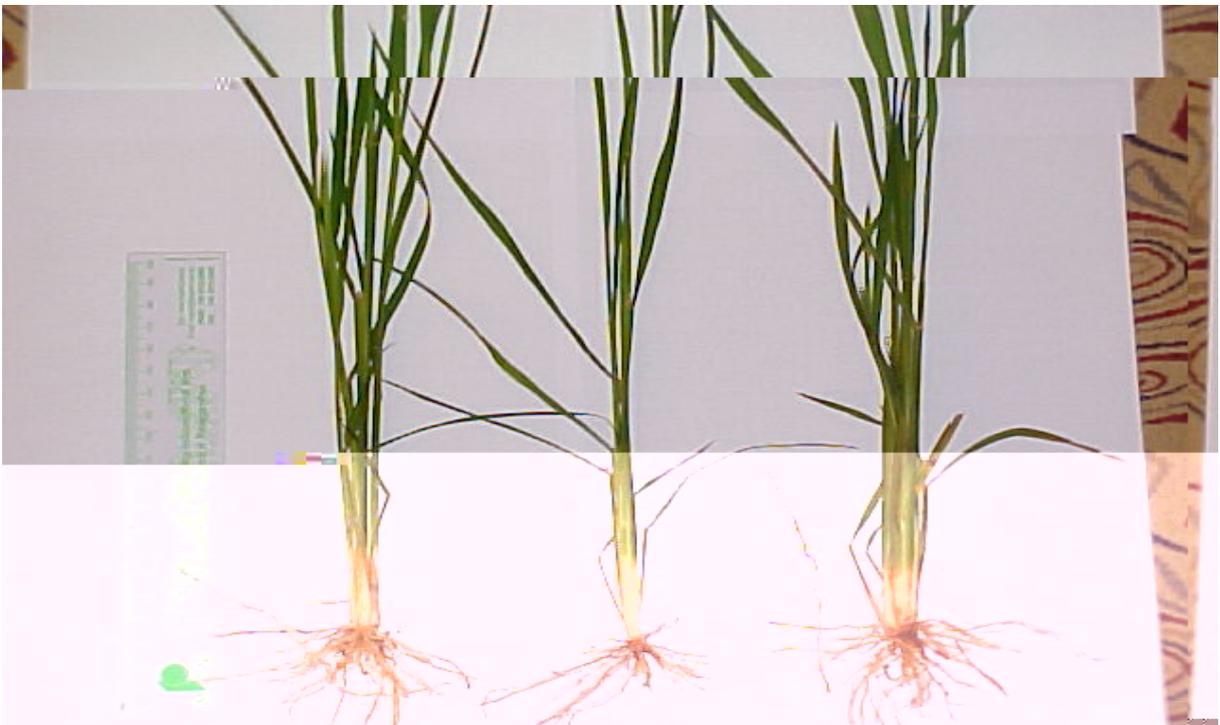


Foto 2. Aspecto das plantas na ocasião da aplicação, entre o P - DF (30 DAE).



Foto 3. Aspecto das plantas na ocasião da aplicação, diferenciação floral (40 DAE).



Foto 4. Vista geral da área aos 78 dias após emergência.



Foto 5. Detalhe da parcela, onde foi aplicado DF a dose 300 g ha^{-1} do i.a., aos 78 dias após emergência.



Foto 6. Vista da área na ocasião da colheita aos 95 dias após emergência.



Foto 7. Vista da área na ocasião da colheita aos 95 dias após emergência.



Foto 8. Vista da área na ocasião da colheita aos 95 dias após emergência.

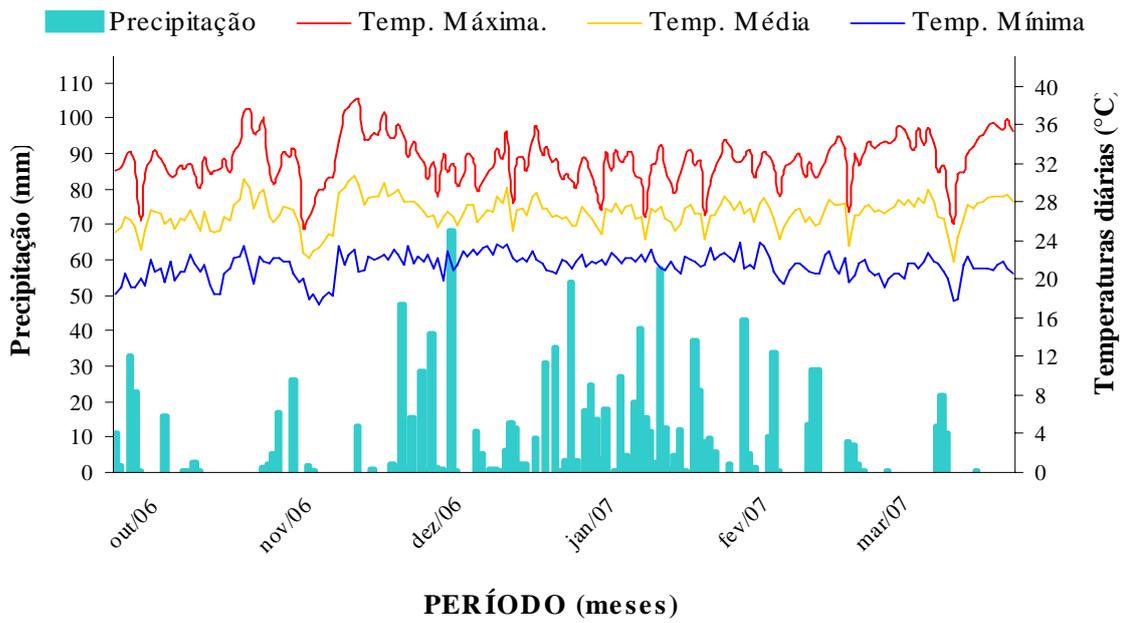


Gráfico 1. Dados climáticos registrados no período de outubro de 2006 a março de 2007, durante a condução do experimento. Selvíria/MS.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)