

SENSIBILIDADE DE PLANTAS DE ARROZ AO HERBICIDA BISPYRIBAC-SODIUM EM FUNÇÃO DE DOSES E LOCAIS DE APLICAÇÃO¹

Sensitivity of Rice Plants to Bispyribac-Sodium in Function of Rates and Mode of Application

CONCENÇO, G.², ANDRES, A.³, LOPES, N.F.⁴, RIEFFEL FILHO, J.A.⁵, SANTOS, M.Q.⁵,
GARCIA, C.A.N.⁵ e FERREIRA, F.A.⁶

RESUMO - A influência de concentrações de bispyribac-sodium, aplicadas na parte aérea ou nas raízes das plantas de arroz, foi avaliada. O experimento foi realizado em casa de vegetação, usando bispyribac-sodium nas doses de 0, 24, 48, 72, 96 e 120 ppb, aplicadas na parte aérea ou nas raízes de plantas de arroz BRS Pelota e BRS Bojuru. As unidades experimentais constaram de copos plásticos perfurados na lateral próximo ao fundo, com areia lavada, onde foram colocadas cinco sementes de arroz, e mantidas dentro de bandejas contendo água em nível imediatamente inferior ao nível de areia. Quando as plantas se encontravam no estágio de duas a três folhas definitivas, as soluções foram pulverizadas diretamente sobre as folhas. Para aplicação nas raízes, o herbicida foi colocado na água de irrigação. Quarenta dias após emergência, foram avaliados comprimento de plantas, matéria fresca e seca de parte aérea e raízes e volume do sistema radical. Os dados foram submetidos à análise de variância, com análise de regressão através de modelos polinomiais, quando significativos. O cultivar de arroz BRS Bojuru se mostrou mais sensível que o BRS Pelota ao incremento na dose de bispyribac-sodium, com efeito mais pronunciado quando aplicado diretamente às folhas. Em campo, devem-se evitar doses acima das recomendadas, principalmente quando do uso de cultivares *japonica*.

Palavras-chave: nominee, *Oryza sativa*, fisiologia de herbicidas.

ABSTRACT– The aim of this work was to evaluate the influence of bispyribac-sodium concentrations applied to shoot and roots of rice plants. The trial was conducted under controlled environment, using bispyribac-sodium at 0, 24, 48, 72, 96 and 120 ppb, applied to shoot or roots of rice plants cvs. BRS Pelota and BRS Bojuru. The experimental units were composed of plastic bottles with 500 mL capacity, drilled in the lateral next to the bottom, filled with washed sand, where five seeds were sowed, and the experimental units were put into a basin containing water at a lower level than the sand in the experimental units. The solutions were directly sprayed on the leaves, or mixed to the irrigation water when applied to the roots. Forty days after emergence, plant length and fresh and dry weight were evaluated in the shoots and roots, as well as root volume. The data were submitted to analysis of variance by the F-test and polynomial regression was drawn in case of significance. Cultivar BRS Bojuru was more sensitive to increasing rates of bispyribac-sodium than BRS Pelota, when applied to the leaves. Rates above the recommended should be avoided under field conditions, mainly when using *japonica* cultivars.

Keywords: nominee, *Oryza sativa*, herbicide physiology.

¹ Recebido para publicação em 6.11.2006 e na forma revisada em 4.7.2007.

² Eng^o-Agr^o, Mestre em Fisiologia Vegetal, Doutorando do Dep. de Fitotecnia da UFV, Viçosa-MG <gconcenco@yahoo.com.br>;

³ Eng^o-Agr^o, M.Sc., pesquisador de Herbologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, <andre@cpact.embrapa.br>; ⁴ Prof. Ph.D. do Instituto de Botânica da UFPel, Pelotas-RS; ⁵ Acadêmicos do curso de Agronomia da UFPel, estagiários de Herbologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS; ⁶ Prof. Dr., Titular do Dep. de Fitotecnia da UFV, Viçosa-MG, <faffonso@ufv.br>.



INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que limitam a produção de arroz, as plantas daninhas podem ocasionar perdas superiores a 85% da produtividade de grãos do cereal (Fleck et al., 2004). Num programa de manejo integrado, os herbicidas representam a principal ferramenta de controle, dentre os quais se destacam os inibidores da ALS (acetolactato sintase), enzima que participa na biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina. Esses herbicidas são reunidos em quatro grupos principais: imidazolinonas, sulfoniluréias, sulfonilidas e carboxi-pirimidinil (Eberlein et al., 1997), que se caracterizam por apresentar baixa toxicidade ao homem e aos animais; usados em pequenas doses, possuem amplo espectro de ação, são eficientes no controle de várias espécies daninhas (Leite et al., 1998) e se translocam tanto via xilema como floema. Ao último grupo pertence o herbicida bispyribac-sodium (Vidal, 2002).

Embora relativamente flexíveis em se tratando de dose, quando em limites inadequados, os inibidores da ALS podem intoxicar as plantas tanto na parte aérea como no desenvolvimento de raízes (Vidal & Trezzi, 2000). A intoxicação do sistema radical, mesmo sem reflexos visíveis na parte aérea, pode levar a perdas na produtividade de grãos (Hilton & Nomura, 1964; Blancaver et al., 2002).

Há relatos de diferenças de sensibilidade aos herbicidas inibidores da ALS entre cultivares de arroz do tipo *indicae japonica*, sendo cultivares do tipo *japonica* mais sensíveis (Rieffel Filho et al., 2006; Santos et al., 2006).

A absorção de herbicidas pelas folhas normalmente é influenciada por características da superfície foliar (composição, espessura e arranjo da cutícula e natureza e espessura das paredes celulares), do ambiente (temperatura e umidade do ar e da folha) e do herbicida (coeficiente de partição, concentração e tamanho da molécula). A absorção desses herbicidas pelas raízes é mais facilitada que na parte aérea, pois não há presença da cutícula propriamente dita como barreira na absorção (Vidal, 2002). Logo, a sensibilidade de plantas de arroz aos herbicidas inibidores da ALS pode estar ligada ao local de aplicação do produto, bem

como à natureza do material genético predominante.

O herbicida bispyribac-sodium é relativamente flexível quanto à dose utilizada e ao momento de aplicação (Fischer et al., 2004). Ao aumentar a dose, obtém-se controle de espécies daninhas em estágio mais avançado de desenvolvimento (Freitas, 2004). Essa característica tem feito com que alguns produtores cometam alguns abusos na dose do produto. Para os cultivares mais sensíveis, doses acima das recomendadas causam intoxicação e prejuízos ao desenvolvimento das plantas da cultura (Usui, 2001; Santos et al., 2006). No entanto, o bispyribac-sodium é altamente catiônico; as cargas presentes nas moléculas do herbicida fazem com que ele fique fortemente aderido às partículas de argila e matéria orgânica do solo, perdendo a ação (Leite et al., 1998; Kobayashi, 2004).

O efeito de concentrações de bispyribac-sodium associado ao local de aplicação, no desenvolvimento da parte aérea e das raízes das plantas de arroz dos cultivares BRS Pelota (tipo *indica*) e BRS Bojuru (tipo *japonica*), foi avaliado neste trabalho em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação climatizada, com temperatura entre 22 e 26 °C e irrigação manual; os tratamentos foram compostos das doses do herbicida bispyribac-sodium (0, 24, 48, 72, 96 e 120 ppb), aplicadas individualmente na parte aérea e nas raízes dos cultivares de arroz BRS Pelota (*indica*) e BRS Bojuru (*japonica*), visando avaliar o sítio preferencial de absorção.

As unidades experimentais constaram de copos plásticos de 500 mL perfurados na lateral próximo ao fundo, contendo areia lavada até 3 cm abaixo da borda. O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais foram mantidas dentro de bandejas plásticas individuais, com água em altura de 1 cm inferior à altura da areia nas unidades experimentais; foram colocadas cinco sementes de arroz em cada unidade experimental e mantidas três plantas por unidade experimental após a emergência. No estágio



de duas a três folhas desenvolvidas, realizou-se a aplicação dos tratamentos. Para aplicação na parte aérea, o solo da unidade experimental foi coberto com camada de papel-alumínio revestido de papel-toalha, para evitar o contato da solução herbicida com o solo; as folhas foram borrifadas com as respectivas soluções herbicidas, de forma a proporcionar cobertura total e homogênea da planta.

Para aplicação ao sistema radical, a água foi substituída pelas respectivas soluções herbicidas, sendo os demais tratamentos mantidos em água pura. Nos tratamentos via raízes, a parte aérea das plantas não entrou em contato com o herbicida. A água (aplicação via aérea) ou solução (aplicação ao sistema radical) evaporada foi constantemente repostada, de forma que mantivesse o nível próximo ao da areia das respectivas unidades experimentais. Além disso, a cada reposição nova solução era elaborada, não sendo utilizada solução-estoque. Semanalmente, foi realizada aplicação de solução nutritiva, para manter o desenvolvimento normal das plantas de arroz.

As plantas se desenvolveram durante 40 dias após semeadura (DAS), quando então foram avaliadas a altura de planta e a matéria fresca e seca. Após a aferição da altura, as plantas foram cortadas rente ao substrato e acondicionadas em sacos plásticos colocados no interior de caixa de poliestireno expandido (Isopor®) com gelo e levadas imediatamente ao laboratório, para obtenção da matéria fresca (MF). Posteriormente, foram transferidas para sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até massa constante, para obtenção da matéria seca (MS).

Após o corte da parte aérea das plantas, o conteúdo da unidade experimental foi lavado sob água corrente, para eliminação da areia do sistema radical das plantas. O hipocótilo foi removido e o comprimento de raízes avaliado com auxílio de régua graduada. Depois disso, o excesso de água foi retirado com papel-toalha e as raízes inseridas em proveta graduada com água; foi verificado o deslocamento do conteúdo, para obtenção do volume de raízes, sendo as plantas colocadas novamente sobre papel-toalha, a fim de eliminar o excesso de água, com posterior determinação da matéria fresca. Em seguida, as raízes foram acondicionadas

em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C até massa constante, para obtenção da matéria seca. A análise de variância foi realizada pelo teste F a 5%; em caso de significância, foi efetuada análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de matéria fresca de parte aérea foi estabilizado para BRS Pelota sob concentrações de 48 a 120 ppb (Figura 1A). Quanto ao cultivar BRS Bojuru, a intoxicação cresceu linearmente até 120 ppb. BRS Bojuru apresentou valores inferiores aos de BRS Pelota em todas as concentrações avaliadas, embora a redução relativa da matéria fresca deste último tenha sido de aproximadamente 400 mg planta⁻¹ na concentração de 120 ppb, enquanto BRS Bojuru diminuiu apenas 160 mg planta⁻¹ sob as mesmas condições (Figura 1A). Por sua vez, a matéria fresca de parte aérea mostrou comportamento similar em ambos os cultivares quando a aplicação ocorreu via sistema radical, com crescimento de aproximadamente 50% sob concentração de 120 ppb, quando comparados às testemunhas sem aplicação (Figura 1B).

A matéria seca de parte aérea apresentou a mesma tendência que a matéria fresca, com menor acúmulo para BRS Pelota quando a aplicação ocorreu na parte aérea. Nessa situação, para cada ppb de incremento na concentração do herbicida, a matéria seca foi reduzida em 0,70 mg planta⁻¹ para BRS Pelota e 0,48 mg planta⁻¹ para BRS Bojuru. Embora a redução observada para BRS Bojuru tenha sido menos acentuada, os valores permaneceram abaixo dos observados para este último (Figura 2A). Quando a aplicação foi feita nas raízes, a diferença entre cultivares foi mais acentuada que as observadas com a aplicação na parte aérea, alcançando ao redor de 55% para BRS Pelota e de 40% para BRS Bojuru, quando comparadas à da testemunha sem aplicação (Figura 2B). Para cada ppb de incremento na concentração do herbicida, ocorreu diminuição de 0,9 e 0,47 mg planta⁻¹, para BRS Pelota e BRS Bojuru, respectivamente.

O crescimento da parte aérea das plantas parece ter sido estagnado após a aplicação das



concentrações do herbicida, sendo a velocidade de crescimento inversamente proporcional à concentração do herbicida. O bispyribac-sodium é transportado tanto via xilema como floema e, possivelmente, também pelo simplasto extrafloema (Saari et al., 1990). Portanto, sua distribuição pela planta é bastante homogênea, com ação principalmente nas áreas de crescimento mais ativo (Vidal et al., 1999). Como a aplicação ocorreu com as plantas em estágio inicial de desenvolvimento, a absorção do herbicida tendeu a ser facilitada, e as diferenças observadas quanto a parte aérea e raízes devem-se principalmente às diferenças

quanto à translocação e sensibilidade da planta ao herbicida. Externamente, não foram observados sintomas de intoxicação, como necrose ou amarelecimento, limitando-se apenas à redução no crescimento.

Os dados de altura de plantas mostram comportamento similar ao observado na matéria fresca e seca em função do incremento na concentração de bispyribac-sodium. A altura de plantas também foi mais influenciada entre 0 e 24 ppb de bispyribac-sodium para BRS Pelota com aplicação na parte aérea. Entre 24 e 120 ppb, ambos os cultivares apresentaram

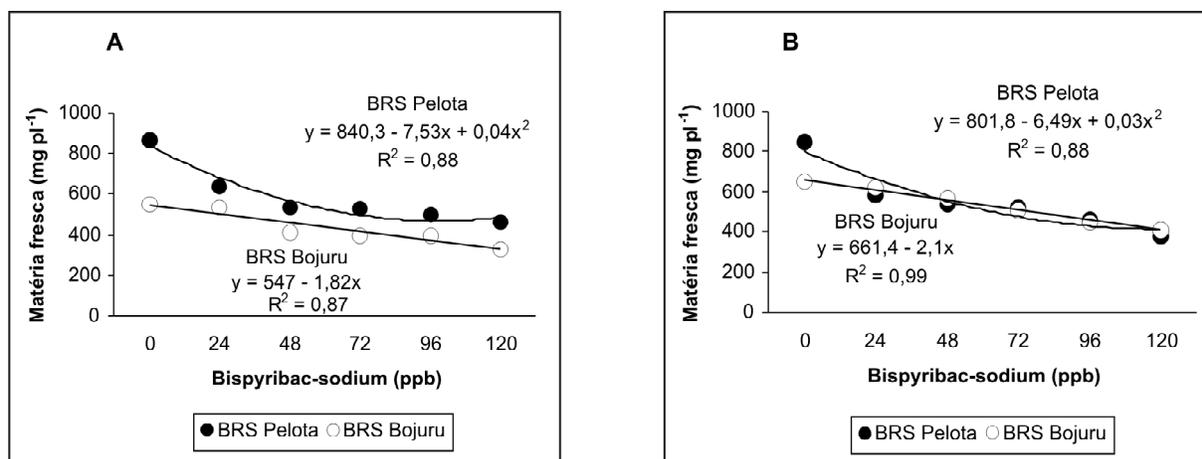


Figura 1 - Matéria fresca de parte aérea de plantas de arroz, em função de cultivares e concentrações do herbicida bispyribac-sodium, com aplicação na parte aérea (A) e no sistema radical (B) das plantas. UFPel/IB, Capão do Leão-RS, 2005.

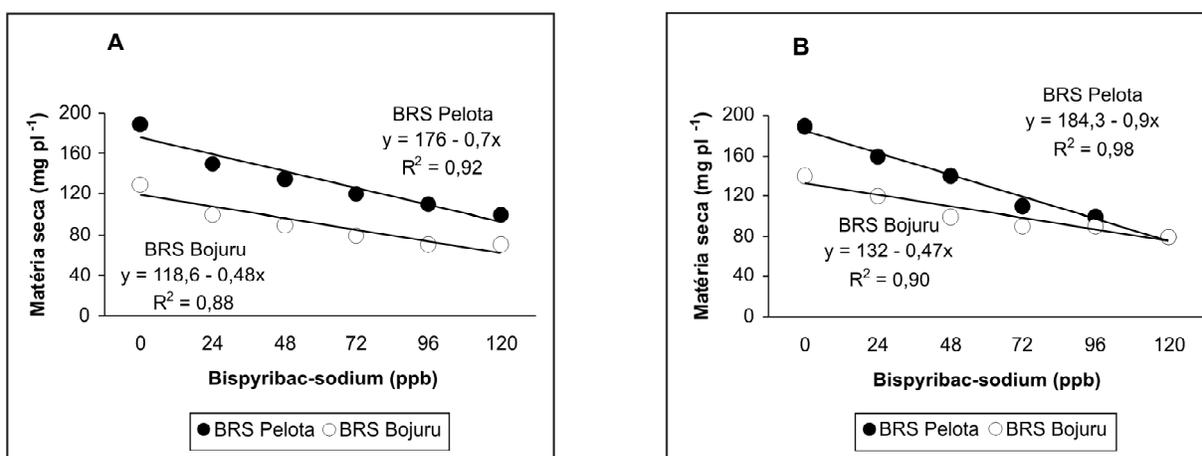


Figura 2 - Matéria seca de parte aérea de plantas de arroz, em função de cultivares e concentrações do herbicida bispyribac-sodium, com aplicação na parte aérea (A) e no sistema radical (B) das plantas. UFPel/IB, Capão do Leão-RS, 2005.

comportamento similar quanto ao crescimento. Enquanto para BRS Bojuru ocorreu redução de 0,43 mm para cada ppb de incremento na dose do herbicida, BRS Pelota tendeu à estabilização nas maiores doses (Figura 3A). Quando a aplicação foi realizada via sistema radical, BRS Bojuru mostrou-se mais sensível que BRS Pelota ao incremento na concentração do herbicida, com redução ao redor de 25% na maior dose, contra 11% observados para BRS Pelota. Para cada ppb de incremento na concentração do herbicida, as plantas ficavam 0,52 e 0,93 mm mais baixas, para BRS Pelota e BRS Bojuru, respectivamente (Figura 3B).

A matéria fresca do sistema radical foi mais afetada em BRS Bojuru quando a aplicação ocorreu na parte aérea das plantas, com crescimento ao redor de 40% na maior dose, contra 60% observados para BRS Pelota, quando comparados à testemunha não-tratada. Para cada ppb de incremento na dose, as plantas deixavam de acumular 1,38 e 1,96 mg por planta de matéria fresca de raízes, respectivamente para BRS Pelota e BRS Bojuru (Figura 4A). Quando a aplicação foi realizada diretamente no sistema de raízes, o comportamento foi similar para ambos os cultivares, com valores em torno de 40% na maior concentração do herbicida, diminuindo ao redor de 1,18 mg por planta para cada ppb de incremento na concentração de bispyribac-sodium (Figura 4B). Numericamente, a redução na matéria fresca

com o incremento na concentração do herbicida foi maior em ambos os cultivares quando a aplicação ocorreu diretamente na parte aérea, sendo BRS Bojuru mais sensível ao incremento na dose. Esse pode ser um dos motivos do menor desenvolvimento do sistema de raízes de plantas do cultivar BRS Bojuru em condições de campo, quando o controle de plantas daninhas é realizado com altas doses de bispyribac-sodium (Andres et al., 2006), que é um herbicida com ação somente em pós-emergência. As cargas presentes nas moléculas do herbicida fazem com que ele fique fortemente aderido às partículas de argila e matéria orgânica do solo, perdendo a ação (Leite et al., 1998; Kobayashi, 2004).

A mesma tendência foi observada na matéria seca de raízes: a aplicação de bispyribac-sodium tanto na parte aérea (Figura 5A) como nas raízes (Figura 5B) das plantas mostrou reduções similares entre cultivares (Figura 5B). Quando a aplicação foi feita sobre o dossel das plantas, o cultivar BRS Bojuru apresentou valores de matéria seca de raízes em torno de 43% menores que BRS Pelota na maior concentração (120 ppb), mostrando-se mais sensível à aplicação por essa via.

O menor crescimento observado no sistema radical, quando a aplicação foi feita na parte aérea das plantas, pode ter duas origens mais prováveis. A primeira hipótese inclui maior translocação do herbicida no sentido

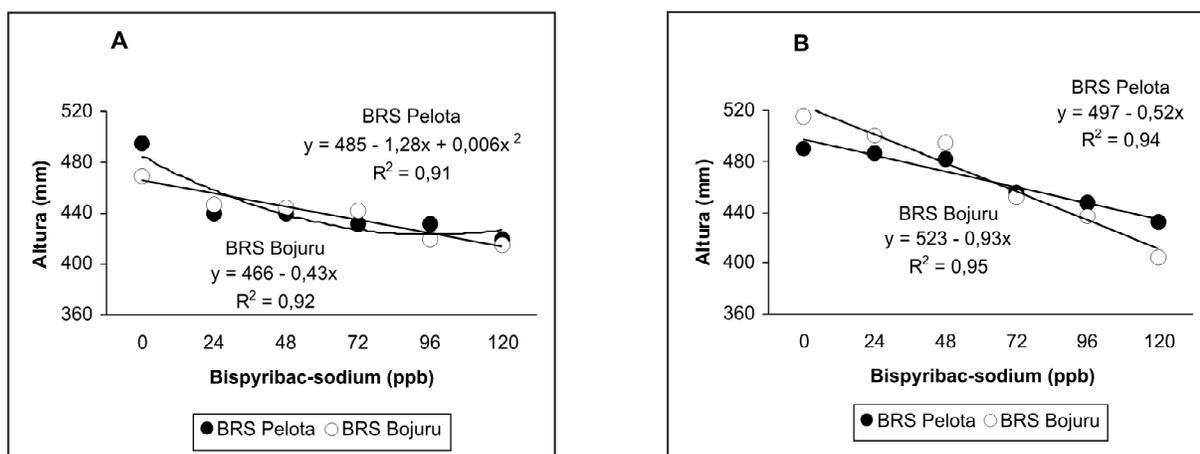


Figura 3 - Altura de parte aérea de plantas de arroz, em função de cultivares e concentrações do herbicida bispyribac-sodium, com aplicação na parte aérea (A) e no sistema radical (B) das plantas. UFPel/IB, Capão do Leão-RS, 2005.



basípito ou seu menor metabolismo pela planta durante o transporte (Leite et al., 1998; Pérez et al., 2004); e a segunda diz respeito ao estresse sofrido pela planta em função da aplicação do herbicida na parte aérea, que poderia ter resultado em menor desenvolvimento do sistema de raízes (Bressan et al., 2004). A primeira hipótese, embora provável, deve ser vista com cautela, uma vez que nas raízes os vasos do xilema são de grande espessura, pois precisam absorver água para a planta inteira (Scott & Morris, 1970), enquanto os vasos do floema são menores e com menor fluxo, visto que necessitam apenas transportar nutrientes para os

tecidos das raízes (Machado & Carmello-Guerreiro, 2003). Conseqüentemente, a taxa de transporte do herbicida da parte aérea para o sistema de raízes pode ser mais limitada.

O volume do sistema radical foi mais afetado com aplicação na parte aérea em BRS Bojuru, com redução ao redor de 45%, em relação aos 30% observados em BRS Pelota (Figura 6A). Nessa situação, para cada ppb de incremento na concentração de bispyribac-sodium, as plantas deixaram de acumular 8 e 10 mm planta⁻¹ de volume do sistema radical, para BRS Pelota e BRS Bojuru, respectiva-

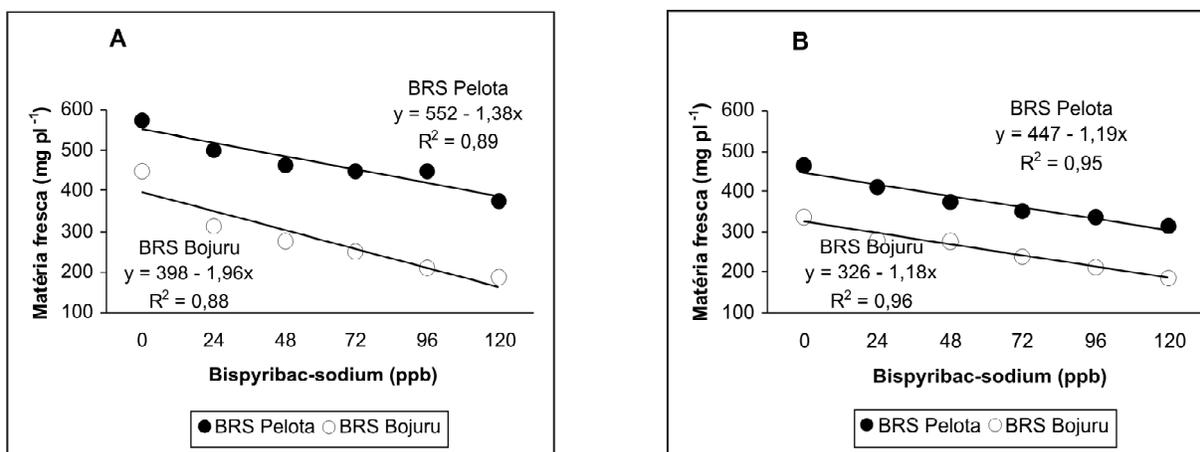


Figura 4 - Matéria fresca de raízes de plantas de arroz, em função de cultivares e concentrações do herbicida bispyribac-sodium, com aplicação na parte aérea (A) e no sistema radical (B) das plantas. UFPel/IB, Capão do Leão-RS, 2005.

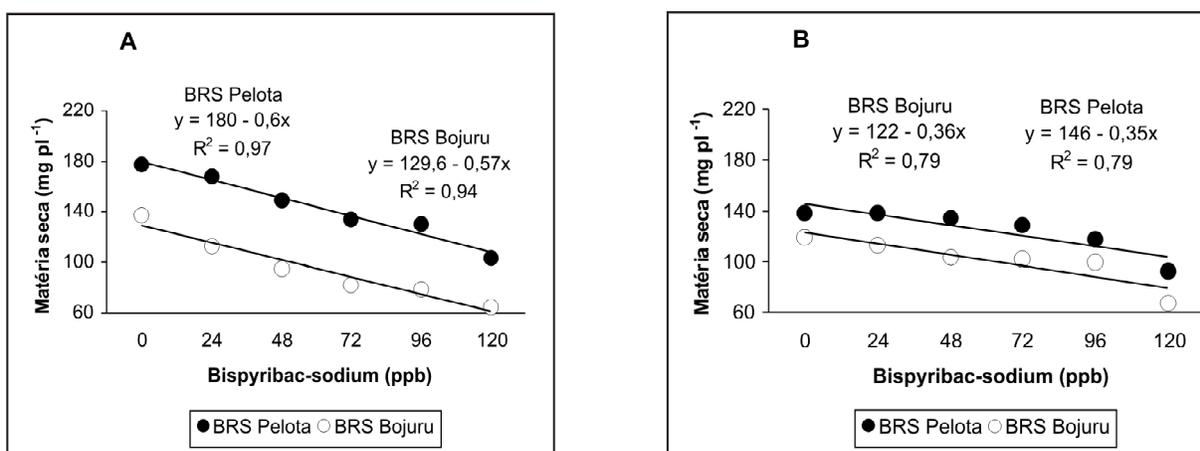


Figura 5 - Matéria seca de raízes de plantas de arroz, em função de cultivares e concentrações do herbicida bispyribac-sodium, com aplicação na parte aérea (A) e no sistema radical (B) das plantas. UFPel/IB, Capão do Leão-RS, 2005.

mente. Com aplicação nas raízes, os danos foram maiores em BRS Bojuru (9 contra 5 mm³ planta⁻¹), mas este apresentou resultados superiores aos de BRS Pelota em todos os tratamentos (Figura 6B). O comprimento de raízes também diminuiu de forma similar ao volume, porém, quando a aplicação foi feita na parte aérea, BRS Bojuru e BRS Pelota mostraram comportamento similar, com redução em torno de 20% no comprimento de raízes (Figura 7A). Com aplicação das soluções na parte aérea, para cada ppb de incremento na

concentração de bispyribac-sodium, o comprimento de raízes decresceu em 1 e 0,8 mm para BRS Pelota e BRS Bojuru, respectivamente. Com aplicação nas raízes, a diminuição foi de 1,1 e 1,4 mm, respectivamente para BRS Pelota e BRS Bojuru (Figura 7B).

De maneira geral, quando a aplicação do bispyribac-sodium foi feita na parte aérea das plantas, BRS Bojuru apresentou resultados inferiores nas variáveis avaliadas na parte aérea (altura, matéria fresca e seca das plantas) (Figuras 1A, 2A e 3A); quando a aplicação ocorreu nas raízes via solução, as mesmas

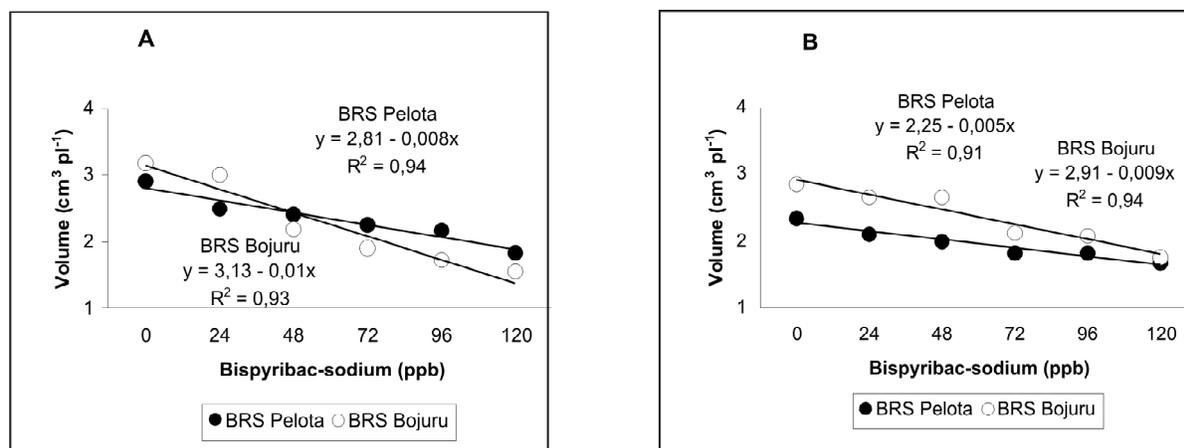


Figura 6 - Volume de raízes de plantas de arroz, em função de cultivares e concentrações do herbicida bispyribac-sodium, com aplicação na parte aérea (A) e no sistema radical (B) das plantas. UFPel/IB, Capão do Leão-RS, 2005.

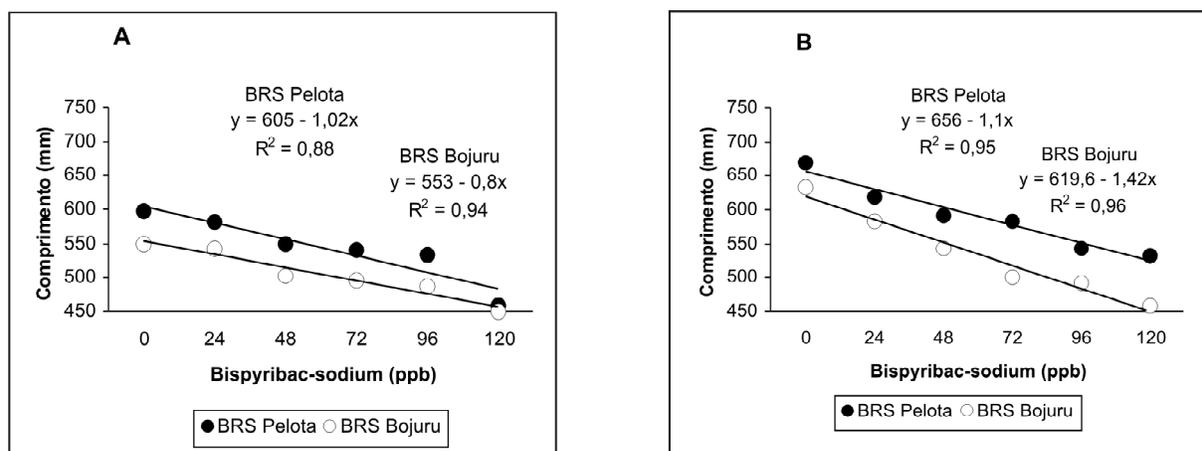


Figura 7 - Comprimento de raízes de plantas de arroz, em função de cultivares e concentrações do herbicida bispyribac-sodium, com aplicação na parte aérea (A) e no sistema radical (B) das plantas. UFPel/IB, Capão do Leão-RS, 2005.



variáveis tenderam à similaridade em ambos os cultivares (Figuras 1B, 2B e 3B). O sistema radical, por outro lado, foi mais afetado em BRS Bojuru com aplicação do herbicida tanto na parte aérea como nas raízes das plantas, sendo BRS Bojuru inferior a BRS Pelota nessas variáveis (Figuras 4, 5, 6 e 7), com exceção do volume de raízes, quando a aplicação do bispyribac-sodium foi realizada no sistema de raízes (Figura 6B).

Em geral, o cultivar de arroz BRS Bojuru se mostrou mais sensível que o BRS Pelota ao incremento na dose de bispyribac-sodium, sendo observadas reduções mais drásticas nas variáveis quando a aplicação foi feita diretamente nas folhas das plantas, e as variáveis mais afetadas foram aquelas associadas ao sistema de raízes. Assim, estudos posteriores deverão ser conduzidos para verificar a velocidade e direção preferencial de transporte de bispyribac-sodium nesses cultivares, bem como as características de absorção foliar e radical. Em campo, devem-se evitar doses de bispyribac-sodium acima das recomendadas, sobretudo quando do uso de cultivares *japonica*.

LITERATURA CITADA

- ANDRES, A. et al. Controle tardio de capim-arroz em arroz irrigado com os herbicidas penoxsulam e bispyribac-sodium. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. p. 310.
- BLANCAVER, M. E. A.; ITOH, K.; USUI, K. Response of the sulfonylurea herbicide-resistant *Rotala indica* Koehne var. *uliginosa* Koehne to bispyribac sodium and imazamox. **Weed Biol. Manag.**, v. 2, p. 60-63, 2002.
- BRESSAN, R. A.; HASEWAGA, P. M.; LOCY, R. D. Fisiologia do estresse. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Eds.) **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 613-643.
- EBERLEIN, C. V. et al. Altered acetolactate synthase activity in ALS-inhibitor resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). **Weed Sci.**, v. 45, p. 212-217, 1997.
- FISCHER, A. J. et al. Enhanced effect of thiobencarb on bispyribac-sodium control of *Echinochloa phyllopogon* (Stapf) Koss. in California rice (*Oryza sativa* L.). **Weed Biol. Manag.**, v. 4, p. 206-212, 2004.
- FLECK, N. G. et al. Manejo e controle de plantas daninhas em arroz irrigado. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.) **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 251-321.
- FREITAS, G.D. **Desempenho do arroz (*Oryza sativa* L.) cv. BRS-Pelota e controle de capim-arroz (*Echinochloa* sp.) submetidos a quatro épocas de entrada de água após aplicação de doses reduzidas de herbicidas**. 2004. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.
- HILTON, H. W.; NOMURA, N. Phytotoxicity of herbicides as measured by root absorption. **Weed Res.**, v. 4, p. 216-222, 1964.
- KOBAYASHI, K. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. **Weed Biol. Manag.**, v. 4, p. 1-7, 2004.
- LEITE, C. R. F.; ALMEIDA, J. C. V.; PRETE, C. E. C. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agrônômicos dos herbicidas inibidores da ALS (AHAS)**. Londrina: 1998. 68 p.
- MACHADO, S. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Floema. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Eds.) **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG, Editora UFV, 2003. p. 155-178.
- PÉREZ, A.; ALISTER, C.; KOGAN, M. Absorption, translocation and allocation of glyphosate in resistant and susceptible Chilean biotypes of *Lolium multiflorum*. **Weed Biol. Manag.**, v. 4, p. 56-58, 2004.
- RIEFEL FILHO, J. A. et al. Conteúdo de água como indicador da fitotoxicidade de herbicidas inibidores da ALS às plantas de arroz irrigado. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2006. CD-ROM.
- SAARI, L. L. et al. Mechanism of sulfonylurea herbicide resistance in the broadleaf weed, *Kochia scoparia*. **Plant Physiol.**, v. 93, p. 55-61, 1990.
- SANTOS, M. Q. et al. Influência do herbicida bispyribac-sodium no crescimento de parte aérea e raízes de plantas de arroz (*Oryza sativa*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2006. CD-ROM.
- SCOTT, P. C.; MORRIS, R. O. Quantitative distribution and metabolism of auxin herbicides in roots. **Plant Physiol.**, v. 46, p. 680-684, 1970.



USUI, K. Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants. **Weed Biol. Manag.**, v. 1, p. 137-146, 2001.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G.; FLECK, N. G. Herbicidas inibidores de ALS aplicados na fase de florescimento da soja. **R. Bras. Agric.**, v. 5, p. 142-146, 1999.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Análise de crescimento de biótipos de leiteira (*Euphorbia heterophylla*) resistentes e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v. 18, p. 427-433, 2000.

VIDAL, R. A. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre: 2002. 89 p.

