

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

JULIANA TRINDADE MARTINS
Engenheira Agrônoma

**DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE ETIL-TRINEXAPAC EM ARROZ DE
TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO**

Ilha Solteira
2018

JULIANA TRINDADE MARTINS
Engenheira Agrônoma

**DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE ETIL-TRINEXAPAC EM
ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Orivaldo Arf
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M386d Martins, Juliana Trindade.
Doses e épocas de aplicação de Etil-Trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão / Juliana Trindade Martins. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018
68 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. Especialidade: Sistemas de Produção, 2018

Orientador: Orivaldo Arf
Inclui bibliografia


Sandra Maria **OSTRAUO** de Souza
OSTRAUO
Bibliotecária
CRB-8-4740

1. Arroz de terras altas. 2. Acamamento de plantas. 3. Regulador vegetal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE ETIL-TRINEXAPAC EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

AUTORA: JULIANA TRINDADE MARTINS

ORIENTADOR: ORIVALDO ARF

Aprovada 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

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

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

Profa. Dra. RITA DE CÁSSIA FÉLIX ALVAREZ

Departamento de Agronomia / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Ilha Solteira, 27 de fevereiro de 2018

Aos meus pais Sandra Mara Trindade Martins e Domingos Martins Junior, por ser minha grande base que formaram os fundamentos do meu caráter e nunca medirem esforços para apoiar e auxiliar durante a minha vida pessoal e profissional;

A minha irmã Gabriela Trindade Martins por ser o meu apoio em momentos difíceis e companheira pra todas as horas, o amor que nos une é maior que tudo.

DEDICO

Ao meu querido avô Domingos Martins por ser uma inspiração de força, determinação e muita garra. Que honra ter sido a neta deste grande homem, que por detrás daquele chefe de família, havia um coração enorme para ajudar a quem fosse preciso. (*in memoriam*).

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por sempre estar ao meu lado e conduzir através da fé o meu caminho, me proporcionando força para os dias difíceis e gratidão pelas experiências vividas.

Ao Prof. Dr. Orivaldo Arf, pela orientação acadêmica durante todos esses anos, fortalecendo meu caminho através de seu profissionalismo, constantes ensinamentos, humildade, amizade, comprometimento e confiança, a quem considero um exemplo de vida.

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, pela oportunidade na realização deste sonho, e por oferecer todas as estruturas necessárias pra que isso acontecesse.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa durante a realização do mestrado.

Aos professores e funcionários do Campus de Ilha Solteira, em especial aos professores Dr. Marco Eustáquio de Sá pelo apoio na realização de outros trabalhos, André Reis por proporcionar novas descobertas fisiológicas, Omar Jorge Sabbag e o Dr. Gustavo Gerlach pela disponibilidade e ajuda na análise econômica do presente trabalho.

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa, especialmente ao Alvaro Silva, Juliano Borges e Elton Moreira.

Ao Mario Fernandes e Eduardo Boisa Oliveira, do Insight Engenharia, por toda a disponibilidade, profissionalismo e interesse em registrar as imagens da área experimental através de drone.

Aos amigos Tiago Calves, Flávia Mendes, Vinícius Martins, Flávia Meirelles, Anne Caroline Rocha, Loane Krug, Emanoele Amendola, Aline Suzuki e Daiene Corsini pela amizade e por toda ajuda na condução deste experimento.

Ao Matheus Vinícius que nos momentos difíceis me incentivou e apoiou, através do seu companheirismo, respeito e carinho.

Enfim, agradeço a todos que colaboraram com a minha formação e a realização deste trabalho, assim contribuindo na construção de mais uma parte do meu caminho. E a todos aqueles que neste momento não foram lembrados, porém jamais esquecidos.

“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei em ombros de gigantes.”
Isaac Newton

RESUMO

A utilização de reguladores de crescimento como técnica que permite redução na estatura da planta e consequente fortalecimento dos colmos pode ser uma opção para minimizar o acamamento em plantas, evitando assim, perdas na cultura. Assim propôs o estudo com o objetivo de avaliar o efeito de doses de etil-trinexapac (zero; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação (6^a, 7^a e 8^a folha completamente formada no colmo principal) durante o desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas irrigado por aspersão. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5x3, com quatro repetições. A pesquisa foi desenvolvida na área experimental da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira - SP, localizada no município de Selvíria – MS, durante o ano agrícola de 2016/17, utilizando o cultivar BRS Esmeralda. Foram avaliados os componentes de produção, altura de plantas, acamamento, produtividade dos grãos, rendimento industrial e viabilidade econômica. Devido a fatores climáticos como chuvas e ventos fortes as vésperas da colheita, parcelas em que não receberam a aplicação do regulador acamaram totalmente. Aplicações por ocasião da oitava folha além de promover maior número de grãos chochos, as doses de 75,0; 112,5 e 150,0 g ha⁻¹ propiciam menores valores para altura de plantas, massa de cem grãos, massa hectolétrica, rendimento de benefício e grãos inteiros, reduzindo a produtividade de grãos, e influenciando negativamente na rentabilidade econômica. Conclui-se que o etil-trinexapac deve ser aplicado por ocasião da sétima folha na dose de 75 g ha⁻¹ do i.a., considerando a redução da altura de plantas, minimização do acamamento e a produtividade de grãos. O etil- trinexapac quando aplicado por ocasião da sexta ou sétima folha na dose de 75 g ha⁻¹ do i.a., proporciona maiores valores de receita bruta, lucro operacional e índice de lucratividade, e menores valores para preços de equilíbrio, garantindo maior rentabilidade ao produtor. Não é recomendado aplicações por ocasião da oitava folha nas doses de 75,0; 112,5 e 150,0 g ha⁻¹, por propiciar efeitos negativos nos componentes de produtividade e não ser rentável economicamente ao produtor.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. Regulador vegetal. Acamamento de plantas. Irrigação por aspersão.

ABSTRACT

The use of growth regulators as a technique that allows reduction in plant height and consequent strengthening of the stalks might be an option for elimination of lodging in plants, thus avoiding losses of the crop. However, the information on the subject is still scarce. Therefore, the study aimed to evaluate the effect of doses (zero; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g ha⁻¹ of active ingredient) and times of application of ethyl-trinexapac (6th leaf, 7th leaf and 8th leaf completely formed in the main stem) during the development of the upland rice crop irrigated by sprinkler. The experimental design was randomized complete blocks, arranged in a 5x3 factorial scheme, with four repetitions. It was developed in the experimental area of Engineering University- UNESP at the Ilha Solteira, São Paulo State, Brazil – Campus, located in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil, during the season of 2016/17, using the cultivar BRS Esmeralda. The components of production, plant height, lodging, grain yield, industrial yield and economic viability were evaluated. Due to climatic factors like rains and strong winds on the eve of the harvest, plots in which they did not receive the application of the regulator completely lodging. Applications for the eighth leaf in addition to promoting higher number of dry grains, the doses of 75.0, 112.5 and 150.0 g ha⁻¹ of active ingredient provide lower values for plant height, weight of 100 grains, hectoliter weight, yield of benefit and whole grains, reducing the productivity of grains, and negatively influencing economic profitability. It was observed that ethyl-trinexapac should be applied on the occasion of the seventh leaf at the dose of 75 g ha⁻¹ of active ingredient, considering the reduction of plant height, lodging decrease and grain yield. Ethyl-trinexapac when applied on the occasion of the sixth or seventh leaf in the dose of 75 g ha⁻¹ of active ingredient, provides higher values of gross revenue, operating profit and profitability index, and lower values for break-even price, ensuring greater profitability to the producer. Applications for the eighth leaf at doses of 75.0, 112.5 and 150.0 g ha⁻¹ are not recommended, because it has negative effects on the components of productivity and is not economically profitable to the producer.

Keywords: *Oryza sativa* L. Plant growth regulator. Plant lodging. Sprinkler irrigation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Valores diários da altura de precipitação e da temperatura do ar máxima e mínima, durante o período de outubro de 2016 a março de 2017.....26
- Figura 2** - Aplicação de etil-trinexapac por ocasião da oitava folha à esquerda, e sem aplicação à direita. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....36
- Figura 3** - Imagem aérea realizada com drone, em destaque área experimental. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....38
- Figura 4** - Parcela sem aplicação do regulador de crescimento etil- trinexapac. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....38
- Figura 5** - Área experimental em destaque com parcelas acamadas do cultivar BRS Esmeralda. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....39
- Figura 6** - Acamamento do cultivar BRS Esmeralda próximo do ponto de colheita. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....39
- Figura 7** - Plantas do cultivar BRS Esmeralda emergidas. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....66
- Figura 8** - Plantas estabelecidas em área experimental, cultivar BRS Esmeralda. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....66
- Figura 9** - Plantas sem aplicação de etil-trinexapac, após chuva com ventos fortes. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....67
- Figura 10** - Aplicação por ocasião da sétima folha a esquerda, e por ocasião da oitava folha a direita. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....67
- Figura 11** - À esquerda aplicação por ocasião da oitava folha, e a direita aplicação por ocasião da sexta folha. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....68
- Figura 12** - Cultivar BRS Esmeralda beneficiado. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....68
- Figura 13** - Parcelas totalmente acamadas, cultivar BRS Esmeralda. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....69
- Figura 14** - Vista geral do experimento realizada através de drone. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.....69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Resultados de análise química do solo na camada de 0-0,20 m. Selvíria (MS), 2016.....	27
Tabela 2	- Escala de Counce et al. (2000).....	28
Tabela 3	- Valores médios de altura de plantas, grau de acamamento e panículas por metro quadrado, em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	35
Tabela 4	- Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à altura de plantas. Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	37
Tabela 5	- Valores médios de grãos cheios, chochos e totais por panícula em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	41
Tabela 6	- Valores médios de massa de cem grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	43
Tabela 7	- Interação entre doses do regulador de crescimento e épocas de aplicação em relação à massa hectolétrica, massa de 100 grãos e produtividade. Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	44
Tabela 8	- Valores médios de rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	46
Tabela 9	- Interação entre doses do regulador de crescimento e épocas de aplicação em relação a rendimento de benefício e grãos inteiros. Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	47
Tabela 10	- Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses e épocas de aplicação de etil- trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	49
Tabela 11	- Custo operacional total (COT), produtividade (sc ha ⁻¹), receita bruta e lucro operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão de épocas e doses de aplicação de etil-trinexapac, no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.....	50

- Tabela 12** - Índice de lucratividade, produtividade de equilíbrio e preço de equilíbrio obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão de épocas e doses de aplicação de etil-trinexapac, no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.....51
- Tabela 13** - Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (0 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil- trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.....62
- Tabela 14** - Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (37,5 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil-trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.....63
- Tabela 15** - Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (112,5 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil-trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.....64
- Tabela 16** - Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (150 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil-trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.....65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO ARROZ.....	16
2.1.1	Arroz de terras altas.....	17
2.2	FATORES ENVOLVIDOS NO ACAMAMENTO DE PLANTAS.....	18
2.2.1	Densidade de população e cultivares.....	18
2.2.2	Adubação nitrogenada.....	19
2.2.3	Disponibilidade hídrica.....	21
2.3	REGULADOR DE CRESCIMENTO E O USO DO REGULADOR ETIL- TRINEXAPAC.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	26
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	27
3.3	PREPARO DA ÁREA PARA SEMEADURA.....	29
3.4	CARACTERÍSTICAS DO CULTIVAR.....	29
3.5	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	29
3.6	AVALIAÇÕES REALIZADAS.....	30
3.6.1	Altura de plantas (m).....	30
3.6.2	Acamamento de plantas.....	30
3.6.3	Número de panículas por metro quadrado.....	31
3.6.4	Número total de grãos por panícula.....	31
3.6.5	Número total de grãos cheios e chochos por panícula.....	31
3.6.6	Massa de cem grãos.....	31
3.6.7	Massa hectolétrica.....	31
3.6.8	Produtividade de grãos.....	31
3.6.9	Rendimento industrial.....	31
3.6.10	Análise estatística.....	32
3.6.11	Análise econômica.....	32

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5	CONCLUSÕES.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54
	APÊNDICE- TABELAS.....	62
	APÊNDICE- FIGURAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

O arroz é uma importante fonte de energia e proteína na alimentação da população tanto em países subdesenvolvidos como em países desenvolvidos, fazendo parte da alimentação diária de grande parte dessas populações. No Brasil sua produção é largamente difundida na região Sul proveniente de áreas irrigadas por inundação, sobretudo no Rio Grande do Sul onde se concentra a maior produção nacional da cultura.

O levantamento sobre a safra 2017/18 indica redução de área cultivada de 1,8% em relação à safra 2016/17. A tendência de redução em áreas de sequeiro permanece, sendo substituída por culturas mais rentáveis como soja e milho. A redução na área irrigada decorre da rotação com outras lavouras, realizada pelos produtores. Na produtividade a estimativa é de redução em relação à safra anterior, que teve um excelente comportamento, a previsão da média nacional é de 5.984 kg ha^{-1} . A mesma tendência pode ser verificada na estimativa de produção, onde os números nacionais apontam para redução de 5,6%. As análises dos números apontam queda na área plantada nos estados onde a cultura é cultivada com o sistema de sequeiro e irrigado. O resultado para a safra 2017/18 é uma expectativa de retração na produtividade (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2018).

Uma das alternativas para atender o consumo interno é o aumento da produtividade da cultura, o que pode ser alcançado no ecossistema de terras altas com a utilização da irrigação por aspersão. O sistema irrigado por aspersão é uma alternativa para solucionar o problema de veranicos, conferindo estabilidade à produção, podendo, também, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade de grãos (ARF et al., 2000).

Com os avanços na produtividade do arroz pelo uso da irrigação por aspersão, associada à altas doses de fertilizantes, destacando-se o nitrogenado, as plantas tendem a obter um maior porte e com isso ficam susceptíveis ao acamamento. Dependendo do tipo do cultivar o acamamento tende a variar, podendo atingir níveis elevados, dificultando a colheita e aumentando as perdas. O acamamento afeta a estrutura morfológica essencial (desenvolvimento dos colmos e tamanho das folhas) para o uso eficiente de carboidratos e sua translocação para os grãos e, quanto mais cedo ocorre, maior será a redução no rendimento e na qualidade dos grãos (ZANATTA; OERLECKE, 1991).

Os reguladores de crescimento possuem ação na redução da estatura da planta, diminuindo a distância dos entrenós e ocasionando o fortalecimento dos colmos, contribuindo assim para a redução dos riscos das plantas ao acamamento, evitando perdas na produtividade.

Além dos efeitos do regulador de crescimento na planta, a época de aplicação também interfere na redução expressiva da sua estatura.

A redução na altura das plantas de arroz é maior a partir de aplicações na diferenciação floral, uma vez que o tamanho das plantas de arroz é determinado pelo alongamento dos últimos quatro entrenós, e inicia-se com a iniciação do primórdio da panícula, sendo que o alongamento do último entrenó determina a emergência da panícula através da bainha da “folha bandeira” (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

No mercado há cultivares de menor porte e mais resistentes ao acamamento, porém, fatores como cultivares com teto produtivo alto e qualidade de grãos exigida pelo mercado, como a classe longo fino (“agulhinha”), proporcionam um maior valor em remuneração no mercado, e se destacam na escolha do cultivar a ser utilizado.

Assim, a adoção de técnicas de cultivo que possibilitem 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.

Na busca de resultados que demonstrem maior precisão envolvendo doses do regulador vegetal e momento de aplicação, objetivou-se avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação do etil-trinexapac no desenvolvimento e produtividade de grãos de arroz do cultivar de terras altas BRS Esmeralda, visando reduzir a altura de plantas, conseqüentemente minimizar o acamamento facilitando a realização da colheita sem reduzir a produtividade de grãos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO ARROZ

Este cereal foi introduzido no Brasil pela frota de Pedro Álvares Cabral, porém o seu cultivo em território nacional só foi relatado após 1530, na capitania de São Vicente. Espalhou-se mais tarde por outras regiões do litoral, sempre em pequenas lavouras de subsistência, principalmente na região Nordeste (PEREIRA, 2002).

Foi em 1904, no município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul, que surgiu a primeira lavoura empresarial, já então irrigada. Depois, a cultura chegou a Cachoeira do Sul, no mesmo estado, e, a partir de 1912, teve grande impulso, graças aos locomóveis. Estes veículos, movidos a vapor, acionavam bombas de irrigação, o que facilitava a inundação das lavouras de arroz (PEREIRA, 2002).

É um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como o principal alimento de mais da metade da população mundial. Destaca-se por ser a terceira maior cultura cerealífera do mundo. A China é o maior produtor de arroz do mundo, com 209,5 milhões de toneladas de grãos, e o Brasil ocupa o nono lugar produzindo 10,6 milhões de toneladas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2016).

O ciclo vital da planta de arroz apresenta três fases bem definidas: vegetativa, reprodutiva e de maturação. A fase vegetativa inicia-se com a germinação da semente e termina na diferenciação da gema vegetativa em reprodutiva. É caracterizada pela emergência da plântula, ativo perfilhamento, gradual aumento em altura da planta e pelo desenvolvimento radicular e de folhas. Nesta fase, também, os nutrientes, incluindo N, P, K e S são absorvidos ativamente, enquanto fotoassimilados são produzidos e proteínas são sintetizadas (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

A fase reprodutiva inicia-se com a diferenciação da gema vegetativa em reprodutiva e termina no florescimento, é o período mais crítico da cultura. Essa fase é caracterizada pelo alongamento dos colmos, formação das ramificações da panícula, formação do número de espiguetas por ramificações, formação dos órgãos florais, meiose e fecundação (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

A fase de maturação inicia-se com a fertilização do óvulo e termina com a maturação fisiológica do grão, ou seja, quando ele atinge o máximo acúmulo de massa seca. É dividida em três estádios: grão leitoso, pastoso e duro. Nesta fase, também, morfogênese da planta já

se completou e os fotoassimilados acumulam-se nas panículas na forma de amido. À medida que este processo avança os carboidratos, proteínas e minerais acumulados nas folhas movem-se para as panículas e a planta torna-se senescente (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Quase 95% dos brasileiros consomem arroz e mais da metade o fazem no mínimo uma vez por dia. A preferência nacional de consumo é pelo arroz da classe longo fino, comercialmente conhecido como “arroz-agulhinha”, que é translúcido e apresenta a característica de ser mais solto, macio e firme após o cozimento (BARATA, 2005). No Brasil é o cereal mais consumido e apreciado por pessoas de todas as camadas sociais, sendo importante fonte de calorias e aminoácidos na dieta alimentar (ARF et al., 2001).

2.1.1 Arroz de terras altas

Em geral, são considerados dois grandes ecossistemas para a cultura do arroz, que são o de várzeas e de terras altas, englobando todos os sistemas de cultivo de arroz no país. No sistema de terras altas, o arroz pode ser cultivado com irrigação suplementar por aspersão ou sem irrigação, ou seja, a disponibilidade de água para a cultura é totalmente dependente da ocorrência de chuvas.

Para Crusciol et al. (2003), técnicas agrícolas usuais adaptadas para produção de arroz de sequeiro irrigado por aspersão, tem resultado em acamamento de alguns cultivares, uso inadequado da adubação, espaçamento e densidade de semeadura.

Embora, grande parte da produção desse cereal no país provém de áreas irrigadas por inundação nos estados do sul, onde a produtividade é significativamente superior, o arroz cultivado no sistema de terras altas tem contribuído de forma significativa na produção nacional. O arroz cultivado nesse sistema tem capacidade de expandir-se para áreas de pastagens degradadas e fazer parte do sistema de rotação com outras culturas anuais, e vem aumentando sua produtividade gradualmente. Esse acréscimo de produtividade está relacionado com avanços tecnológicos incorporados a esse sistema, entre eles a utilização de irrigação por aspersão de forma complementar, que elimina o risco de deficiência hídrica causada por períodos sem chuvas mantendo a estabilidade da produção (YAMASHITA, 2013).

Os três fatores que mais influem no acamamento do arroz irrigado por aspersão, além da natureza genética do cultivar, são a densidade de plantio, o nível de adubação ou fertilidade natural do solo e a quantidade de água disponível para a planta (SANTANA, 1989).

2.2 FATORES ENVOLVIDOS NO ACAMAMENTO DE PLANTAS

2.2.1 Densidade de população e cultivares

A determinação do espaçamento e da densidade de semeadura ótimos que maximizem a produtividade de grãos e outros componentes da produção, é preocupação antiga dos agricultores nas principais culturas de interesse econômico como a soja, milho, feijão e arroz (CARVALHO et al., 2008). Esses dois fatores governam, em grande parte, a competição por nutrientes, água, luz, e CO₂, já que, para determinada condição de solo, de clima, cultivar e tratos culturais, existe um número de plantas por unidade de área que conduz a mais elevada produtividade (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Sendo assim a população ideal de plantas é muito variável, pois depende do ambiente em que será desenvolvida e das características internas de cada cultivar. 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). No momento de escolha do cultivar é necessário avaliar suas características visando potencializar o seu uso na região e no sistema agrícola desejado.

Para o plantio do arroz em ambientes favorecidos quanto ao clima e ao solo, e com o uso mais intensivo de tecnologia, recomendam-se cultivares de porte mais baixo e de folhas eretas, mais eficientes no uso da energia solar e resistentes ao acamamento. O acamamento depende não só da altura como também do diâmetro e da resistência do colmo, do nível de adesão das bainhas aos entrenós, da produtividade e de fatores ambientais, tais como a intensidade dos ventos e a disponibilidade de água (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2007).

Apesar do melhoramento ter proporcionado grandes modificações na planta de arroz de terras altas, aumentando o cultivo sob irrigação por aspersão, o problema do acamamento eventualmente é manifestado (ALVAREZ, 2003). Em regiões com ausência de deficiência hídrica ou sob irrigação por aspersão, quando utilizados cultivares tradicionais de porte alto, as plantas apresentam grande desenvolvimento vegetativo, folhagem luxuriante e estatura elevada, o que favorece o acamamento e a ocorrência de doenças (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Crusciol et al. (2000) estudaram diferentes espaçamentos entre fileiras (30, 40 e 50 cm) e três densidades de semeadura (100, 150 e 200 sementes viáveis m⁻²) do cultivar IAC 201 no sistema de irrigação por aspersão, observaram que todos os tratamentos de maneira

geral proporcionaram índice de acamamento de 15%, com exceção das densidades de 150 sementes m^{-2} , que apresentou um índice aproximado de 5%, e a densidade de 200 sementes m^{-2} , que apresentou um índice de 30% de acamamento.

No estado de São Paulo, de modo geral, tem-se recomendado, no sistema de terras altas favorecido (irrigação por aspersão), espaçamento 30 a 40 cm entre fileiras com 60 a 90 sementes por metro, para obter em torno de 200 plantas m^{-2} , utilizando cultivares com características de plantas adequadas para essas condições (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Em experimento conduzido em Mato Grosso do Sul, utilizando o cultivar Primavera irrigada por aspersão, Goes (2012), estudou nove densidades de semeadura (60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 sementes viáveis m^{-2}), com e sem aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac na dose de 150 g do i.a. ha^{-1} por ocasião da diferenciação floral, constatou que em relação ao acamamento de plantas, o uso do regulador de crescimento eliminou o acamamento em comparação com a testemunha em todas as densidades, por poder estar relacionado com a altura de plantas que também foi reduzida, originando plantas mais compactas em relação à superfície do solo.

2.2.2 Adubação nitrogenada

Dentre as várias formas de aumentar a produção vegetal, destaca-se a importância do suprimento de nitrogênio, elemento importante na síntese de proteínas e enzimas que garantem a vida do vegetal. Os processos que se constituem fontes capazes de fornecer grandes quantidades de nitrogênio às plantas são a decomposição da matéria orgânica do solo, a utilização de fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica de N_2 da atmosfera (CARVALHO, 2002).

Dos nutrientes essenciais às plantas, o N está entre os requeridos em maior quantidade e é, por isso, considerado um importante fator para determinar o potencial de produtividade. A dose de N a ser utilizada baseia-se na estatura das plantas e na fertilidade do solo (BUZETTI et al., 2006). O seu consumo inicia-se lentamente a partir da emergência, alcançando intensidade máxima no florescimento, quando a planta absorver mais de 75% do N total. Depois do florescimento, grande parte do N, de outros elementos e carboidratos são transportados para os grãos em desenvolvimento (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

A crescente utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais freqüente de insumos, entre os quais o N. No entanto, a utilização de doses cada vez mais elevadas deste nutriente, para aumentar a produtividade, acarreta em elevado desenvolvimento vegetativo, o que causa acamamento de plantas e interfere negativamente na produtividade e na qualidade dos grãos (BUZETTI et al., 2006). Este nutriente estimula o crescimento do sistema radicular do arroz, aumenta o número de perfilhos e com isso, aumenta o número de espiguetas por panícula e também o tamanho e porcentagem de proteína nos grãos (BARBOSA FILHO, 1989; MALAVOLTA, 1981).

Para cultivares de sequeiro, a aplicação de altas doses de nitrogênio, além de induzir baixa relação grãos/palha, provoca aumento da área foliar, sombreamento e acamamento, criando condições favoráveis (microclima) à incidência de brusone nas folhas e, conseqüente queda na produção (BARBOSA FILHO, 1989).

Em estudos relatados por Stone e Silva (1998) sobre os efeitos de doses e métodos de aplicação de nitrogênio, profundidades de aração e condições hídricas em cultivares de arroz de sequeiro, verificaram que a dose mais adequada de nitrogênio é de 40 kg ha⁻¹, e quando há deficiência hídrica em certas regiões realiza-se o parcelamento das doses de nitrogênio, aplicando-se 1/3 na semeadura e 2/3 no início da floração.

Entretanto Buzetti et al. (2006) estudando os efeitos de doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clorimequat, nos cultivares IAC 201 e IAC 202, observaram que para a altura de plantas houve aumento linear e significativo até a dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, mas esse aumento não ocasionou um aumento da ocorrência de acamamento, mesmo para tratamentos com ausência do regulador.

Hernandes et al. (2010) constataram o aumento na altura das plantas de arroz com o fornecimento de doses crescentes de nitrogênio e a produtividade máxima do cultivar BRSMG Curinga foi obtida com a dose de 122 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Trabalho desenvolvido por Moura (2011) utilizando o cultivar Primavera sob o efeito de lâminas de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura, observou que a altura de plantas foi afetada pelas lâminas de água e doses de nitrogênio, até 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou aumento linear da altura de plantas, número de colmos e de panículas m⁻², número de grãos totais e número de grãos cheios, porém o acamamento não ocorreu e as doses de nitrogênio não influenciaram na produtividade.

Cabe ressaltar que o efeito do nitrogênio na altura das plantas depende de outros fatores, não só da dose a ser utilizada, como o uso de cultivares com resposta diferencial ao N,

luminosidade, temperatura e umidade. Acredita-se haver um efeito entre o N e a disponibilidade hídrica, que acarreta acamamento parcial ou total das plantas (ARF, 1993).

2.2.3 Disponibilidade hídrica

A necessidade de água pela cultura do arroz é influenciada por fatores climáticos (radiação solar, temperatura, conteúdo de água no ar, vento), por fatores do solo (textura, estrutura, topografia, profundidade do lençol freático) e por práticas culturais (sistema de cultivo, população de plantas, época de semeadura, ciclo do cultivar) (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

No que se diz respeito ao consumo de água pela cultura do arroz, 30% é consumido durante a fase vegetativa, 55% durante a fase reprodutiva, e 15%, na fase de maturação (BRUNINI et al., 1981; CARVALHO JÚNIOR, 1987).

Perdas significativas de produção ocasionadas por períodos sem chuvas em arroz cultivado em sistema de sequeiro são comuns; o zoneamento agroclimático que indica a melhor época de semeadura para cada região reduziu em muito esse problema, mas em anos atípicos essa adversidade certamente irá prejudicar o desenvolvimento da cultura (YAMASHITA, 2013).

Stone, Libardi e Reichardt (1984) em estudos com diferentes cultivares, em quatro lâminas d'água e dois tratamentos de vermiculita, observaram efeitos da deficiência hídrica na produtividade, ocorreu à redução do número de grãos cheios por panícula, o peso dos grãos, altura de plantas, aumento da percentagem de grãos vazios e conseqüentemente redução na produção.

A deficiência hídrica reduz a produção, mas esta redução depende, sobretudo, do estágio de desenvolvimento em que ocorre a severidade e a duração da deficiência (FAGERIA, 1984). Na fase vegetativa a deficiência hídrica aumenta o ciclo da cultura do arroz (STONE; LIBARDI; REICHARDT, 1984; CRUSCIOL, 1995; ARF et al., 2001; RODRIGUES; SORATTO; ARF, 2004; SILVA et al., 2009). Na fase reprodutiva, resulta em panículas mal expostas, ou mesmo não emitidas, bem como o dessecação parcial ou total das espiguetas (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Deficiências hídricas simuladas pela supressão da irrigação, em casa de vegetação, no início da emissão das panículas, com duração de quatro a oito dias, provocaram reduções da ordem de 60 a 87%, respectivamente, na produtividade de grãos (STONE; LIBARDI; REICHARDT, 1986). Assim Stone e Silva (1998) constataram que a deficiência hídrica

afetou todos os componentes da produtividade, devido ao estresse ter ocorrido na fase reprodutiva o componente mais afetado foi o número de grãos por panícula, ocasionando esterilidade das espiguetas e conseqüente redução do número de grãos formados.

Para evitar esse problema sobre a deficiência hídrica, Arf et al. (2002) apontaram como solução o uso da irrigação por aspersão para diminuir o risco de perdas da cultura, melhorar a qualidade dos grãos e aumentar a produtividade.

De acordo com Crusciol et al. (2002), o uso e manejo inadequado da água de irrigação tem ocasionado nos cultivares com plantas do tipo tradicional e intermediário, grande tendência ao acamamento, já que a maioria apresenta porte relativamente alto e colmos com baixa resistência. O acamamento reduz a produtividade e prejudica a qualidade das sementes.

2.3 REGULADOR DE CRESCIMENTO E O USO DO REGULADOR ETIL-TRINEXAPAC

O desenvolvimento vegetal é regulado por fatores intrínsecos, como os hormônios, os principais são: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, brassinosteroides, jasmonatos, ácido salicílico e estrigolactonas (TAIZ et al., 2017), além dos fatores extrínsecos ao crescimento das plantas. O hormônio vegetal sobre o qual os reguladores de crescimento atuam é a giberelina, que tem a sua biossíntese inibida (REDDY et al., 1995).

As giberelinas promovem o crescimento do caule e foram descobertas em relação à “doença da planta boba” do arroz. Agricultores da Ásia, plantadores de arroz, conheciam uma doença que fazia com que as plantas de arroz crescessem excepcionalmente (TAIZ; ZEIGER; 2006), o que as deixava suscetíveis à queda e com produção reduzida, daí o nome *bakanae*, ou “doença da planta boba” (TAIZ et al., 2017). Os fitopatologistas, ao investigarem essa doença, descobriram que a altura dessas plantas era induzida por um composto secretado por um fungo, que infectava o vegetal. Este composto foi isolado a partir de filtrados das culturas de fungo e chamado de giberelina, em alusão ao nome do fungo, *Gibberella fujikuroi* (TAIZ; ZEIGER; 2006). Posteriormente, foi demonstrado que as giberelinas são hormônios vegetais naturais (TAIZ et al., 2017).

A maioria dos reguladores 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 reguladores que

reduzem a estatura de plantas são normalmente antagonistas às giberelinas e agem modificando o metabolismo destas (RODRIGUES et al., 2003).

Assim os inibidores da síntese de giberelinas são usados comercialmente para evitar o alongamento em algumas plantas, em que a redução na altura é desejável, como alternativa para minimizar o acamamento. A altura é também uma desvantagem para os cereais cultivados em climas frios e úmidos, como ocorre na Europa, onde o acamamento pode ser um problema. A curvatura dos caules em direção ao solo, causada pelo peso da água acumulada nas espigas maduras, dificulta a colheita do grão com uma colheitadeira combinada. Os entrenós mais curtos reduzem a tendência ao acamamento, aumentando a produção (TAIZ; ZEIGER, 2006).

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 na massa seca de colmo da cana. Em adição a estes benefícios, a aplicação de etil-trinexapac não afeta a produção de perfilhos, altura da planta ou o diâmetro dos colmos, na safra seguinte (RESENDE et al., 2001).

Definidos como reguladores vegetais - substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (CASTRO; VIEIRA, 2001) - os maturadores referem-se a compostos químicos capazes de modificar a morfologia e a fisiologia da planta, com propriedade de paralisar o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar induzindo a translocação e o armazenamento de açúcares, principalmente sacarose, podendo ocasionar modificações qualitativas e quantitativas na produção (CASTRO, 1999).

Leite et al. (2008), estudaram os efeitos de quatro maturadores da classe dos retardantes de crescimento (ethefon, etil-trinexapac, KNO_3 e KNO_3 + Boro) e uma testemunha (maturação natural) na cultura da cana-de-açúcar, observaram que a eficiência dos maturadores depende da época de aplicação, das condições climáticas e da característica genética da variedade.

A utilização de reguladores vegetais na cultura do algodão é eficiente na redução do porte das plantas (LAMAS, 2001; NAGASHIMA; SANTOS; MIGLIORANZA, 2011), como também na cultura do trigo para evitar o acamamento de plantas (ZAGONEL; FERNANDES, 2007; ESPINDULA et al., 2010). Entretanto, as informações para a cultura do arroz de terras altas sobre o efeito de reguladores vegetais nos processos fisiológicos da planta, no impacto

dos componentes de produção e produtividade da cultura ainda são escassas (ALVAREZ, 2003; BUZETTI et al., 2006; ALVAREZ et al., 2007b; NASCIMENTO, 2008; YAMASHITA, 2013; ALVAREZ et al., 2016).

Hawerth et al. (2015), avaliando os efeitos da aplicação de etil- trinexapac nos estádios de primeiro e segundo nós visíveis no colmo em alongação de aveia-branca, em diferentes ambientes de cultivo e doses de nitrogênio, verificaram que com o aumento crescente das doses houve diminuição na altura das plantas e o regulador de crescimento etil-trinexapac não influenciou negativamente na produtividade de grãos de aveia-branca.

Em estudo realizado com a cultura do trigo, Martins et al. (2014) avaliaram os efeitos de épocas de aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac, associado ou não ao sombreamento artificial em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do trigo, observaram que houve redução do comprimento do pedúnculo e da altura das plantas de trigo, e independentemente da época que o regulador de crescimento foi aplicado, não interferiu na produtividade da cultura. Já Alvarez et al. (2007b) em arroz de terras altas irrigado por aspersão testou três reguladores vegetais (cloreto de mepiquat, etil-trinexapac e paclobutrazol) e quatro doses (0, 2000, 4000, e 8000 ml L⁻¹ do produto comercial), aplicados durante o perfilhamento usando o cultivar Primavera. Constataram que a aplicação do etil- trinexapac reduziu a altura da planta, mas influenciou negativamente os componentes de produção e produtividade dos grãos.

O etil-trinexapac é um regulador de crescimento vegetal que atua na síntese de giberelinas, a partir do GA₁₂-aldeído, inibindo, a partir deste, a síntese de giberelinas de alta eficiência biológica, como GA₁, GA₄, GA₉ e GA₂₀. Dessa forma, em função de sua ação, as plantas têm dificuldade de formação dessas giberelinas ativas e passam a sintetizar e acumular giberelinas biologicamente menos eficientes, como GA₈, GA₁₇, GA₁₉, o que leva, na prática, à drástica redução no alongamento celular (crescimento), sem causar deformação morfológica no caule (TAIZ; ZEIGER, 1998). Além dos efeitos do regulador de crescimento na planta a época de aplicação também interfere na redução expressiva da estatura da planta.

De acordo com a literatura pesquisada, reguladores vegetais que são inibidores da síntese do ácido giberélico como o etil- trinexapac demonstram obter o maior potencial para utilização na cultura do arroz de terras altas, resultando em respostas significativas na redução do desenvolvimento das plantas. O momento e os modos de aplicação do regulador de crescimento têm sido alvo 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).

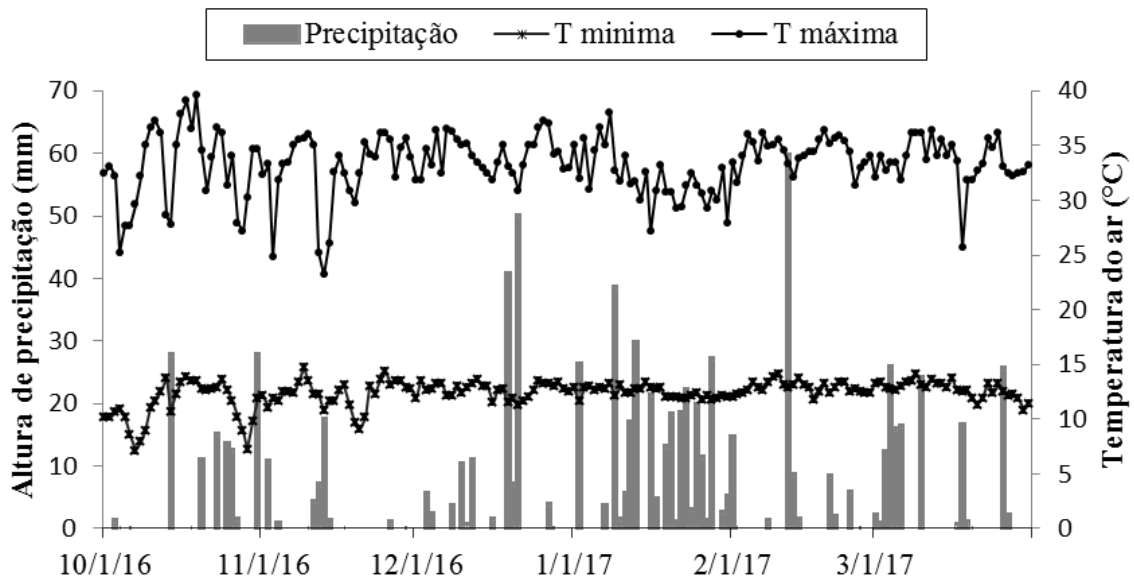
Assim, é necessário que novos estudos envolvendo doses de etil-trinexapac e momentos de aplicação sejam realizados visando definir com maior precisão a dose e o momento de aplicação visando reduzir a altura de plantas, conseqüentemente eliminar o acamamento facilitando a realização da colheita sem interferir na qualidade e produtividade de grãos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola 2016/17 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 do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- 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). Os valores diários da precipitação pluvial e temperatura do ar, máxima e mínima, foram registrados durante o período de condução do experimento (Figura 1).

Figura 1- Valores diários da altura de precipitação e da temperatura do ar máxima e mínima, durante o período de outubro de 2016 a março de 2017.



Fonte: Dados do próprio autor

Antes da instalação do experimento, foi coletada amostra composta, originada de 20 amostras simples do solo da área experimental, na camada de 0 – 0,20 m. As características químicas da área, segundo método descrito por Raij e Quaggio (1983), apresentou os seguintes valores (Tabela 1):

Tabela 1- Resultados de análise química do solo na camada de 0-0,20 m. Selvíria (MS), 2016.

P resina mg dm⁻³	M.O. g dm⁻³	Ph CaCl₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V (%)
						mmol_c dm⁻³			
16	18	4,8	8,4	12,0	12,0	15,0	0	47,4	68

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso disposto em esquema fatorial 5x3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco doses de etil-trinexapac (zero; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g ha⁻¹ do i.a.), aplicado em três estádios de desenvolvimento das plantas. A avaliação dos estádios de desenvolvimento da cultura foi efetuada seguindo a escala de Counce et al. (2000), descrita na Tabela 2. As aplicações do etil-trinexapac foram realizadas com o desenvolvimento da 6^a, 7^a e 8^a folha do colmo principal. A avaliação dos estádios de desenvolvimento da cultura do arroz foi realizada de acordo com Freitas et al. (2006), os quais avaliaram dez plantas identificadas na linha intermediária de cada tratamento e foram acompanhados o desenvolvimento dessas plantas durante todo o ciclo. Nos estádios vegetativos, utilizou-se um fio plástico para acompanhar a emissão das folhas no colmo principal; então quando uma folha apresentava o colar formado (estava expandida conforme o critério da escala de Counce et al. (2000)) o fio plástico era transferido para esta, e conforme o desenvolvimento da cultura, o fio plástico ia sendo transferido.

Visando superar a dificuldade em avaliar o desenvolvimento da cultura do arroz através de dias após emergência, que pode variar muito em função do ciclo do cultivar, temperaturas do solo, do ar e da água de irrigação, disponibilidade de radiação solar, condições hídricas e nutricionais, época de semeadura, região de cultivo e estação de crescimento. Counce et al. (2000), desenvolveram uma escala de idade fisiológica da cultura do arroz, dividia em: estádios de desenvolvimento de plântula, vegetativo e reprodutivo, dessa forma, há maior entendimento do desenvolvimento da planta e melhoria nas condições de manejo da cultura (SOSBAI, 2016). Pois a aplicação de redutores de crescimento com base no tempo calendário (dias) implica grande probabilidade de atingir as plantas fora do estágio ideal (RORIGUES et al., 2003).

Tabela 2- Escala de Counce et al. (2000).

Estádios de desenvolvimento de plântula	
S0 -	Semente seca de arroz
S1 -	Emergência do coleóptilo ou radícula
S2 -	Emergência do coleóptilo e radícula
S3 -	Emergência do perfilo do coleóptilo
Estádios de desenvolvimento vegetativo	
V1 -	Colar formado na 1ª folha do colmo principal
V2 -	Colar formado na 2ª folha do colmo principal
V3 -	Colar formado na 3ª folha do colmo principal
V4 -	Colar formado na 4ª folha do colmo principal
V5 -	Colar formado na 5ª folha do colmo principal
V6 -	Colar formado na 6ª folha do colmo principal
V7 -	Colar formado na 7ª folha do colmo principal
V8 -	Colar formado na 8ª folha do colmo principal
V9 – (VF-4) -	Colar formado na 9ª folha do colmo principal, faltando 4 folhas para o surgimento da folha bandeira
V10 – (VF-3) -	Colar formado na 10ª folha do colmo principal, faltando 3 folhas para o surgimento da folha bandeira.
V11 – (VF-2) -	Colar formado na 11ª folha do colmo principal, faltando 2 folhas para o surgimento da folha bandeira.
V12 – (VF-1) -	Colar formado na 12ª folha do colmo principal, faltando 1 folha para o surgimento da folha bandeira.
V13 – (VF) -	Colar formado na folha bandeira.
Estádios de desenvolvimento reprodutivo	
R0 -	Iniciação da panícula
R1 -	Diferenciação da panícula
R2 -	Formação do colar na folha bandeira
R3 -	Exserção da panícula
R4 -	Antese
R5 -	Elongação do grão
R6 -	Expansão do grão
R7 -	Maturidade de um grão da panícula
R8 -	Maturidade completa da panícula

A diferenciação da panícula (R1) ocorre no estágio de sete folhas expandidas, independente do cultivar e época de semeadura adotadas (FREITAS et al., 2006).

3.3 PREPARO DA ÁREA PARA SEMEADURA

O preparo de solo da área foi convencional, realizado com escarificador e gradagem, utilizando grade intermediária seguida de gradagem com grade leve, para nivelamento.

3.4 CARACTERÍSTICAS DO CULTIVAR

Segundo o Comunicado Técnico de 2014 da Embrapa, o cultivar BRS Esmeralda é oriundo de um cruzamento simples, envolvendo a linhagem CNAx4909-68-MM2-PY2 e o cultivar BRS Primavera, visando reunir resistência à brusone, rusticidade, alto potencial produtivo e qualidade de grãos. Em comparação com o BRS Primavera, é mais produtiva, mais resistente ao acamamento e mais resistente à brusone. Possui grande estabilidade e adaptabilidade em diversas regiões do País, o que se deve à sua tolerância a estresses abióticos, como condições menos favoráveis de solo e clima. A arquitetura das plantas pode ser classificada como intermediária, situando-se entre a considerada moderna e a tradicional, para o arroz de terras altas.

BRS Esmeralda possui como principais características a alta produtividade, plantas vigorosas com boa arquitetura e senescência tardia (“stay green”). Seus grãos são longo-finos e apresentam ótima qualidade de cocção. É um cultivar de ampla adaptação e estabilidade de cultivo nas principais regiões produtoras do Brasil, apresentando tolerância a veranicos superior às demais cultivares do mercado (EMBRAPA, 2014).

3.5 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 05 de novembro de 2016, utilizando quantidade de sementes necessárias para se obter 180 plantas m^{-2} do cultivar BRS Esmeralda. Junto com as sementes foi realizado o tratamento de sementes com piraclostrobina (25 g L^{-1}) + tiofanato metílico (225 g L^{-1}) + fipronil (250 g L^{-1}) na dose de 2 ml kg^{-1} de semente, visando controle de pragas e doenças de solo. A emergência das plântulas ocorreu no dia 11 de novembro de 2016. As parcelas foram constituídas por cinco linhas com 4,5 m de comprimento espaçadas 0,35 m entre si.

A adubação mineral nos sulcos de semeadura bem como a cobertura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e a cultura, levando-se em consideração as

recomendações de Cantarella e Furlani (1996). Foi constituído de 250 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 e 60 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio) aplicado manualmente aos 26 dias após a emergência das plântulas (DAE), em estágio de pleno perfilhamento, em seguida foi realizada a irrigação por aspersão.

O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por um sistema fixo de irrigação 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 costal manual, 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 tarde, das 17 às 18h, com ausência ou pouca incidência de vento.

O manejo de plantas daninhas foi realizado utilizando herbicidas em pré-emergência (pendimethalin, 1.400 g ha⁻¹ do i.a.) e em pós-emergência (metsulfuron-methyl, 2 g ha⁻¹ do i.a.). As demais plantas daninhas não atingidas pelos herbicidas foram controladas manualmente com auxílio de enxada. Foi realizada uma aplicação de trifloxystrobina + tebuconazol (75+150 g ha⁻¹ do i.a.) com o objetivo de prevenir possível ocorrência de brusone; também foi aplicado thiamethoxam (25 g ha⁻¹ do i.a.) para controle do percevejo do colmo. A colheita foi realizada manualmente no dia 20 de fevereiro de 2017 aos 102 DAE.

3.6 AVALIAÇÕES REALIZADAS

3.6.1 Altura de plantas (m)

A medição foi realizada na área, no estágio de grãos na forma pastosa, determinando dez pontos por parcela, avaliando a distância média compreendida da superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta.

3.6.2 Acamamento de plantas

Foi obtido por observações visuais e atribuição de notas, 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 em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente convertido por metro quadrado.

3.6.4 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.

3.6.5 Número de grãos cheios e chochos por panícula

Foi determinado pela contagem do número de grãos cheios e chochos de 20 panículas, após o desprendimento dos grãos, manualmente, das panículas e em seguida separação dos mesmos por fluxo de ar e posterior contagem em um contador de grãos.

3.6.6 Massa de cem grãos

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

3.6.7 Massa hectolétrica

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.

3.6.8 Produtividade de grãos

Determinada pela pesagem dos grãos em casca, provenientes da área útil das parcelas, convertida em kg ha^{-1} . Os valores das massas foram corrigidos para umidade de 13% (base úmida), pois a determinação do grau de umidade em média foi 12,6%.

3.6.9 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.

3.6.10 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo os dados qualitativos comparados pelo teste de Tukey e os dados quantitativos pela análise de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR desenvolvido por Ferreira (2007).

3.6.11 Análise econômica

Para fins de análise econômica, cada tratamento foi considerado como uma lavoura comercial, sendo utilizado o mesmo espaçamento para todos os tratamentos, variando apenas as doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento. Os coeficientes técnicos das operações, isto é, o tempo necessário para realiza-las por unidade de área e outras informações técnicas, foram levantados com o auxílio de técnicos com experiência na cultura, na região. As operações mecanizadas referentes ao preparo do solo foram executadas com trator de 100 cv de potência. A semeadura e adubação de cobertura foram realizadas com trator de 75 cv de potência, com uma semeadora com mecanismo de distribuição de sementes por discos alveolados de 5 linhas espaçadas de 0,35m (largura 1,75m). Para as pulverizações, utilizou um trator de 85 cv de potência e pulverizador de barras de 14 m. Já para a colheita, utilizou uma colhedora automotriz com plataforma de rígida de 12,75 pés (3,75m). Em relação à irrigação, foi utilizado o modelo matemático para cálculo dos custos e otimização de sistemas de bombeamento, pelo programa: Otimização de Sistemas Elevatórios (“OSE”), Zocoler (2003). Com uma estimativa de utilização anual do sistema de 2000h, e precipitação total no período em torno de 200 mm.

Para o cálculo do custo de produção, foi utilizada a estrutura do custo operacional total de produção, adotada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e proposto por Matsunaga et al. (1976). O Custo Operacional Efetivo (COE) constitui-se das despesas com operações mecanizadas, operações manuais e materiais consumidos. Se forem acrescentadas ao COE depreciação de máquinas, outras despesas e juros de custeio, têm-se o Custo Operacional Total (COT). Os custos foram obtidos com base nos seguintes itens:

a) para as operações manuais, foi realizado um levantamento das necessidades de mão de obra nas diversas fases do ciclo produtivo do arroz, relacionando, para cada operação, o número de homens/dia (HD) para executá-la e, em seguida, multiplicado o coeficiente técnico de mão de obra pelo valor médio pago da região;

b) os gastos com materiais foram obtidos mediante o produto entre a quantidade dos materiais usados e os seus respectivos preços de mercado;

c) para outras despesas considerou-se a taxa de 5% do total das despesas com o COE;

d) os juros de custeio foram obtidos considerando-se a taxa de 8,75% a.a. (taxa de juros utilizada em operações de crédito rural) sobre 50% do COE;

e) a depreciação dos bens de capital fixo foi calculada pelo método linear:

$$\text{Depreciação} = (\text{valor inicial do bem} - \text{valor final})/\text{vida útil.}$$

Para determinar a rentabilidade dos tratamentos envolvidos, proposto por Martin et al. (1998), foram calculados os seguintes itens:

a) receita bruta (RB), em R\$, obtida entre a quantidade produzida (em número de sacos de 60 kg) e o preço médio recebido pelo produtor, em R\$:

$$\text{RB} = \text{quantidade produzida (sc/ha)} \times \text{preço da saca por unidade};$$

b) o lucro operacional (LO), como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total:

$$\text{LO} = \text{RB} - \text{COT};$$

c) índice de lucratividade (IL), entendido como a proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura do custo operacional total de produção:

$$\text{IL} = (\text{LO}/\text{RB}) \times 100;$$

d) preço de equilíbrio (PE), dado, em determinado nível de custo operacional total de produção, como o preço mínimo necessário a ser obtido para cobrir o COT, considerando-se a produtividade média obtida pelo produtor:

$$\text{PE} = \text{COT}/\text{produtividade média obtida pelo produtor};$$

e) produtividade de equilíbrio (ProE), dada, em determinado nível de custo operacional total de produção, como a produtividade mínima necessária para cobrir o COT, considerando-se o preço médio recebido pelo produtor:

$$\text{ProE} = \text{COT}/\text{preço médio recebido pelo produtor.}$$

Os valores de produtividade dos tratamentos foram convertidos em sacos (sc) de 60 kg de grãos, que é a forma tradicional de comercialização, pelos produtores da região. Os preços dos insumos e do produto referem-se aos pagos pelos produtores na região em 2017. Os preços recebidos pelos produtores nos últimos 5 anos foram: R\$ 39,22 (abril de 2013), R\$

43,85 (abril de 2014), R\$ 43,19 (abril de 2015), R\$ 42,88 (abril de 2016) e R\$ 51,16 (abril de 2017), publicados no Agrolink (2017). Neste trabalho, considerou-se o preço médio dos últimos 5 anos recebidos pelos produtores, sendo R\$ 41,53 para a safra 2016/2017. Esses preços médios foram indexados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGPDI) – publicado pela Fundação Getúlio Vargas (2017) para o mês de abril de 2017, e corresponde a R\$ 39,91/saca.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à altura das plantas verifica-se que ocorreu efeito de épocas, doses e interação entre épocas de aplicação e as doses do regulador de crescimento (Tabela 3). O desdobramento dessa interação significativa encontra-se na Tabela 4. É possível verificar redução na altura das plantas em relação às épocas de aplicação e doses de etil-trinexapac. Em razão de ser um regulador com forte ação na inibição da elongação dos entrenós, o que reduz a estatura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e perdas na produtividade associadas a esse fenômeno (RODRIGUES et al., 2003).

Tabela 3- Valores médios de altura de plantas, grau de acamamento e panículas por metro quadrado, em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Tratamentos	Altura de plantas (m)	Acamamento (notas) ⁽¹⁾	Panículas m ⁻²
Épocas de aplicação			
6 folhas	0,98	1,90 a	288
7 folhas	0,89	1,50 ab	283
8 folhas	0,79	0,75 b	263
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹ do i.a.)			
0	1,02	4,25 ⁽²⁾	284
37,5	0,96	1,08	295
75,0	0,86	1,08	295
112,5	0,84	0,5	253
150,0	0,76	0,0	264
Valores de F			
Épocas (E)	54,23*	6,29*	2,03 ^{ns}
Doses (D)	39,42*	25,87*	2,53 ^{ns}
E*D	6,34*	1,48 ^{ns}	1,79 ^{ns}
C.V. (%)	6,35	31,88	14,76

n.s – não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas de aplicação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. – coeficiente de variação.

⁽¹⁾ Escala de notas para acamamento: 0 (sem acamamento); 1 (1 a 5% de plantas acamadas); 2 (5 a 25%); 3 (25 a 50%); 4 (50 a 75%); 5 (75 a 100% de plantas acamadas). A análise se refere aos dados transformados em $(x+0,5)^{0,5}$. ⁽²⁾ $y = 0,00024x^2 - 0,060x + 3,88$ ($R^2=0,89$).

Para a altura de plantas (Tabela 4), observando doses dentro de épocas de aplicação, obtiveram-se equações lineares para a aplicação do regulador por ocasião da 6ª e 7ª folhas, e equação quadrática quando aplicado por ocasião da 8ª folha. A altura de plantas diminuiu em todas as épocas com a aplicação do regulador de crescimento. Comportamento semelhante foi observado por Nascimento et al. (2009) ao estudarem a aplicação de doses e épocas do regulador etil-trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Os autores

constataram que as doses crescentes do regulador vegetal promoveram redução na altura de plantas do cultivar Primavera.

Castilho et al. (2012), avaliando o efeito do uso do regulador etil-trinexapac, aplicado por ocasião da diferenciação floral das plantas, no cultivar Primavera semeado com diferentes densidades, observaram que na dose de 150 g ha^{-1} houve redução na altura das plantas de arroz, aproximadamente em 15 e 39 cm, nos anos agrícolas 2007/08 e 2008/09, respectivamente. Para Arf et al. (2012), utilizando a mesma dose e época de aplicação do etil-trinexapac, de 150 g ha^{-1} , por ocasião da diferenciação floral, constataram redução na altura das plantas em 0,20 m e 0,37 m, respectivamente dos cultivares BRS Primavera e BRS Soberana. Em relação ao presente trabalho o ajuste da equação quadrática da altura foi com a dose de 138 g ha^{-1} de etil- trinexapac aplicada por ocasião da 8ª folha, apresentou redução na altura do cultivar BRS Esmeralda em 0,36 m em relação à testemunha (Figura 2), e propiciou o menor valor de estatura das plantas quando comparada as aplicações por ocasião da 6ª e 7ª folha. Fato este visível a campo em que parcelas que receberam aplicações por ocasião da 8ª folha em maiores doses, as plantas apresentavam menor tamanho da folha bandeira, retração da panícula no colmo e menor tamanho da panícula.

Figura 2- Aplicação de etil-trinexapac por ocasião da oitava folha à esquerda, e sem aplicação à direita. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Zagonel e Fernandes (2007) observaram em cultivares de trigo que aplicações tardias do etil-trinexapac podem reduzir muito o comprimento do último entrenó (pedúnculo), com

isso parte ou toda a espiga fica retida na bainha da folha bandeira, interferindo na antese e na formação dos grãos. Assim cuidados devem ser tomados em aplicações tardias, demonstrando a importância em adequar as doses e as épocas de aplicação do regulador de crescimento na cultura a ser utilizada.

Tabela 4- Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à altura de plantas. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Épocas	Altura de plantas (m)					Análise Regressão
	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹ do i.a.)					
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	1,04 a	1,02 a	0,97 a	0,98 a	0,89 a	RL* ⁽¹⁾
7 folhas	0,98 a	0,97 ab	0,91 a	0,86 b	0,75 b	RL* ⁽²⁾
8 folhas	1,04 a	0,90 b	0,69 b	0,68 c	0,65 c	RQ* ⁽³⁾

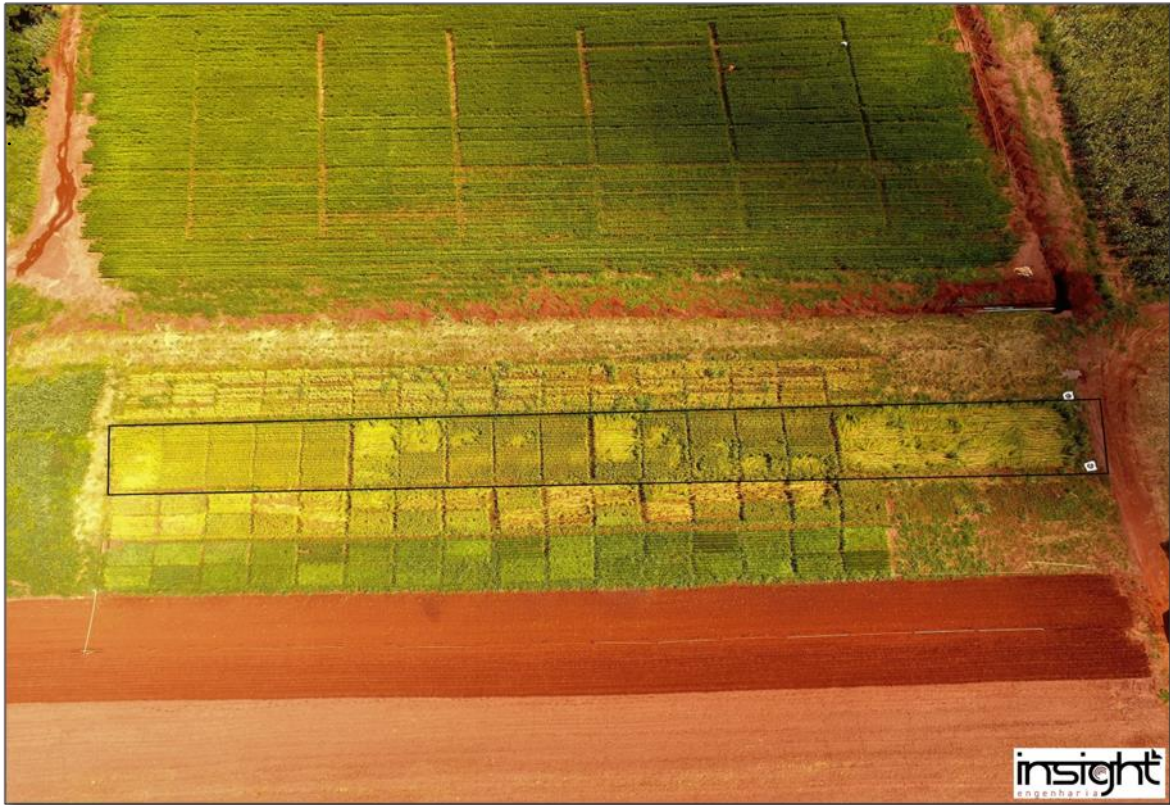
DMS = 0,097

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. D.M.S. – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey; RL=Regressão linear e RQ=Regressão Quadrática. ⁽¹⁾ $y = -0,000847x + 1,0445$ ($R^2 = 0,85$); ⁽²⁾ $y = -0,00156x + 1,0155$ ($R^2 = 0,92$) e ⁽³⁾ $y = 0,000021x^2 - 0,0058x + 1,0564$ ($R^2 = 0,97$).

A redução da estatura da planta usando este regulador de crescimento foi encontrada também em outros trabalhos como em trigo (BERTI; ZAGONEL; FERNANDES, 2007; ESPINDULA et al., 2010), soja (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008), cana-de-açúcar (FARIA et al., 2015), aveia-branca (GUERREIRO; OLIVEIRA, 2012), milho (*Zea mays* L.) (PRICINOTTO et al., 2015) e *Crotalaria juncea* (KAPPES et al., 2011).

No que se refere aos valores obtidos para acamamento, houve efeito significativo para época de aplicação e para doses utilizadas (Tabela 3). Quanto ao efeito das épocas de aplicação, o uso do etil-trinexapac por ocasião da 8ª folha propiciou menores valores para notas de acamamento. O acamamento de plantas teve comportamento semelhante ao da altura, menores valores de altura propiciaram menores notas de acamamento. No caso das doses, os valores obtidos se ajustaram à equação quadrática. Parcelas que não receberam a aplicação do regulador alcançaram as maiores notas de acamamento, fato este visualizado a campo, que por ocasião de chuva com ventos fortes, às vésperas da colheita, as parcelas em que não receberam o etil-trinexapac acamaram totalmente (Figura 3, 4, 5 e 6).

Figura 3- Imagem aérea realizada com drone, em destaque área experimental. Selvíria, MS, Brasil, 2016/2017.



Fonte: Insight Engenharia

Figura 4- Parcela sem aplicação do regulador de crescimento etil- trinexapac. Selvíria, MS, Brasil, 2016/2017.



Fonte: Insight Engenharia

Figura 5- Área experimental em destaque com parcelas acamadas do cultivar BRS Esmeralda. Selvíria, MS, Brasil, 2016/2017.



Fonte: Insight Engenharia

Figura 6- Acamamento do cultivar BRS Esmeralda próximo do ponto de colheita. Selvíria, MS, Brasil, 2016/2017.



Fonte: Dados do próprio autor

Nascimento et al. (2009), também estudando os efeitos de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac e épocas de aplicação em arroz de terras altas, utilizando o cultivar Primavera, verificaram que a aplicação na época da diferenciação floral de doses do regulador de 75 a 150 g ha⁻¹ pode minimizar ou eliminar o problema do acamamento em plantas de arroz.

Em experimento realizado no Mato Grosso do Sul, Silva (2009) avaliou o efeito do etil-trinexapac aplicado por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula, na dose 150 g ha⁻¹ do ingrediente ativo, em diferentes densidades de semeadura no cultivar BRS Primavera, observou que o tratamento com a aplicação do regulador de crescimento reduziu e eliminou o acamamento, e parcelas em que não receberam a aplicação do regulador, obteve de 50 a 75% de plantas acamadas, impossibilitando assim a colheita mecânica.

Arf et al. (2012), observaram que aplicações de etil-trinexapac também por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula, nos cultivares Caiapó, BRS Soberana e BRS Primavera, nas doses de 50 g ha⁻¹, 100 g ha⁻¹ e 150 g ha⁻¹ respectivamente, reduziu a estatura das plantas e propiciou ausência de acamamento dos cultivares de arroz de terras altas irrigadas por aspersão.

Além da redução na altura de plantas por meio do uso de reguladores de crescimento, visando minimizar ou proporcionar ausência de acamamento. Esse resultado é expressivo quando associado a diversos fatores, como épocas de aplicação, época de semeadura, doses, condições de ambiente, estado nutricional e fitossanitário da cultura (RODRIGUES et al., 2003).

Analisando os valores de panículas por metro quadrado, não houve efeito significativo dos tratamentos e nem interação significativa em relação às doses e as épocas (Tabela 3), fato este também observado por Arf et al. (2012) em alguns cultivares testadas aliadas a doses de etil-trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão, e por Silva (2009) em experimento realizado em Selvíria, MS, avaliando o efeito do etil-trinexapac em diferentes densidades de semeadura em cultivares de arroz. Neste caso específico o etil-trinexapac pode ter influenciado na formação de perfilhos de ordem mais elevada, como os terciários e quaternários (ALVAREZ, 2003).

Resultado semelhante também foi observado por Buzetti et al. (2006), estudando outro regulador de crescimento o cloreto de cloromequat e doses de nitrogênio em cultivares de arroz de terras altas, constatou que não houve influencia do regulador de crescimento no número de panículas.

Entretanto Alvarez, Crusciol e Nascente (2014), avaliando a eficiência de três reguladores vegetais, o cloreto de mepiquat, etil-trinexapac e paclobutrazol, aplicados no estágio de diferenciação do primórdio da panícula, utilizando o cultivar Primavera, observaram para número de panículas por metro quadrado uma redução linear com o aumento das doses dos reguladores de crescimento, principalmente com a aplicação do etil-trinexapac. Essa variação é um indicativo que as condições de manejo, cultivar, época, local e outros influenciam na resposta da cultura (BUZZETI et al., 2006).

No caso de grãos cheios e grãos totais ocorreu efeito significativo para doses do regulador e épocas de aplicação (Tabela 5), ambos os casos o número de grãos cheios e totais diminuíram com a aplicação por ocasião da 8ª folha se comparado com a aplicação na 6ª folha. Aplicações tardias podem causar retração da panícula interferindo no enchimento e formação dos grãos, fato este visualizado a campo.

Tabela 5- Valores médios de grãos cheios, chochos e totais por panícula em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Tratamentos	Grãos cheios	Grãos chochos	Grãos totais
Épocas de aplicação			
6 folhas	134 a	9 b	143 a
7 folhas	123 ab	9 b	132 b
8 folhas	117 b	19 a	136 ab
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹ do i.a.)			
0	137 ⁽¹⁾	15	152 ⁽²⁾
37,5	131	12	143
75,0	125	13	138
112,5	120	9	129
150,0	110	13	123
Valores de F			
Épocas (E)	6,56*	19,48*	3,21*
Doses (D)	5,77*	1,34 ^{ns}	8,11*
E*D	1,81 ^{ns}	0,66 ^{ns}	2,14 ^{ns}
C.V. (%)	12,02	47,53	10,23

n.s -não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas de aplicação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. – coeficiente de variação. ⁽¹⁾ $y = -0,173x + 137$ ($R^2 = 0,98$); ⁽²⁾ $y = -0,194x + 152$ ($R^2 = 0,99$).

Para as doses do regulador de crescimento os valores obtidos se ajustaram a regressão linear decrescente. Dessa maneira, quanto maior a dose utilizada do regulador de crescimento obteve-se menores quantidades de grãos cheios e totais.

Resultados semelhantes foram observados por Nascimento et al. (2009) que verificaram menores valores para número de grãos por panícula conforme o aumento das doses do etil-trinexapac. O mesmo foi observado por Alvarez et al. (2007a), onde houve redução no número de grãos cheios e totais por panícula com o uso do regulador de crescimento etil-trinexapac na dose de 200 g ha⁻¹. Distinto de Yamashita (2013), que não observou efeito de doses do etil-trinexapac e épocas de aplicação em arroz de terras altas irrigado por aspersão, para valores de espiguetas granadas e totais, em ambos os anos estudados. A possível causa seria que com o uso do regulador de crescimento ocorrem interferências nos processos de formação das plantas, como das ramificações das ráquis e espiguetas por ramificações, e nos processos de formação de flores (estames e ovário) e meiose (formação de gametas masculino e feminino), com isso diminuindo a fertilidade das espiguetas (ALVAREZ et al., 2007a).

Porém, Castilho et al. (2012), avaliando o efeito do etil-trinexapac em diferentes densidades de semeadura em arroz de terras altas, observaram que a aplicação por ocasião da diferenciação floral das plantas na dose de 150 g ha⁻¹ do regulador de crescimento etil-trinexapac, aumentou o número de grãos cheios por panícula, provavelmente devido ao fato de ocorrer uma melhor distribuição dos fotoassimilados, os quais eram utilizados para o crescimento excessivo da cultura acarretando assim melhor enchimento de grãos.

Houve efeito significativo apenas para épocas de aplicação para o número de grãos chochos por panícula (Tabela 5). A aplicação por ocasião da 8ª folha resultou em maiores números de grãos chochos por panícula em relação às aplicações nas demais épocas. Dados semelhantes foram encontrados por Yamashita et al. (2013), que avaliando doses do regulador etil-trinexapac e épocas de aplicação no arroz de terras altas irrigado por aspersão, constataram efeito significativo do número de grãos chochos apenas para épocas na safra 2010/11, e maiores números de grãos chochos por panícula foram observados na fase de emborrachamento da cultura, em relação as demais épocas. Já Nascimento (2008) observou que os menores números de grãos chochos por panícula encontram-se com a aplicação do etil-trinexapac entre o perfilhamento e a diferenciação floral, nas doses de 150 e 225 g ha⁻¹, diferindo de Alvarez et al. (2007a) que, comparando tratamentos com e sem aplicação do etil-trinexapac em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas de arroz, não constataram efeitos significativos para número de grãos chochos por panícula.

Verifica-se que ocorreu efeito de épocas, doses e interação entre épocas de aplicação e as doses do regulador de crescimento para a massa de cem grãos, massa hectolétrica e produtividade (Tabela 6).

Tabela 6- Valores médios de massa de cem grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)	Massa hectolétrica	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Épocas de aplicação			
6 folhas	2,4	49,7	6.314
7 folhas	2,4	50,3	6.013
8 folhas	2,2	47,6	4.396
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹ do i.a.)			
0	2,2	46,8	5.788
37,5	2,4	50,5	6.415
75,0	2,4	50,5	5.771
112,5	2,4	49,3	5.023
150,0	2,3	48,9	4.876
Valores de F			
Épocas (E)	13,93*	9,54*	63,00*
Doses (D)	5,39*	6,35*	14,04*
E*D	3,21*	3,65*	15,06*
C.V. (%)	5,95	4,29	10,43

n.s -não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas de aplicação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. – coeficiente de variação.

Quanto às doses dentro de épocas de aplicação tanto para massa hectolétrica quanto para massa de cem grãos, observaram-se equações lineares na aplicação do regulador por ocasião da 6ª folha e equações quadráticas na 7ª e 8ª folha (Tabela 7). Já para Yamashita (2013), a massa de cem grãos foi influenciada apenas pelas épocas de aplicação do regulador de crescimento, na fase de emborrachamento ocorreu uma redução da massa de cem grãos, e em aplicações por ocasião da diferencial floral resultou em maiores valores, em ambos os anos de estudo. Para Arf et al. (2012), as médias da massa de cem grãos cresceram linearmente com o aumento das doses de etil-trinexapac, para os cultivares BRS Primavera e Caiapó, além disso o aumento das doses proporcionou uma redução linear na massa hectolétrica do cultivar BRS Soberana, essa redução pode ser explicada pela característica do cultivar por ser de grãos longos e finos, pois ao realizar a avaliação dentro do recipiente especial para massa hectolétrica, pode acontecer de sobrar espaço entre os grãos, fazendo com que ocorra uma redução no valor dessa variável. Diferindo de Alvarez, Crusciol e Nascente (2014), que observaram uma redução linear na massa de mil grãos do cultivar Primavera com a aplicação de três reguladores vegetais (etil-trinexapac, paclobutrazol e cloreto de mepiquat), sendo o uso de etil-trinexapac o mais acentuado.

Tabela 7- Interação entre doses do regulador de crescimento e épocas de aplicação em relação à massa hectolétrica, massa de 100 grãos e produtividade. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Massa hectolétrica						
Épocas	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹ do i.a.)					Análise Regressão
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	45,8 a	49,7 a	50,6 ab	51,1 a	51,6 a	RL* ⁽¹⁾
7 folhas	47,3 a	50,7 a	52,6 a	50,4 a	50,7 a	RQ* ⁽²⁾
8 folhas	47,3 a	51,2 a	48,4 b	46,3 b	44,6 b	RQ* ⁽³⁾
DMS = 3,62						
Massa de 100 grãos (g)						
Épocas	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹ do i.a.)					Análise Regressão
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	2,2 a	2,4 a	2,4 ab	2,4 ab	2,4 a	RL* ⁽⁴⁾
7 folhas	2,2 a	2,4 a	2,6 a	2,6 a	2,5 a	RQ* ⁽⁵⁾
8 folhas	2,2 a	2,4 a	2,3 b	2,2 b	2,0 b	RQ* ⁽⁶⁾
DMS = 0,24						
Produtividade (kg ha⁻¹)						
Épocas	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹ do i.a.)					Análise Regressão
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	5.573 a	6.390 a	6.959 a	6.567 a	6.083 a	RQ* ⁽⁷⁾
7 folhas	5.642 a	6.353 a	6.602 a	5.706 a	5.765 a	RQ* ⁽⁸⁾
8 folhas	6.148 a	6.501 a	3.753 b	2.797 b	2.780 b	RL* ⁽⁹⁾
DMS = 999,11						

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. D.M.S. – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey;

RL=Regressão linear e RQ=Regressão Quadrática.

⁽¹⁾ $y = 0,035x + 47,15$ ($R^2 = 0,79$); ⁽²⁾ $y = -0,00052x^2 + 0,096x + 47,54$ ($R^2 = 0,81$); ⁽³⁾ $y = -0,00054x^2 + 0,054x + 48,09$ ($R^2 = 0,76$); ⁽⁴⁾ $y = 0,0015x + 2,26$ ($R^2 = 0,59$); ⁽⁵⁾ $y = -0,000033x^2 + 0,0074x + 2,17$ ($R^2 = 0,99$); ⁽⁶⁾ $y = -0,000030x^2 + 0,0031x + 2,24$ ($R^2 = 0,90$); ⁽⁷⁾ $y = -0,18x^2 + 30,33x + 5566,16$ ($R^2 = 0,96$); ⁽⁸⁾ $y = -0,124x^2 + 17,58x + 5743,61$ ($R^2 = 0,59$) e ⁽⁹⁾ $y = -27,84x + 6484$ ($R^2 = 0,83$).

Para época dentro de doses verifica-se menores valores para massa de cem grãos e massa hectolétrica com aplicação do regulador de crescimento por ocasião da 8ª folha, em doses acima de 75 g ha⁻¹ do i.a. (Tabela 7). O que pode ser explicado pela significativa redução da altura das plantas, podendo interferir na redistribuição de fotoassimilados, influenciando a massa dos grãos. A massa do grão é um caráter varietal estável, que depende do tamanho da casca determinado durante as duas semanas que antecedem a antese e do desenvolvimento da cariopse após o florescimento; portanto, depende da translocação de carboidratos, nos primeiros sete dias, para preencher a casca no sentido de seu comprimento, e nos sete dias posteriores, na largura e espessura (MACHADO, 1994).

No que se refere à produtividade de grãos (Tabela 7) observando doses dentro de épocas, obtiveram-se equações quadráticas na aplicação do regulador por ocasião da 6ª e 7ª folha, com ponto de máxima produtividade estimada com as doses de 84 e 71 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente e linear negativa na 8ª folha. Aplicações por ocasião da 7ª folha na dose de 75 g ha⁻¹ do i.a. proporcionaram os maiores valores para massa hectolétrica e massa de cem grãos, e não diferiu estatisticamente do maior valor para produtividade de grãos. Verificou-se que as doses de 75,0; 112,5; e 150,0 g ha⁻¹ do i.a. aliadas a aplicação do regulador por ocasião da 8ª folha reduzem significativamente a produtividade em relação às aplicações na 6ª e 7ª folhas. Fato este que já poderia ser esperado, devido ao menor comprimento das plantas, retardando o desenvolvimento para enchimento de grãos, podendo acarretar prejuízos na produtividade.

Yamashita (2013), considerando a redução na altura de plantas, a eliminação do acamamento e a produtividade de grãos recomendou o uso de etil-trinexapac aplicado na dose de 50 g ha⁻¹, por ocasião da diferenciação floral no cultivar BRS Primavera. Já Nascimento et al. (2009) recomendou a dose de 150 g ha⁻¹. Com aplicações também por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula, nas doses de 50 g ha⁻¹ e 150 g ha⁻¹, Arf et al. (2012) observaram aumento na produtividade do cultivar Caiapó e BRS Primavera respectivamente. Porém, Alvarez, Crusciol e Nascente (2014) não constataram uma dose apropriada que não interferisse na produtividade de grãos, e conforme o aumento das doses dos reguladores de crescimento houve redução na produção de arroz, sendo o uso de etil-trinexapac o mais prejudicial à produtividade.

Esses resultados sugerem a necessidade de mais trabalhos de pesquisas, em relação às doses adequadas, épocas de aplicação e fontes de reguladores vegetais, visando reduzir a altura de plantas, minimizar o acamamento, sem afetar a produtividade de grãos e seus componentes. Os reguladores de crescimento têm sido empregados para tornar a arquitetura das plantas mais adaptada e eficiente quanto ao uso dos recursos naturais e dos insumos, a fim de suportar elevados rendimentos agrônômicos (SOUZA et al., 2013), entretanto, doses e épocas de aplicação são fundamentais para a maximização de seu uso. Tal como elucidada a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (2016), sobre o uso de uma escala que seja apropriada para expressar o desenvolvimento da planta, visando uma maior precisão na época de aplicação das práticas de manejo empregadas, facilitando a comunicação entre técnicos e produtores, além de determinar o momento oportuno de aplicação, como a escala de Counce et al. (2000), que é a mais utilizada no Sul do Brasil.

Pode-se observar que ocorreu efeito de épocas, doses e interação entre épocas de aplicação e as doses do regulador de crescimento para rendimento de benefício e grãos inteiros (Tabela 8). Os desdobramentos dessas interações estão na Tabela 9.

Tabela 8- Valores médios de rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Tratamentos	Rendimento de benefício (%)	Grãos inteiros (%)	Grãos quebrados (%)
Épocas de aplicação			
6 folhas	70,94	66,13	4,80
7 folhas	69,54	64,52	5,02
8 folhas	63,14	58,18	4,95
Doses de etil-trinexapac (g ha⁻¹ do i.a.)			
0	66,76	61,80	4,90
37,5	69,51	64,63	4,90
75,0	70,60	65,42	5,14
112,5	66,20	61,45	4,75
150,0	66,30	61,39	4,91
Teste F			
Épocas (E)	33,96*	33,28*	0,21 ^{ns}
Doses (D)	4,88*	4,26*	0,20 ^{ns}
E*D	6,45*	7,17*	1,95 ^{ns}
C.V. (%)	4,71	5,18	22,04

n.s -não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas de aplicação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao rendimento de benefício, para doses dentro de épocas de aplicação, observaram-se equações lineares com aplicações por ocasião da 6^a e 8^a folha, e equações quadráticas quando aplicado por ocasião da 7^a folha. O mesmo comportamento ocorreu também para o desdobramento referente ao rendimento de grãos inteiros (Tabela 9).

Pode-se observar que as doses de 75,0, 112,5 e 150,0 g do i.a. ha⁻¹, em relação à aplicação do regulador na última época, propiciam menores rendimentos de benefício e valores de grãos inteiros quando aplicado por ocasião da 8^a folha. Rodrigues et al. (2003), estudando sobre os efeitos de redutores de crescimento em cultivares de trigo, elucidou que aplicações tardias reduzem de forma excessiva o tamanho do colmo, afetando de forma mais acentuada os entrenós superiores, podendo causar prejuízos no rendimento de grãos.

Os valores percentuais mencionados por Fornasieri Filho e Fornasieri (2006) sobre uma renda base no benefício de 68%, constituída de um rendimento do grão de 40% de inteiros mais 28% de quebrados e quísera, verifica-se que os resultados para rendimento de

benefício, rendimento de grãos inteiros e grãos quebrados, estão próximos ou superiores aos padrões.

Tabela 9- Interação entre doses do regulador de crescimento e épocas de aplicação em relação a rendimento de benefício e grãos inteiros. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Rendimento de benefício (%)						
Épocas	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹ do i.a.)					Análise Regressão
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	67,83 a	68,97 a	73,35 a	72,02 a	72,52 a	R.L. ⁽¹⁾
7 folhas	66,18 a	70,02 a	72,82 a	70,72 a	67,95 a	R.Q. ⁽²⁾
8 folhas	66,28 a	69,52 a	65,60 b	55,85 b	58,43 b	R.L. ⁽³⁾
DMS = 5,48						
Grãos inteiros (%)						
Épocas	Doses de etil-trinexapac (g ha ⁻¹ do i.a.)					Análise Regressão
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	62,40 a	64,87 a	68,17 a	66,87 a	68,35 a	RL* ⁽⁴⁾
7 folhas	61,40 a	64,30 a	67,05 a	66,77 a	63,12 a	R.Q* ⁽⁵⁾
8 folhas	61,62 a	64,72 a	61,13 b	50,70 b	52,70 b	RL* ⁽⁶⁾
DMS = 5,60						

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. RL=Regressão linear e RQ=Regressão Quadrática. ⁽¹⁾ $y = 0,033x + 68,45$ ($R^2=0,67$); ⁽²⁾ $y = -0,00092x^2 + 0,15x + 66,09$ ($R^2 = 0,96$); ⁽³⁾ $y = -0,078x + 69,01$ ($R^2=0,65$); ⁽⁴⁾ $y = 0,037x + 63,35$ ($R^2 = 0,77$); ⁽⁵⁾ $y = -0,00082x^2 + 0,14x + 61,02$ ($R^2 = 0,95$) e ⁽⁶⁾ $y = -0,085x + 64,55$ ($R^2=0,68$).

Para grãos quebrados não houve efeito significativo dos tratamentos e nem interação significativa em relação às doses e as épocas (Tabela 8). Silva, Rodrigues e Arf (2011), constaram interferência negativa do uso de etil- trinexapac no rendimento industrial, observaram que para o tratamento com aplicação do regulador de crescimento apresentou menor valor do rendimento de benefício e grãos inteiros e, maior valor para grãos quebrados. Já para Yamashita (2013), nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12, as doses de etil- trinexapac e épocas de aplicação não influenciaram de forma significativa o rendimento de benefício, grãos inteiros e quebrados.

O grão de arroz quebra no beneficiamento devido a várias razões, algumas inerentes ao próprio grão e outras ao manejo dos equipamentos e manuseio do produto. A principal delas consiste no fato de os grãos já saírem do campo com rachaduras e conseqüentemente partir-se durante o descascamento e o polimento. Outra causa é função da ação mecânica exercida sobre os grãos, especialmente durante a operação de polimento. Neste caso, os grãos gessados, mal formados ou danificados, são sempre mais sensíveis a esse efeito. A secagem,

quando mal conduzida, também contribui para acentuar a quebra de grãos no beneficiamento. (CASTRO et al.,1999). A qualidade dos grãos é o aspecto em que o arroz de terras altas tem apresentado os maiores avanços, via melhoramento genético. A qualidade dos grãos é expressa pelo: rendimento de inteiros; classe, como, por exemplo, longo, longo-fino; tipo, observando-se a freqüência de defeitos; e qualidade culinária, destacando-se a maciez, pegajosidade e sabor, entre outros atributos (EMBRAPA, 2007).

Na Tabela 10, encontra-se a estimativa do custo operacional total obtido com a cultura do arroz de terras altas irrigado por aspersão, em função das épocas e doses de aplicação do etil- trinexapac na safra 2016/17, no município de Selvíria (MS).

Esse modelo de estrutura de COT foi utilizado individualmente para todos os tratamentos, embora na referida Tabela esteja representado apenas um dos tratamentos estudados, etil- trinexapac na dose de 75 g ha⁻¹, safra 2016/17.

Verificou-se que os gastos com insumos e operações mecanizadas foram os mais elevados (41,61 e 43,41% do COT). Os custos com operações manuais e irrigação corresponderam a 2,77% e 25,40% do COT, respectivamente. Dos insumos, os maiores gastos foram com fertilizantes (semeadura e cobertura), defensivos e sementes, representando 19,76%, 13,74% e 8,11%, respectivamente.

Os resultados obtidos são próximos aos observados por Gerlach (2017), que estimou um gasto com insumos e máquinas de 36,91% e 41,14% respectivamente, sendo considerados ainda gastos com fertilizantes (semeadura e cobertura) de 24,70%, seguido por defensivos com 13,25% e sementes utilizando o cultivar BRS Esmeralda de 7,45% em relação ao COT.

No cálculo do COT para os diferentes tratamentos, o etil- trinexapac contribuiu, nas doses de 0, 37,5, 75,0, 112,5 e 150,0 g ha⁻¹ do i.a, com 0%, 0,62%, 1,25%, 1,86% e 2,47% respectivamente, ou seja, quanto maior a dose utilizada, maior a influência no valor do COT.

Tabela 10- Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses e épocas de aplicação de etil- trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Descrição	Especificação	Quantidade	nº vezes	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
A) Operações mecanizadas					
Escarificador	HM	1,04	1,00	88,50	92,04
Gradagem intermediária	HM	0,73	1,00	88,50	64,61
Gradagem niveladora	HM	0,74	1,00	72,90	53,95
Semeadura e adubação	HM	1,34	1,00	90,46	121,22
Adubação de cobertura (N)	HM	1,31	1,00	71,80	94,06
Pulverizações	HM	0,17	4,00	79,32	53,94
Irrigação	R\$ mm ⁻¹	200,00	1,00	3,29	658,00
Colheita	HM	0,63	1,00	125,00	78,75
Subtotal A					1.124,51
B) Operações manuais					
Capina manual	HD	1	1,00	71,67	71,67
Subtotal B					71,67
C) Insumos					
Adubo semeadura 8-28-16	t	0,25	1,00	1.760,00	440,00
Adubação de cobertura	t	0,06	1,00	1.200,00	72,00
Sementes (BRS Esmeralda)	kg	70,00*	1,00	3,00	210,00
Tratamento de sementes	L	0,11	1,00	485,00	53,35
Fungicida	L	0,75	2,00	86,00	129,00
Inseticida	L	0,10	1,00	207,78	20,78
Herbicida pré- emergente	L	3,50	1,00	42,98	150,43
Herbicida pós- emergente	kg	0,0033	1,00	724,50	2,39
Subtotal C					1.077,95
D) Tratamento					
Etil-trinexapac (75 g ha ⁻¹ do i.a)	L	0,3	1,00	108,00	32,40
Subtotal D					32,40
Custo Operacional Efetivo (COE)					2.306,53
Depreciação de máquinas					135,07
Outras despesas (5% COE)					115,33
Juros de Custeio					33,64
Custo Operacional Total (COT)					2.590,57

*= quantidade por hectare.

Independente da época de aplicação do etil- trinexapac, o maior valor do COT verifica-se na dose de 150,0 g ha⁻¹ do i.a, e o menor valor para a testemunha (0 g ha⁻¹ do i.a), R\$ 2625,06 e R\$ 2556,07 respectivamente (Tabela 11). Observa-se que não houve diferença entre os valores de COT para as diferentes épocas de aplicação do regulador de crescimento, devido as aplicações terem sido realizadas assim que as plantas já estavam estabelecidas, sem a necessidade de acrescentar algum insumo ou manejo na área.

Tabela 11- Custo operacional total (COT), produtividade (sc ha⁻¹), receita bruta e lucro operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão de épocas e doses de aplicação de etil-trinexapac, no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Épocas	Doses (g ha ⁻¹ do i.a)	Custo operacional total (R\$)	Produtividade (sc ha ⁻¹)	Receita bruta (R\$)	Lucro operacional (R\$)
6ª folha	0	2556,07	93	3706,97	1150,90
6ª folha	37,5	2573,32	107	4250,42	1677,10
6ª folha	75,0	2590,57	116	4628,89	2038,33
6ª folha	112,5	2607,81	109	4368,15	1760,34
6ª folha	150,0	2625,06	101	4046,21	1421,15
7ª folha	0	2556,07	94	3752,87	1196,80
7ª folha	37,5	2573,32	106	4225,80	1652,48
7ª folha	75,0	2590,57	110	4391,43	1800,86
7ª folha	112,5	2607,81	95	3795,44	1187,63
7ª folha	150,0	2625,06	96	3834,69	1209,63
8ª folha	0	2556,07	102	4089,44	1533,37
8ª folha	37,5	2573,32	108	4324,25	1750,93
8ª folha	75,0	2590,57	63	2496,37	-94,19
8ª folha	112,5	2607,81	47	1860,47	-747,34
8ª folha	150,0	2625,06	46	1849,16	-775,89

Sendo constante o preço do arroz no ano agrícola 2016/2017, as receitas brutas dos tratamentos seguem a mesma tendência da produtividade. As maiores produtividades foram obtidas com a aplicação do etil- trinexapac por ocasião da 6ª folha, seguida da aplicação por ocasião da 7ª folha na dose de 75 g ha⁻¹ do i.a, influenciando nos maiores valores de receita bruta. Já em aplicações por ocasião da 8ª folha nas doses de 75,0, 112,5 e 150,0 g ha⁻¹ do i.a, propiciaram as menores produtividades, com isso menores valores de receita bruta.

O lucro operacional dos tratamentos foi positivo, exceto para aplicações por ocasião da 8ª folha em doses acima de 75 g ha⁻¹ do i.a, devido às menores produtividades nesses tratamentos. Assim como Zagonel e Fernandes (2007) constataram que, aplicações tardias têm efeitos diretos na produtividade.

Aplicações por ocasião da 6ª e 7ª folha na dose de 75 g ha⁻¹ do i.a, nota-se maiores valores para lucro operacional, uma vez que os lucros variam com a produtividade. Evidenciando a importância de se aliar as épocas as doses de aplicação.

Observa-se que os índices de lucratividade variam conforme as épocas e doses de aplicação do regulador de crescimento (Tabela 12). Maiores índices de lucratividade encontra-se em aplicações por ocasião da 6ª e 7ª folha na dose de 75 g ha⁻¹ do i.a, em torno de 44,03% e 41,01%. Já os menores índices de lucratividade observa-se em aplicações tardias,

por ocasião da 8ª folha em doses acima de 75 g ha⁻¹ do i.a, sendo a dose de 150,0 g ha⁻¹ do i.a a que apresenta menor índice de lucratividade.

Tabela 12- Índice de lucratividade, produtividade de equilíbrio e preço de equilíbrio obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão de épocas e doses de aplicação de etil-trinexapac, no município de Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Épocas	Doses (g ha ⁻¹ do i.a)	Índice de lucratividade (%)	Produtividade de equilíbrio (sc ha ⁻¹)	Preço de equilíbrio (R\$ sc ⁻¹)
6ª folha	0	31,05	64	27,52
6ª folha	37,5	39,46	64	24,16
6ª folha	75,0	44,03	65	22,34
6ª folha	112,5	40,30	65	23,83
6ª folha	150,0	35,12	66	25,89
7ª folha	0	31,89	64	27,18
7ª folha	37,5	39,10	64	24,30
7ª folha	75,0	41,01	65	23,54
7ª folha	112,5	31,29	65	27,42
7ª folha	150,0	31,54	66	27,32
8ª folha	0	37,50	64	24,95
8ª folha	37,5	40,49	64	23,75
8ª folha	75,0	-3,77	65	41,42
8ª folha	112,5	-40,17	65	55,94
8ª folha	150,0	-41,96	66	56,66

Com relação a produtividade de equilíbrio (o mínimo que o produtor precisa para cobrir seus custos), observou que para o preço de R\$ 39,91 por saca de 60 kg de arroz para a safra 2016/2017, independente da época de aplicação, apresenta valores de produtividade de equilíbrio abaixo dos valores médios da produtividade obtida pela cultura nas condições de estudo, ou seja, a produtividade de equilíbrio que equivale a produtividade mínima necessária para cobrir os custos é menor que a produtividade média obtida, exceto para os tratamentos em que a aplicação do regulador de crescimento foi por ocasião da 8ª folha nas doses de 75,0, 112,5 e 150,0 g ha⁻¹ do i.a, nota-se maiores valores de produtividade de equilíbrio em relação a produtividade obtida (Tabela 12). Demonstra-se neste caso, que os problemas de aplicações tardias também interferem na rentabilidade econômica do arroz.

O preço de equilíbrio é influenciado pelo COT e pela produtividade, assim quanto maior a produtividade, menor o preço de equilíbrio. Menores preços de equilíbrio observam-se em aplicações por ocasião da 6ª ou 7ª folha na dose de 75 g ha⁻¹ do i.a, nos valores de R\$ 22,34 e R\$ 23,54 respectivamente. E os maiores preços de equilíbrio se encontram em

aplicações tardias por ocasião da 8ª folha nas doses de 75,0, 112,5 e 150 g ha⁻¹ do i.a, em torno de R\$ 41,42, R\$ 55,94 e R\$ 56,66, respectivamente.

5 CONCLUSÕES

O etil-trinexapac deve ser aplicado na dose de 75 g ha^{-1} , por ocasião da sétima folha do cultivar de arroz BRS Esmeralda, considerando a redução da altura de plantas, minimização do acamamento, e produtividade de grãos.

Os tratamentos que proporcionam o maior retorno financeiro para cultura são quando aplicados por ocasião da sexta ou sétima folha na dose de 75 g ha^{-1} .

Não se recomenda aplicações por ocasião da oitava folha nas doses de 75,0, 112,5 e $150,0 \text{ g ha}^{-1}$, pois não proporcionam rentabilidade ao produtor, além de influenciar negativamente nos componentes de produção e produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Histórico de cotações Estado de São Paulo: arroz em casca**. 2017. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/sp/arroz-em-casca-sc-60kg>>. Acesso em: 10 jan 2018.
- ALVAREZ, R. C. A. **Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (15N) 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 “Julio de Mesquita Filho”- UNESP, Botucatu, 2003.
- 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.; PAIVA NETO, V. B. Trinexapac-ethyl affects growth and gas exchange of upland rice. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 320 – 326, 2016.
- 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, 2007b.
- 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 (15N) e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p.1487-1496, 2007a.
- ARF, O. **Efeitos de densidades populacionais e adubação nitrogenada sobre o comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão**. 1993. 63 f. Tese (Livro Docência) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- UNESP, Ilha Solteira, 1993.
- 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, DF, v. 35, n. 10, p. 1967-1976, 2000.
- 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.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C.; PEREIRA, J. C. 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.

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.

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

BARATA, T. S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil: um estudo na Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)- Centro de estudos e pesquisas em agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Cepan, Porto Alegre, 2005.

BARBOSA FILHO, M. P. Adubação do arroz de sequeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 161, p. 32-38, 1989.

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

BRUNINI, O.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A. Eficiência do uso da água por cultivares de arroz em duas densidades de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 40, n.único, p. 135-143, 1981.

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, DF, v. 41, n.12, p. 1731-1737, 2006.

CANAL CLIMA DA UNESP ILHA SOLTEIRA/SP. Área de Hidráulica e Irrigação. **Dados climáticos diários**. Disponível em:<www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>. Acesso em: 20 jul 2017.

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

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. 165 f. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987.

CARVALHO, E. A. **Avaliação agronômica da disponibilização de feijão sob sistema de semeadura direta**. 2002. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo- USP, Piracicaba, 2002.

CARVALHO, J. A.; SOARES, A. A.; REIS, M. S. Efeito do espaçamento e densidade de semeadura sobre a produtividade e os componentes de produção da cultivar de arroz BRSMG Conai. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 785-791, 2008.

CASTILHO, J. S.; ARF, O.; GITTI, D.C.; KOGA, P.S.L.; RODRIGUES, R.A.F. Regulador vegetal e densidades de semeadura na cultura do arroz de terras altas. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 18, p.337-348, 2012.

CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. da. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 1999. 30 p. (Circular Técnica, 34).

CASTRO, P. R. C. Maturadores químicos em cana-de-açúcar. In: Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba. Anais. **Saccharum**, Piracicaba, v.1, n. 4, p. 12-16, 1999.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2017/18**: quinto levantamento, fevereiro 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; SORATTO, R. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade do arroz de terras altas sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão em função do espaçamento entre fileiras. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v.37, n. 1, p. 10 - 15, 2003.

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. H.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de arroz de terras altas em dois sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.24, n. 5, p.1569-1574, 2002.

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.

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

Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- UNESP, Botucatu, 1995.

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. **BRS Esmeralda**: cultivar de arroz de terras altas com elevada produtividade e maior tolerância à seca. Santo Antônio de Goiás: Embrapa/Arroz e Feijão, 2014. 4p. (Comunicado Técnico, 215).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Informações técnicas para o arroz de terras altas**: Estados de Mato Grosso e Rondônia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa/Arroz e Feijão, 2007. 84 p.

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

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

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1984. 341 p.

FARIA, A. T.; FERREIRA, E. A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, D. V.; SILVA, A. A.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. F. Effect of trinexapac-ethyl on growth and yield of sugarcane. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 3, p.491-497, 2015.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2007. (SISVAR, 5.1.)

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Production**: crop. Rome: FAO, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 20 dez. 2017.

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

FREITAS, T. F. S.; SILVA, P. R. F; STRIEDER, M. L.; SILVA, A. A. Validação de escala de desenvolvimento para cultivares brasileiras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p.404-410, 2006.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS- FGV. **IGP-DI**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.portalbrasil.net/igp.htm>> Acesso em: 10 jan 2018.

GERLACH, G.A.X. **Leguminosas em consórcio com milho segunda safra e o seu efeito no manejo do nitrogênio na soja e arroz de terras altas cultivados em sucessão**. 2017. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia- Especialidade Sistemas de Produção)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

GOES, R. J. **Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa na cultura do arroz de terras altas sob efeito de regulador de crescimento e densidades de semeadura**. 2012. 69 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

GUERREIRO, R.M.; OLIVEIRA, N.C. Produtividade de grãos de aveia branca submetida a doses de trinexapac-ethyl. **Revista Campo Digital**, v. 7, n. 1, p. 27-26, 2012.

HAWERROTH, M. C.; SILVA, J. A. G.; SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, A. C.; LUCHE, H. S.; ZIMMER, C. M.; HAWERROTH, F. J.; SCHIAVO, J.; SPONCHIADO, J. C. Redução do acamamento em aveia branca com uso do regulador de crescimento etil trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 2, p.115-125, 2015.

HERNANDES, A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Doses, fonte e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 307-312, 2010.

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.

LAMAS, F. M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 2, p. 265 - 272, 2001.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; VENTURINI FILHO, W. G. Reguladores vegetais e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1843-1850, 2008.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. . **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

MACHADO, J. R. **Desenvolvimento da planta e produtividade de grãos de populações de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por inundação em função de épocas de cultivo**. 1994. 137 f. Tese (Livre Docência)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- UNESP, Botucatu, 1994.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do arroz de sequeiro**. 3. ed. São Paulo: Ultrafértil, 1981. 38 p.

MARTINS, L. M.; ZAGONEL, J.; FERREIRA, C.; SENGHER, M. Épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial em cultivares de trigo. **Revista EIXO**, Brasília - DF, v. 3, n.1, p. 47-59, 2014.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-39, 1976.

MOURA, R. S. **Lâminas de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em arroz terras altas**. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2011.

NAGASHIMA, G. T.; SANTOS, F. T.; MIGLIORANZA, E. Resposta de cultivares de algodão ao cloreto de mepiquat aplicado via embebição de sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 46- 49, 2011.

NASCIMENTO, V. **Resposta do arroz a doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento etil-trinexapac**. 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

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.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil**: subsídios para a sua história. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 226 p.

PRICINOTTO, L. F.; ZUCARELI, C.; FONSECA, I. C. B.; OLIVEIRA, M. A.; FERREIRA, A. S.; SPOLAOR, L. T. Trinexapac- ethyl in the vegetative and reproductive performance of corn. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 14 p. 1735-1742, 2015.

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

REDDY, K. R.; BOONE, M. L.; REDDY, A. R.; HODGES, H. F.; TURNER, S. B.; McKINION, J. M. Developing and validating a model for plant growth regulator. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 6, p. 1100-1105, 1995.

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.; DIDONET A.D.; TEIXEIRA M. C. C.; ROMAN E. S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci14.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017. (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.

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

SILVA, E. A.; SORATTO, R. P.; ADRIANO, E. ; BISCARO, G. A. Avaliação de cultivares de arroz de terras altas sob condições de sequeiro em Cassilândia, MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 298-304, 2009.

SILVA, M.R.R. **Regulador de crescimento etil-trinexapac em diferentes densidades de semeadura na cultura do arroz de terras altas**. 2009. 81 f. Tese (Doutorado em Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

SILVA, M. R. R.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O. Influência da utilização do regulador de crescimento em diferentes densidades de semeadura na cultura do arroz de terras altas na região de Fernandópolis – SP. **Nucleus**, Ituverava, v. 8, n. 2, p. 185-196, 2011.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO- SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200 p.

SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M.M.; CASA, R.T.; SANGOI, L. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 634-643, 2013.

STONE, L. F.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, 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.; SILVA, J. G. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 891-897, jun. 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 643 p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

YAMASHITA, A. S. T. **Doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2013.

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.

ZANATTA, A. C. A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agronômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) Thell. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 1001-1016. 1991.

ZOCOLER, J. L. **Modelo matemático para cálculo dos custos e otimização de sistemas de bombeamento**. 2003. 189 f. Tese (Livre Docência)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho- UNESP, Ilha Solteira, 2003.

APÊNDICE- TABELAS

Tabela 13- Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (0 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil- trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/2017.

Descrição	Especificação	Quantidade	nº vezes	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
A) Operações mecanizadas					
Escarificador	HM	1,04	1,00	88,50	92,04
Gradagem intermediária	HM	0,73	1,00	88,50	64,61
Gradagem niveladora	HM	0,74	1,00	72,90	53,95
Semeadura e adubação	HM	1,34	1,00	90,46	121,22
Adubação de cobertura (N)	HM	1,31	1,00	71,80	94,06
Pulverizações	HM	0,17	4,00	79,32	53,94
Irrigação	R\$ mm ⁻¹	200,00	1,00	3,29	658,00
Colheita	HM	0,63	1,00	125,00	78,75
Subtotal A					1.124,51
B) Operações manuais					
Capina manual	HD	1	1,00	71,67	71,67
Subtotal B					71,67
C) Insumos					
Adubo semeadura 8-28-16	t	0,25	1,00	1760,00	440,00
Adubação de cobertura	t	0,06	1,00	1200,00	72,00
Sementes (BRS Esmeralda)	kg	70,00	1,00	3,00	210,00
Tratamento de sementes	L	0,11	1,00	485,00	53,35
Fungicida	L	0,75	2,00	86,00	129,00
Inseticida	L	0,10	1,00	207,78	20,78
Herbicida pré- emergente	L	3,50	1,00	42,98	150,43
Herbicida pós- emergente	kg	0,0033	1,00	724,50	2,39
Subtotal C					1.077,95
D) Tratamento					
Etil-trinexapac (0 g ha ⁻¹ do i.a)	L	0	0,00	108,00	0,00
Subtotal D					0,00
Custo Operacional Efetivo (COE)					2.274,13
Depreciação de máquinas					135,07
Outras despesas (5% COE)					113,71
Juros de Custeio					33,16
Custo Operacional Total (COT)					2.556,07

Tabela 14- Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (37,5 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil- trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/2017.

Descrição	Especificação	Quantidade	nº vezes	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
A) Operações mecanizadas					
Escarificador	HM	1,04	1,00	88,50	92,04
Gradagem intermediária	HM	0,73	1,00	88,50	64,61
Gradagem niveladora	HM	0,74	1,00	72,90	53,95
Semeadura e adubação	HM	1,34	1,00	90,46	121,22
Adubação de cobertura (N)	HM	1,31	1,00	71,80	94,06
Pulverizações	HM	0,17	4,00	79,32	53,94
Irrigação	R\$ mm ⁻¹	200,00	1,00	3,29	658,00
Colheita	HM	0,63	1,00	125,00	78,75
Subtotal A					1.124,51
B) Operações manuais					
Capina manual	HD	1	1,00	71,67	71,67
Subtotal B					71,67
C) Insumos					
Adubo semeadura 8-28-16	t	0,25	1,00	1760,00	440,00
Adubação de cobertura	t	0,06	1,00	1200,00	72,00
Sementes (BRS Esmeralda)	Kg	70,00	1,00	3,00	210,00
Tratamento de sementes	L	0,11	1,00	485,00	53,35
Fungicida	L	0,75	2,00	86,00	129,00
Inseticida	L	0,10	1,00	207,78	20,78
Herbicida pré- emergente	L	3,50	1,00	42,98	150,43
Herbicida pós- emergente	kg	0,0033	1,00	724,50	2,39
Subtotal C					1.077,95
D) Tratamento					
Etil-trinexapac (37,5 g ha ⁻¹ do i.a)	L	0,15	1,00	108,00	16,20
Subtotal D					16,20
Custo Operacional Efetivo (COE)					2.290,33
Depreciação de máquinas					135,07
Outras despesas (5% COE)					114,52
Juros de Custeio					33,40
Custo Operacional Total (COT)					2.573,32

Tabela 15- Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (112,5 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil- trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/2017.

Descrição	Especificação	Quantidade	nº vezes	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
A) Operações mecanizadas					
Escarificador	HM	1,04	1,00	88,50	92,04
Gradagem intermediária	HM	0,73	1,00	88,50	64,61
Gradagem niveladora	HM	0,74	1,00	72,90	53,95
Semeadura e adubação	HM	1,34	1,00	90,46	121,22
Adubação de cobertura (N)	HM	1,31	1,00	71,80	94,06
Pulverizações	HM	0,17	4,00	79,32	53,94
Irrigação	R\$ mm ⁻¹	200,00	1,00	3,29	658,00
Colheita	HM	0,63	1,00	125,00	78,75
Subtotal A					1.124,51
B) Operações manuais					
Capina manual	HD	1	1,00	71,67	71,67
Subtotal B					71,67
C) Insumos					
Adubo semeadura 8-28-16	t	0,25	1,00	1760,00	440,00
Adubação de cobertura	t	0,06	1,00	1200,00	72,00
Sementes (BRS Esmeralda)	kg	70,00	1,00	3,00	210,00
Tratamento de sementes	L	0,11	1,00	485,00	53,35
Fungicida	L	0,75	2,00	86,00	129,00
Inseticida	L	0,10	1,00	207,78	20,78
Herbicida pré- emergente	L	3,50	1,00	42,98	150,43
Herbicida pós- emergente	kg	0,0033	1,00	724,50	2,39
Subtotal C					1.077,95
D) Tratamento					
Etil-trinexapac (112,5 g ha ⁻¹ do i.a)	L	0,45	1,00	108,00	48,60
Subtotal D					48,60
Custo Operacional Efetivo (COE)					2.322,73
Depreciação de máquinas					135,07
Outras despesas (5% COE)					116,14
Juros de Custeio					33,87
Custo Operacional Total (COT)					2.607,81

Tabela 16- Estimativa do custo operacional obtido com a cultura do arroz de terras altas em razão das doses (150 g ha⁻¹ do i.a) e épocas de aplicação de etil- trinexapac no município de Selvíria (MS), Safra 2016/2017.

Descrição	Especificação	Quantidade	nº vezes	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
A) Operações mecanizadas					
Escarificador	HM	1,04	1,00	88,50	92,04
Gradagem intermediária	HM	0,73	1,00	88,50	64,61
Gradagem niveladora	HM	0,74	1,00	72,90	53,95
Semeadura e adubação	HM	1,34	1,00	90,46	121,22
Adubação de cobertura (N)	HM	1,31	1,00	71,80	94,06
Pulverizações	HM	0,17	4,00	79,32	53,94
Irrigação	R\$ mm ⁻¹	200,00	1,00	3,29	658,00
Colheita	HM	0,63	1,00	125,00	78,75
Subtotal A					1.124,51
B) Operações manuais					
Capina manual	HD	1	1,00	71,67	71,67
Subtotal B					71,67
C) Insumos					
Adubo semeadura 8-28-16	t	0,25	1,00	1760,00	440,00
Adubação de cobertura	t	0,06	1,00	1200,00	72,00
Sementes (BRS Esmeralda)	kg	70,00	1,00	3,00	210,00
Tratamento de sementes	L	0,11	1,00	485,00	53,35
Fungicida	L	0,75	2,00	86,00	129,00
Inseticida	L	0,10	1,00	207,78	20,78
Herbicida pré- emergente	L	3,50	1,00	42,98	150,43
Herbicida pós- emergente	kg	0,0033	1,00	724,50	2,39
Subtotal C					1.077,95
D) Tratamento					
Etil-trinexapac (150 g ha ⁻¹ do i.a)	L	0,6	1,00	108,00	64,80
Subtotal D					64,80
Custo Operacional Efetivo (COE)					2.338,93
Depreciação de máquinas					135,07
Outras despesas (5% COE)					116,95
Juros de Custeio					34,11
Custo Operacional Total (COT)					2.625,06

APÊNDICE- FIGURAS

Figura 7- Plantas do cultivar BRS Esmeralda emergidas. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 8- Plantas estabelecidas em área experimental, cultivar BRS Esmeralda. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 9- Plantas sem aplicação de etil-trinexapac, após chuva com ventos fortes. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 10- Aplicação por ocasião da sétima folha a esquerda, e por ocasião da oitava folha a direita. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 11- À esquerda aplicação por ocasião da oitava folha, e a direita aplicação por ocasião da sexta folha. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 12- Cultivar BRS Esmeralda beneficiado. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 13- Parcelas totalmente acamadas, cultivar BRS Esmeralda. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 14- Vista geral do experimento realizada através de drone. Selvíria, MS, Brasil, 2016/17.



Fonte: Insight Engenharia