



## **EFEITO DE ADJUVANTES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE CLORETO DE MEPIQUAT (PIX) EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO**

Gustavo Antonio Xavier Gerlach<sup>1</sup>, Orivaldo Arf<sup>2</sup>, Juliano Costa da Silva<sup>3</sup>, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues<sup>4</sup>.

1. Mestrando em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP, Brasil, (gustavo71180@aluno.feis.unesp.br)
2. Professor Livre Docente do Departamento de Fitotecnia Tecnologia de Alimentos e Socio-Economia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP, Brasil
3. Mestrando em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP,
4. Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP, Brasil.

**Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013**

### **RESUMO**

A garantia de produção obtida no cultivo irrigado por aspersão tem estimulado a utilização de maiores doses de fertilizantes, o que pode aumentar o índice de acamamento. O uso de reguladores vegetais é uma das alternativas para reduzir o acamamento, e a sua eficácia pode ser melhorada com a utilização de adjuvantes de calda. Assim, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do regulador de crescimento cloreto de mepiquat com o uso de adjuvantes, aplicado em duas épocas no desenvolvimento e produtividade do arroz de terras altas irrigado por aspersão. O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria – MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram assim constituídos: Testemunha; Pix; Pix+Espalhante; Pix+Ureia; Pix+Espalhante+Ureia) aplicado entre o perfilhamento ativo e a diferenciação do primórdio da panícula (30 DAE) e por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula (40 DAE). Concluiu-se que o uso de adjuvantes melhora a absorção e reduz a altura de plantas do arroz de terras altas; propicia aumento no número de panículas m<sup>-2</sup> e não interfere na produtividade do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

**PALAVRAS-CHAVE:** doses de PIX, irrigação por aspersão, *Oryza sativa* L., reguladores vegetais, adjuvante.

### **EFFECT OF ADJUVANTS AND APPLICATION TIME OF MEPIQUAT CHLORIDE (PIX) IN UPLAND RICE UNDER SPRINKLER**

#### **ABSTRACT**

Ensuring yield on irrigated by sprinkler has stimulated the use of higher doses of fertilizer, which can increase the rate of lodging. The use of plant growth regulators is

one of the alternatives to reduce lodging, and its effectiveness can be improved with the use of spray adjuvants. So the work was to evaluate the effect of the growth regulator mepiquat chloride with the use of adjuvants, applied in two seasons on the development and productivity of upland rice under sprinkler. The experiment was conducted in Selvíria - MS. The experimental design was randomized blocks, arranged in 5 x 2 factorial design with four replications. The treatments were well established: Witness; Pix, Pix + spreader; Pix + Urea, Urea + Pix + spreader) applied between the active tillering and panicle primordial differentiation (30 DAE) and upon the primordial differentiation of the panicle (40 DAE). It was concluded that the use of adjuvant improves absorption and reduces plant height of upland rice; provides increased number of panicles m<sup>-2</sup> and does not affect the productivity of upland rice under sprinkler.

**KEYWORDS:** PIX doses, sprinkler irrigation, *Oryza sativa* L., plant growth regulators, adjuvant.

## INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz irrigado por aspersão tem estimulado o uso de práticas de maior nível tecnológico, com conseqüente aumento na produtividade (ARF et al., 2001). No entanto, a utilização de altas doses de fertilizante, notadamente os nitrogenados, para aumentar a produtividade, combinada com o suprimento adequado de água, acarreta em elevado desenvolvimento vegetativo, o que causa acamamento de plantas e interfere negativamente na produtividade e na qualidade dos grãos.

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nos vegetais para alterar os processos vitais ou estruturais, por meio de modificações no balanço hormonal das plantas, com a finalidade de aumentar a produção, melhorar a qualidade ou facilitar a colheita (LAMAS, 2001).

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), no arroz (ALVAREZ et al. 2007, NASCIMENTO et al. 2009, GITTI et al. 2011), crotalária (KAPPES et al. 2011) e girassol (MATEUS et al. 2009). Eles contribuem para moldar a 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).

O cloreto de mepiquat (cloreto 1,1-dimetil piperidíneo) é um composto orgânico, solúvel em água, que se apresenta como uma solução aquosa, incolor e inodora, é um produto sistêmico, absorvido principalmente pelas partes verdes da planta. (REDDY et al., 1996) esse regulador é translocado de forma ascendente e descendente, pelo xilema e floema, de maneira uniforme (REDDY et al., 1996). O

Cloreto de mepiquat (Pix), interfere na biossíntese do ácido giberélico, inibindo-a, o que resulta em redução do crescimento, em razão da menor alongação celular (LAMAS, 2001). Essas substâncias podem estimular o metabolismo de enzimas hidrolíticas, que controlam etapas da divisão celular, como as giberelinas (O'BRIEN et al., 2010),

Vários fatores relacionados ao vegetal (espécie, idade, estrutura e posição das folhas, estado nutricional, etc), aos produtos (solubilidade, metabolização, dissociação, interação com os outros íons ou moléculas, etc), à calda (concentração, pH, volume, qualidade da água, adjuvante, etc) e ao clima (UR do ar e do solo, temperatura do ar e do solo, precipitações, ventos, luz, etc) podem influenciar de forma a beneficiar ou prejudicar o processo de absorção (DURIGAN, 1985).

Os reguladores vegetais, neste caso retardantes vegetais (age por inibição da biossíntese de giberelinas), são compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição na produtividade (SILVA, 2011).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do regulador de crescimento cloreto de mepiquat com adição de adjuvantes de calda aplicado em duas épocas no desenvolvimento e produtividade do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

## MATERIAL E METODOS

O trabalho de pesquisa foi conduzido 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. 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). O tipo climático é Aw, segundo a classificação de KÖPPEN (2004), caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (EMBRAPA 2006).

Antes da instalação dos experimentos, o solo do local foi amostrado, na camada 0,00 - 0,20 m e os resultados da análise de fertilidade do solo, segundo método descrito em RAIJ & QUAGGIO (1983), foram: P (resina) = 17 mg dm<sup>-3</sup>; MO = 13 g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,2; K = 2,9 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 33 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 14 mmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al = 27 mmolc dm<sup>-3</sup>; Al = 00 mmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 50 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 77 mmolc dm<sup>-3</sup>; e V = 65%.

Utilizaram-se blocos casualizados como forma de delineamento experimental, disposto em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram assim constituídos: Testemunha; Pix; Pix+Espalhante; Pix+Uréia; Pix+Espalhante+Uréia aplicado entre o perfilhamento ativo e a diferenciação do primórdio da panícula (30 DAE) e por ocasião da diferenciação do primórdio da panícula (40 DAE). A dose de Pix foi única em todos os tratamentos (2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial contendo 250 g L<sup>-1</sup>) de ingrediente ativo, utilizou-se 1,0% de Ureia em volume e 0,5% do espalhante adesivo em volume.

A aplicação do regulador de crescimento foi realizada com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> dotado de barra com quatro pontas, espaçadas de 0,50 m, modelo TXA 8002 VK, operado a pressão de 4 kgf pol<sup>-2</sup>, e volume de calda de 250 L ha<sup>-1</sup>. As aplicações foram realizadas em horário com

ausência ou pouca incidência de vento. As parcelas foram compostas por 6 linhas de 4,5m de comprimento espaçadas 0,34m entre si, considerando como área útil as 4 linhas centrais, desprezando-se 0,50m nas extremidades de cada linha.

O preparo do solo foi realizado utilizando escarificador com profundidade de trabalho entre 0,25 e 0,30 m, seguido de grade leve para destorroamento e nivelamento do solo. A adubação básica no sulco de semeadura foi constituída de 180 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16 + Ca + S + Zn, calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de (CANTARELLA & FURLANI, 1996).

As sementes receberam tratamento com o inseticida thiodicarb+óxido de zinco (300+250 g/100 kg de sementes), visando o controle de pragas de solo, principalmente cupins e lagarta elasmó. A semeadura foi realizada no dia 06 de novembro de 2010. Utilizou-se o cultivar Primavera com 80% de germinação, na densidade de 180 sementes viáveis/m<sup>2</sup>. A escolha do cultivar deve-se à classificação quanto ao tipo de planta, o qual pertence ao grupo intermediário; ao tipo de grão, classificado como longo-fino (agulhinha), que tem boa aceitação pelo mercado; e pelo fato deste ser suscetível ao acamamento em condições muito favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Posteriormente, houve a aplicação do herbicida em pré-emergência pendimethalin (1400g/ha do i.a).

A adubação em cobertura foi realizada aos 27 dias após a emergência das plântulas respectivamente, utilizando a sulfato de amônio como fonte de nitrogênio na dose de 70 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm/hora nos aspersores. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro Ville de Paris instalado na área experimental. No manejo da irrigação 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.

As plantas daninhas não controladas pelo herbicida aplicado em pré-emergência foram eliminadas com capina manual utilizando enxada.

Por ocasião da colheita foi utilizada escala de notas de acamamento utilizando-se as seguintes notas: 0 - sem acamamento; 1 - até 5% de plantas acamadas; 2 - 2 a 25%; 3 - 25 a 50%; 4 - 50 a 75% e 5 - 75 a 100% de plantas acamadas. Posteriormente foram obtidos pela contagem do número de panículas em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas obtendo-se posteriormente o número de panículas/m<sup>2</sup>. Após foram coletadas 15 panículas em local pré-determinado, na área útil de cada parcela e levadas ao laboratório para obtenção do total de grãos, foram separados para obtenção de grãos cheios e chochos. Foram retiradas as medidas da altura de plantas. Também foi avaliada a massa de 100 grãos, determinada pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos por parcela, a massa hectolétrica obtida pela pesagem em balança especial e por fim a produtividade no qual as panículas da área útil de cada parcela foram colhidas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas à trilha mecânica, posteriormente os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> (13% base úmida).

Após a pesagem 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 e 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.

Os dados foram analisados utilizando-se o programa SISVAR® - Sistema de Análise de Variância, da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados do número de dias para florescimento e colheita, tomando-se como base a emergência das plantas (Tabela 1) verifica-se que a aplicação do regulador de crescimento nos dois estádios de desenvolvimento não provocou alterações no florescimento. Comportamento semelhante ocorreu com o número de dias para a colheita. Quanto ao uso do adjuvante de calda não se verificou interferência no florescimento e colheita.

**TABELA 1.** Valores médios do número de dias após emergência (DAE) para florescimento pleno e colheita, obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e doses de regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2010/11.

Tratamentos	Florescimento	Colheita
	DAE	
Adjuvante		
Testemunha	70	102
Pix	70	102
Pix+ Espalhante	70	102
Pix+Ureia	70	102
Pix+Espalhante+ Ureia	70	102
Épocas		
Perfilhamento	70	102
Diferenciação	70	102

Resultados estes diferentes dos observados por PERON et al., (2009) no qual houve atraso de dois dias no florescimento em tratamentos com a aplicação de etil-trinexapac como regulador. Assim, indicando que o cloreto de mepiquat não interfere no número dias para o florescimento e conseqüentemente no número de dias transcorrido entre a emergência das plantas e a colheita.

A altura de plantas é uma variável muito observada na literatura em trabalhos referentes ao efeito de reguladores vegetais. Observando os dados de altura de plantas (Tabela 2) nota-se que houve influencia do tipo de adjuvante utilizado juntamente com o regulador vegetal onde o destaque foi para o tratamento Pix + Espalhante + Ureia. Para as duas épocas de aplicação não houve resultados significativos por outro lado BUZETTI et al., (2006) não constataram influencia na aplicação de regulador de crescimento (cloreto de cloromequat) aplicado sem

adjuvantes na altura de plantas nos cultivares de arroz IAC 201 e IAC 202. Assim evidenciando que o uso de adjuvantes são importantes para uma melhor absorção do produto principalmente no caso do arroz onde AGARIE (1998) observou que a maior parte do silício absorvido pela planta de arroz é depositada na folha, nos tecidos da epiderme logo abaixo da cutícula, mais precisamente nas paredes celulares mais externas, assim dificultando a absorção de produtos, reduzindo a sua eficiência.

Por outro lado, ALVAREZ (2007) não obteve resposta significativa para altura e acamamento de plantas trabalhando com doses e épocas de aplicação de cloreto de mepiquat em arroz. Isso evidencia que a adição de adjuvantes, assim como da uréia, pode trazer benefícios na performance dos produtos aplicados, sobretudo para os aplicados nas partes aéreas das plantas (DURIGAN, 1985).

Assim a ureia tem sido utilizada em aplicações foliares, como fonte de nitrogênio e, principalmente, como agente facilitador da penetração de nutrientes catiônicos, aniônicos e herbicidas (CARVALHO, 2010).

LAMAS (2001) verificou que em determinadas culturas a utilização do regulador de crescimento, proporcionou redução na altura das plantas e no tamanho dos ramos laterais, o que permitiu melhores condições de cultivo e manejo.

**TABELA 2.** Valores médios de altura de plantas, acamamento e panículas  $m^{-2}$  obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e adjuvantes ao regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2010/11.

Tratamentos	Altura (m)	Acamamento <sup>(1)</sup>	Panículas ( $m^{-2}$ )
Adjuvante			
Testemunha	140,2a	1,0 <sup>1</sup>	140,8b
Pix	139,4a	0,6	154,0ab
Pix+ Espalhante	135,8ab	0,6	155,1ab
Pix+Ureia	138,1ab	0,4	170,9a
Pix+Espalhante+ Ureia	132,2b	0,5	154,3ab
Épocas			
Perfilhamento	135,2	0,55	150,1
Diferenciação	137,5	0,55	158,8
Adjuvante (A)	4,17*	1,44 <sup>ns</sup>	2,97*
Epoca (D)	3,09 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>
A x E	0,84 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
CV (%)	3,08	28,24	17,65
DMS	6,12	0,89	29,82

\* e <sup>ns</sup>, significativo a 5 % e não significativo, respectivamente

<sup>(1)</sup> Escala de notas: escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas. A análise se refere aos dados transformados em raiz quadrática de  $x + 0,5$ .

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

Os dados de acamamento não obtiveram resultado significativo para utilização do regulador com a adição de adjuvantes de calda nem para as épocas de aplicação. Resultado semelhante a ALVAREZ (2007) onde não foram observados resultados significativos. Embora no presente trabalho observa-se que ocorreu diferença na altura de plantas, não ocorreu o mesmo efeito no acamamento de plantas. Vale ressaltar que a quantidade de plantas acamadas mesmo no tratamento testemunha foi baixa, até 5% de plantas acamadas e, no tratamento Pix+Espalhante+Uréia a nota atribuída foi igual a metade da nota atribuída para o tratamento testemunha.

Fica o indicativo da necessidade de uma aplicação sequencial do regulador cloreto de mepiquat com uso de adjuvantes, para que haja efeito residual mais prolongado do produto na planta, aumentando a inibição da síntese de giberélica ativa e proporcionando redução mais efetiva da altura das plantas (KAPPES et al., 2011)

No que se refere à variável número de panículas  $m^{-2}$ , houve acréscimo devido ao regulador utilizado e a associação com adjuvantes, sendo destaque para a associação Pix + Ureia, porém não houve diferença para as épocas de aplicação. ALVAREZ (2007) obteve maior número de panículas  $m^{-2}$  no tratamento com cloreto de mepiquat quando comparado com o tratamento com paclobutrazol e etil-trinexapac no qual obteve resultados inferiores de panículas  $m^{-2}$ . O número de panículas é definido durante o período de germinação até dez dias depois que o primórdio da panícula é visível (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 2006), demonstrando que o regulador atuou nesta variável nas duas épocas de aplicação.

O resultado dessas alterações é o aparecimento de plantas mais compactas, com melhor direcionamento dos fotoassimilados para a produção de grãos (ZAGONEL et al., 2002). Porém, neste estudo apesar do aumento no número de panículas  $m^{-2}$  não se observou aumento na produtividade de grãos.

Os resultados referentes ao número de grãos por panícula (Tabela 3) para as variáveis analisadas grãos totais, grãos cheios e grãos chochos nota-se que não houve valores significativos tanto para avaliação das associações do regulador com adjuvantes quanto para as épocas de aplicação, resultado semelhante ao trabalho de ALVAREZ (2007), onde a aplicação do cloreto de mepiquat não causou diferença no número de grãos por panícula. Entretanto, CASTILHO et al. (2012) verificou que ao utilizar o regulador de crescimento etil-trinexapac, ocorreu aumento no número de grãos cheios nos dois anos de cultivo. Já NASCIMENTO et al. (2009) observaram menor número de grãos por panícula quanto maior a dose utilizada do regulador etil-trinexapac, com os dados se ajustando às equações lineares decrescentes. Resultado semelhante foi observado por ALVAREZ (2003) que verificou influência negativa nesta variável.

**TABELA 3.** Valores médios do número de grãos totais, grãos cheios e grãos chochos por panícula obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e adjuvantes adicionados ao regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2010/11.

Tratamentos	Grãos Totais	Grãos Cheios	Grãos Chochos
<b>Adjuvante</b>			
Testemunha	184,72	134,73	49,99
Pix	189,72	140,11	49,60
Pix+ Espalhante	177,45	133,31	44,14
Pix+Ureia	172,71	125,27	47,44
Pix+Espalhante+ Ureia	182,05	130,08	51,25
<b>Épocas</b>			
Perfilhamento	187,49	135,85	51,62
Diferenciação	175,18	129,03	48,14
Adjuvante (A)	0,45 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
Epoca (D)	2,00 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>
A x E	1,00 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
CV (%)	40,15	17,67	42,26
DMS	15,16	34,19	30,17

<sup>ns</sup>, significativo.

Os valores obtidos para massa de cem grãos, massa hectolétrica e produtividade (Tabela 4) não foram influenciadas tanto para a associação do regulador vegetal com adjuvantes, quanto para épocas de aplicação do produto. Estes dados corroboram com os obtidos por BUZETTI et al., (2006) onde a aplicação do regulador de crescimento não influenciou a altura de plantas e componentes de produção da cultura.

Entretanto, NASCIMENTO et al., (2009) observaram efeitos expressivos para doses e época de aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz diferentemente dos resultados obtidos no presente trabalho.

**TABELA 4.** Valores médios da produtividade de grãos, massa hectolétrica e massa de cem grãos obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e adjuvantes adicionados ao regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2010/11.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa hectolétrica (kg h L <sup>-1</sup> )	Massa de cem grãos (g)
Adjuvante			
Testemunha	4.454	52,34	2,63
Pix	4.461	52,55	2,94
Pix+ Espalhante	4.542	53,42	2,87
Pix+Ureia	4.465	52,89	2,82
Pix+Espalhante+ Ureia	4.410	52,18	2,85
Épocas			
Perfilhamento	4.445	52,36	2,84
Diferenciação	4.477	52,60	2,80
Adjuvante (A)	0,06 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>
Epoca (D)	0,01 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
A x E	0,72 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>
CV (%)	11,56	5,06	8,66
DMS	754,39	3,84	0,35

\* e <sup>ns</sup>, significativo a 5 % e não significativo, respectivamente

(<sup>1</sup>)  $y = 54,6848 - 3,898x + 2,1180x^2$  ( $R^2=76,04$ )

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

Os reguladores de crescimento proporcionam redução no porte das plantas, fazendo com que os metabólicos sejam direcionados para as estruturas reprodutivas das mesmas (NÓBREGA, 1999), entretanto, este último efeito, provavelmente, não tenha ocorrido no presente estudo, pois o número de grãos por panícula e a massa de cem grãos, importantes componentes de produção, tiveram comportamento similar e não foram influenciados pela associação do regulador com adjuvantes e épocas de aplicação do cloreto de mepiquat. Estes resultados corroboram aos observados por LINZMEYER JÚNIOR (2008), os quais relataram que o número de sementes por vagem e massa de cem sementes de soja não foram afetados pela aplicação dos reguladores de crescimento testados. Por outro lado, em condições semelhantes de estudo, NASCIMENTO et al., (2009) testaram a aplicação de cinco doses do regulador de crescimento etil-trinexapac (0, 75, 150, 225 e 300 g ha<sup>-1</sup>), em arroz de terras altas, e constataram ajuste de equação quadrática para a massa de cem grãos.

Para a variável produtividade, o comportamento foi semelhante ao obtido por BUZETTI et al., (2006), na qual notaram que pela aplicação do regulador de crescimento, cloreto de clorimequat, a produtividade da cultura não foi influenciada. ILUMAE (2002), ao estudar a influência de reguladores vegetais sob a altura da planta e rendimento de grãos em diferentes espécies de cereais, constatou que a aplicação de 0,4 L ha<sup>-1</sup> controlou com sucesso o acamamento dos cereais

estudados, além de acarretar em ganhos na produtividade da cevada de primavera (cv. Anni), do trigo de inverno (cv. Shirvinta) e do centeio de inverno (cv. Vambo) em 7,4; 9,5 e 6,3%, respectivamente. ALVAREZ (2007) obteve redução da produtividade de grãos acarretada pela aplicação do regulador etil-trinexapac. Os resultados diferem dos obtidos por CEDERGREEN (2009), que encontraram aumentos na produtividade de grãos de cevada, com a aplicação de subdoses de glyphosate entre 2,5 g ha<sup>-1</sup> e 20 g ha<sup>-1</sup>. O incremento na produtividade foi obtido pelo aumento do número de grãos por m<sup>2</sup>, em relação ao tratamento sem aplicação.

A produtividade de grãos de um dado cultivar de arroz é determinada por quatro componentes: número de panículas por metro quadrado, número de espiguetas por panícula, porcentagem de espiguetas férteis e massa de 1000 grãos (FORNASIERI FILHO & FORNASIERI, 2006), componentes os quais não sofreram influência pela associação do com adjuvantes de calda e épocas de aplicação do cloreto de mepiquat.

Os resultados referentes ao rendimento de engenho (Tabela 5) não apresentaram efeito significativo na utilização do regulador vegetal para épocas de aplicação.

No que se refere ao rendimento de inteiros verificou-se comportamento diferente ao obtido com o rendimento de benefício, obteve-se resultado significativo para a associação do regulador vegetal com adjuvantes para a variável grãos inteiros, onde o tratamento Pix + Espalhante obteve o melhor resultado, enquanto para as épocas de aplicação não obtiveram efeito significativo.

**TABELA 5.** Valores médios de rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados obtidos em arroz de terras altas envolvendo época de aplicação e adjuvantes adicionados ao regulador de crescimento. Selvíria (MS), 2010/11.

Tratamentos	Rendimento de benefício %	Rendimento de inteiros %	Grãos quebrados %
Adjuvante			
Test	64,37	53,85b	10,51
Pix	66,10	56,38ab	9,72
Pix+ Espalhante	66,02	57,40a	8,62
Pix+Ureia	65,27	55,93ab	9,34
Pix+Espalhante+ Ureia	65,37	55,44ab	9,93
Épocas			
Perfilhamento	65,76	56,11	9,64
Diferenciação	65,10	55,49	9,61
Adjuvante (A)	1,90ns	3,10*	0,11ns
Epoca (D)	2,07ns	0,86ns	0,93ns
A x E	0,78ns	0,32ns	0,10ns
CV (%)	2,19	3,76	2,04
DMS	2,09	3,06	14,51

\* e <sup>ns</sup> ,significativo a 5 % e não significativo, respectivamente

Para os dados referentes a grãos quebrados os resultados foram semelhantes ao rendimento de benefício não sendo significativo para a associação com adjuvantes e para épocas de aplicação do cloreto de mepiquat. Do ponto de vista prático, todos os tratamentos apresentaram bons valores para as características do rendimento industrial.

Segundo OLIVEIRA (1999), o rendimento de inteiros é uma característica extremamente sensível ao estágio de maturação, ou em outras palavras, ao momento da colheita. O estágio que resulta nos maiores rendimentos de grãos inteiros é muito curto e se encontra na faixa de 22 e 28% de umidade.

De acordo com NASCIMENTO et al., (2009), doses de 150, 225 e 300 g ha<sup>-1</sup> do regulador de crescimento aplicado entre o perfilhamento e a diferenciação floral proporcionaram a obtenção de maiores valores de rendimento de benefício e grãos inteiros.

## CONCLUSÕES

Com base no experimento realizado:

A associação de cloreto de mepiquat com adjuvantes de calda altera reduz a altura de plantas do arroz de terras altas;

O uso de cloreto de mepiquat com adjuvantes apesar de propiciar aumento no número de panículas m<sup>-2</sup>, não interfere na produtividade do arroz de terras altas irrigado por aspersão;

A aplicação de cloreto de mepiquat com adjuvantes interfere no rendimento industrial do arroz de terras altas irrigado por aspersão com o aumento do número de grãos inteiros.

## REFERÊNCIAS

AGARIE, S. Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. **Plant Production Science**, Japão, v. 1, p. 96-103, 1998.

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**. Botucatu-SP, 2003. 87 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003.

ALVAREZ, R.C.A. et al. Aplicação de reguladores vegetais na cultura de arroz de terras altas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n. 2, 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. RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; CRUSCIOL, C.A.C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e a irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.871-879, 2001.

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

CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. ARROZ DE SEQUEIRO. IN: RAIJ, B. VAN, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p.

CARVALHO, S. J. P Adição simultânea de sulfato de amônio e ureia à calda de pulverização do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 575- 584, 2010.

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. **Agrarian**, Dourados-MS, v.5, n.18, p.337-348, 2012

CEDERGREEN, N. Chemical stress can increase crop yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 114, n. 1, p. 54-57, 2009.

DURIGAN, J.C. **Efeito de surfactantes e aditivos na eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência das plantas daninhas**. Ed. FAVJ - UNESP, 1985. 36p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 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** (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

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

GITTI, D. C. et al. Glyphosate como regulador de crescimento em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 500-507, 2011.

ILUMAE, E. The influence of growth regulator Moddus 250 EC on different cereal species. **Journal Agricultural Science.**, Estonia, v. 13, n. 2, p. 73-78, 2002.

KAPPES, K.; ARF, O.; ARF, M.V.; GITTI, D.C.; ALCALDE, A.M. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de Crotalária.

**ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.872 2013

**Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 508-518, 2011.

KÖPPEN, W. **Classificação de Köppen** – significado dos símbolos e critérios para classificações. In: Vianello, R. L.; Alves, A. R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: Editora da UFV, 2004, p. 449.

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

LINZMEYER JÚNIOR, R. 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.

MATEUS, C. M. D. et al. **Estratégias para redução do porte de girassol ornamental para comercialização em vaso**. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 3, p. 681-687, 2009.

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**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 921-929, 2009.

NÓBREGA, L.B. Hormônios e reguladores do crescimento e do desenvolvimento. In: Beltrão, N.E.M. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 587-602.

O'BRIEN, R.; FOWKES, N.; BASSOM, A.P. Models for gibberellic acid transport and enzyme production and transport in the aleurone layer of barley. **Journal of Theoretical Biology**, v.267, p.15-21, 2010..

OLIVEIRA, A. C. M. **Efeito de doses de potássio na produção e qualidade de sementes de arroz de sequeiro, cv. Carajás e IAC-201**. Ilha Solteira, SP, 60p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista 1999.

PERON, I.B.G.; RODRIGUES, R.A.F.; GITTI, D.C.; CASTILHO, J.S.C; KANEKO, F.H. Doses de nitrogênio e regulador vegetal em arroz de terras altas irrigado por aspersão. In. Congresso de Iniciação Científica, CIC-Unesp, 2009. Ilha Solteira-SP. **Anais...** Congresso de Iniciação Científica, CIC-Unesp. v.1. p.1-4.

REDDY, A.R.; REDDY, K.R.; HODGES, H.F. Mepiquat chloride (PIX) induced changes in photosynthesis and growth of cotton. **Plant Growth Regulation**, v.20, p.179-183, 1996.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMAT, H. Doses de **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.873 2013

nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS v.32, n. 2, p.25-29, 2002.

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-SP, v. 8, n.2, out.2011