



Pesquisa Agropecuária Tropical

ISSN: 1517-6398

pat@agro.ufg.br

Escola de Agronomia e Engenharia de

Alimentos

Brasil

Castilho Gitti, Douglas de; Arf, Orivaldo; Balbi Guirão Peron, Igor; Portugal, José Roberto; Dias Chaves Corsini, Daiene Camila; Ferreira Rodrigues, Ricardo Antônio

GLYPHOSATE COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 41, núm. 4, octubre-diciembre, 2011, pp. 500-507

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos

Goiânia, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=253020131004>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

GLYPHOSATE COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS¹

Douglas de Castilho Gitti², Orivaldo Arf², Igor Balbi Guirão Peron²,
José Roberto Portugal², Daiene Camila Dias Chaves Corsini², Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues²

ABSTRACT

USE OF GLYPHOSATE AS GROWTH REGULATOR IN UPLAND RICE

The lodging of some rice cultivars at harvest time can lead to significant losses in yield, and the inappropriate water and nitrogen management, under high-tech conditions, can aggravate the problem. The use of vegetal regulators is an alternative to reduce lodging, however, information on this topic are rare. The study aimed to evaluate the application of glyphosate sub doses (26 g ha^{-1} , 52 g ha^{-1} , 78 g ha^{-1} , 104 g ha^{-1} , 130 g ha^{-1} , 156 g ha^{-1} , and 182 g ha^{-1}) on agronomical traits, development, and yield of upland rice crops irrigated by aspersion, during the floral differentiation period. The experiment was carried out in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil, through the agricultural years of 2008/2009 and 2009/2010. The increase of glyphosate sub doses, at the floral differentiation period of the Primavera cultivar, reduced the plants height, panicle size, and, consequently, yield. Sub doses higher than or equal to 78 g ha^{-1} eliminated the plants lodging process.

KEY-WORDS: *Oryza sativa* L.; lodging; hormesis.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz, com cerca de 11,5 milhões de toneladas, em área de 2,7 milhões de hectares (Conab 2011). O arroz inundado, cultivado na região subtropical do Brasil, responde por 70% da produção brasileira de arroz (IBGE 2006). Segundo Heinemann & Stone (2009), a área disponível para aumento da produção, nesta região, é limitada, principalmente em função do alto impacto no meio ambiente e problemas sociais, como a competição pela demanda industrial de água e uso doméstico. Assim, há aumento de interesse em sistemas de produção de arroz de terras altas predominantes no Centro-Oeste do Brasil.

RESUMO

O acamamento de algumas cultivares de arroz, no momento da colheita, acarreta perdas significativas na produtividade e, além disto, manejos de água e nitrogênio inadequados, em condições de alta tecnologia, agravam, ainda mais, o problema. O uso de reguladores vegetais é uma das alternativas para se reduzir o acamamento, entretanto, as informações sobre o assunto são escassas. O trabalho objetivou avaliar o uso de subdoses de glyphosate (26 g ha^{-1} , 52 g ha^{-1} , 78 g ha^{-1} , 104 g ha^{-1} , 130 g ha^{-1} , 156 g ha^{-1} e 182 g ha^{-1}) sobre as características agronômicas, desenvolvimento e produtividade do arroz de terras altas irrigado por aspersão, aplicadas na época da diferenciação floral. O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria (MS), durante os anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. O aumento das subdoses de glyphosate, aplicadas na época da diferenciação floral da cultivar Primavera, reduziu a altura de plantas, o tamanho das panículas e, consequentemente, a produtividade. Subdoses iguais ou superiores a 78 g ha^{-1} eliminaram o acamamento de plantas.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa* L.; acamamento; hormese.

Já o cultivo de arroz no sistema de terras altas responde por 30% da produção de arroz, em 64,7% da área total deste cereal (Embrapa 2002). A disponibilidade de novas cultivares de arroz de terras altas mais produtivas, e com qualidade de grãos tipo agulhinha, preferência dos consumidores, beneficiou a incorporação de novas áreas, na região central do Brasil, tornando-se uma opção na rotação de culturas, em áreas de melhores ambientes de solo, como em rotação com soja (Guimarães & Yokoyama 1998, Séguy et al. 1998).

A cultivar Primavera possui características de grãos do tipo agulhinha e curto período de maturação pós-colheita, que a favorece na comercialização. Porém, esta cultivar apresenta elevada percentagem

1. Trabalho recebido em jun./2010 e aceito para publicação em out./2011 (nº registro: PAT 10160).

2. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP, Brasil.

E-mails: gittidouglas@hotmail.com, arf@agr.feis.unesp.br, igorbguirao@hotmail.com, jr_portugal@hotmail.com, daiene6@hotmail.com, ricardo@agr.feis.unesp.br.

de acamamento de plantas, em condições favoráveis ao seu desenvolvimento (Soares et al. 2001).

O excessivo desenvolvimento da parte aérea, a baixa resistência do colmo e a alta capacidade produtiva desta cultivar contribuem para o acamamento de plantas, prejudicando, ou até, em alguns casos, inviabilizando a operação de colheita mecanizada. Os reguladores vegetais inibidores de giberelinas interrompem, em diferentes locais, a rota de biossíntese de todos os ácidos giberélicos e de fitormônios, que, dentre outras ações, promovem o alongamento celular (Davies 1995) e o crescimento das plantas.

Quanto à eficiência dos inibidores de giberelinas na cultura do arroz, o cloreto de clormequat não alterou sua altura (Buzetti et al. 2006). Já o paclobutrazol (Negrão et al. 2009 e 2010) e o etil-trinexapac (Nascimento et al. 2009) reduziram o acamamento das plantas, pelo retardamento do crescimento vegetal, garantindo a colheita mecânica, em áreas com este problema.

A utilização de algumas substâncias tóxicas, em doses muito menores, pode estimular o desenvolvimento vegetal e a produtividade, sendo este efeito conhecido como hormético (Calabrese & Baldwin 2002). O herbicida glyphosate apresentou efeito hormético em plantas de milho e soja convencional, com aumentos na massa seca (Velini et al. 2008), e na produtividade de cevada (Cedergreen et al. 2009) e algodão (Furlani Júnior et al. 2009), com aplicações de subdoses. Além do efeito hormético, o glyphosate, em pequenas doses, pode ser utilizado como regulador de crescimento, como observado em algodão (Neves et al. 2009) e em cana-de-açúcar (Leite & Crusciol 2008). As pequenas doses por área, o baixo custo do produto e a grande disponibilidade do ingrediente ativo no mercado são fatores que favorecem a utilização do glyphosate como regulador de crescimento.

Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de subdoses de glyphosate, na época da diferenciação floral, sobre o desenvolvimento, componentes de produção e produtividade do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010, no município de Selvíria (MS) ($20^{\circ}22'S$ e $51^{\circ}22'W$), em solo originalmente sob vegetação de Cerrado. O solo do local é um La-

tossolo Vermelho distrófico argiloso (Embrapa 1999). A precipitação pluvial média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual de $23,5^{\circ}C$ e a umidade relativa do ar média anual oscila entre 70% e 80%. Os valores diários de precipitação pluvial e temperatura do ar (média e máxima) foram registrados durante os períodos de manejo do experimento de arroz de terras altas, nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010 (Figuras 1 e 2).

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: $P(\text{resina}) = 17 \text{ mg dm}^{-3}$; $MO = 13 \text{ g dm}^{-3}$; $pH(\text{CaCl}_2) = 5,2$; $K = 2,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Ca = 33 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg = 14 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $H + Al = 27 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Al = 00 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $SB = 50 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $CTC = 77 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; e $V = 65\%$.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos. Os tratamentos constituíram-se de oito subdoses de glyphosate (0 g ha^{-1} , 26 g ha^{-1} , 52 g ha^{-1} , 78 g ha^{-1} , 104 g ha^{-1} , 130 g ha^{-1} , 156 g ha^{-1} e 182 g ha^{-1}), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por seis linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas 0,34 m entre si, e a área útil por quatro linhas centrais, desprezando-se 0,50 m, em ambas as extremidades de cada linha.

O preparo do solo, para os dois anos agrícolas, foi realizado com arações e gradagens, e a adubação básica, nos sulcos de semeadura, consistiu da aplicação de 250 kg ha^{-1} da fórmula 04-30-10, calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Cantarella & Furlani (1996).

As semeaduras foram realizadas nos dias 6 de novembro de 2008 e 4 de novembro de 2009, ambas nas densidades de 180 sementes viáveis por m^2 . Foi realizado o tratamento de sementes com thiodicarb ($0,525 \text{ kg}$, em 100 kg de sementes), visando ao controle de cupins e da lagarta elasmo.

O controle de plantas daninhas foi realizado em ambos os anos agrícolas, com a utilização de herbicida pré-emergente (pendimethalin). Como na área do cultivo tem sido observada, com frequência, a presença do capim colchão (*Digitaria sanguinalis*), capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*), o herbicida foi aplicado logo após a semeadura, na quantidade de $1.400 \text{ g i.a. ha}^{-1}$. As plantas daninhas não contro-

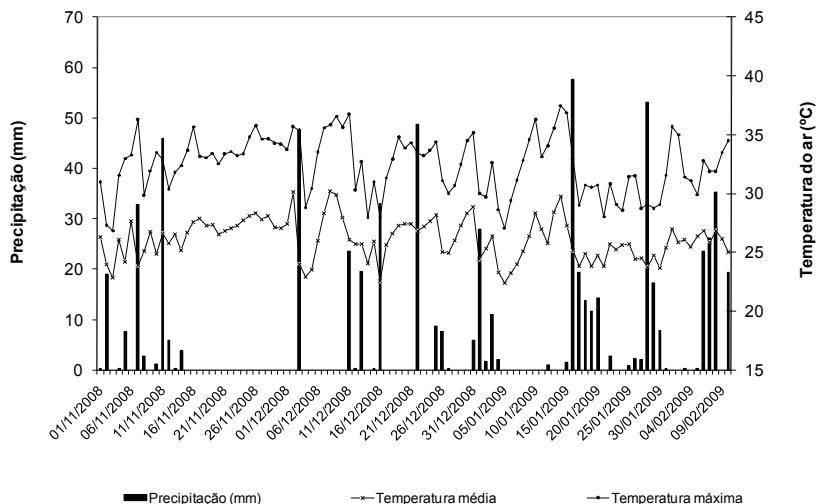


Figura 1. Variação diária da precipitação pluvial e da temperatura média e máxima do ar (Selvíria, MS, 2008/2009).

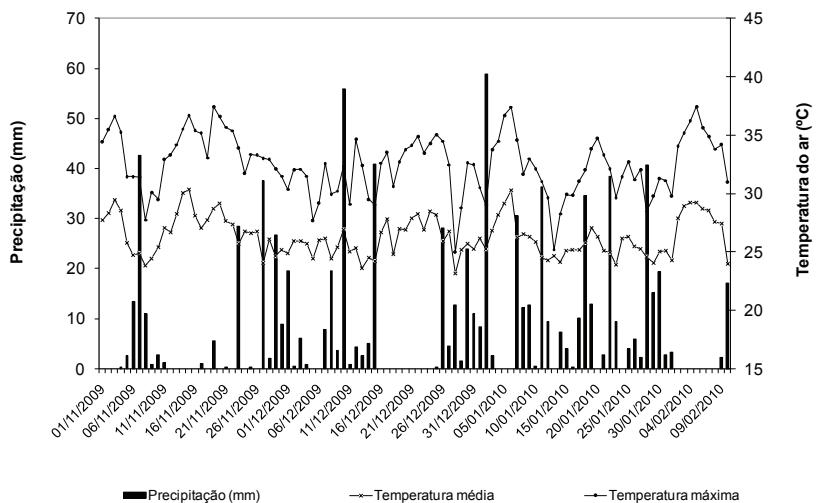


Figura 2. Variação diária da precipitação pluvial e da temperatura média e máxima do ar (Selvíria, MS, 2009/2010).

ladas pelo herbicida foram eliminadas por meio de campina manual, aos 25 dias após a emergência das plântulas (DAE).

As adubações nitrogenadas em cobertura (70 kg ha^{-1} de N) foram realizadas aos 30 DAE, utilizando-se, como fonte, ureia, nos dois anos de cultivo. O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro Ville de Paris, instalado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, distante, aproximadamente, 500 m da área experimental.

As aplicações das subdoses de glyphosate foram realizadas quando as plantas se encontravam na fase da diferenciação floral, aos 41 DAE e 43 DAE, para os anos 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente, com pulverizador costal manual (modelo PJH, marca Jacto), com um bico cônico vazio 8002, pressão de 2,8-3,0 kgf cm^{-2} e consumo de calda equivalente a 160 L ha^{-1} .

As colheitas foram realizadas manualmente, utilizando-se, como área útil, as quatro linhas centrais das parcelas, quando 90% das panículas apresentavam grãos com coloração típica de ma-

duros, descartando-se 0,50 m das extremidades das linhas.

Durante a condução do experimento, foram realizadas as seguintes avaliações: a) emergência de plântulas: número de dias transcorridos entre a semeadura e a emergência da maioria das plântulas (ponto de agulhamento); b) floração: número de dias entre a emergência e a floração de 50% das plantas da parcela; c) maturação: número de dias entre a emergência das plantas e a maturação de 90% das panículas da parcela; d) altura de plantas: antes da colheita, foi determinada, em dez plantas ao acaso, na área útil de cada parcela, a distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade superior da panícula; e) índice de acamamento: obtido por meio de observações visuais, na fase de maturação, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0 (sem acamamento), 1 (até 5% de plantas acamadas), 2 (5-25%), 3 (25-50%), 4 (50-75%) e 5 (75-100%); f) número de panículas por m²: determinado por meio da contagem do número de panículas em 1,0 m de fileira de plantas, na área útil das parcelas, e, posteriormente, calculado para o metro quadrado; g) número total de grãos por panícula: obtido por meio da contagem do número de grãos, em 15 panículas coletadas no momento da avaliação do número de panículas por m², em cada parcela; h) número de grãos granados e chochos por panícula: determinado por meio da contagem do número de grãos granados e chochos em 15 panículas, após separação dos mesmos, por meio de fluxo de ar; i) massa de 100 grãos: avaliada por meio da coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos de cada parcela, corrigindo-se a umidade para 13% (base úmida); j) produtividade de grãos: determinada por meio da pesagem dos grãos em casca, provenientes da área útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para 13% (base úmida) e convertendo-se os valores obtidos para kg ha⁻¹; k) massa hectolítrica: avaliada em balança especial para massa hectolítrica, com teor de água nos grãos corrigidos para 13% (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias ajustadas por regressão, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na avaliação do número de dias para emergência de plântulas foram 5 e 7 dias após a semeadura, para 2008/2009 e 2009/2010,

respectivamente. A altura de plantas, acamamento e número de panículas por m² sofreram interferência significativa das subdoses de glyphosate aplicadas no momento da diferenciação floral. Os resultados obtidos pelo aumento das subdoses de glyphosate foram semelhantes para estes parâmetros, em ambos os períodos de avaliação. A altura de plantas foi reduzida, seguindo-se equações lineares negativas (Figura 3). Para a percentagem de plantas acamadas, subdoses iguais ou superiores a 78 g ha⁻¹ eliminaram o problema de plantas acamadas (Figura 4).

O glyphosate é um inibidor da enzima EPSPs (enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase), presente na rota do ácido chiquímico e responsável pela biossíntese de compostos fenólicos nas plantas, dentre eles o triptofano, precursor da síntese do ácido indolilacético (AIA), um dos hormônios responsáveis pelo crescimento. A redução na altura de plantas decorreu da menor produção de AIA, prejudicando

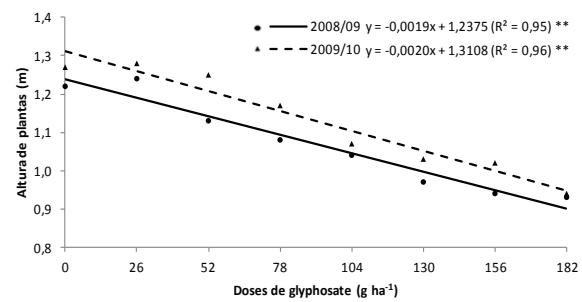


Figura 3. Altura de plantas de arroz de terras altas cv. Primavera, em função da aplicação de subdoses de glyphosate (Selvíria, MS, 2008/2009 e 2009/2010). ** Significativo a 1%, pelo teste F.

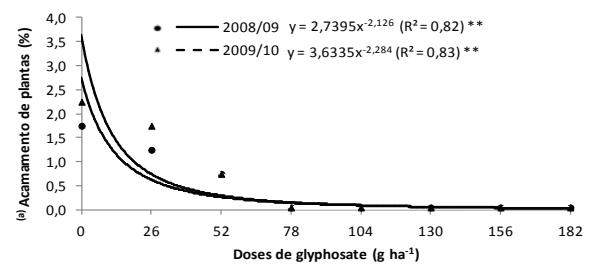


Figura 4. Acamamento de plantas de arroz de terras altas cv. Primavera, em função da aplicação de subdoses de glyphosate (Selvíria, MS, 2008/2009 e 2009/2010). (a) Escala de notas para acamamento: 0 (sem acamamento), 1 (1-5% de plantas acamadas), 2 (5-25%), 3 (25-50%), 4 (50-75%) e 5 (75-100%). ** Significativo a 1%, pelo teste F.

o alongamento celular. Além disto, 35% da massa seca das plantas é representada por derivados da via do chiquimato, e 20% do carbono fixado pela fotosíntese segue por esta rota metabólica (Devine et al. 1993, Kruse et al. 2000).

Os quatro últimos entrenos 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 presente trabalho. Além disto, o alongamento do último entrenó é responsável pela emergência da panícula, por meio 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, nesta região, reduzindo a qualidade dos grãos.

Considerando-se o número de panículas por m^2 , houve efeito das subdoses de glyphosate, com os valores se ajustando a funções lineares crescentes, para ambos os anos avaliados (Figura 5). A relação direta entre as subdoses de glyphosate e o número de panículas por m^2 está relacionada à menor concentração de AIA na planta, que proporcionou quebra na dominância apical dos colmos mais altos sobre os menores, assim como a redução do sombreamento das folhas inferiores, devido à redução na altura das plantas, aumentou a quantidade de colmos férteis (Fornasieri Filho & Fornasieri 2006). A relação positiva e significativa entre o número de panículas por m^2 e subdoses de glyphosate pode ser interessante, desde que não haja interferência no tamanho das panículas, ou que o aumento no número de panículas por m^2 compense a redução no tamanho das mesmas.

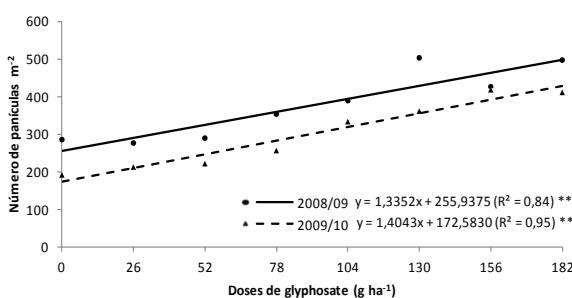


Figura 5. Número de panículas por m^2 de arroz de terras altas cv. Primavera, em função da aplicação de subdoses de glyphosate (Selvíria, MS, 2008/2009 e 2009/2010). ** Significativo a 1%, pelo teste F.

Para o número de grãos totais e granados, os dados se ajustaram a funções quadráticas, nos dois anos de avaliação, as quais, após derivadas, proporcionaram valores máximos de subdoses, bem como os maiores valores de grãos totais e granados, sendo possível, desta maneira, constatar o efeito hormético na quantidade de grãos por panículas.

Para 2008/2009, as subdoses estimadas de 24,7 g ha^{-1} e 32,0 g ha^{-1} proporcionaram os maiores valores estimados de grãos totais (142) e granados (108) por panícula, respectivamente (Figura 6). Quanto a 2009/2010, as estimativas foram de 11,6 g ha^{-1} e 22,0 g ha^{-1} , para grãos totais (230) e granados (174) por panícula, respectivamente (Figura 7). O efeito hormético no número de grãos por panícula foi observado em subdoses que apresentaram acamamento de plantas, não sendo, por isto, interessantes para a cultivar Primavera.

Em cana-de-açúcar, subdoses de glyphosate são utilizadas para aumentar o teor de sacarose (Dusky et al. 1986, Leite & Crusciol 2008). A síntese de lignina é dependente da via do ácido chiquimico, e baixas doses de glyphosate podem inibir suficientemente a lignificação para que mais carbonos sejam utilizados na produção de sacarose. Similarmente, no presente trabalho, o carbono não assimilado pela síntese de lignina pode ter aumentado a produção de amido, aumentando, também, o número de grãos totais e granados, até as subdoses estimadas, e reduzindo, linearmente, o número de grãos chochos por panícula. Velini et al. (2008) obtiveram acréscimos na massa seca da parte aérea das culturas de soja e milho, nas doses de 14,2 g ha^{-1} e 22,6 g ha^{-1} de glyphosate, respectivamente. Possivelmente, a aplicação

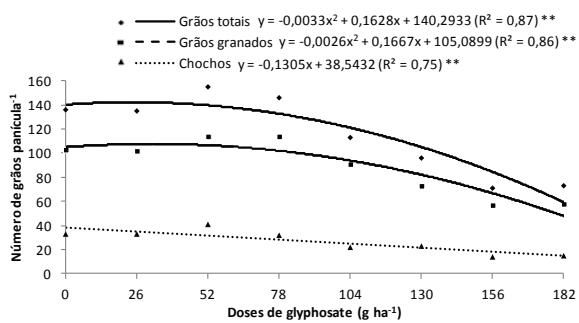


Figura 6. Número de grãos totais, granados e chochos por panícula de arroz de terras altas cv. Primavera, em função da aplicação de subdoses de glyphosate (Selvíria, MS, 2008/2009). ** Significativo a 1%, pelo teste F.

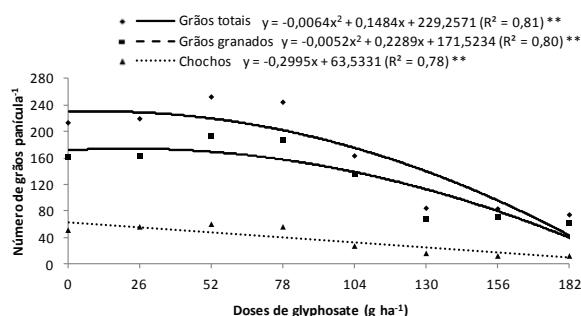


Figura 7. Número de grãos totais, granados e chochos por panícula de arroz de terras altas cv. Primavera, em função da aplicação de subdoses de glyphosate (Selvíria, MS, 2009/2010). ** Significativo a 1%, pelo teste F.

do glyphosate, em determinado estádio fenológico, pode direcionar o carbono assimilado para estruturas vegetativas ou reprodutivas.

Da mesma forma, Furlani Júnior et al. (2009) constataram efeito hormético em algodoeiro, onde a dose até 23 g ha⁻¹ de glyphosate proporcionou incremento na produtividade. Os autores também mencionam que as doses iniciais, até a faixa de 10 g ha⁻¹, aumentaram a quantidade de capulhos.

A massa de cem grãos não foi influenciada significativamente pelas subdoses de glyphosate, apresentando médias de 2,80 g e 2,61 g, para 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente. Quanto à massa hectolítrica, os dados se ajustaram a uma função linear positiva, para o segundo ano de cultivo, ou seja, o aumento das subdoses de glyphosate proporcionou incrementos neste parâmetro (Figura 8).

A massa do grão é determinada, em maior intensidade, por fatores genéticos, já que esta variável é um caráter varietal estável, dependente do tamanho da casca (Yoshida 1981) e do desenvolvimento da cariopse (Matsushima 1970) e, portanto, dependente das translocações de carboidratos para encher a casca. O aumento das subdoses reduziu os chochos por panículas e refletiu no aumento da massa hectolítrica, em 2009/2010. Provavelmente, a melhor distribuição de carboidratos antes utilizados na elongação da parte aérea da planta contribuiu para aumentar a massa hectolítrica, concordando com Nascimento et al. (2009).

A produtividade foi reduzida significativamente, nos dois anos de cultivo, com o aumento das subdoses de glyphosate (Figura 9). Os resultados diferem dos obtidos por Cedergreen et al. (2009), que

encontraram aumentos na produtividade de grãos de cevada, com a aplicação de subdoses de glyphosate entre 2,5 g ha⁻¹ e 20 g ha⁻¹. O incremento na produtividade foi obtido pelo aumento do número de grãos por m², em relação ao tratamento sem aplicação.

No presente trabalho, houve aumento quadrático no número de grãos totais e granados por panícula e aumento linear no número de panículas por m², porém, insuficiente para aumentar a produtividade. Vale lembrar que as subdoses utilizadas foram superiores às que proporcionaram aumento de grãos em cevada.

O aumento das subdoses de glyphosate reduziu tanto a altura de plantas como o tamanho das panículas, refletindo em plantas compactas e com retardamento para emissão das panículas, dando origem a grãos manchados. Embora este acréscimo tenha aumentado, também, o número de panículas por m², a redução no tamanho das mesmas promoveu redução na quantidade de grãos totais, granados e chochos, em proporções semelhantes, influenciando, diretamente, a produtividade.

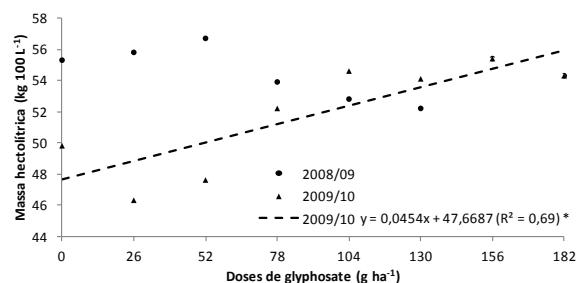


Figura 8. Massa hectolítrica do arroz de terras altas cv. Primavera, em função da aplicação de subdoses de glyphosate (Selvíria, MS, 2008/2009 e 2009/2010). * Significativo a 5%, pelo teste F.

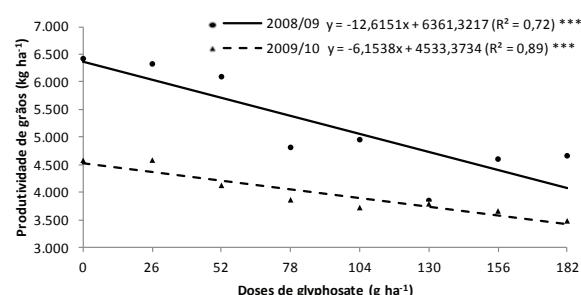


Figura 9. Produtividade de arroz de terras altas cv. Primavera, em função da aplicação de subdoses de glyphosate (Selvíria, MS, 2008/2009 e 2009/2010). *** Significativo a 7%, pelo teste F.

Analisando-se as subdoses compreendidas no intervalo de 0 g ha⁻¹ a 52 g ha⁻¹, observaram-se as maiores produtividades de grãos, em relação às demais subdoses avaliadas, porém, com as maiores quantidades de plantas acamadas. Nos dois períodos de cultivo, a eliminação de plantas acamadas foi observada com subdoses superiores a 78 g ha⁻¹, porém, com decréscimos lineares na produtividade. Assim, o intervalo de subdoses entre 52 g ha⁻¹ e 78 g ha⁻¹ é suficiente para eliminar o problema de acamamento de plantas, com as menores reduções possíveis na produtividade.

CONCLUSÕES

1. As subdoses de glyphosate, na cultivar Primavera, aplicadas por ocasião da diferenciação floral, reduziram a altura de plantas e o acamamento, sendo que subdoses iguais ou superiores a 78 g ha⁻¹ eliminaram o acamamento, com redução na produtividade.
2. O número de grãos totais e granados por panícula apresentou efeito hormético no intervalo de subdoses entre 11,6 g ha⁻¹ e 32,0 g ha⁻¹ de glyphosate, porém, com acamamento de plantas e sem influência na produtividade.
3. O aumento das subdoses de glyphosate proporcionou incremento do número de panículas por m², porém, não influenciou a produtividade.

REFERÊNCIAS

- BUZETTI, S. et al. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clormequat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.
- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Applications of hormesis in toxicology, risk assessment and chemotherapeutics. *Trends Pharmacol Science*, Amsterdam, v. 23, n. 7, p. 323-331, 2002.
- CANTARELLA, H.; FURLANI, P. R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996.
- CEDERGREEN, N. et al. Chemical stress can increase crop yield. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 114, n. 1, p. 54-57, 2009.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2011/2012*. 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 1 out. 2011.
- DAVIES, P. J. *Plant hormones physiology biochemistry and molecular biology*. 2. ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1995.
- DEVINE, M.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. *Physiology of herbicide action*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993.
- DUSKY, J. A. et al. Response of eight sugarcane cultivars to glycosine and glyphosate ripeners. *Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v. 4, n. 1-4, p. 225-235, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Manejo da brusone em terras altas*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. (Circular técnica, 52).
- FERREIRA, D. F. *Sistema Sisvar para análise estatística: manual de utilização*. Lavras: UFLA, 2000.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. *Manual da cultura do arroz*. Jaboticabal: Funep, 2006.
- FURLANI JÚNIOR, E. et al. Efeito de subdoses de glifosato na produtividade do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1295-1300.
- GUIMARÃES, C. M.; YOKOYAMA, L. P. O Arroz em rotação com soja. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Eds.). *Tecnologias para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p. 19-24.
- HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F. Efeito da deficiência hídrica no desenvolvimento e rendimento de quatro cultivares de arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 134-139, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Produção agrícola municipal*. 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 dez. 2007.
- KRUSE, N. D.; MICHELANGELO, M. T.; VIDAL, A. V. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Umuarama, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.
- LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 995-1001, 2008.
- MATSUSHIMA, S. *Crop science in rice: theory of yield determination and its application*. Tokyo: Fuji, 1970.

- NASCIMENTO, V. et al. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 4, p. 921-929, 2009.
- NEGRÃO, E. A. et al. Doses e épocas de aplicação de paclobutrazol em arroz de terras altas irrigado por aspersão. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 21., 2009, São José do Rio Preto. *Anais...* São José do Rio Preto: Unesp, 2009. 1 CD-ROM.
- NEGRÃO, E. A. et al. *Doses e épocas de aplicação de paclobutrazol em arroz de terras altas irrigado por aspersão, safra 2009/2010*. 2010. Disponível em: <http://prope.unesp.br/xxii_cic/trabalhos_fase1.php>. Acesso em: 27 out. 2011.
- NEVES, D. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; VALÉRIO FILHO, V. V. Hormese no crescimento do algodoeiro por subdoses de glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 915-922.
- RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. *Boletim Técnico do Instituto Agronômico*, Campinas, v. 81, n. 1, p. 1-31, 1983.
- SÉGUY, L. et al. Direct seeding: an organic soil management technique. *Agriculture et Développement*, Montpellier, ed. especial, p. 38-60, 1998.
- SOARES, A. A. et al. Primavera: cultivar de arroz com grãos agulhinha para cultivo em terras altas. *Ceres*, Viçosa, v. 48, n. 277, p. 381-388, 2001.
- VELINI, E. D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. *Pest Management Science*, Hoboken, v. 64, n. 4, p. 489-496, 2008.
- YOSHIDA, S. *Fundamentals of rice crop science*. Los Baños: IRRI, 1981.