



**Regulador vegetal e densidades de semeadura na cultura do arroz de terras altas**

*Vegetal regulator and densities of sowing in the culture of upland rice irrigated by sprinkler*

**Juliana Souza Castilho<sup>1</sup>, Orivaldo Arf<sup>1</sup>, Douglas de Castilho Gitti<sup>1</sup>, Paula Suemy Landy Koga<sup>1</sup>,  
Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Ilha Solteira, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, Avenida Brasil, 56, Centro, CEP: 15360-000, Ilha Solteira, SP

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Ilha Solteira, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos., Ilha Solteira, SP

Recebido em: 31/10/2011

Aceito em: 28/09/2012

**Resumo.** O acamamento das plantas de arroz no momento da colheita acarreta perdas significativas na produtividade, além disso, os manejos de água em condições de alta tecnologia agravam mais o problema. O uso de reguladores vegetais é uma das alternativas para reduzir o acamamento. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do regulador de crescimento etil-trinexapac no desenvolvimento, produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em diferentes densidades de semeadura. O experimento foi desenvolvido em Selvíria (MS), na área experimental da Faculdade de Engenharia - UNESP, Campus de Ilha Solteira, durante os anos agrícolas de 2007/08 e 2008/09. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco densidades de semeadura (100, 150, 200, 250 e 300 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) combinadas com e sem aplicação de regulador vegetal etil-trinexapac, na dose de 150 g ha<sup>-1</sup>, por ocasião da diferenciação floral das plantas, utilizando-se o cultivar Primavera. Com os resultados obtidos concluiu-se que a aplicação de 150 g ha<sup>-1</sup> de etil-trinexapac, por ocasião da diferenciação floral, reduz a altura de planta, o acamamento e a produtividade de grãos; não houve influência das densidades de semeadura avaliadas sobre a produtividade de grãos; o rendimento de benefício é pouco influenciado pela aplicação de etil-trinexapac e não influenciado pela variação das densidades de semeadura.

**Palavras-chave.** Acamamento de plantas, Cultivar Primavera, Etil-trinexapac, *Oryza sativa* L.

**Abstract.** The lodging of the plants of rice at the moment of the harvest causes significant losses the productivity, moreover, the managements of water in conditions of high technology aggravate more the problem. The use of vegetal regulators is one of the alternatives to reduce the lodging. Thus, the work had as objective to evaluate the effect of the growth regulator etil-trinexapac in the development, productivity and industrial quality of the upland rice in different densities of sowing. The experiment was developed in Selvíria (MS), in the experimental area of the College of Engineering - UNESP, Campus of Ilha Solteira (SP), during the years of 2007/08 and 2008/09. The experimental delineation was randomized blocks, made use in factorial project 5 x 2, with four repetitions. The treatments had been constituted by five densities of sowing (100, 150, 200, 250 and 300 viable seeds m<sup>-2</sup>) combined without and with application of vegetal regulator etil-trinexapac, in the 150 dose of g ha<sup>-1</sup>, using cultivating Primavera. With the gotten results it was concluded that the application of 150 g ha<sup>-1</sup> of etil-trinexapac, in the floral differentiation, reduces the height of plants, the lodging and the productivity of grains; there was not effect the density of seeds on productivity of grain; the benefit income is little influenced by the application of etil-trinexapac and nor by the variation of the densities of seeds.

**Keywords.** Cultivar Primavera, Etil-trinexapac, Lodging of the plants, *Oryza sativa* L.

**Introdução**

Os reguladores vegetais são compostos sintéticos aplicados sobre as plantas, para obtenção

de diversos efeitos, tais como o de promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, sem diminuição na produtividade (Biasi, 2002). Segundo



Davies (1995), a maioria dos reguladores que atuam como retardantes vegetais agem por inibir a biossíntese de giberelinas e outros hormônios que entre várias ações promovem o alongamento celular. O etil-trinexapac é um regulador com forte ação na inibição da alongação dos entrenós, o que reduz a estatura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e perdas na produtividade associadas a esse fato (Taiz & Zeiger, 1998).

A utilização de reguladores vegetais na cultura do algodão é eficiente na redução do porte das plantas (Nagashima et al, 2011), como também na cultura do trigo para evitar o acamamento de plantas (Espindula et al., 2010). Eles contribuem para moldar à arquitetura de plantas, evitando o crescimento exagerado, favorecendo a operação de colheita e aumentando a produtividade em alguns casos. Na cultura do arroz Nascimento et al. (2009), obtiveram redução na altura de plantas e eliminação do acamamento de plantas com a aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac. A capacidade de reduzir a altura e alterar a arquitetura das plantas pode aumentar a incidência solar nas folhas e a taxa fotossintética, como também melhorar o aproveitamento dos fotoassimilados para a produção de grãos, antes destinados ao desenvolvimento vegetativo (Arf et al., 2012).

Além das diferenças relacionadas à arquitetura de plantas, a densidade de semeadura influencia o número de plantas e perfilhos. Por outro lado, um excessivo número de plantas  $m^{-2}$  acarreta maior auto-sobreamento, provocando menor aproveitamento da luz solar e maior possibilidade de acamamento e susceptibilidade às doenças. Estas condições propiciam microclima mais úmido, que favorece o desenvolvimento de doenças, como a brusone, e aumentam a demanda da cultura por água e o risco de perda pela ocorrência de veranicos. Por outro lado, baixas populações induzem ao subaproveitamento da área e à emissão de perfilhos tardios e improdutivos, indesejáveis na lavoura

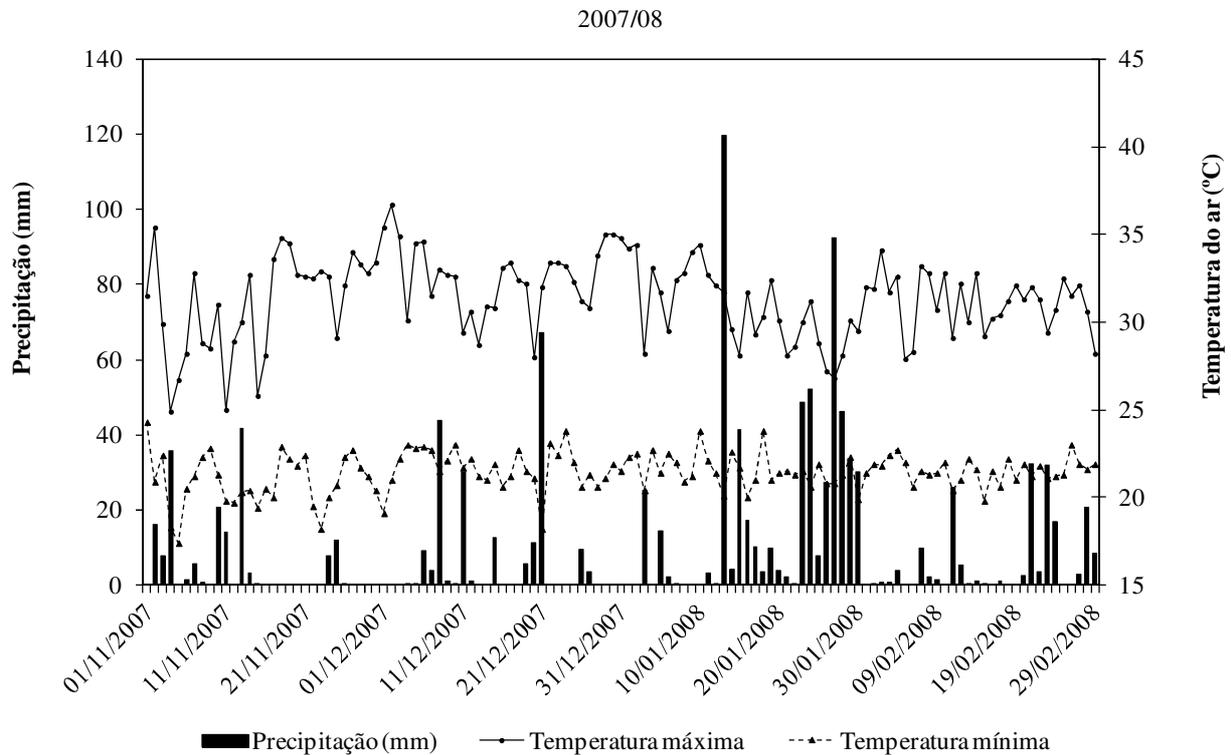
(Embrapa, 2003).

O cultivo do arroz de terras altas sob sistemas de irrigação por aspersão favorece regiões onde ocorrem períodos de veranicos que coincidam com estádios vegetativos determinantes da qualidade e produtividade de grãos (Crusciol et al., 2008). As áreas irrigadas, frequentemente cultivadas, apresentam boa fertilidade do solo devido adubações químicas e liberação de nutrientes da decomposição de resíduos vegetais. Determinados cultivares de arroz, como o Primavera, apresenta baixa resistência ao acamamento de plantas em cultivos em áreas com elevada fertilidade do solo (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006). Suas características de grãos tipo agulhinha de melhor aceitação pelo consumidor e menor tempo entre a colheita e a comercialização, como também sua produtividade, contribuem para a utilização pelos produtores.

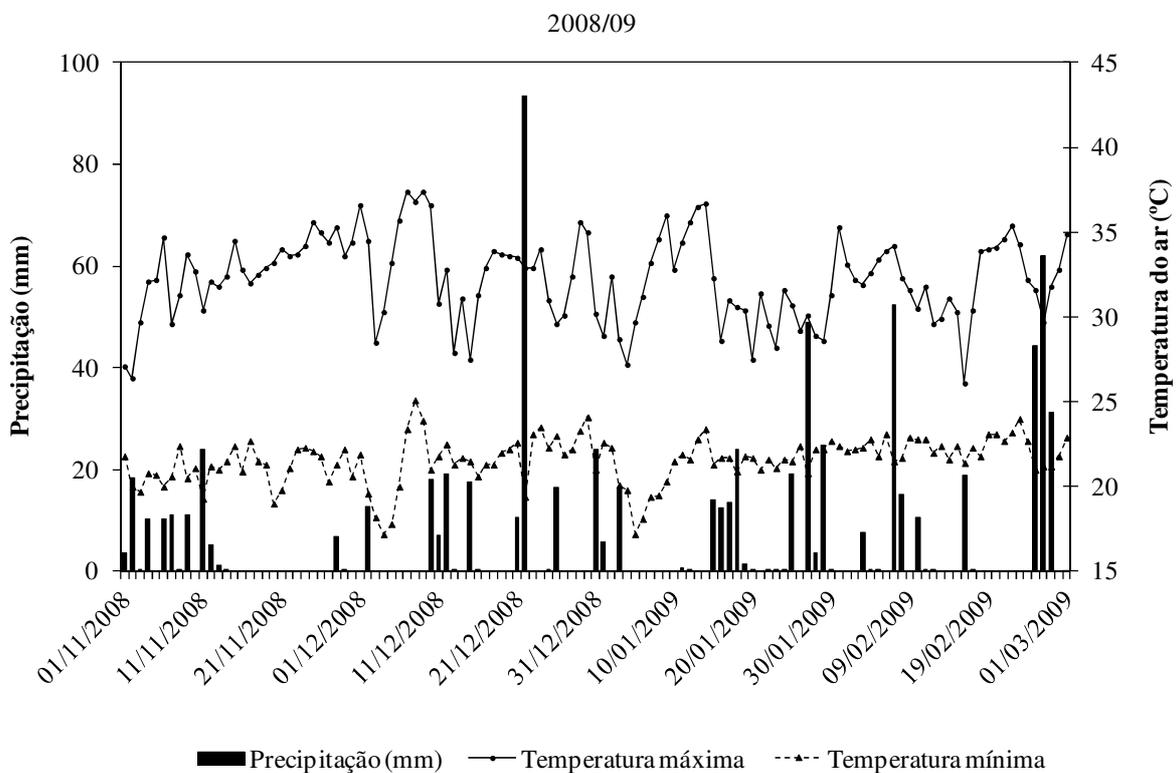
A adoção de técnicas de cultivo que possam melhorar o manejo da cultura do arroz, em condições favoráveis, pode ser de suma importância para o aumento da produtividade e qualidade dos grãos obtidos. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do regulador de crescimento etil-trinexapac e da densidade de semeadura no desenvolvimento, produtividade e qualidade industrial do arroz.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista (20° 20' 53" S e 51° 24' 02" W), com 340 m de altitude. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66% (Centurion, 1982). Os dados climáticos registrados, por decêndio, durante o ciclo da cultura podem ser observados na Figura 1 e 2.



**Figura 1.** Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar, por decêndio, registradas durante a condução do experimento safra 2007/08. Selvíria (MS).



**Figura 2.** Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar, por decêndio, registradas durante a condução do experimento safra 2008/09. Selvíria (MS).



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico, de textura argilosa, de acordo com a nova denominação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

(Embrapa, 2006), cujas características químicas da camada de 0 a 0,20 m estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo avaliadas na camada de 0 a 0,20 m de profundidade nas safras 2007/08 e 2008/09<sup>(1)</sup>. Selvíria (MS).

Ano	P resina mg dm <sup>-3</sup>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
										(%)
2007/08	28	13	4,9	3,1	16	4	20	0	43	54
2008/09	17	13	5,2	2,9	33	14	27	0	77	65

<sup>(1)</sup> Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia (DFTASE/FEIS/UNESP).

Legenda: pH – pH em cloreto de cálcio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de trocar cátions a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco densidades de semeadura (100, 150, 200, 250 e 300 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) combinadas na presença e ausência da aplicação do regulador vegetal etil-trinexapac na dose de 150 g ha<sup>-1</sup>. As densidades de semeadura foram convertidas para sementes viáveis por metro (35; 52; 70; 87 e 105) e multiplicadas pelo comprimento das linhas (5 m), obtendo a quantidade de sementes por linha, assim acondicionada em sacos de papel e realizada a semeadura de cada linha manualmente. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,35 m entre si. A área útil foi constituída pelas quatro linhas centrais, desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

O preparo do solo da área experimental foi realizado com arado escarificador seguido de duas gradagens para nivelamento, sendo a última às vésperas da semeadura. Em ambos os anos o arroz foi semeado manualmente, nos dias 07 e 06 de novembro de 2007 e 2008, respectivamente, utilizando o cultivar Primavera.

A adubação básica no sulco de semeadura foi feita de acordo com as características químicas do solo e seguindo as recomendações de Cantarella & Furlani (1997). A adubação foi constituída de 180 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16 + Zn + Ca + S. Após a distribuição das sementes foi realizada a aplicação do inseticida granulado carbofuran (1.000 g ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo) com o objetivo de controle e prevenção das principais pragas de solo. O controle de plantas daninhas em pré-emergência foi realizado com aplicação do herbicida pendimethalin (1.400 g

ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo). Após a aplicação houve ocorrência de chuva nos dois anos de cultivo. A emergência das plântulas no primeiro ano agrícola ocorreu no dia 14 e 13 de novembro de 2007 e 2008, respectivamente, ambos aos sete dias após a semeadura.

Aplicou-se 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, utilizando como fonte sulfato de amônio, aos 31 dias após a emergência (DAE) das plântulas, em 2007, e no ano seguinte foi realizada aos 28 DAE. O regulador vegetal etil-trinexapac foi aplicado no momento da diferenciação do primórdio da panícula na dose 150 g ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo. A aplicação foi realizada na forma de jato dirigido, aos 40 DAE, com pulverizador costal manual com volume de calda aproximado de 460 L ha<sup>-1</sup>.

O fornecimento de água foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora<sup>-1</sup> nos aspersores. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida pela multiplicação da evapotranspiração de referência (ETo) obtida pelo método do Tanque Classe A e dos 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 (Kc), 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. As plantas daninhas não controladas pelo herbicida foram eliminadas por capina manual.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

- Emergência das plântulas: número de dias transcorridos entre a semeadura e a emergência da maioria das plântulas (ponto de agulhamento).



- **Floração:** número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das plantas das parcelas.

- **Maturação:** número de dias transcorridos entre a emergência e a maturação de 90% das panículas da parcela.

- **Altura de plantas:** durante o estágio de grãos na forma pastosa foi determinada em 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela a distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta.

- **Acamamento de plantas:** foi obtido pela observação visual 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 (Arf et al., 2012).

- **Número de colmos por metro quadrado:** determinado pela contagem do número de colmos em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e depois calculado por metro quadrado.

- **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 calculado por metro quadrado.

- **Número total de grãos por panícula:** obtido pela contagem do número de grãos de 20 panículas coletadas no momento da colheita, em cada parcela.

- **Número de grãos granados e chochos por panícula:** determinado pela contagem do número de grãos granados e chochos de 20 panículas após separação dos mesmos por fluxo de ar.

- **Massa de 100 grãos:** avaliado pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos de cada parcela (13 % base úmida).

- **Produtividade de grãos:** determinada pela pesagem dos grãos com casca, provenientes da área útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha<sup>-1</sup>.

- **Massa hectolétrica:** avaliada em balança especial para massa hectolétrica, com teor de água nos grãos corrigidos para 13 % (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela.

- **Rendimento de engenho:** determinada por amostra de 100 g de grãos de arroz em casca de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova, por 1 minuto; em seguida, os grãos brunidos (polidos) foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) foram

colocados no “Trieur” 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.

Para a análise estatística foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2011). Quando o valor de F foi significativo a 5 % ou 1 % de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias para cultivares. Para densidades de semeadura utilizou-se análise de regressão.

### **Resultados e Discussão**

Pelos resultados de florescimento e colheita expressos em DAE, verificou-se que em média dos 69 aos 73 DAE ocorreu o florescimento para o cultivo de 2007/08 e 2008/09, respectivamente (Tabela 2). A colheita foi realizada entre 94 e 100 DAE para os cultivos de 2007/08 e 2008/09, respectivamente. Nota-se que em cada ano agrícola de avaliação, praticamente não houve variações quanto ao número de dias para o florescimento e colheita.

Na Tabela 3 estão os resultados relacionados à altura de plantas, acamamento, número de colmos e panículas m<sup>-2</sup> referente aos anos avaliados. A altura de plantas foi influenciada pela aplicação do regulador vegetal, reduzindo o crescimento em aproximadamente 15 e 39 cm nos anos 2007/08 e 2008/09, respectivamente.

A redução na altura de plantas confirma a absorção do regulador pelas folhas do arroz, tendo em vista a ação efetiva de inibição da biossíntese de giberelinas controlando o comprimento dos entrenós. Os quatro últimos entrenós determinam o tamanho da planta de arroz e, normalmente, o alongamento deles tem início com a iniciação do primórdio da panícula, época de aplicação do regulador vegetal neste trabalho. Além disso, o alongamento do último entrenó é responsável pela emergência da panícula através da bainha da “folha bandeira” (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006) e aplicações após a iniciação do primórdio da panícula podem causar sua retenção na “folha bandeira” e acarretar manchas nos grãos devido ao aumento da umidade nessa região, reduzindo a qualidade dos grãos.

Alvarez et al. (2007), estudando o efeito do etil-trinexapac na redução da altura da planta de arroz irrigado por aspersão, aplicado na diferenciação floral, na dose de 200 g ha<sup>-1</sup>, verificou que o regulador vegetal reduziu a altura da planta em

34 cm. Para a densidade de semeadura, não houve influência no primeiro ano agrícola, concordando com Crusciol et al. (2000), quando não obtiveram diferenças significativas na utilização de diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre fileiras na altura de plantas. No segundo ano há influência na altura de plantas pela densidade de

semeadura, onde seus valores médios se ajustaram a função linear  $y = 115,32 - 0,0003x$  ( $R^2 = 0,75$ ), ocorrendo redução na altura de plantas com o aumento da densidade de semeadura, provavelmente pela maior competição por água e nutriente em densidades elevadas restringiu o desenvolvimento das plantas.

**Tabela 2.** Número de dias após a emergência (DAE) para florescimento pleno e colheita, obtidos em arroz de terras altas envolvendo aplicação de regulador de crescimento e densidades de semeadura nas safras 2007/08 e 2008/09. Selvíria (MS).

Tratamento	Florescimento pleno*		Colheita*	
	-----DAE-----			
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Etil-trinexapac</b>				
Ausência	69	72	94	98
Presença	70	73	95	100
<b>Densidade (sementes viáveis m<sup>-2</sup>)</b>				
100	70	73	94	99
150	69	72	94	99
200	69	72	94	99
250	69	72	94	99
300	69	72	94	99

DAE – dias após a emergência. \* Dados não submetidos à análise de variância.

**Tabela 3.** Valores médios de altura de plantas, acamamento, número de colmos e panículas m<sup>-2</sup> obtidos em arroz de terras altas envolvendo aplicação de regulador de crescimento e densidades de semeadura nas safras 2007/08 e 2008/09. Selvíria (MS).

Tratamento	Altura de plantas (cm)		Acamamento <sup>(a, b)</sup>		Colmos m <sup>-2</sup>		Panículas m <sup>-2</sup>	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Etil-trinexapac</b>								
Ausência	130,8 a	128,5 a	4,9 a	2,3 a	309,4 a	298,3	217,6 b	247,3
Presença	116,0 b	89,0 b	1,0 b	0,75 b	251,8 b	291,9	252,1 a	236,7
<b>Densidade (sementes viáveis m<sup>-2</sup>)</b>								
100	125,2	112,0 <sup>(1)</sup>	3,1	1,6	249,0	272,2 <sup>(2)</sup>	210,8	236,2
150	125,3	112,0	2,9	1,2	270,7	291,0	227,3	252,3
200	123,4	106,4	2,5	1,2	285,0	289,1	241,9	245,2
250	120,2	107,4	2,7	2,1	305,6	288,4	247,5	245,6
300	122,9	106,1	2,9	1,5	292,8	334,9	247,1	230,6
<b>Teste F</b>								
Etil-trinex. (E)	82,25**	687,08**	536,03**	15,45**	19,65**	0,39 <sup>n.s.</sup>	12,79**	1,28 <sup>n.s.</sup>
Densidade (D)	1,30 <sup>n.s.</sup>	3,14*	1,28 <sup>n.s.</sup>	0,78 <sup>n.s.</sup>	2,24 <sup>n.s.</sup>	4,12**	2,15 <sup>n.s.</sup>	0,66 <sup>n.s.</sup>
E x D	0,23 <sup>n.s.</sup>	0,47 <sup>n.s.</sup>	0,89 <sup>n.s.</sup>	0,30 <sup>n.s.</sup>	0,82 <sup>n.s.</sup>	1,04 <sup>n.s.</sup>	0,59 <sup>n.s.</sup>	2,77 <sup>n.s.</sup>
DMS – (E)	3,35	3,10	0,37	0,82	26,66	-	19,79	-
CV(%)	4,19	4,38	20,06	32,17	14,64	11,07	12,99	12,28

\*\*; \* e <sup>n.s.</sup> – significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação. <sup>(a)</sup> 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). <sup>(b)</sup> Dados transformados em  $(x + 0,5)^{0,5}$ . <sup>(1)</sup>  $y = 115,3221 - 0,0003x$  ( $R^2 = 0,75$ ). <sup>(2)</sup>  $y = 231,6001 + 0,2452$  ( $R^2 = 0,79$ ).



A redução na altura contribuiu para os resultados de acamamento de plantas. Onde se verificou influência do regulador de crescimento nos dois anos de cultivo, tendo a aplicação, proporcionado redução significativa no acamamento de plantas. Nascimento et al. (2009), verificaram que a aplicação de 150 g ha<sup>-1</sup> de etil-trinexapac no momento da diferenciação floral do arroz cultivar Primavera reduziu a altura de plantas, na média em 40 cm e com ausência de acamamento. Quanto à densidade de sementeira, observou-se que não houve efeito significativo nos resultados obtidos nos dois anos agrícolas.

Analisando o número de colmos m<sup>-2</sup>, verifica-se que houve efeito negativo para aplicação de etil-trinexapac no primeiro ano de cultivo. A redução na altura de plantas proporcionou maior sombreamento das folhas inferiores, que conseqüentemente aumenta a concentração do hormônio auxina na planta e a dominância apical, reduzindo o desenvolvimento das gemas laterais ou colmos secundários (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006). Como menciona Taiz & Zeiger (2009), em resposta ao estímulo direcional da luz, a auxina é transportada do ápice para o lado sombreado, nesse caso na parte inferior da planta de arroz. No segundo ano, embora não há resultado significativo como o primeiro ano, a influencia da aplicação do regulador de crescimento proporcionou valores numericamente menores. Para a densidade de sementeira verifica-se que, no segundo ano de cultivo o seu aumento promoveu incremento direto no número de colmos m<sup>-2</sup>. A relação direta entre a densidade de sementeira e o número de colmos m<sup>-2</sup> é resultado do maior número de sementes m<sup>-2</sup> no sulco que originaram mais plantas e perfilhos m<sup>-2</sup>, semelhante aos resultados de Santos et al. (2002) para os cultivares de arroz de terras altas Confiança e Canastra.

O número de panículas m<sup>-2</sup> aumentou pela utilização do regulador de crescimento no primeiro ano. A aplicação do regulador de crescimento pode ter induzido colmos estéreis a produzirem panículas, já que a aplicação foi realizada na diferenciação desse componente produtivo. No decorrer do processo de formação da panícula, ocorre, simultaneamente, crescimento foliar e radicular, alongação do colmo e diferenciação e desenvolvimento da panícula, estabelecendo-se competição por assimilados produzidos neste estágio entre os órgãos. Como 60 % dos assimilados são utilizados na alongação dos entrenós superiores e o regulador evitou o crescimento exagerado dos

colmos, parte dos assimilados pode ter sido revertido para tornar colmos inférteis (sem panículas), obtidos nos tratamento com ausência do regulador, a se tornarem férteis e assim produzirem panículas com a aplicação do regulador. A densidade de sementeira não influenciou o número de panículas nos dois anos de cultivo.

Tendo como base o nitrogênio, a adubação nitrogenada em cobertura foi de 60 kg ha<sup>-1</sup> para todos os tratamentos. O suprimento adequado de nitrogênio é importante para determinação de colmos férteis no arroz. A possível competição nas densidades de sementeira elevadas por nitrogênio não permitiu que o aumento no número de colmos no segundo ano, refletisse no número de panículas m<sup>-2</sup>. Uma vez que Stone et al. (1999) e Hernandez et al. (2010), obtiveram os maiores valores de panículas m<sup>-2</sup> com as doses de 130,8 e 128,0 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cultivares do tipo de plantas moderno, muito acima que as utilizadas no trabalho. O cultivar Primavera apresenta plantas do tipo tradicional (estatura intermediária), capacidade de perfilhamento médio e baixa resistência ao acamamento. Por outro lado, os cultivares do tipo de plantas moderno (estatura baixa) apresentam maior capacidade de perfilhamento e maior resistência ao acamamento (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006), podendo receber maiores doses de nitrogênio.

As avaliações pertinentes ao número de grãos totais, cheios e chochos por panículas se apresentam na Tabela 4. No caso dos grãos totais, não houve diferenças com a aplicação do regulador nos dois anos de cultivo. Para grãos cheios, houve efeito positivo da aplicação de regulador de crescimento no segundo ano, sendo que neste ano a aplicação do regulador de crescimento aumentou o número de grãos cheios. E também, o regulador em ambos os anos proporcionaram menores quantidades de grãos chochos, sendo a redução de aproximadamente 36,5 e 30,0 % no primeiro e segundo ano, respectivamente. A redução dos grãos chochos se refletiu no aumento de grãos cheios, numericamente no primeiro e significativamente no segundo ano de avaliação. Desta forma, houve melhor distribuição dos fotoassimilados, antes utilizados para o desenvolvimento exagerado das plantas, para o enchimento de grãos.

Discordando, Alvarez et al. (2007) mencionaram que a aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac na dose de 200 g i.a. ha<sup>-1</sup> reduz o número de grãos totais e cheios devido a influencia nos processos de formação da ráquis e

espiguetas por ramificação, para grãos totais, e a formação de flores (estames e ovário) e na meiose (formação de gametas femininos e masculinos) reduzindo a fertilidade das espiguetas, para grãos cheios. Sendo a diferença entre os trabalhos apenas na dosagem do produto, onde no presente trabalho se utilizou 25% menos de etil-trinexapac.

Quanto a influencia da densidade de sementeira sobre o número de grãos totais, não houve diferença significativa. Para o número de grãos cheios por panícula, em 2007/08 os dados se

ajustaram a função linear negativa, ou seja, o aumento da densidade de sementeira reduziu os grãos cheios por panícula. Pode-se inferir que houve diminuição no tamanho das panículas com o aumento das densidades de sementeira, o que pode ser explicado pela maior competição entre as plantas nas maiores densidades, concordando com Arf et al. (1996). Santos et al. (2002) avaliando densidades de sementeira (50, 70 e 90 sementes por metro) não obtiveram influencia no número de grãos cheios por panículas.

**Tabela 4.** Valores médios obtidos na avaliação do número de grãos totais, grãos cheios e grãos chochos por panícula em arroz de terras altas irrigado por aspersão, envolvendo aplicação de regulador de crescimento e densidades de sementeira. Selvíria (MS), 2007/08 e 2008/09.

Tratamento	Grãos totais		Grãos cheios panícula <sup>-1</sup>		Chochos	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Etil-trinexapac</b>						
Ausência	153,8	130,2	136,0	99,8 b	17,8 a	30,4 a
Presença	148,9	137,9	137,6	116,6 a	11,3 b	21,3 b
<b>Densidade (sementes viáveis m<sup>-2</sup>)</b>						
100	164,3	138,6	149,1 <sup>(1)</sup>	111,0	15,2	27,6
150	148,1	135,6	134,6	106,1	13,5	29,6
200	152,4	140,3	137,6	114,6	14,8	25,7
250	149,7	121,8	134,6	100,5	15,1	21,3
300	142,0	134,0	127,8	108,8	14,2	25,1
<b>Teste F</b>						
Etil-trinex. (E)	1,12 n.s.	1,92n.s.	0,15 n.s.	12,86**	78,8**	28,16**
Densidade (D)	2,51 n.s.	1,38n.s.	2,70*	1,05n.s.	0,78 n.s.	2,58n.s.
E x D	0,66 n.s.	0,70n.s.	0,84 n.s.	0,48n.s.	0,14 n.s.	0,80n.s.
DMS – (E)	-	-	8,69	9,57	1,51	3,52
CV(%)	9,68	13,10	9,80	13,63	15,98	20,99

\*\*; \* e n.s – significativo em nível de 1 % e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>  $y = 153,8537 - 0,0854x$  ( $R^2 = 0,75$ ).

Os valores obtidos para massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos estão apresentados na Tabela 5. Na massa de 100 grãos do ano agrícola de 2007/08 verificou-se que a aplicação do regulador de crescimento promoveu acréscimos. As diferentes densidades utilizadas não exerceram influência sobre a massa de 100 grãos, concordando com Crusciol et al. (2000) e Santos et al. (2002), onde os autores não obtiveram efeito do aumento da densidade de sementeira sobre essa variável.

A massa hectolétrica sofreu redução com a aplicação do regulador de crescimento no ano 2007/08. Em 2008/09, não houve influencia significativa para este tratamento. Para ambos os

anos avaliados a massa hectolétrica não sofre influencia das diferentes densidades de sementeira.

No que se refere à produtividade, verifica-se que o uso do regulador de crescimento no primeiro ano, apesar de ter influenciado significativamente em aumento do número de colmos por metro quadrado, redução de grãos chochos e aumento da massa de 100 grãos, o aumento na produtividade de grãos foi apenas numericamente maior que na ausência do regulador de crescimento. No ano seguinte, o aumento significativamente do número de grãos cheios e a redução dos grãos chochos por panícula foi insuficiente para compensar perdas numericamente menores de colmos e panículas por



metro quadrado, refletindo em menor produtividade de grãos com aplicação do regulador de crescimento.

Segundo dados obtidos por Nascimento et al. (2009), a produtividade do cultivar Primavera se comportou de maneira quadrática com o aumento

das doses de etil-trinexapac aplicado na diferenciação floral do arroz, sendo a maior produtividade (4.957 kg ha<sup>-1</sup>) obtida com a dose de 150 g ha<sup>-1</sup>, próximo ao valor de 4.733 kg ha<sup>-1</sup> com a aplicação do regulador no presente trabalho.

**Tabela 5.** Valores médios da massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade, obtidos em experimento com aplicação de regulador de crescimento e densidades de semeadura de arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2007/08 e 2008/09.

Tratamento	Massa 100 grãos (g)		Massa hectolétrica (kg 100L <sup>-1</sup> )		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
<b>Etil-trinexapac</b>						
Ausência	2,0 b	2,9	57,7a	57,0	4.493	5.506a
Presença	2,3 a	2,9	53,5 b	57,3	4.650	4.733 b
<b>Densidade (sementes viáveis m<sup>-2</sup>)</b>						
100	2,2	2,9	56,6	56,6	4.462	5.270 <sup>(1)</sup>
150	2,2	2,9	55,9	57,2	4.768	5.541
200	2,1	3,0	52,9	58,1	4.481	5.149
250	2,2	2,8	57,1	56,8	4.448	4.910
300	2,3	2,8	55,3	57,1	4.700	4.727
<b>Teste F</b>						
Etil-trinex. (E)	21,45**	0,55n.s.	28,89**	0,62n.s.	0,77 n.s.	11,34**
Densidade (D)	0,34 n.s.	3,79 n.s.	3,47 n.s.	1,35n.s.	1,04 n.s.	1,52 n.s.
E x D	0,50 n.s.	1,24n.s.	1,06 n.s.	1,40n.s.	0,59 n.s.	0,95n.s.
DMS – (E)	0,13	-	4,00	-	-	470,9
CV(%)	9,24	4,17	4,44	2,51	10,62	14,18

\*\*; \* e n.s. – significativo em nível de 1 % e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação.

Embora a aplicação do regulador de crescimento reduziu significativamente a produtividade de grãos no segundo ano de avaliação, sua utilização é necessária em áreas que a cultura possa apresentar desenvolvimento vegetativo exagerado, ou seja, áreas que antecedam culturas fixadoras de nitrogênio e/ou com elevada fertilidade do solo. Sua aplicação proporcionou a redução da altura e do acamamento de plantas evitando perdas na colheita, principalmente a mecanizada.

As diferentes densidades utilizadas não interferiram na produtividade de grãos nos dois anos de avaliação. As características genotípicas do cultivar Primavera proporcionaram condições de produtividades de grãos semelhantes estatisticamente. No entanto, fatores ambientais, como temperatura do ar e da água, luminosidade, adubação equilibrada e disponibilidade de água, interferem no número de colmos férteis capazes de formar panículas. Assim, como não houve influencia

significativa da densidade de semeadura no primeiro e segundo ano de avaliação, a utilização da menor densidade de semeadura é mais interessante, tendo em vista o menor gasto de sementes. Semelhante ao resultado de Santos et al. (2002), a utilização da menor densidade de semeadura (100 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) é mais interessante, tendo em vista a economia de sementes e redução dos custos de produção, sendo importante lembrar que, a utilização de sementes fiscalizadas e o tratamento de semente são fundamentais para proporcionar o estande recomendado de plantas.

Avaliando as variáveis referentes à qualidade industrial de grãos, nota-se que o rendimento de benefício, rendimento de inteiros, e grãos quebrados foram influenciados pela utilização do regulador de crescimento (Tabela 6). Para o primeiro ano, a aplicação do etil-trinexapac aumentou o rendimento de benefício e inteiros, e reduziu a quantidade de grãos quebrados, favorecendo a qualidade industrial



dos grãos, como também a comercialização. No entanto, os resultados do segundo ano foram opostos ao do primeiro ano de avaliação. Com relação ao ano 2007/08, os resultados foram semelhantes aos observados por Nascimento (2008), porém nas doses 150, 225 e 300 g ha<sup>-1</sup> para o rendimento de benefício e grãos inteiros, e 225 e 300 g ha<sup>-1</sup> para grãos quebrados, com aplicação mais precoce, ou seja, entre o perfilhamento e a diferenciação floral.

Já as densidades de semeadura utilizadas não influenciaram o rendimento de benefício, de inteiros e de grãos quebrados nos dois anos de cultivo. No

entanto, Arf et al. (1996) verificaram efeito significativo com o aumento da densidade de semeadura, proporcionando aumento na porcentagem de grãos inteiros e, conseqüentemente, redução na porcentagem de grãos quebrados. Existem muitos fatores que interferem na produção de grãos inteiros, como temperatura, umidade relativa, teor de umidade do grão no momento da colheita, contribuindo para a obtenção de baixo rendimento de inteiros e maiores valores de grãos quebrados.

**Tabela 6.** Valores médios de rendimento de benefício, de inteiros e grãos quebrados, obtidos em experimento com aplicação de regulador de crescimento e densidades de semeadura em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2007/08 e 2008/09.

Tratamento	Rendimento de benefício		Rendimento de inteiros		Grãos quebrados	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
------(%)-----						
<b>Etil-trinexapac</b>						
Ausência	70,1 b	73,7a	61,4 b	69,6 a	8,7 a	4,1
Presença	71,6 a	71,8b	65,3 a	67,7b	6,3 b	4,1
<b>Densidade (sementes viáveis m<sup>-2</sup>)</b>						
100	70,7	72,5	63,6	68,2	7,1	4,3
150	71,5	73,6	64,1	69,4	7,4	4,2
200	70,2	72,9	62,6	69,2	7,6	3,7
250	71,3	72,1	64,0	67,9	7,3	4,2
300	71,2	72,5	62,5	68,6	8,7	3,9
<b>Teste F</b>						
Etil-trinex. (E)	25,66**	12,21**	68,53**	9,13**	59,22**	0,006n.s.
Densidade (D)	2,25 n.s.	0,87n.s.	1,98 n.s.	0,72n.s.	1,09 n.s.	0,85n.s.
E x D	2,39 n.s.	1,10n.s.	1,25 n.s.	1,04n.s.	0,55 n.s.	0,88n.s.
DMS – (E)	0,61	1,12	0,97	1,31	0,64	-
CV(%)	1,34	2,36	2,35	2,95	13,13	20,87

\*\*; \* e n.s. – significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação.

**Conclusões**

Nas condições testadas no presente estudo, concluiu-se que:

- A aplicação de 150 g ha<sup>-1</sup> de etil-trinexapac, por ocasião da diferenciação floral, reduziu a altura de plantas, o acamamento e a produtividade de grãos.

- Não houve diferença entre as densidades de semeadura avaliadas sobre a produtividades de grãos.

- Os rendimentos de benefício, de inteiros e de grãos quebrados são pouco influenciados pela aplicação de etil-trinexapac.

- As densidades de semeadura avaliadas não influenciaram os componentes do rendimento de engenho do arroz de terras altas cultivar Primavera.

**Agradecimentos**

À FAPESP pela bolsa de estudos concedida no período de desenvolvimento do trabalho.

**Referências**

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**, v.29, p.241-249, 2007.
- 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**, v.42, n.2, p.150-158. 2012.
- ARF, O. ; SÁ, M. E. ; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S. ; STRADIOTO, M. F. ; PASTANA, A. R. M. P. Efeito do espaçamento entre linhas e de densidade populacional sobre o comportamento de cultivares de arroz para sequeiro irrigados por aspersão. **Científica**, v.1, n.24, p.101-116, 1996.
- BIASI, A. L. Reguladores de crescimento vegetal. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I, N. (Org.). **Fisiologia vegetal produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002, p. 63-94.
- CANTARELLA, H.; FURLANI, P. R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed., atualizada e revisada. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997, p. 48-49.
- CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. **Científica**, v.10, n.1, p.57-61, 1982.
- 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**, v.35, n.6, p.1093-1100, 2000.
- CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; MATEUS, G.P. Grain quality of upland rice cultivars in response to cropping systems in the Brazilian tropical savanna. **Scientia Agricola**, v.65, n.5, p.468-473, 2008.
- 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. Arroz de Terras Altas: Espaçamento e Densidade de Semeadura. **Circular técnica On-line**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2003. (Circular Técnica, 61)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- ESPINDULA, M.C.; ROCHA, V.S.; SOUZA, L.T.; SOUZA, M.A.; GROSSI, J.A.S. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.1, p.109-116, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFPA)**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 2006. 589 p.
- HERNANDES, A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.307-312, 2010.
- NAGASHIMA, G.T.; SANTOS, F.T.; MIGLIORANZA, E. Resposta de cultivares de algodão ao cloreto de mepiquat aplicado via embebição de sementes. **Bragantia**, v.70, n.1, p.46-49, 2011.
- NASCIMENTO, V.; ARF, O.; SILVA, M.G.; BINOTTI, F.F.S.; RODRIGUES, R.A.F.; ALVAREZ, R.C.F. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, v.68, n.4, p.921-929, 2009.
- NASCIMENTO, V. **Resposta do arroz a doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento etil-trinexapac**. Ilha Solteira, 2008. 59 p. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.
- SANTOS, P.G.; CASTRO, A.P.; SOARES, A.A.; CORNÉLIO, V.M.O. Efeito do espaçamento e densidade de semeadura sobre a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.3, p.480-487, 2002.



**Revista Agrarian**

ISSN: 1984-2538

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

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

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.