

COMPETITIVIDADE DE BIÓTIPOS DE CAPIM-ARROZ RESISTENTE E SUSCETÍVEL AO QUINCLORAC¹

Competitiveness of Echinochloa Biotypes Resistant and Susceptible to Quinclorac

CONCENÇO, G.², MELO, P.T.B.S.³, FERREIRA, E.A.², SILVA, A.F.⁴, ASPIAZÚ, I.², GALON, L.², FERREIRA, F.A.⁵, SILVA, A.A.⁵ e NOLDIN, J.A.⁶

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar a competitividade de dois biótipos de capim-arroz, resistente e suscetível ao quinclorac, coletados em regiões orizícolas do Estado de Santa Catarina. O experimento foi instalado em ambiente protegido, e os tratamentos constaram de diferentes densidades de plantas dos biótipos de capim-arroz comprovadamente resistente (ITJ-13) e suscetível (ITJ-17) ao quinclorac, oriundos da região arrozeira de Itajaí/SC. No centro da unidade experimental, foram semeadas três sementes do biótipo de capim-arroz, considerado como o tratamento da unidade experimental. Na periferia foram semeadas dez sementes do biótipo oposto ao do tratamento (central). Dez dias após a germinação foi efetuado o desbaste, deixando-se apenas uma planta no centro da unidade experimental e um número variável de plantas do biótipo oposto, de acordo com o tratamento (0, 1, 2, 3, 4 ou 5 plantas por vaso). O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. Aos 40 dias após a emergência, foram avaliados altura de plantas, número de afilhos e de folhas, área foliar, massa fresca e seca e conteúdo de água de colmos e folhas. Os dados foram analisados pelo teste F, sendo efetuado teste de Duncan para comparar o efeito de densidade de plantas e teste da Diferença Mínima Significativa (DMS) para avaliar diferenças entre os biótipos resistente e suscetível, além de correlação linear simples entre as variáveis avaliadas. Nas análises, utilizou-se o nível de 5% de probabilidade. Os biótipos estudados de capim-arroz resistente e suscetível ao quinclorac são similares quando sob alta intensidade de competição, com vantagem em algumas variáveis para o biótipo suscetível sob baixa ou moderada intensidade competitiva.

Palavras-chave: resistência a herbicidas, *Echinochloa*, arroz irrigado, competição.

ABSTRACT - The objective of this research was to evaluate the competitive potential of two *Echinochloa* sp. biotypes, resistant and susceptible to quinclorac, collected in rice regions in the state of Santa Catarina. The trial was carried out under controlled environment, and the treatments consisted of plant densities of *Echinochloa* resistant or susceptible to quinclorac. At the center of the experimental unit, three seeds of the biotype were planted and considered as the treatment. Ten seeds of the opposite biotype were planted on the edges. Ten days after emergence, the number of plants was standardized, with only one plant left at the center of the experimental unit, and a variable number of plants on the edges (0, 1, 2, 3, 4 or 5 plants), according to the treatment. The experimental design consisted of completely randomized blocks in a factorial scheme 2 x 6, with four replications. Forty days after emergence, plant height, number of tillers and leaves, leaf area, fresh and dry weight and water content were evaluated. Data were analyzed by the F-test, using the DMRT test for the increasing density effect, and DMS test to compare the

¹ Recebido para publicação em 26.7.2007 e na forma revisada em 3.1.2008.

² Eng^o-Agr^o, Doutorando em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG, <gconcenco@yahoo.com.br>.

³ Eng^o-Agr^o, Dr., em Fitotecnia, PMP, Pelotas-RS, ⁴Eng^o-Agr^o, Mestrando em Fitotecnia da UFV, Viçosa-MG, ⁵ Prof. Dr., Dep. de Fitotecnia da UFV, Viçosa-MG, ⁶Eng^o-Agr^o, Ph.D., pesquisador da Epagri/EEL, Itajaí-SC.



biotypes. All analyses were run at 5% significance level. A correlation matrix was built among the evaluated variables. The *Echinochloa* sp. biotypes studied, resistant and susceptible to quinclorac, are similar in behavior under high competition levels, with the susceptible ones being superior to the resistant ones in some of the variables studied, at low or moderate competition levels.

Keywords: herbicide resistance, *Echinochloa*, flooded rice, competition.

INTRODUÇÃO

As plantas daninhas mais importantes na cultura do arroz são o arroz-vermelho ou daniño (*Oryza sativa*), de difícil controle por pertencer à mesma espécie do cultivado (Agostinetto et al., 2001; 2002), e o capim-arroz (*Echinochloa* spp.), cuja importância deve-se às semelhanças morfofisiológicas com as plantas de arroz cultivado, à vasta distribuição em lavouras e aos altos níveis de infestação (Andres & Machado, 2004).

Em função do uso contínuo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, quase sempre na ausência de rotação de culturas e de manejo integrado das plantas daninhas, populações de capim-arroz desenvolveram resistência a vários herbicidas (Ruiz-Santaella et al., 2003), algumas com resistência múltipla (López-Martínez et al., 1997). No Brasil, biótipos de capim-arroz resistentes ao quinclorac estão amplamente distribuídos nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde se concentra cerca de 60% da produção nacional de arroz (Gomes et al., 2002). Além disso, estudos preliminares indicam que os biótipos resistentes apresentam ampla variação morfofisiológica entre si e que, provavelmente, a resistência se desenvolveu independentemente nas diferentes regiões produtoras de arroz (Andres et al., 2007).

O herbicida quinclorac está classificado como mimetizador de auxina e é amplamente utilizado em vários países nas culturas de arroz, trigo, sorgo, canola e pastagens (Woznica et al., 2003). O seu uso no Brasil iniciou-se em 1990, sendo registrado para a cultura do arroz, visando o controle de *Echinochloa crusgalli*, *E. crusgallonis*, *E. colona*, *Aeschynomene denticulata* e *A. rudis* (ANVISA, 2007). É absorvido tanto pela parte aérea como pelas raízes, bem como pelas sementes em processo de

germinação, podendo apresentar efeito residual no solo de até 30 dias (Hart et al., 2004). Devido à flexibilidade quanto à dose, ao momento de aplicação e à alta seletividade à cultura, o quinclorac foi usado intensamente nas lavouras de arroz irrigado até 1999, quando surgiram os primeiros casos de populações de capim-arroz resistentes a esse herbicida em Santa Catarina (Eberhardt et al., 2000) e no Rio Grande do Sul (Merotto Jr. et al., 2000).

Embora existam muitos métodos de identificação da resistência (cultura de células ou tecidos, bactérias, determinação da atividade enzimática), um dos mais precisos é o teste com aplicação do herbicida sobre planta inteira (Hernandes et al., 2005). Enquanto os primeiramente citados são mais adequados para determinar o mecanismo de resistência por meio do comportamento fisiológico do herbicida na planta, o segundo permite a caracterização quantitativa da resistência pela determinação de variáveis diretas, como altura de plantas, DL_{50} , fitomassa fresca e seca, entre outras, que contribuem na determinação do desempenho e competitividade dessas plantas em campo (Brighenti et al., 2001; Eberhardt & Noldin, 2002; Noldin et al., 2004; Concenço et al., 2007a).

Se o biótipo de capim-arroz resistente ao quinclorac for mais competitivo que o suscetível, provavelmente ocorreria incremento em sua frequência na população, mesmo na ausência do agente selecionador; por outro lado, se o biótipo resistente apresentar menor habilidade competitiva que o suscetível, provavelmente em algumas situações sua frequência poderia ser reduzida, e o quinclorac voltar a ser utilizado em sistema de rotação de mecanismos de ação, como forma de retardar o surgimento de biótipos de capim-arroz resistentes aos inibidores da ALS. Biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate apresentam menor habilidade

competitiva que o suscetível e tendem a desaparecer na ausência do agente selecionador – no caso, o glyphosate (Ferreira et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a competitividade de dois biótipos de capim-arroz, resistente e suscetível ao quinclorac, coletados em regiões orizícolas do Estado de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado nas dependências da Universidade Federal de Viçosa/MG, em ambiente protegido, mantido sob temperatura entre 22 e 27 °C e iluminação natural. As unidades experimentais constaram de vasos plásticos com volume de 10 L, perfurados no fundo, contendo latossolo, corrigido e adubado de acordo com a análise (CFSMG, 1999), com incorporação do calcário e adubado um mês antes da implantação do experimento. Os tratamentos constaram de plantas de dois biótipos de capim-arroz – um comprovadamente resistente (ECH-13) e um suscetível (ECH-17) ao quinclorac – oriundos do município de Itajaí/SC. No centro da unidade experimental foram semeadas três sementes do biótipo de capim-arroz considerado como o tratamento: resistente (R) ou suscetível (S). Na parte externa da unidade experimental, próximo à borda, foram semeadas dez sementes do biótipo oposto ao semeadas no centro da unidade experimental.

Dez dias após a germinação foi efetuado o desbaste, deixando-se apenas uma planta no centro da unidade experimental e um número variável de plantas do biótipo oposto (0, 1, 2, 3, 4 ou 5 plantas por vaso). A área do biótipo central da unidade experimental foi delimitada com cilindro com 5 cm de diâmetro e 2 cm de profundidade, aberto em ambas as extremidades, para facilitar a posterior identificação da planta central e de seus afilhos. O cilindro foi inserido no solo, com a borda superior rente à superfície, permitindo total desenvolvimento de raízes e da parte aérea da planta e plena competição por água, luz e nutrientes com as plantas da periferia.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. As unidades

experimentais foram mantidas eqüidistantes, de forma que a área de superfície disponível para o desenvolvimento das plantas correspondesse à área da unidade experimental.

Aos 40 dias após a emergência, as plantas tiveram sua altura medida com auxílio de régua graduada, sendo avaliada a distância entre o solo e a extremidade da folha mais longa, com o limbo distendido. Depois disso, foi efetuada a contagem do número de afilhos e de folhas por planta; duas folhas foram cortadas em seções de 10 cm e fotografadas em escala padronizada, secas separadamente das demais para determinação da área foliar específica com o uso do software ImagePro Plus 5.1. Em seguida, as plantas foram cortadas rente ao solo e armazenadas em sacos plásticos, que foram vedados adequadamente e acondicionados em caixa de poliestireno expandido (Isopor®) contendo gelo; imediatamente depois, elas foram transportadas até o laboratório, para medida da massa fresca de parte aérea das plantas, sendo após transferidas para sacos de papel e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante, quando então se obteve a massa seca de plantas, que foi usada somente para o cálculo do conteúdo de água, por meio da fórmula $(100 * (MF - MS) / MF)$, sendo MF = massa fresca e MS = massa seca de plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo efetuado teste de Duncan para comparar o efeito da densidade de plantas e o teste da Diferença Mínima Significativa (DMS) para comparar os biótipos resistente e suscetível; além disso, realizou-se análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis avaliadas. Em todas as análises, adotou-se 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas no programa estatístico Winstat 2.1 (Machado et al., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas aumentou de acordo com o incremento no número de plantas na unidade experimental. Quando plantas isoladas dos biótipos no centro da parcela competiam com comunidade do biótipo oposto, a testemunha do biótipo resistente somente diferiu no tratamento 1(5); competindo com até quatro plantas do biótipo oposto, os



tratamentos não diferiram entre si (Tabela 1). O biótipo suscetível, por outro lado, exibiu plantas mais altas a partir do tratamento 1(1), ou seja, uma planta do biótipo suscetível competindo contra uma do resistente. Além disso, a diferença observada entre biótipo resistente e suscetível nos tratamentos 1(2) e 1(3) indica que o biótipo suscetível reagiu primeiro à competição por luz, aumentando a altura das plantas (Tabela 1). Quando se consideraram as plantas externas competindo entre si e com apenas uma planta do biótipo oposto, o biótipo resistente não mostrou diferenças entre tratamentos. Por sua vez, o biótipo suscetível teve plantas mais altas nos tratamentos 4(1) e 5(1), ou seja, quatro ou cinco plantas do biótipo suscetível competindo entre si e contra uma planta do biótipo resistente. Conforme Perry & Galatowitsch (2004), o aumento na densidade de plantas implica competição por luz, ocorrendo maior alongamento do colmo em plantas de *Phalaris arundinacea*, *Cyperus* sp. e *Echinochloa* spp. Em estudo de competição entre capim-arroz e arroz cultivado, foi observado que as plantas se tornavam mais altas em fun-

ção do incremento na sua densidade (Kleinig & Noble, 1968).

O número de afilhos por planta foi menor no tratamento 1(5) para o biótipo resistente, ou seja, quando uma planta isolada deste biótipo competia com a comunidade do biótipo oposto (Tabela 2). Provavelmente isso se deve ao fato de as plantas do biótipo suscetível terem maior crescimento, portanto com maior capacidade de competição que o biótipo resistente. O mesmo comportamento foi observado para o biótipo suscetível no tratamento 5(1), ou seja, quando cinco plantas do biótipo suscetível competiam entre si e contra uma planta do biótipo oposto. Da mesma forma, o biótipo suscetível teve maior número de afilhos por planta, em função da competição intra-específica quando em comunidade e competindo com apenas uma planta do biótipo oposto. Somente foi observada diferença entre biótipos quando em baixa densidade e igualdade de competição [tratamento 1(1)]; o biótipo suscetível foi capaz de emitir em torno de seis afilhos a mais por planta que o resistente.

Tabela 1 - Altura de capim-arroz em função de biótipo e densidade de plantas

Posição e número de planta	Biótipo de capim-arroz		Diferença (R-S) ^{1/}
	Resistente (R)	Suscetível (S)	
Centro ^{2/}	Altura (cm)		
1 (0)	93,8 b ^{2/}	94,5 b	- 0,7 ns
1 (1)	108,0 ab	120,3 a	- 12,3 ns
1 (2)	102,5 ab	124,5 a	- 22,0 *
1 (3)	101,8 ab	121,0 a	- 19,2 *
1 (4)	104,8 ab	117,5 a	- 12,7 ns
1 (5)	117,5 a	123,0 a	- 5,5 ns
Externa ^{3/}			
0 (1)	--	--	--
1 (1)	113,0 a	108,3 b	+ 4,7 ns
2 (1)	115,0 a	116,3 ab	- 1,3 ns
3 (1)	114,7 a	119,5 ab	- 4,8 ns
4 (1)	118,3 a	131,8 a	- 13,5 ns
5 (1)	124,8 a	133,0 a	- 8,2 ns
CV (%)	26,4		

^{1/} ns – não-significativo; *, ** significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{2/} médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna e dentro de cada posição (centro ou externas), não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ^{3/} número de plantas do biótipo indicado no centro da parcela, competindo com o número de plantas entre parênteses do biótipo oposto; ^{4/} número de plantas do biótipo indicado, competindo entre si e com a planta do biótipo oposto (1) no centro da parcela.

Tabela 2 - Número de afilhos por planta de capim-arroz em função de biótipo e densidade de plantas

Posição e número de planta	Biótipo de capim-arroz		Diferença (R-S) ^{1/}
	Resistente (R)	Suscetível (S)	
Centro ^{2/}	Afilho planta ⁻¹		
1 (0)	10,25 a ^{2/}	10,75 a	- 0,50 ns
1 (1)	10,75 a	13,25 a	- 2,50 ns
1 (2)	10,25 a	12,50 a	- 2,25 ns
1 (3)	10,50 a	12,00 a	- 1,50 ns
1 (4)	6,00 ab	11,00 a	- 5,0 ns
1 (5)	4,25 b	8,75 a	- 4,5 ns
Externa ^{3/}			
0 (1)	--	--	--
1 (1)	10,25 a	16,25 a	- 6,0 *
2 (1)	11,50 a	16,50 a	- 5,0 ns
3 (1)	10,25 a	13,25 ab	- 3,0 ns
4 (1)	8,50 a	11,75 ab	- 3,25 ns
5 (1)	9,75 a	9,75 b	0,00 ns
CV (%)	17,8		

^{1/} ns – não-significativo; *, ** significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{2/} médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna e dentro de cada posição (centro ou externas), não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ^{3/} número de plantas do biótipo indicado no centro da parcela, competindo com o número de plantas entre parênteses do biótipo oposto; ^{4/} número de plantas do biótipo indicado, competindo entre si e com a planta do biótipo oposto (1) no centro da parcela.

O aumento na densidade de plantas de capim-arroz provoca a redução no afilhamento devido à luz (Zhang & Watson, 1997). As plantas possuem necessidades de luz específicas, predominantemente nas faixas do vermelho e azul. Se a planta não recebe esses comprimentos de luz de forma satisfatória, necessitará se adaptar para sobreviver. Quando as plantas se encontram sob competição por luz, também se torna importante o balanço na faixa do vermelho e vermelho-distante, que é afetada pelo sombreamento, influenciando a eficiência fotossintética e o favorecimento do afilho principal em detrimento dos secundários (Concenço et al., 2007b).

O número de folhas por planta não foi influenciado pela densidade de plantas ou por biótipos, quando plantas isoladas competiram com comunidade do biótipo oposto (Tabela 3). No entanto, quando se consideraram plantas em comunidade, o número de folhas por planta do biótipo suscetível foi menor no tratamento 5(1), indicando ocupação excessiva da área e imposição de competição severa, ao contrário do

observado para a comunidade do biótipo resistente, que não foi alterada. Quando em comunidade (plantas externas), os biótipos resistente e suscetível diferiram nos tratamentos 1(1), 2(1) e 3(1), com vantagem para o biótipo suscetível, que foi capaz de emitir em torno de 28 folhas por planta a mais que o resistente sob baixa competição entre plantas do mesmo biótipo (Tabela 3).

O acúmulo de massa fresca de planta foi menor com o aumento na competição tanto para o biótipo resistente como para o suscetível, isolados ou em comunidade (Tabela 4). Para ambos, ocorreu redução significativa no acúmulo de massa quando uma planta isolada de cada biótipo competia contra duas ou mais plantas do biótipo oposto. O biótipo resistente se mostrou menos competitivo que o suscetível quando sob baixa intensidade de competição [tratamentos 1(1) e 1(2)], sendo similares quando o número de plantas por parcela aumentou. Quando consideradas as comunidades – plantas externas, o biótipo resistente foi inferior ao suscetível nas menores

Tabela 3 - Número de folhas por planta de capim-arroz em função de biótipo e densidade de plantas

Posição e número de planta	Biótipo de capim-arroz		Diferença (R-S) ^{1/}
	Resistente (R)	Suscetível (S)	
Centro ^{3/}	Folha planta ⁻¹		
1 (0)	39,5 a ^{2/}	37,5 a	- 2,0 ns
1 (1)	40,3 a	46,5 a	- 6,2 ns
1 (2)	31,0 a	51,5 a	- 20,5 ns
1 (3)	40,8 a	59,3 a	- 18,5 ns
1 (4)	37,5 a	41,3 a	- 3,8 ns
1 (5)	31,8 a	43,5 a	- 11,7 ns
Externa ^{4/}			
0 (1)	--	--	--
1 (1)	46,5 a	75,5 a	- 29,0 **
2 (1)	43,5 a	73,3 a	- 29,8 **
3 (1)	38,5 a	66,3 a	- 27,8 *
4 (1)	37,3 a	58,0 a	- 20,7 ns
5 (1)	44,0 a	34,3 b	- 9,7 ns
CV (%)		19,4	

^{1/} ns – não-significativo; *, ** significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{2/} médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna e dentro de cada posição (centro ou externas), não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ^{3/} número de plantas do biótipo indicado no centro da parcela, competindo com o número de plantas entre parênteses do biótipo oposto; ^{4/} número de plantas do biótipo indicado, competindo entre si e com a planta do biótipo oposto (1) no centro da parcela.



Tabela 4 - Massa fresca de parte aérea de plantas de capim-arroz em função de biótipo e densidade de plantas

Posição e número de planta	Biótipo de capim-arroz		Diferença (R-S) ^{1/}
	Resistente (R)	Suscetível (S)	
Centro ^{3/}	Massa Fresca (g planta ⁻¹)		
1 (0)	148,8 a ^{2/}	165,8 a	- 17,0 ns
1 (1)	132,5 a	178,8 a	- 46,3 *
1 (2)	43,8 b	109,6 b	- 65,8 **
1 (3)	50,7 b	76,7 bc	- 26,0 ns
1 (4)	38,2 b	37,2 c	- 1,0 ns
1 (5)	19,1 b	37,2 c	- 18,1 ns
Externa ^{4/}			
0 (1)	--	--	--
1 (1)	173,8 a	247,0 a	- 73,2 **
2 (1)	149,2 ab	197,5 b	- 48,3 *
3 (1)	123,3 ab	184,1 b	- 60,8 **
4 (1)	122,8 ab	157,0 bc	- 34,2 ns
5 (1)	104,4 b	116,3 c	- 11,9 ns
CV (%)		25,3	

^{1/} ns – não-significativo; *, ** significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{2/} médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna e dentro de cada posição (centro ou externas), não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ^{3/} número de plantas do biótipo indicado no centro da parcela, competindo com o número de plantas entre parênteses do biótipo oposto; ^{4/} número de plantas do biótipo indicado, competindo entre si e com a planta do biótipo oposto (1) no centro da parcela.

intensidades de competição, mas foi estratificado em apenas dois níveis em função do aumento do número de plantas na parcela, enquanto o biótipo suscetível foi estratificado em três (Tabela 4).

O conteúdo de água, intimamente relacionado à massa fresca e seca de plantas, não foi alterado em função do aumento na competição nos biótipos resistente e suscetível, tanto em plantas isoladas como em comunidade (Tabela 5). A única diferença observada foi entre biótipos nas situações “centro 1(0)” e “externas 1(1)”, ou seja, quando isoladas no centro da parcela, ou competindo com uma planta do biótipo oposto.

A área foliar foi menor tanto para o biótipo resistente como para o suscetível, quando isolado no centro da parcela e competindo com duas ou mais plantas do biótipo oposto (Tabela 6). Quando em comunidade, a área foliar do biótipo resistente não foi afetada, enquanto o suscetível mostrou menores valores de área foliar na maior densidade [tratamento 5(1)]. Não foram observadas diferenças entre os biótipos em nenhum dos tratamentos. A área foliar está

diretamente relacionada à capacidade fotossintética, e sua redução ocasiona menor taxa de crescimento absoluto da planta (Wang et al., 2005).

A correlação de Pearson (Tabela 7) indica correlação negativa entre altura de plantas e número de afilhos por planta e também com massa fresca de parte aérea. Logo, as plantas foram mais altas quanto maior a competição, porém com menor número de afilhos e menor massa fresca de plantas. Provavelmente, esse fato está ligado à ocorrência de estiolamento na competição por luz, em que a planta tende a incrementar o alongamento do colmo para captar maior quantidade de luz e fotossintetizar adequadamente. Isso é particularmente importante quando se considera que o capim-arroz (*Echinochloa* spp.) é planta com metabolismo C_4 , necessitando de alta intensidade de luz devido, principalmente, ao custo da fixação das moléculas de CO_2 (Perry & Galatowitsch, 2004).

O número de afilhos por planta se correlacionou positivamente com o número de folhas, massa fresca de parte aérea e área foliar, ou

Tabela 5 - Conteúdo de água em parte aérea de plantas de capim-arroz em função de biótipo e densidade de plantas

Posição e número de planta	Biótipo de capim-arroz		Diferença (R-S) ^{1/}
	Resistente (R)	Suscetível (S)	
Centro ^{3/}	Conteúdo de Água (%)		
1 (0)	86,63 a ^{2/}	91,77 a	- 5,14 *
1 (1)	86,61 a	87,19 a	- 0,58 na
1 (2)	85,98 a	90,03 a	- 4,05 na
1 (3)	85,43 a	89,74 a	- 4,31 ns
1 (4)	84,38 a	87,74 a	- 3,36 ns
1 (5)	85,56 a	88,55 a	- 2,99 ns
Externa ^{4/}			
0 (1)	--	--	--
1 (1)	86,21 a	91,11 a	- 4,90 *
2 (1)	89,88 a	91,08 a	- 1,20 ns
3 (1)	90,05 a	91,75 a	- 1,70 ns
4 (1)	87,91 a	90,53 a	- 2,62 ns
5 (1)	88,72 a	87,25 a	+ 1,47 ns
CV (%)	8,0		

^{1/} ns – não-significativo; *, ** significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{2/} médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna e dentro de cada posição (centro ou externas), não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ^{3/} número de plantas do biótipo indicado no centro da parcela, competindo com o número de plantas entre parênteses do biótipo oposto; ^{4/} número de plantas do biótipo indicado, competindo entre si e com a planta do biótipo oposto (1) no centro da parcela.

Tabela 6 - Área foliar de plantas de capim-arroz em função de biótipo e densidade de plantas

Posição e número de planta	Biótipo de capim-arroz		Diferença (R-S) ^{1/}
	Resistente (R)	Suscetível (S)	
Centro ^{3/}	Área Foliar (m ² planta ⁻¹)		
1 (0)	0,410 a ^{2/}	0,322 ab	+ 0,088 ns
1 (1)	0,414 a	0,507 a	- 0,093 ns
1 (2)	0,153 b	0,113 b	- 0,040 ns
1 (3)	0,169 b	0,116 b	+ 0,053 ns
1 (4)	0,101 b	0,092 b	+ 0,009 ns
1 (5)	0,161 b	0,093 b	+ 0,068 ns
Externa ^{4/}			
0 (1)	--	--	--
1 (1)	0,402 a	0,388 a	+ 0,014 ns
2 (1)	0,360 a	0,366 ab	- 0,006 ns
3 (1)	0,260 a	0,248 ab	+ 0,012 ns
4 (1)	0,250 a	0,269 ab	- 0,019 ns
5 (1)	0,261 a	0,234 b	+ 0,027 ns
CV (%)	22,6		

^{1/} ns – não-significativo; *, ** significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{2/} médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna e dentro de cada posição (centro ou externas), não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; ^{3/} número de plantas do biótipo indicado no centro da parcela, competindo com o número de plantas entre parênteses do biótipo oposto; ^{4/} número de plantas do biótipo indicado, competindo entre si e com a planta do biótipo oposto (1) no centro da parcela.

seja, plantas com mais afilhos também apresentaram maior número de folhas, maior massa fresca da parte aérea e maior área foliar (Tabela 7). Normalmente o que se observa para gramíneas é que o número de folhas por afilho é aproximadamente constante, ocasionando a relação direta entre as três variáveis citadas (Wang et al., 2005).

Tabela 7 - Matriz de correlação linear de Pearson entre as variáveis avaliadas

Variável	Correlação	Variável	Correlação
ALT x AFILH	- 0,85 **	AFILH x AF	+ 0,67 *
ALT x FOLHAS	- 0,44 ns	FOLHAS x MFPA	+ 0,52 ns
ALT x MFPA	- 0,85 **	FOLHAS x CAPA	+ 0,57 ns
ALT x CAPA	+ 0,47 ns	FOLHAS x AF	+ 0,65 *
ALT x AF	- 0,24 ns	MFPA x CAPA	+ 0,45 ns
AFILH x FOLHAS	+ 0,68 *	MFPA x AF	+ 0,83 **
AFILH x MFPA	+ 0,65 *	CAPA x AF	+ 0,32 ns
AFILH x CAPA	+ 0,58 ns		

ALT = altura de plantas; AFILH = número de afilhos por planta; FOLHAS = número de folhas por planta; MFPA = massa fresca de parte aérea; CAPA = conteúdo de água da parte aérea; AF = área foliar por planta.

ns correlação não-significativa.

* correlação significativa a 5% de probabilidade pela matriz de Pearson.

** correlação significativa a 1% de probabilidade pela matriz de Pearson.

O número de folhas por planta se correlacionou somente com a área foliar, não tendo relação linear com a massa fresca de folhas (Tabela 7). Normalmente, o que mais atua na relação entre massa e área foliar é a espessura da folha. A espessura pode ser alterada por fatores como temperatura, intensidade de luz, balanço de nutrientes no solo e aplicação de agroquímicos (Wang et al., 2005), podendo ainda ser dependente do biótipo. Como a correlação massa e área foliar não foi significativa, pode-se inferir que alguma variação quanto à espessura das folhas possa ter ocorrido, em função do aumento na intensidade de competição (Tabela 7).

Os dados deste trabalho permitem concluir que os biótipos de capim-arroz resistente e suscetível ao estudados quinclorac apresentam habilidade competitiva similar quando sob alta intensidade de competição. No entanto, sob baixa a moderada competição, o biótipo suscetível foi superior ao resistente em algumas das variáveis avaliadas, o que poderia determinar

sua predominância em certas condições. Deve-se lembrar que o capim-arroz normalmente ocorre em altas densidades, com emergência potencial de até 2.500 plântulas por metro quadrado em área com histórico de monocultivo (Melo et al., 2004), e que esse fator poderia contribuir para a manutenção do biótipo resistente na população. As diferenças observadas quanto à habilidade competitiva entre biótipos de capim-arroz resistente e suscetível podem ainda estar ligadas às condições ambientais onde o experimento foi conduzido e também às regiões de origem dos biótipos.

Os biótipos estudados de capim-arroz resistente e suscetível ao quinclorac são similares quando sob alta intensidade de competição, com vantagem para o biótipo suscetível em algumas variáveis sob baixa ou moderada intensidade competitiva. No entanto, como determinado por Andres et al. (2007), a resistência do capim-arroz ao herbicida quinclorac se desenvolveu independentemente nas regiões orizícolas, dentro do biótipo característico da região. Logo, será necessária a condução de estudos semelhantes em biótipos provindos de outros locais para confirmar se os biótipos de capim-arroz resistente e suscetível ao quinclorac diferem quanto à competitividade.

LITERATURA CITADA

AGOSTINETTO, D. et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ci. Rural**, v.31, n. 2, p.341-349, 2001.

AGOSTINETTO, D. et al. Supressão da produção de sementes de arroz-vermelho pela aplicação de herbicidas em arroz irrigado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 37, n.1, p. 57-65, 2002.

ANDRES, A.; MACHADO, S. L. O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.

ANDRES, A. et al. Detecção da resistência de capim-arroz (*Echinochloa* sp.) ao herbicida quinclorac em regiões orizícolas do sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 221-226, 2007.

ANVISA. **Relatório do Agrotóxico – Facet DF**. Disponível em <http://www4.anvisa.gov.br>. Acesso em: 9 maio 2007.



- BRIGHENTI, A. M. et al. Análise de crescimento de biótipos de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 51-59, 2001.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: 1999. 359 p.
- CONCENÇO, G. et al. Aspectos da resistência de *Sagittaria montevidensis* ao herbicida pirazosulfuron-ethyl inibidor da ALS. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 187-194, 2007a.
- CONCENÇO, G. et al. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha**, 2007b. (No Prelo)
- EBERHARDT, D. S. et al. Resistência de capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) ao herbicida quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 512.
- EBERHARDT, D. S.; NOLDIN, J. A. Competitividade de sagitária em diferentes densidades de semeadura de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Londrina: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 207.
- FERREIRA, E. A. et al. Potencial competitivo de biótipos de azevém resistente e suscetível ao glyphosate. **Planta Daninha**, 2007. (No Prelo)
- GOMES, A. S.; TERRES, A. L.; AZAMBUJA, I. H. V. O arroz irrigado no Rio Grande do Sul: produtividade e perfil do produtor. In: AZAMBUJA, I. V., et al. (Eds.). **Série Culturas - Arroz**. Porto Alegre: Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo da Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 2002. p. 23-34.
- HART, S. E.; LYCAN D. W.; MURPHY, J. A. Use of quinclorac for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) control in newly summer-seeded creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera*). **Weed Technol.**, v. 18, n. 2, p. 375-379, 2004.
- HERNANDES, G. C.; VIDAL, R. A.; WINKLER, L. M. Levantamento de práticas agrônômicas e distribuição geográfica de *Bidens* spp. resistentes aos herbicidas inibidores de ALS nos estados do Rio Grande do Sul e do paraná. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 677-682, 2005.
- KLEINIG, C. R.; NOBLE, J. C. Competition between rice and barnyard grass (*Echinochloa crusgalli*). 1. The influence of weed density and nutrient supply in the field. **Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.**, v. 8, n. 1, p. 358-363, 1968.
- LÓPEZ-MARTINEZ, N.; MARSHALL, G.; DePRADO, R. Resistance of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) to atrazine and quinclorac. **Pestic. Sci.**, v. 51, n. 2, p. 171-175, 1997.
- MACHADO, A. A. et al. **Sistema de Análises Estatísticas para Windows – WINSTAT** (Versão 2.11). Pelotas: Núcleo de Informação Aplicada – Universidade Federal de Pelotas, 2002.
- MELO, P. T. B. S. et al. Fluxo de emergência de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. CD-ROM.
- MEROTTO Jr., A. et al. Resistência de *Echinochloa* sp. à quinclorac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 513.
- NOLDIN, J. A. et al. Frequência de plantas de *Sagittaria montevidensis* resistentes ao herbicida Only. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. CD-ROM.
- PERRY, L. G.; GALATOWITSCH, S. M. The influence of light availability on competition between *Phalaris arundinacea* and a native wetland sedge. **Plant Ecol.**, v. 170, n. 1, p. 73-81, 2004.
- RUIZ-SANTAELLA, J. P.; FISCHER, A. J.; DePRADO, R. Alternative control of two biotypes of *Echinochloa phyllopogon* susceptible and resistant to fenoxaprop-ethyl. **Comm. Agric. Appl. Biol. Sci.**, v. 68, n. 4, p. 403-407, 2003.
- WANG, L.; SHOWALTER, A. M.; UNGAR, I. A. Effects of intraspecific competition on growth and photosynthesis of *Atriplex prostrata*. **Aquatic Bot.**, v. 83, n. 3, p. 187-192, 2005.
- WOZNICA, Z. et al. Quinclorac efficacy as affected by adjuvants and spray carrier water. **Weed Technol.**, v. 17, n. 4, p. 582-588, 2003.
- ZHANG, W.; WATSON, A. K. Efficacy of *Exserohilum monoceras* for the control of *Echinochloa* species in rice (*Oryza sativa* L.). **Weed Sci.**, v. 45, n. 2, p. 144-150, 1997.

