

ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO E SUPERFÍCIE FOLIAR REDUZEM A EFICIÊNCIA DE CHLORIMURON-ETHYL E GLYPHOSATE EM *Conyza sumatrensis*¹

Developmental Stage and Leaf Surface Reduce the Efficiency of Chlorimuron-Ethyl and Glyphosate in Conyza sumatrensis

SANTOS, F.M.², VARGAS, L.³, CHRISTOFFOLETI, P.J.⁴, AGOSTINETTO, D.⁵, MARTIN, T.N.⁶, RUCHEL, Q.⁵ e FERNANDO, J.A.⁵

RESUMO - Nos Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, há frequentes relatos de falhas de controle de *Conyza sumatrensis* com chlorimuron-ethyl em lavouras de soja. Assim, os objetivos deste trabalho foram caracterizar morfológicamente as folhas de *Conyza sumatrensis* e avaliar o controle com herbicidas aplicados em biótipos dessa planta daninha em três estádios de desenvolvimento. Foram realizados dois estudos, com experimentos em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. No primeiro estudo, os biótipos de buva foram coletados e identificados; já no segundo estudo avaliou-se a resposta de biótipos aos herbicidas, doses e estádios de desenvolvimento. As doses de herbicidas foram: 0,0; 6,25; 12,5; 25; 50; 100; 200; e 400, representadas em porcentagem da dose de registro dos herbicidas chlorimuron-ethyl (20 g ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a. ha⁻¹), aplicadas de modo isolado ou associadas em três estádios de desenvolvimento dos quatro biótipos (2, 5, 17 e 20) de *Conyza sumatrensis* (altura de 0,5-1 cm e 3-4 folhas; altura 1-2 cm e 6-7 folhas; e altura de 10-12 cm e 12-14 folhas). As variáveis analisadas foram controle, fitomassa seca da parte aérea e as densidades tricômica e estomática da superfície foliar dos biótipos em diferentes estádios de desenvolvimento. Os resultados demonstram que os estádios de desenvolvimento alteram a eficácia dos herbicidas, e aplicações em estádios avançados de desenvolvimento diminuem a eficácia de controle. A exceção foi o biótipo 5 de *Conyza sumatrensis*, que demonstrou resistência ao glyphosate, independentemente do estágio de desenvolvimento no momento da aplicação do herbicida. Houve variação no número de tricomas entre os biótipos em todos os estádios de desenvolvimento, e o número de estômatos diminuiu com o desenvolvimento dos biótipos.

Palavras-chave: buva, planta daninha, ALS, EPSPs, tricomas, estômatos.

ABSTRACT - In the states of Rio Grande do Sul and Paraná, there are frequent reports of failure to control *Conyza sumatrensis* with chlorimuron-ethyl in soybean crops. Thus, the objectives of this study were to characterize *Conyza sumatrensis* leaves morphologically and evaluate herbicide control in biotypes of this weed at three stages. Two studies were conducted, with experiments in a greenhouse in a completely randomized design with four replications. In the first study, horseweed biotypes were collected and identified, and the second study evaluated the responses of herbicide rates and development stages. The herbicide rates were: 0.0, 6.25, 12.5, 25, 50, 100, 200 and 400, represented as a percentage of the dose registry of herbicides chlorimuron-ethyl (20 g ha⁻¹) and glyphosate (720 g e.a. ha⁻¹) applied in isolation or associated at three developmental stages of four *Conyza sumatrensis* (2, 5, 17 and 20) biotypes (height = 0.5-1 cm and 3-4 leaves, height = 1-2 cm and 6-7 leaves, height = 10-12 cm, 12-14 leaves). The variables analyzed were control, shoot dry weight and trichome and stomatal densities biotypes of the leaf surface at different stages of development. The results obtained demonstrate that the developmental stages affect the effectiveness of the herbicides, and applications at advanced stages of development decrease the effectiveness of control. The exception was biotype 5 of *Conyza sumatrensis*, which shows resistance to glyphosate, regardless of stage of development at the time of herbicide application. There was variation in the number of trichomes among biotypes at all stages of development, and the number of stomata decreased with the development of biotypes.

Keywords: horseweed, weed, ALS, EPSPs, trichomes, stomata.

¹ Recebido para publicação em 6.12.2013 e aprovado em 28.1.2014.

² IFRS, campus Sertão, Sertão-RS, Brasil, <fernando.machado@sertao.ifrs.edu.br>; ³ Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, Brasil;

⁴ ESALQ/USP, Piracicaba-SP, Brasil, ⁵ UFPel, Capão do Leão-RS, Brasil; ⁶ UFSM, Santa Maria-RS, Brasil.



INTRODUÇÃO

Conyza sumatrensis, popularmente conhecida como buva, pertence à classe botânica das magnoliopsidas e à família Asteraceae. É uma planta herbácea identificada como planta daninha em lavouras de soja no Brasil, considerada, junto com *Conyza canadensis*, a espécie mais difundida em todo o mundo (Thebaud & Abbott, 1995). Esse gênero apresenta plantas com elevado potencial competitivo e dispersivo, podendo causar danos diretos e indiretos às culturas. A cultura da soja, cultivada em sistema de semeadura direta, apresentou perda de produtividade de 83% quando em presença de 150 plantas de *C. canadensis* por m² (Bruce & Kells, 1990).

A buva (*Conyza* spp.) é uma das principais plantas daninhas em lavouras de soja na região Sul do Brasil. Essa espécie foi selecionada nas lavouras de soja transgênica resistente a glyphosate devido ao uso repetido de glyphosate, que resultou em aumento da pressão de seleção. Já foi comprovada a resistência ao glyphosate em biótipos de *C. bonariensis* e *C. canadensis*, no Rio Grande do Sul (Vargas et al., 2007; Lamago & Vidal, 2008), e de *C. sumatrensis*, no Paraná (Santos, 2012).

O mecanismo de ação do glyphosate é bastante singular, por ser o único herbicida capaz de inibir especificamente a 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que é a responsável pela reação de conversão do chiquimato-3-fosfato e fosfoenolpiruvato em EPSP e fosfato inorgânico na rota do ácido chiquímico (Geiger & Fuchs, 2002). Com o surgimento de resistência a esse mecanismo de ação, outros herbicidas passaram a ser associados ao glyphosate para melhorar o controle de *Conyza* spp., entre eles o chlorimuron-ethyl. Esse herbicida atua na inibição da acetolactato sintase (ALS) e interrompe a síntese de proteína, que por sua vez interfere na síntese de DNA e no crescimento celular (Rodrigues & Almeida, 2011).

Até o momento foi identificado um caso de *C. bonariensis* resistente aos inibidores de ALS em Israel. Já para *C. canadensis* foram identificados sete casos, sendo um caso com resistência múltipla em Israel; quatro nos

Estados Unidos, em diferentes estados, com dois casos de resistência múltipla em dois; um na Polônia; e um no Canadá, com resistência múltipla (Heap, 2013). A resistência múltipla ocorre quando um biótipo possui dois ou mais mecanismos de resistência distintos que conferem o comportamento resistente a um ou vários herbicidas com diferentes mecanismos de ação (Christoffoleti et al., 2008). Para *C. sumatrensis*, foram identificados dois casos de resistência a ALS no Brasil, sendo um deles com resistência múltipla (Heap, 2013).

Além da resistência dos biótipos de buva aos inibidores da EPSPs e ALS, outro fator que interfere muito no manejo dessa espécie é o estágio de desenvolvimento das plantas no momento da aplicação do herbicida (Koger et al., 2004). O estágio de desenvolvimento, a morfologia, a absorção, a translocação, as condições ambientais, a época de aplicação e o metabolismo são importantes fatores que determinam a seletividade do herbicida nas plantas. Vangessel et al. (2009) avaliaram a interação entre doses de glyphosate e o estágio de desenvolvimento da buva (biótipo resistente) e observaram que em plantas jovens (estádios iniciais) os níveis de controle são melhores. Segundo Moreira et al. (2010), quanto mais avançado o estágio das plantas de buva, maior a ocorrência de brotações laterais após a aplicação dos herbicidas.

Outro fator que pode influenciar a sensibilidade dos herbicidas nos biótipos de *Conyza* spp. está relacionado às características anatômicas da folha. De acordo com Procópio et al. (2003), as principais barreiras foliares potenciais à penetração de herbicidas em *C. bonariensis* são: alta densidade tricomática; grande espessura da cutícula da face adaxial; baixa densidade estomática na face adaxial; e a presença de cera epicuticular, principalmente na face adaxial. Assim, é provável que essas características presentes nas folhas de *Conyza* spp. interceptem e/ou diminuam a absorção das gotas do herbicida pulverizado, impedindo que elas alcancem a epiderme propriamente dita, conferindo maior ou menor grau de sensibilidade aos biótipos tratados.

Objetivou-se com este trabalho caracterizar morfológicamente as folhas de *Conyza sumatrensis* e avaliar o controle com

herbicidas aplicados em biótipos dessa planta daninha em três estádios de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois estudos em casa de vegetação, em Passo Fundo/RS (S 28°15'46" e W 52°24'24", a 684 m de altitude). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. No primeiro estudo foram coletados quatro biótipos de buva, identificados na Tabela 1. Foram confeccionadas exsicatas desses biótipos e enviadas ao Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram catalogadas e classificadas como *Conyza sumatrensis* (Teles et al., 2013), sendo depositadas no herbário sob os números SMDM 13950, SMDM 13951, SMDM 13952 e SMDM 13953.

No segundo estudo, a semeadura ocorreu em 27/4/2012, em vasos plásticos (unidades experimentais) com capacidade para 500 mL, contendo substrato da Garden Plus Turfa Fértil®. Após a emergência, ocorrida em 06/05/2012, foi realizado desbaste, deixando-se três plantas por vaso. Nesse estudo foi avaliada a resposta de cada biótipo de *C. sumatrensis* (2, 5, 17 e 20) (Tabela 1) aos herbicidas chlorimuron-ethyl (0,0; 1,25; 2,5; 5; 10; 20; 40; e 80 g ha⁻¹), glyphosate (0; 45; 90; 180; 360; 720; 1.440; e 2.880 g e.a. ha⁻¹) e à associação de chlorimuron-ethyl + glyphosate (0,0; 1,25 + 45; 2,5 + 90; 5 + 180; 10 + 360; 20 + 720; 40 + 1.440; 80 g + 2.880 g e.a. ha⁻¹), representando 0,0; 6,25; 12,5; 25; 50; 100; 200; e 400% da dose de

registro de chlorimuron-ethyl (20 g ha⁻¹) e de glyphosate (720 g e.a. ha⁻¹) (Rodrigues & Almeida, 2011).

No tratamento com chlorimuron-ethyl isolado, adicionou-se 0,05% v v⁻¹ de Assist® (adjuvante hidrocarboneto alifático 756 g L⁻¹). Os tratamentos herbicidas foram aplicados em três estádios de desenvolvimento (altura de 0,5-1 cm e 3-4 folhas; altura de 1-2 cm e 6-7 folhas; e altura de 10-12 cm e 12-14 folhas) em cada biótipo.

As aplicações dos tratamentos ocorreram nos dias 13/6/2012, 2/7/2012 e 23/7/2012, para o primeiro, segundo e terceiro estádios de desenvolvimento dos biótipos, respectivamente. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com pontas do tipo leque Teejet XR 115.02, espaçadas de 0,5 m, volume de calda de 150 L ha⁻¹ e pressão de trabalho de 1,62 kgf cm⁻². No momento da aplicação a temperatura média variou de 21 a 27 °C; a umidade relativa, de 60 a 77%; e a intensidade dos ventos, de 1,2 a 2,5 km h⁻¹.

As avaliações de controle foram feitas visualmente, por dois avaliadores, aos 28 DAT (dias após a aplicação dos tratamentos), utilizando escala percentual, em que zero (0%) representou ausência de sintomas e 100 (100%) a morte completa das plantas (Frans et al., 1986). Após a avaliação, foi realizada a colheita das plantas, para determinar a produção de fitomassa seca da parte aérea. Para isso, o material vegetal foi colhido e submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até se obter a massa

Tabela 1 - Identificação do município e das coordenadas do local de coleta dos biótipos de *Conyza sumatrensis* e a resposta desses biótipos à aplicação dos herbicidas chlorimuron-ethyl e glyphosate, avaliados no primeiro experimento realizado em 2011

Código	Município	Coordenadas	Chlorimuron-ethyl	Glyphosate
Biótipo 2	Pontão	Lat: 28°00'20.40" N Lon: 52°45'12.40" E	S	S
Biótipo 5	Carazinho	Lat: 28°18'06.51" N Lon: 52°53'41.31" E	S	R
Biótipo 17	Coqueiros do Sul	Lat: 28°07'28.00" N Lon: 52°42'47.90" E	MS	MS
Biótipo 20	Tio Hugo	Lat: 28°18'06.51" N Lon: 52°53'41.31" E	MS	MS

S = suscetível, R = resistente e MS = menor sensibilidade.



constante, quando foi pesado o material. Transformaram-se os valores de peso em valores percentuais. Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($\leq 0,05$). No caso de ser constatada significância estatística, foi feita análise de regressão para o fator dose, em relação ao estágio de desenvolvimento, para cada biótipo separadamente. A análise de regressão foi realizada com auxílio do programa SigmaPlot 10.0 (Sigmaplot, 2007), ajustando-se os dados à equação de regressão sigmoidal do tipo logístico proposto por Streibig (1988):

$$y = a / [1 + (x / b)^c]$$

em que: y = porcentagem de controle e/ou matéria seca da parte aérea; x = dose do herbicida; e a , b e c são parâmetros da curva, de modo que a é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, b é a dose que proporciona a porcentagem de 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva. A partir das equações, determinou-se o C_{50} e GR_{50} (dose necessária para obter 50% de controle e/ou para reduzir 50% da massa seca da parte aérea da planta), bem como os intervalos de confiança entre os estádios dos biótipos. Por fim, obteve-se o fator de sensibilidade (FS), dividindo-se o C_{50} e GR_{50} da menor sensibilidade pelo referido valor da maior sensibilidade para cada herbicida nos biótipos.

No estudo da superfície foliar, foram coletadas, no momento da aplicação dos herbicidas, as folhas mais desenvolvidas dos biótipos, nos três estádios de desenvolvimento avaliados. Após isso, as folhas foram fixadas por 48 horas em FAA 70 (formaldeído, ácido acético e etanol 70%, 5:5:90, v/v) e conservadas em álcool 70% (Kraus et al., 1998), até a montagem das lâminas para o estudo. As lâminas foram montadas, seccionando-se uma área de aproximadamente 5 cm² da porção mediana das folhas, utilizando-se o método da impressão da epiderme com cola instantânea (Rodella et al., 1993). Posteriormente, as lâminas foram fotografadas em microscópio Motic BA200, nas objetivas de 10 para os tricomas e 40 para os estômatos, para contagem dos respectivos número e cálculo da densidade. Nas avaliações, foram utilizadas cinco fotos da superfície adaxial, de cada biótipo/estádio.

Os dados obtidos foram verificados quanto à homogeneidade da variância e, posteriormente, submetidos à ANOVA ($\leq 0,05$), utilizando o software ASSISTAT 7.6 BETA (Silva & Azevedo, 2009); quando se verificou efeito significativo, suas médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados na primeira etapa do estudo indicaram que todos os biótipos de buva avaliados foram controlados com a dose máxima de registro do chlorimuron-ethyl (20 g ha⁻¹), no estágio de desenvolvimento de 3 a 4 folhas, descartando hipótese de resistência ao herbicida. Contudo, observou-se susceptibilidade diferencial entre os biótipos de buva coletadas em doses menores que 20 g ha⁻¹ de chlorimuron, indicando diferentes níveis sensibilidade dos biótipos ao herbicida. Com relação ao glyphosate não se observou controle mesmo quando se aplicou o dobro da dose registrada.

Na segunda etapa do trabalho, o resultado da análise de variância para a porcentagem de controle e porcentagem de fitomassa seca da parte aérea indicou que houve interação entre os tratamentos herbicidas, doses e estádios de desenvolvimento em todos os biótipos (dados não apresentados). Os gráficos foram individualizados para cada herbicida nos biótipos. O teste de Shapiro-Wilk confirmou a normalidade dos dados, não sendo necessária a transformação.

As porcentagens de controle e de fitomassa seca da parte aérea para os biótipos de *C. sumatrensis* 2, 5, 17 e 20, avaliados em três estádios de desenvolvimento, após a aplicação das doses de chlorimuron-ethyl, glyphosate e a associação desses herbicidas, foram ajustadas à equação de regressão sigmoidal do tipo logístico em todas as avaliações. Quanto à porcentagem de controle e à fitomassa seca da parte aérea, os valores do coeficiente de determinação (R^2) variaram de 0,93 a 0,99 e de 0,82 a 0,99, respectivamente, demonstrando ajuste satisfatório dos dados ao modelo (Tabelas 2 e 3). A partir das equações, foram calculados os valores de C_{50} , GR_{50} e o FS, sendo este calculado a partir dos valores de C_{50} e

Tabela 2 - Percentual de controle pelas equações de regressões (Y) em função das doses dos herbicidas (X) (HERB), estádios de controle (EST), valores de C_{50} com intervalos de confiança (IC, 95%) e fator de sensibilidade (FS) em quatro biótipos de *C. sumatrensis*, em resposta à aplicação de doses dos herbicidas chlorimuron-ethyl (CHLOR) e glyphosate (GLYPH) e à associação deles (ASSOC), avaliados aos 28 dias após o tratamento (DAT)

	HERB ^{1/}	EST ^{2/}	Equações de Regressão ^{3/}	R ²	C ₅₀ ^{4/}		FS ^{5/}
					% D R ha ⁻¹ 6/	IC	
BIÓTIPO 2	CHLOR	1	$Y = 100/[1+(X/4,99)^{-6,52}]$	0,99	4,99	4,1 - 5,9	-
		2	$Y = 150,52/[1+(X/148,16)^{-0,41}]$	0,99	26,79	22,4 - 31,1	5,40
		3	$Y = 102,04/[1+(X/50,91)^{-0,76}]$	0,97	48,32	39,9 - 56,7	9,70
	GLYPH	1	$Y = 102,33/[1+(X/24,75)^{-1,27}]$	0,99	23,88	21 - 27	-
		2	$Y = 104/[1+(X/32,85)^{-1,08}]$	0,97	30,61	23 - 39	NS
		3	$Y = 96,75/[1+(X/33,73)^{-1,10}]$	0,99	33,85	30 - 41	1,40
	ASSOC	1	$Y = 113,13/[1+(X/2,74)^{-0,44}]$	0,99	1,61	1,6 - 1,62	-
		2	$Y = 100,46/[1+(X/3,79)^{-5,01}]$	0,99	3,79	1,7 - 5,8	2,35
		3	$Y = 104,71/[1+(X/25,88)^{-0,97}]$	0,98	23,58	12,1 - 35	14,60
BIÓTIPO 5	CHLOR	1	$Y = 100/[1+(X/4,05)^{-25,07}]$	0,99	4,05	2 - 6,1	-
		2	$Y = 96,97/[1+(X/20,4)^{-0,96}]$	0,95	21,78	13,6 - 30	5,38
		3	$Y = 90,73/[1+(X/27,02)^{-0,88}]$	0,98	34,09	30,9 - 37,3	8,42
	GLYPH	1	$Y = 61,49/[1+(X/53,29)^{-0,88}]$	0,98	281,60	276 - 287	-
		2	$Y = 56,24/[1+(X/69,67)^{-1,26}]$	0,99	362,30	358 - 367	1,29
		3	$Y = 61,09/[1+(X/104,36)^{-1,09}]$	0,99	IFG	-	-
	ASSOC	1	$Y = 100/[1+(X/2,37)^{-5,69}]$	0,99	2,37	2,36 - 2,38	-
		2	$Y = 107,47/[1+(X/7,66)^{-0,78}]$	0,99	6,41	5,2 - 7,6	2,70
		3	$Y = 100,8/[1+(X/39,83)^{-1,23}]$	0,99	39,17	33,5 - 44,8	16,50
BIÓTIPO 17	CHLOR	1	$Y = 102,84/[1+(X/4,7)^{-1,08}]$	0,98	4,47	3,5 - 5,8	-
		2	$Y = 83,86/[1+(X/48,53)^{-0,8}]$	0,98	79,16	74,4 - 83,9	17,10
		3	$Y = 76,01/[1+(X/48,29)^{-1,02}]$	0,98	91,76	85,1 - 98,4	20,50
	GLYPH	1	$Y = 136,95/[1+(X/90,52)^{-0,73}]$	0,98	42,63	36,1 - 49,1	-
		2	$Y = 129,27/[1+(X/101,14)^{-0,77}]$	0,97	55,66	50,2 - 61,2	1,30
		3	$Y = 90,84/[1+(X/56,03)^{-1,07}]$	0,99	67,69	61,6 - 7,8	1,60
	ASSOC	1	$Y = 100,23/[1+(X/4,88)^{-2,69}]$	0,99	4,88	4,5 - 5	-
		2	$Y = 105,98/[1+(X/12,04)^{-1,09}]$	0,98	10,86	9 - 12,75	2,20
		3	$Y = 65,68/[1+(X/53,58)^{-1,08}]$	0,99	157,37	146 - 169	32,20
BIÓTIPO 20	CHLOR	1	$Y = 100,12/[1+(X/3,61)^{-2,62}]$	0,99	3,61	3,1 - 4,2	-
		2	$Y = 84,63/[1+(X/20,26)^{-1,18}]$	0,93	27,68	21,8 - 33,6	4,90
		3	$Y = 83,08/[1+(X/36,84)^{-1,02}]$	0,97	55,21	46,5 - 64	15,30
	GLYPH	1	$Y = 756,39/[1+(X/36,99)^{-0,43}]$	0,96	80,41	77 - 83	-
		2	$Y = 116,51/[1+(X/166,54)^{-0,73}]$	0,98	112,96	106 - 120	1,40
		3	$Y = 81,24/[1+(X/85,09)^{-0,96}]$	0,99	139,22	134 - 144	1,70
	ASSOC	1	$Y = 104,38/[1+(X/5,57)^{-0,18}]$	0,97	3,50	0,7 - 6,3	-
		2	$Y = 105,39/[1+(X/11,32)^{-1,02}]$	0,98	10,24	8,7 - 11,8	2,90
		3	$Y = 78,04/[1+(X/42,08)^{-0,99}]$	0,99	75,28	68,5 - 82,1	21,50

^{1/} Herbicidas: chlorimuron-ethyl, glyphosate e associação de chlorimuron-ethyl e glyphosate, sendo oito porcentagens das doses dos herbicidas: 0, 6,25% D, 12,5% D, 25% D, 50% D, 100% D, 200% D e 400% D, em que D foi a dose de registro dos herbicidas chlorimuron-ethyl, 20 g ha⁻¹, e glyphosate, 720 g e.a. ha⁻¹; ^{2/} Estádios de desenvolvimento na aplicação dos herbicidas: 1 = altura de 0,5-1 cm e 3-4 folhas, 2 = altura de 1-2 cm e 6-7 folhas e 3 = altura de 10-12 cm e 12-14 folhas, sendo folhas completamente expandidas; ^{3/} $Y = a / [1 + (X / b)^c]$; ^{4/} C_{50} = dose necessária para obter 50% de controle; ^{5/} Fator de sensibilidade aos herbicidas pelos biótipos de *Conyza sumatrensis*, obtido da divisão do C_{50} dos biótipos em relação ao estágio de maior sensibilidade do biótipo para cada um dos herbicidas (primeiro estágio); ^{6/} Porcentagem da dose recomendada por hectare; ^{NS} Para cada herbicida, a sobreposição do intervalo de confiança do estágio de maior sensibilidade do biótipo indica que não ocorreu diferença significativa entre C_{50} para os estádios avaliados; ^{IFG} Valor fora do intervalo (X) do gráfico avaliado.



Tabela 3 - Percentual de fitomassa seca nas equações de regressões (Y) em função de doses dos herbicidas (X) (HERB), estádios de controle (EST), valores de C_{50} com intervalos de confiança (IC, 95%) e fator de sensibilidade (FS) em quatro biótipos de *C. sumatrensis*, em resposta à aplicação de doses crescentes dos herbicidas chlorimuron-ethyl (CHLOR) e glyphosate (GLYPH) e à associação deles (ASSOC), avaliados aos 28 dias após o tratamento (DAT)

	HERB ^{1/}	EST ^{2/}	Equações de Regressão ^{3/}	R ²	GR ₅₀ ^{4/}		FS ^{5/}
					% Dose ha ⁻¹	95% IC	
BIÓTIPO 2	CHLOR	1	$Y = 100/[1+(X/1)^{0,12}]$	0,99	1,00	0,9 - 1,1	-
		2	$Y = 100,01/[1+(X/1,27)^{0,22}]$	0,97	1,27	0,8 - 1,8	NS
		3	$Y = 100,13/[1+(X/28,2)^{0,0,34}]$	0,98	28,41	21,2 - 35,6	28,40
	GLYPH	1	$Y = 100/[1+(X/4,76)^{0,47}]$	0,98	4,76	3,5 - 6,0	-
		2	$Y = 100,1/[1+(X/6,01)^{0,36}]$	0,97	6,01	3,4 - 8,6	NS
		3	$Y = 100,51/[1+(X/53,93)^{0,38}]$	0,92	55,39	43,9 - 66,8	11,60
	ASSOC	1	$Y = 100/[1+(X/0,88)^{0,11}]$	0,99	0,88	0,84 - 0,92	-
		2	$Y = 100,01/[1+(X/1,14)^{0,22}]$	0,99	1,14	0,93 - 1,3	1,30
		3	$Y = 100,58/[1+(X/13,47)^{0,53}]$	0,98	13,76	10,6 - 16,9	15,60
BIÓTIPO 5	CHLOR	1	$Y = 100/[1+(X/1,34)^{0,17}]$	0,99	1,34	1,1 - 1,6	-
		2	$Y = 99,97/[1+(X/1,89)^{0,24}]$	0,95	1,89	1,4 - 2,3	NS
		3	$Y = 101,83/[1+(X/89,92)^{0,54}]$	0,95	89,92	85,5 - 106,7	67,10
	GLYPH	1	$Y = 102,35/[1+(X/18,72)^{0,73}]$	0,87	19,94	12 - 28	-
		2	$Y = 102,02/[1+(X/124,13)^{0,54}]$	0,82	133,49	114 - 153	6,69
		3	$Y = 100,75/[1+(X/7022)^{0,39}]$	0,87	IFG	-	-
	ASSOC	1	$Y = 100/[1+(X/0,9)^{0,14}]$	0,99	0,90	0,7 - 1,1	-
		2	$Y = 100,01/[1+(X/1,16)^{0,2}]$	0,94	1,16	0,8 - 1,6	NS
		3	$Y = 100,67/[1+(X/24,51)^{0,44}]$	0,97	25,25	18,9 - 31,6	28,05
BIÓTIPO 17	CHLOR	1	$Y = 100,01/[1+(X/1,06)^{0,14}]$	0,93	1,06	0,8 - 1,3	-
		2	$Y = 100,16/[1+(X/16,61)^{0,32}]$	0,82	16,77	13,1 - 20,4	15,80
		3	$Y = 102,65/[1+(X/148,62)^{0,48}]$	0,91	165,32	153 - 177	155,90
	GLYPH	1	$Y = 100,12/[1+(X/6,01)^{0,48}]$	0,96	6,03	3,5 - 8,5	-
		2	$Y = 100,87/[1+(X/61,5)^{0,52}]$	0,97	63,56	55,9 - 71,2	10,50
		3	$Y = 101,14/[1+(X/108,2)^{0,61}]$	0,95	112,25	102 - 123	18,60
	ASSOC	1	$Y = 100,01/[1+(X/0,98)^{0,26}]$	0,99	0,98	0,7 - 1,3	-
		2	$Y = 100/[1+(X/1,34)^{0,19}]$	0,99	1,34	1,0 - 1,5	NS
		3	$Y = 100,24/[1+(X/105,14)^{0,51}]$	0,96	106,12	80,8 - 131,5	108,30
BIÓTIPO 20	CHLOR	1	$Y = 100/[1+(X/0,93)^{0,16}]$	0,99	0,93	0,7 - 1,2	-
		2	$Y = 100,04/[1+(X/7,66)^{0,3}]$	0,99	7,68	6,0 - 9,4	8,30
		3	$Y = 101,47/[1+(X/38,52)^{0,46}]$	0,93	41,04	28,3 - 53,7	44,10
	GLYPH	1	$Y = 100,25/[1+(X/8,74)^{0,54}]$	0,98	8,82	6,7 - 11,0	-
		2	$Y = 100,59/[1+(X/52,31)^{0,52}]$	0,99	53,49	48,0 - 58,9	6,10
		3	$Y = 100,5/[1+(X/152,83)^{0,44}]$	0,97	156,3	145 - 163	17,70
	ASSOC	1	$Y = 100/[1+(X/0,72)^{0,16}]$	0,99	0,72	0,66 - 0,78	-
		2	$Y = 100,01/[1+(X/2,2)^{0,21}]$	0,85	2,20	1,3 - 3,1	3,05
		3	$Y = 99,87/[1+(X/47,85)^{0,52}]$	0,98	47,62	40,3 - 54,9	66,10

^{1/} Herbicidas: chlorimuron-ethyl, glyphosate e associação de chlorimuron-ethyl e glyphosate, sendo oito porcentagens das doses dos herbicidas: 0, 6,25% D, 12,5% D, 25% D, 50% D, 100% D, 200% D e 400% D, em que D foi a dose de registro dos herbicidas chlorimuron-ethyl, 20 g ha⁻¹, e glyphosate, 720 g e.a. ha⁻¹; ^{2/} Estádios de desenvolvimento na aplicação dos herbicidas: 1 = altura de 0,5-1 cm e 3-4 folhas, 2 = altura de 1-2 cm e 6-7 folhas e 3 = altura de 10-12 cm e 12-14 folhas, sendo folhas completamente expandidas; ^{3/} $Y = a / [1 + (X / b)^c]$; ^{4/} GR₅₀ = dose necessária para obter redução de 50% na fitomassa seca da parte aérea do biótipo ^{5/} Fator de sensibilidade aos herbicidas pelos biótipos de *Conyza sumatrensis*, obtido da divisão do GR₅₀ dos biótipos em relação ao estágio de maior sensibilidade do biótipo para cada um dos herbicidas (primeiro estágio); ^{6/} Porcentagem da dose recomendada por hectare; ^{NS} Para cada herbicida, a sobreposição do intervalo de confiança do estágio de maior sensibilidade do biótipo indica que não ocorreu diferença significativa entre GR₅₀ para os estádios avaliados; ^{IFG} Valor fora do intervalo (X) do gráfico avaliado.

GR₅₀, para cada herbicida e estágio de desenvolvimento, entre os biótipos avaliados (Tabelas 2 e 3).

As equações formadas com os valores de porcentagem de controle nos biótipos 2, 5, 17 e 20 de *C. sumatrensis* comprovam a existência de níveis de sensibilidade de acordo com o desenvolvimento dos biótipos, o que é evidenciado pelo aumento dos valores de C₅₀, GR₅₀ e FS, para todos os herbicidas avaliados (Tabelas 2 e 3). A porcentagem de fitomassa seca da parte aérea mostrou comportamento similar ao de controle, mas com valores decrescentes com o aumento nas doses dos herbicidas, em todos os biótipos avaliados (Figuras 1, 2, 3 e 4).

O biótipo 2, no primeiro estágio, foi controlado usando-se os tratamentos chlorimuron-ethyl e glyphosate nas doses de 12,5% (2,5 g ha⁻¹) e de 100% (720 g e.a. ha⁻¹), respectivamente, e, na associação, na menor dose 6,25% (1,25 g + 45 g e.a. ha⁻¹) (Figura 1 A, B, C). No entanto, no segundo estágio, o biótipo 2 apresentou controle de 90% para a maior dose de chlorimuron (400% ou 80 g ha⁻¹), de 100% para glyphosate aplicado isoladamente e, para associação, na dose de 200% (40 g + 1.440 g e.a. ha⁻¹) (Figura 1A, B, C). No terceiro estágio do biótipo, o controle com chlorimuron foi de aproximadamente 80%, e o de glyphosate, de 90%, na maior dose utilizada (400% ou 80 g e 2.880 g e.a. ha⁻¹) (Figura 1A, B). Já a associação dos herbicidas proporcionou 100% de controle na maior dose (400% ou 80 g e 2.880 g e.a. ha⁻¹) (Figura 1C). Esses resultados evidenciam que a sensibilidade do biótipo 2 ao chlorimuron, ao glyphosate e à associação destes diminuiu com o seu desenvolvimento; para o chlorimuron, a dose de 12,5 g ha⁻¹ proporcionou controle de 100% do biótipo no primeiro estágio e a máxima dose (80 g ha⁻¹) proporcionou controles de 90% e de 80% no segundo e terceiro estádios, respectivamente.

Com relação aos intervalos de confiança (IC), tendo como referência a ausência de sobreposição do IC do estágio de maior sensibilidade (primeiro estágio) em relação ao IC do de menor sensibilidade (terceiro estágio), foi possível calcular o fator de sensibilidade (FS) com os valores do C₅₀ e do GR₅₀ no biótipo 2 para todos os herbicidas. O FS calculado

com os valores do C₅₀, para o biótipo 2, com o chlorimuron foi de 5,4 do primeiro para o segundo estágio e de 9,7 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 2). Já o FS do biótipo calculado com os valores do GR₅₀ não diferiu do primeiro para o segundo estágio e foi de 28,4 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 3). Quanto ao glyphosate, o FS do biótipo 2 não diferiu do primeiro para o segundo estágio e foi de 1,4 do primeiro para o terceiro estágio, para os valores do C₅₀ (Tabela 2). Já o FS do biótipo calculado com os valores do GR₅₀ não diferiu do primeiro para o segundo estágio e foi de 11,6 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 3). A associação de chlorimuron + glyphosate apresentou FS de 2,35 no biótipo 2 do primeiro para o segundo estágio e de 14,6 do primeiro para o terceiro, para os valores do C₅₀ (Tabela 2). Já o FS do biótipo calculado com os valores do GR₅₀ foi de 1,3 do primeiro para o segundo estágio e de 15,6 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 3). Esses resultados indicam que a sensibilidade do biótipo 2, aos herbicidas e à associação avaliada, está relacionada ao estágio de desenvolvimento: quanto mais avançado o estágio, menor a sensibilidade.

Já o biótipo 5, no primeiro estágio, foi controlado com chlorimuron-ethyl na menor dose (6,25% ou 1,25 g ha⁻¹) e, na associação de chlorimuron + glyphosate, usando-se a dose de 12,5% (2,5 g + 90 g e.a. ha⁻¹) (Figura 2A, C). Entretanto, no segundo estágio, o biótipo 5 demonstrou controle de 90% na maior dose (400% ou 80 g ha⁻¹) de chlorimuron e, na associação, foi controlado com uso de 100% da dose (20 g e 720 g e.a. ha⁻¹) (Figura 2A, C). Contudo, no terceiro estágio do biótipo, o controle com chlorimuron foi de aproximadamente 80% na maior dose (400% ou 80 g ha⁻¹) e, na associação, apresentou 90% de controle, na maior dose (400% ou 80 g + 2.880 g e.a. ha⁻¹) (Figura 2C).

Para o biótipo 5, foi possível calcular o fator de sensibilidade (FS) com os valores do C₅₀ e do GR₅₀ para todos os herbicidas. O FS calculado com os valores do C₅₀, para o biótipo 5, com o chlorimuron foi de 5,38 do primeiro para o segundo estágio e de 8,42 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 2). Já o FS calculado com os valores do GR₅₀ do biótipo não diferiu do primeiro para o segundo estágio e foi de 67,1



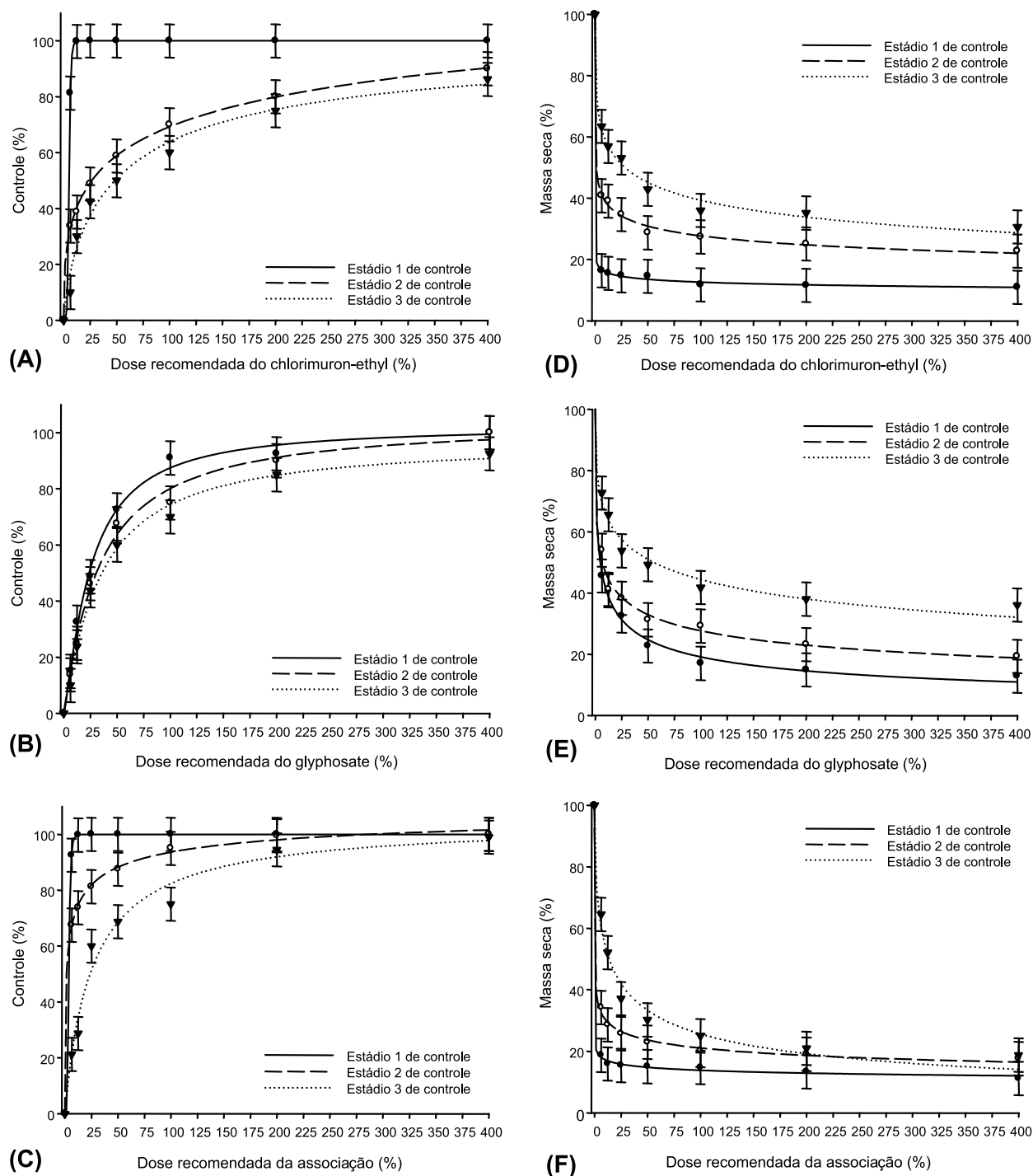


Figura 1 - Percentual de controle e fitomassa seca da parte aérea no biótipo 2 de *C. sumatrensis* aos 28 dias após aplicação de doses dos herbicidas chlorimuron-ethyl (A e D) e glyphosate (B e E) e da associação deles (C e F). As barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 3). Na associação de chlorimuron + glyphosate, o biótipo 5 apresentou FS de 2,7 do primeiro para o segundo estágio e de 16,5 do primeiro para o

terceiro, para os valores do C_{50} (Tabela 2). O FS do biótipo calculado com os valores do GR_{50} não diferiu do primeiro para o segundo estágio e foi de 28,05 do primeiro para o

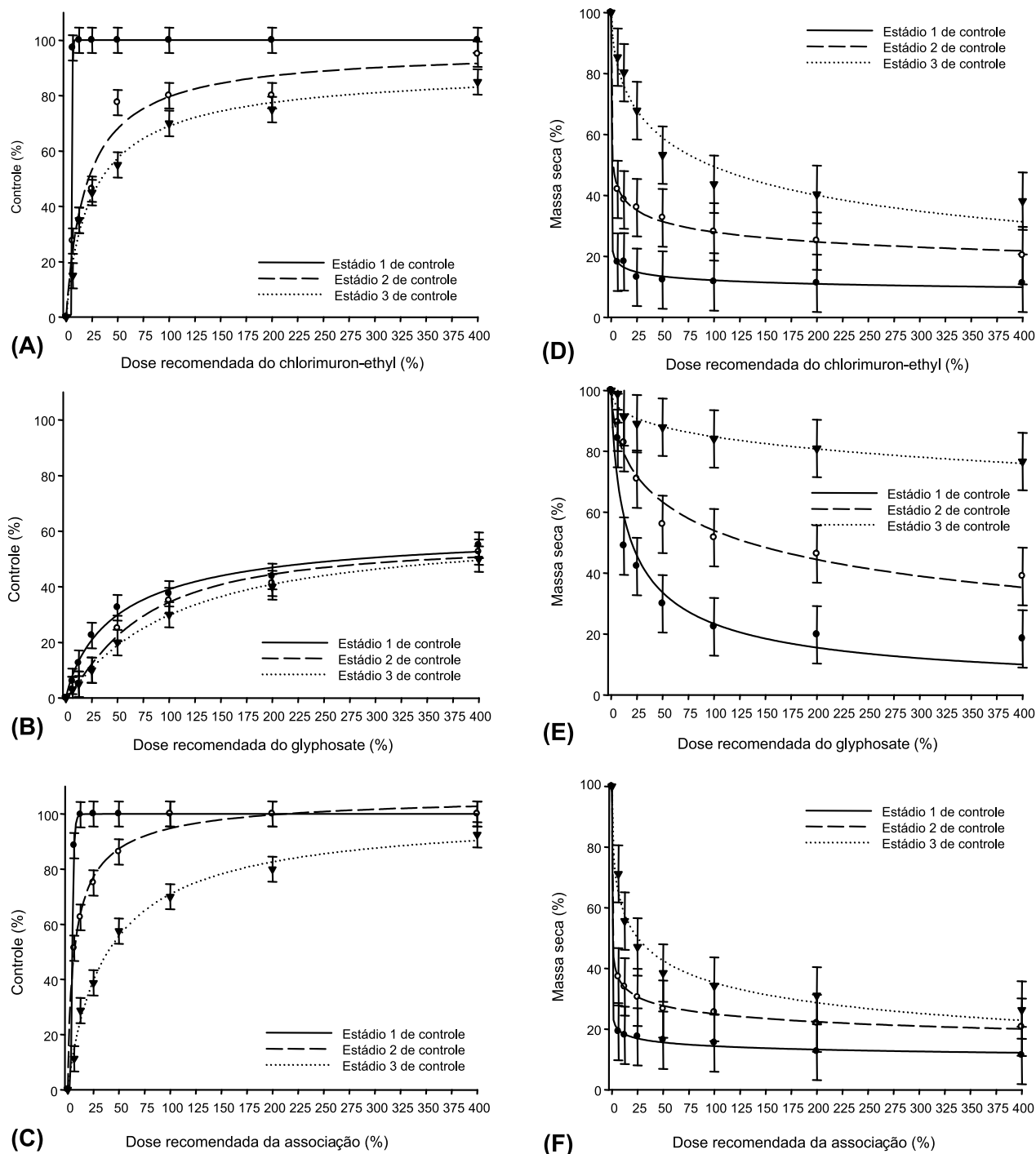


Figura 2 - Percentual de controle e fitomassa seca da parte aérea no biótipo 5 de *C. sumatrensis* aos 28 dias após aplicação de doses dos herbicidas chlorimuron-ethyl (A e D) e glyphosate (B e E) e da associação deles (C e F). As barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

terceiro estágio (Tabela 3). Esse resultado evidencia a redução da sensibilidade do biótipo 5 ao chlorimuron em estágios mais avançados de desenvolvimento. O aumento nos valores

do C_{50} e GR_{50} e os níveis de sensibilidade calculados a partir deles comprovam a menor sensibilidade no terceiro estágio de desenvolvimento ao chlorimuron (Tabelas 2 e 4).



A aplicação isolada do glyphosate no biótipo 5 evidenciou controle de aproximadamente 50% na maior dose (400% ou 2.880 g e.a. ha⁻¹) nos três estádios avaliados, demonstrando

sua resistência ao herbicida (Figura 2B). Ressalta-se que a dose considerada para que uma planta seja resistente a esse herbicida é de 2.160 g e.a. ha⁻¹ (AGROFIT, 2013), inferior

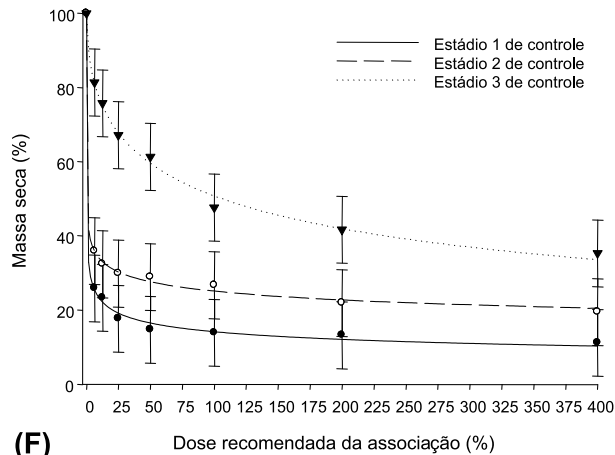
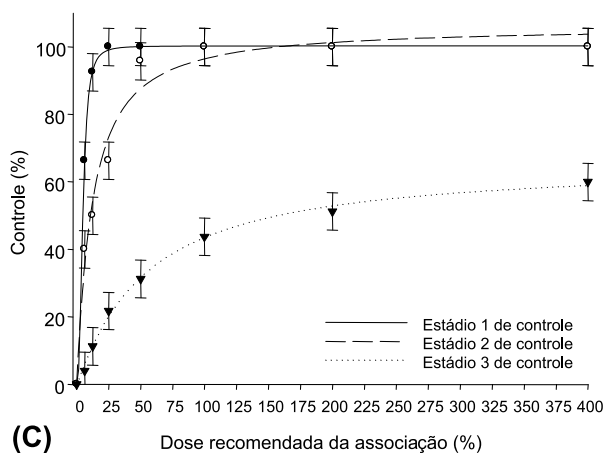
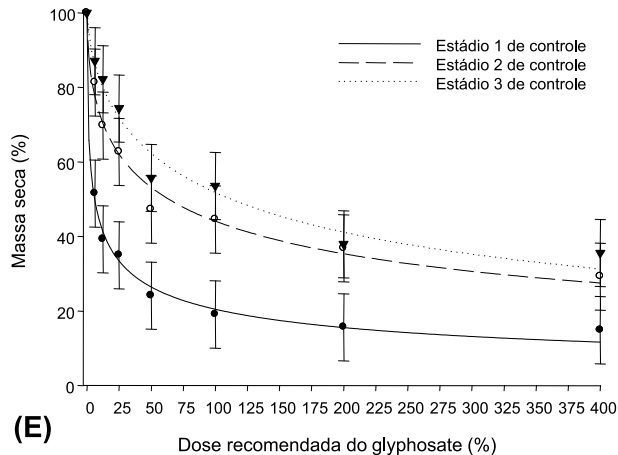
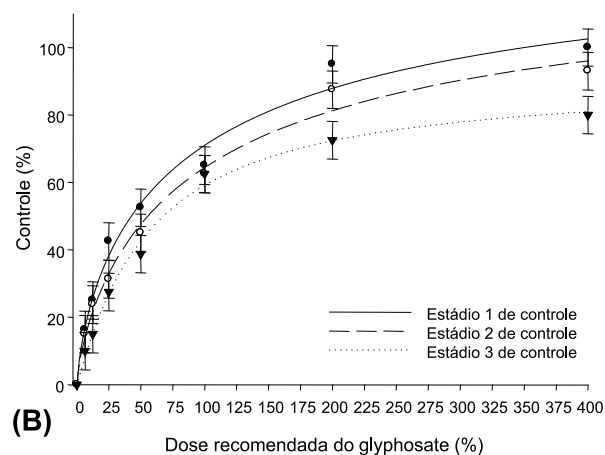
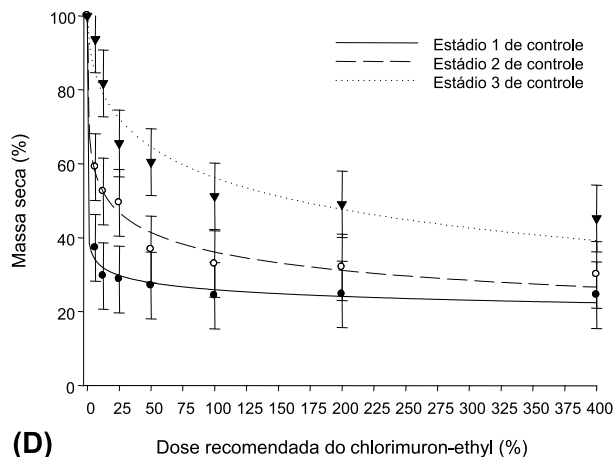
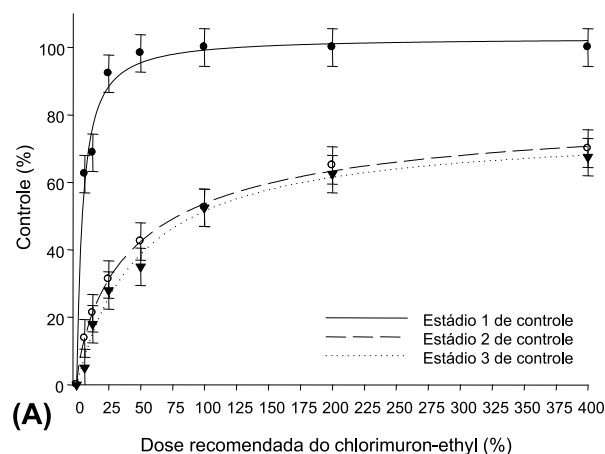


Figura 3 - Percentual de controle e fitomassa seca da parte aérea no biótipo 17 de *C. sumatrensis* aos 28 dias após aplicação de doses dos herbicidas chlorimuron-ethyl (A e D) e glyphosate (B e E) e da associação deles (C e F). As barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

à observada no presente estudo. O FS para o glyphosate com os valores do C_{50} e GR_{50} foi de 1,29 e 6,69 do primeiro para o segundo estágio do biótipo, respectivamente (Tabelas 3 e 4). Já

do primeiro para o terceiro estágio, os valores do C_{50} e do GR_{50} não foram calculados, pois foram maiores que a dose de 2.880 g e.a. ha^{-1} , ficando fora das doses avaliadas no estudo

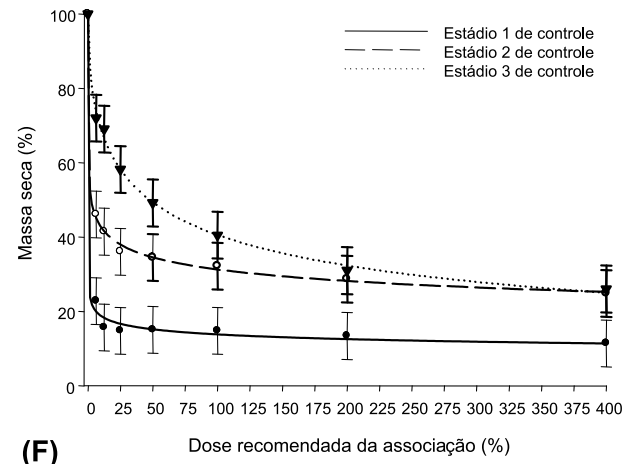
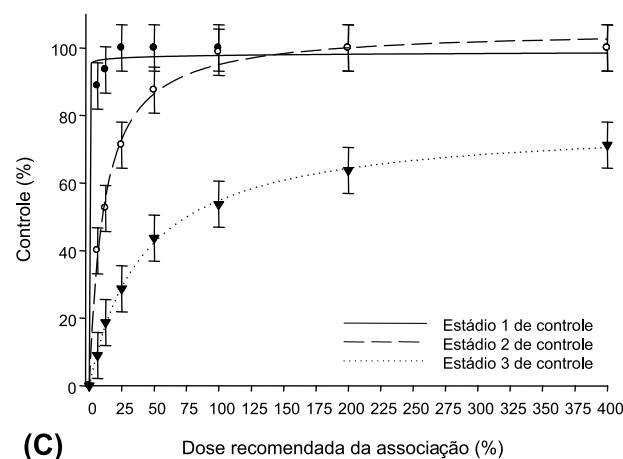
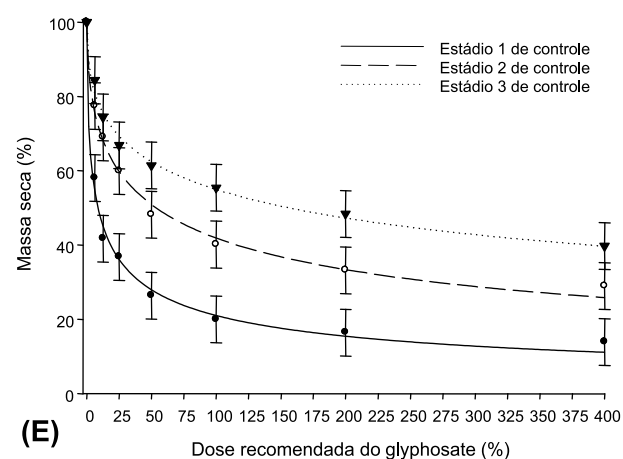
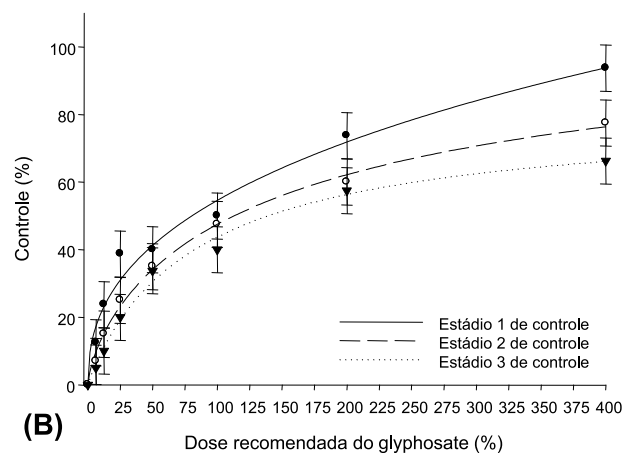
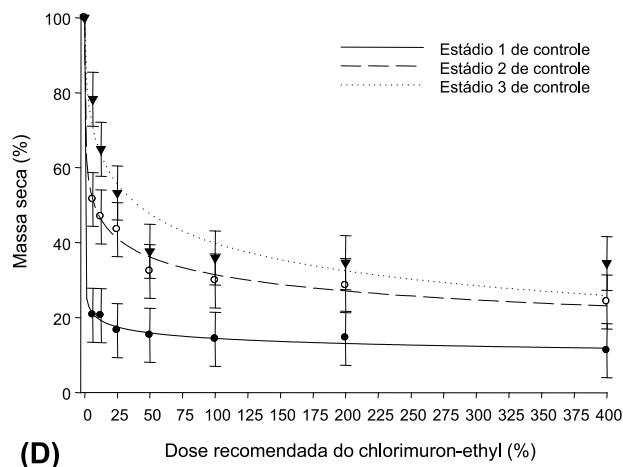
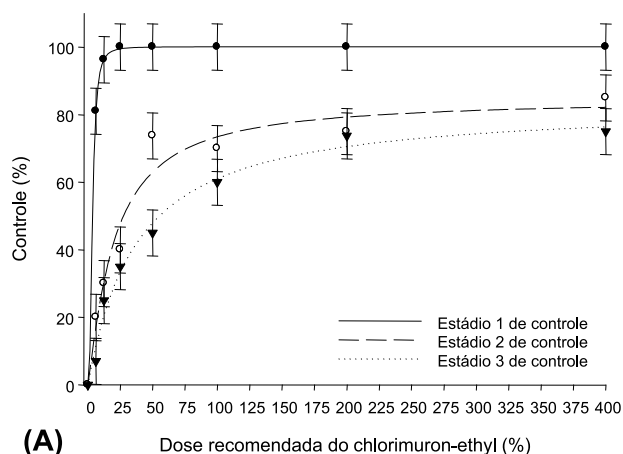


Figura 4 - Percentual de controle e fitomassa seca da parte aérea no biótipo 20 de *C. sumatrensis* aos 28 dias após aplicação de doses dos herbicidas chlorimuron-ethyl (A e D) e glyphosate (B e E) e da associação deles (C e F). As barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.



para o biótipo 5 (Tabelas 2 e 4). Para o herbicida glyphosate, os valores do C_{50} e do GR_{50} , calculados por meio das equações estabelecidas pelas porcentagens de controle e de fitomassa seca do biótipo, comprovam a existência de resistência ao herbicida, independentemente do estágio de desenvolvimento em que ele é aplicado. A resistência de buva ao glyphosate foi identificada por Vargas et al. (2007) e Lamego & Vidal (2008); atualmente, o biótipo está presente na maioria das lavouras do RS.

Os resultados demonstram que o biótipo 5 apresenta resistência ao herbicida glyphosate, mas é suscetível à associação de chlorimuron-ethyl com glyphosate no primeiro estágio de desenvolvimento (altura de 0,5-1 cm e 3-4 folhas), não caracterizando resistência múltipla à associação dos herbicidas. Assim, para alcançar 100% de controle do biótipo, é necessário relacionar a dose da associação (glyphosate + chlorimuron) ao estágio de desenvolvimento do biótipo no momento da aplicação.

Nos biótipos 17 e 20, observou-se controle de 100%, no primeiro estágio, com as doses de 50% (10 g ha^{-1}) e 12,5% (2,5 g ha^{-1}) de chlorimuron-ethyl, respectivamente (Figuras 3 e 4A). Contudo, aplicando a maior dose do chlorimuron (400% ou 80 g ha^{-1}), tanto no segundo quanto no terceiro estágio de desenvolvimento dos biótipos foram observados controles insatisfatórios, entre 70 e 80% (Figuras 3 e 4A). O FS calculado com os valores do C_{50} , para os biótipos 17 e 20, para o chlorimuron foi de 17,1 e 4,9 do primeiro para o segundo estágio e de 20,5 e 15,3 do primeiro para o terceiro estágio, respectivamente (Tabela 2). Já o FS calculado com os valores do GR_{50} , para os biótipos 17 e 20, para chlorimuron foi de 15,8 e 8,3 do primeiro para o segundo estágio e de 155,9 e 44,1 do primeiro para o terceiro estágio, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados demonstram a suscetibilidade dos biótipos 17 e 20 ao herbicida chlorimuron-ethyl quando aplicado no primeiro estágio de desenvolvimento (altura de 0,5-1 cm e 3-4 folhas) (Figuras 3 e 4A).

Para o glyphosate, observou-se controle de 100% dos biótipos 17 e 20, no primeiro estágio de desenvolvimento, com

200% (1.440 g e.a. ha^{-1}) e 400% da dose (2.880 g e.a. ha^{-1}), respectivamente (Figuras 3 e 4B). No entanto, no segundo estágio, o biótipo 17 teve controle de 100% para a maior dose de glyphosate (400% ou 2.880 g e.a. ha^{-1}); já no biótipo 20 a mesma dose teve controle de 70% (Figuras 3 e 4B). No terceiro estágio dos biótipos 17 e 20, o controle com glyphosate foi de 70 e 65% na maior dose utilizada (400% ou 2.880 g e.a. ha^{-1}), respectivamente (Figuras 3 e 4B). O FS calculado com os valores do C_{50} , para os biótipos 17 e 20, para o glyphosate foi de 1,3 e 1,4 do primeiro para o segundo estágio e de 1,6 e 1,7 do primeiro para o terceiro estágio, respectivamente (Tabela 2). Já o FS calculado com os valores do GR_{50} , para os biótipos 17 e 20, para o glyphosate foi de 10,5 e 6,1 do primeiro para o segundo estágio e de 18,6 e 17,7 do primeiro para o terceiro estágio, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados demonstram a suscetibilidade dos biótipos 17 e 20 ao herbicida glyphosate no primeiro estágio de desenvolvimento. Contudo, observa-se que os biótipos 17 e 20 no primeiro estágio de desenvolvimento são suscetíveis ao herbicida chlorimuron-ethyl, porém, no mesmo estágio, os biótipos apresentaram menor sensibilidade à aplicação de glyphosate.

Na associação de chlorimuron-ethyl + glyphosate, observou-se que os biótipos 17 e 20 foram controlados no primeiro estágio com 25% (5 g + 180 g e.a. ha^{-1}) e 12,5% da dose (2,5 g + 90 g e.a. ha^{-1}), respectivamente (Figuras 3 e 4C). No segundo estágio, obteve-se controle de 100% dos biótipos 17 e 20 com uso de 50% (10 g + 360 g e.a. ha^{-1}) e de 100% da dose (20 g + 720 g e.a. ha^{-1}), respectivamente. No entanto, quando se aplicou a maior dose da associação (400% ou 80 g + 2.880 g e.a. ha^{-1}), no terceiro estágio de desenvolvimento, observou-se controle insatisfatório dos biótipos, entre 60 e 70% (Figuras 3 e 4C). Esses resultados demonstram a suscetibilidade dos biótipos 17 e 20 à associação dos herbicidas chlorimuron-ethyl + glyphosate somente no primeiro e no segundo estágio (Figuras 3 e 4C). O FS calculado com os valores do C_{50} , para o biótipo 17, para a associação (chlorimuron-ethyl + glyphosate) foi de 2,2 do primeiro para o segundo estágio e de 32,2 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 2); no biótipo 20, o FS foi de 2,9 do primeiro para o

segundo estágio e de 21,5 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 3). Já o FS calculado com os valores do GR_{50} , para o biótipo 17, na associação de chlorimuron-ethyl + glyphosate não diferiu do primeiro para o segundo estágio e foi de 108,3 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 2); no biótipo 20, o FS foi de 3,05 do primeiro para o segundo estágio e de 66,1 do primeiro para o terceiro estágio (Tabela 3).

Na Tabela 4, observou-se interação significativa na variável densidade tricomática entre os biótipos e os estádios de desenvolvimento. No primeiro estágio de desenvolvimento, o biótipo 17 evidenciou a maior quantidade (16,8 tricomas mm^{-2}), seguido do biótipo 5 (11,6 tricomas mm^{-2}). No entanto, o biótipo 20 apresentou a menor quantidade (7,4 tricomas mm^{-2}), não diferindo do biótipo 2, que apresentou 8,4 tricomas mm^{-2} . A menor sensibilidade do biótipo 17, no primeiro estágio, ao herbicida chlorimuron-ethyl pode estar relacionada à maior densidade tricomática (Tabela 4).

No segundo e terceiro estádios de desenvolvimento, o biótipo 17 evidenciou a maior quantidade de tricomas: 11,3 e 11,6 mm^{-2} , respectivamente (Tabela 4). Já o biótipo 2 evidenciou a menor quantidade no segundo e terceiro estádios de desenvolvimento, respectivamente, (9,2 e 9,5 mm^{-2}) (Tabela 4). Contudo, os biótipos 5 e 20 não diferiram do biótipo 2, no segundo e terceiro estádios. No entanto, para o biótipo 20 houve aumento na densidade tricomática do primeiro para o segundo estágio,

e no biótipo 2 não houve alteração na densidade tricomática com o seu desenvolvimento. Já nos biótipos 17 e 5 observou-se diminuição da densidade tricomática do primeiro para o segundo estágio de desenvolvimento (Tabela 4).

Segundo Procópio et al. (2003), a alta densidade tricomática da superfície adaxial foi considerada uma das barreiras foliares potenciais à penetração de herbicidas em *C. bonariensis*. A presença de tricomas na superfície adaxial da folha pode interceptar gotas pulverizadas, impedindo que estas alcancem a epiderme propriamente dita, o que prejudica a absorção do herbicida (Yamashita & Guimarães, 2011). As informações sobre a eficiência da absorção de herbicidas pelos tricomas e a translocação destes para as células epidérmicas são ainda parcialmente conhecidas (Hess & Falk, 1990). Segundo Iost & Raetano (2010), os surfatantes organossiliconados foram mais eficientes na redução da tensão superficial e proporcionaram maior molhamento da superfície foliar de *Euphorbia heterophylla* com tricomas; assim, podem ser usados como alternativa para superar eventuais efeitos negativos dos tricomas na absorção de herbicidas.

Quanto à densidade estomática, não houve interação entre os biótipos e os estádios de desenvolvimento (Tabela 4). Entretanto, evidenciou-se diminuição do número de estômatos dos biótipos com o seu desenvolvimento do primeiro (84,2 estômatos mm^{-2}) até o terceiro estágio (65,8 estômatos mm^{-2}).

Tabela 4 - Densidades de tricomas e de estômatos na superfície adaxial dos biótipos 2, 5, 17 e 20 de *C. sumatrensis*, em três estádios de desenvolvimento

Biótipo	Densidade tricomática (tricomas mm^{-2})			Densidade estomática (estômatos mm^{-2})		
	Estádio de desenvolvimento			Estádio de desenvolvimento		
	1 ^o	2 ^o	3 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o
02	8,40 cA ^{1/}	9,20 bA	9,50 bA	84,2 ^{ns}	73,7	63,2
05	11,6 bA	9,50 bB	10,3 bB	84,2	73,7	73,7
17	16,8 aA	11,3 aB	11,6 aB	84,2	73,7	57,9
20	7,40 cB	10,0 bA	9,70 bA	84,2	84,2	68,4
Média	11,0	10,0	10,3	84,2 A	76,3 B	65,8 C
CV ^{2/} (%)	11,9			10,9		

^{1/} Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo agrupamento de médias do teste de Scott-Knott ($p < 0,05$); ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade; ^{2/} Coeficiente de Variação.



Procópio et al. (2003) determinaram que a baixa densidade estomática em *C. bonariensis* foi considerada uma das principais barreiras à penetração de herbicidas. Para Tuffi Santos et al. (2006), a alta densidade pode favorecer a penetração do glyphosate em plantas de eucalipto nas quais a presença de estômatos seja grande, principalmente na face adaxial da epiderme foliar, onde o contato com a calda herbicida aplicada é mais provável. Um fator ligado à penetração dos herbicidas pelos estômatos é a cutícula sobre as células-guarda, que parece ser mais fina e mais permeável (menor teor de cera epicuticular), constituindo-se numa barreira menos rígida à penetração de herbicidas (Hess & Falk, 1990). Por isso, a maior densidade estomática dos biótipos no primeiro estágio de desenvolvimento pode ser considerada um fator positivo do ponto de vista do controle da espécie em se tratando de aplicação de herbicidas, pois a absorção tende a ser maior.

De modo geral, foram observadas, para os biótipos 2, 5, 17 e 20 de *C. sumatrensis*, diferenças nos níveis de controle, produção de fitomassa seca da parte aérea, C_{50} , GR_{50} e FS para os tratamentos herbicidas avaliados. Para o chlorimuron-ethyl, essas diferenças foram influenciadas pelos estádios de desenvolvimento: quanto mais avançado o estágio, menor a sensibilidade. Essa menor sensibilidade dos biótipos pode ser influenciada pela densidade tricômica entre os estádios de desenvolvimento dos biótipos. Nesse sentido, a hipótese sugerida para explicar a menor sensibilidade dos biótipos 2, 5, 17 e 20 de *C. sumatrensis* ao chlorimuron, em estádios vegetativos acima de seis folhas (maiores de 10 cm), é a redução da absorção devido a fatores relacionados à anatomia externa da folha, como a presença de tricomas.

Os resultados deste trabalho evidenciam que os estádios de desenvolvimento de *C. sumatrensis* afetam significativamente o nível de sensibilidade aos herbicidas chlorimuron-ethyl e glyphosate e à associação destes. Os biótipos 17 e 20 de *C. sumatrensis* não foram suscetíveis ao chlorimuron no segundo e no terceiro estágio vegetativo avaliado; no terceiro estágio de desenvolvimento, os biótipos não foram suscetíveis à associação de chlorimuron-ethyl + glyphosate. O biótipo 5

foi resistente ao herbicida glyphosate, independentemente do estágio de desenvolvimento. Quanto às características morfológicas da folha, o biótipo 17 apresentou maior número de tricomas em todos os estádios de desenvolvimento. No entanto, a densidade estomática diminuiu com o desenvolvimento dos biótipos. Assim, sugere-se que a maior presença de tricomas verificada com o desenvolvimento dos biótipos de *C. sumatrensis* possa interferir na penetração dos herbicidas, prejudicando o controle dos biótipos. Por isso, o controle de *C. sumatrensis* com chlorimuron-ethyl ou chlorimuron+glyphosate deve ser realizado em estágio vegetativo de até quatro folhas (1 cm).

LITERATURA CITADA

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS - AGROFIT. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 9 mar. 2013.

BRUCE, J.; KELLS, J. Horseweed (*C. canadensis*) control in no-tillage soybeans (*Glycine max*) with preplant and preemergence herbicides. **Weed Technol.**, v. 4, n. 3, p. 642-647, 1990.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas - HARAC-BR, 2008. p. 9-34.

FRANS, R. et al. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N. D. **Research methods in weed science**. 3.ed. Champaign: Southern Weed Science Society, 1986. p. 29-46.

GEIGER, D. R.; FUCHS, M. A. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glyphosate). In: BÖGER, P.; WAKABAYASHI, K.; HIRAI, K. (Ed.). **Herbicide classes in development**. Berlin: Springer-Verlag, 2002. p. 59-85.

HEAP, I. **International survey of resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

HESS, F. D.; FALK, R. H. Spontaneous lysosomal storage disease caused by *Sida carpinifolia* (Malvaceae) poisoning in cattle. **Weed Sci.**, v. 38, n. 3, p. 280-288, 1990.



- IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Eng. Agríc.**, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.
- KOGER, C. H. et al. Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technol.**, v. 18, n. 3, p. 820-825, 2004.
- KRAUS, J. E. et al. Astra blue and basic fuchsin double staining of plant materials. **Biot. Histochem.**, v. 73, n. 5, p. 235-243, 1998.
- LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *C. bonariensis* e *C. canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.
- MOREIRA, M. S. et al. Herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.
- PROCÓPIO, S. O. et al. Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil. III - *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* e *Ipomoea cairica*. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 1-9, 2003.
- RODELLA, R. A. et al. Anatomia comparativa foliar e caulinar de duas espécies daninhas de *Merremia* (Convolvulaceae). **Científica**, v. 21, n. 2, p. 345-353, 1993.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: 2011. 6961 p.
- SANTOS, G. **Resistência múltipla ao glyphosate e ao chlorimuron-ethyl em biótipos de *Conyza sumatrensis***. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção de Plantas) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- SIGMAPLOT - **Scientific graphing software**. Version 10.0, 2007.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. **Proceedings...** Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- STREIBIG, J. C. Herbicide bioassay. **Weed Res.**, v. 28, n. 1, p. 479-484, 1988.
- TELES, A. M.; BORGES, R. A. X.; HEIDEN, G. *Conyza* In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. 2013. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5288>>. Acesso em: 25 jun. 2013.
- THEBAUD, C.; ABBOTT, R. J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: Quantitative trait and isozyme analysis. **Am. J. Bot.**, v. 82, n. 1, p. 360-368, 1995.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 503-520, 2006.
- VANGESSEL, M. J. et al. Influence of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) growth stage on response to glyphosate applications. **Weed Technol.**, v. 23, n. 1, p. 49-53, 2009.
- VARGAS, L. et al. Buva (*C. bonariensis*) resistente ao glyphosate na região Sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Biologia e resistência a herbicidas de espécies do gênero *Conyza*. **Amb. Guarapuava**, v. 7, n. 2, p. 383-398, 2011.

