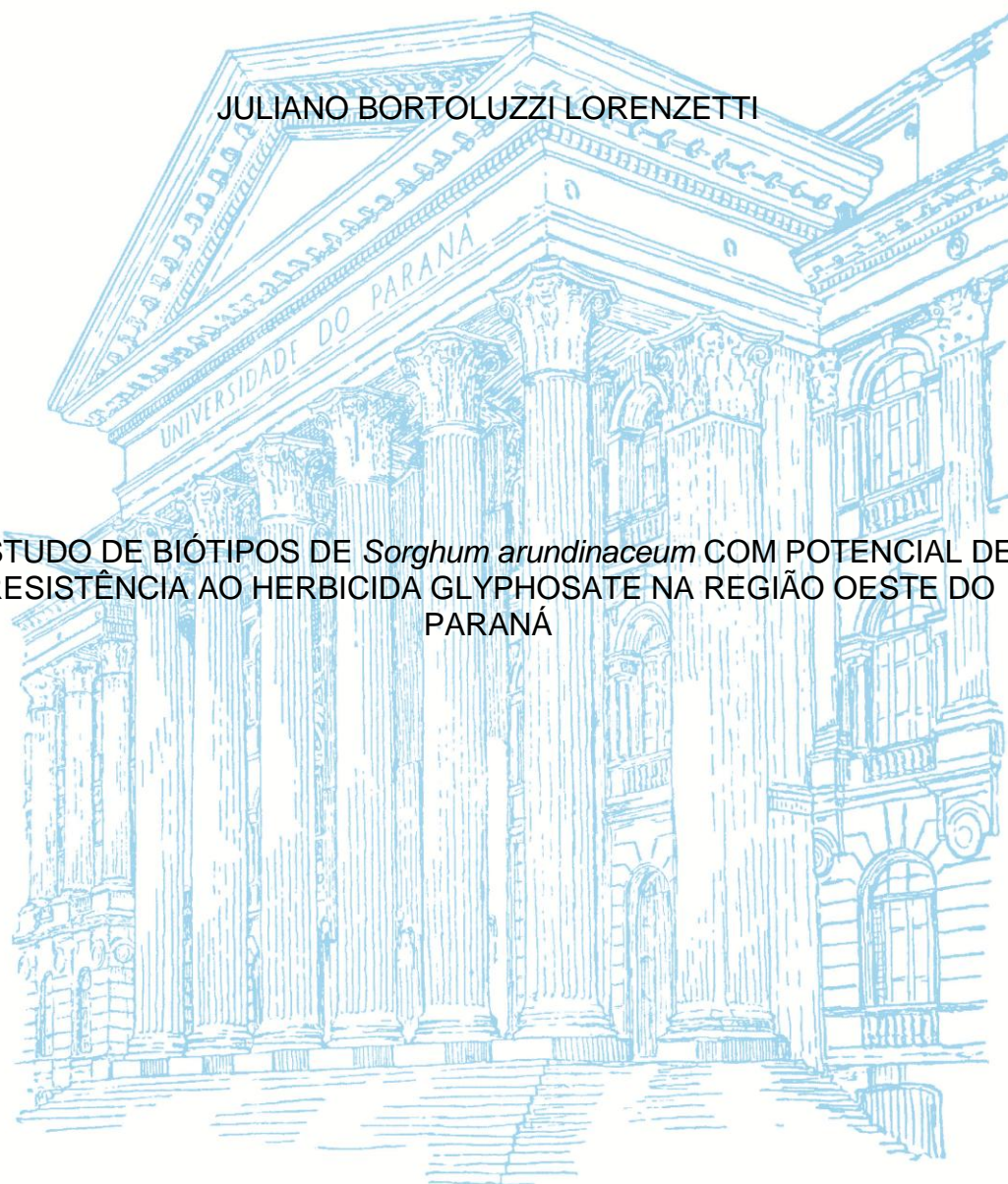


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA

JULIANO BORTOLUZZI LORENZETTI

ESTUDO DE BIÓTIPOS DE *Sorghum arundinaceum* COM POTENCIAL DE
RESISTÊNCIA AO HERBICIDA GLYPHOSATE NA REGIÃO OESTE DO
PARANÁ



PALOTINA
2015

JULIANO BORTOLUZZI LORENZETTI

ESTUDO DE BIÓTIPOS DE *Sorghum arundinaceum* COM POTENCIAL DE
RESISTÊNCIA AO HERBICIDA GLYPHOSATE NA REGIÃO OESTE DO
PARANÁ

Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo da
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Alfredo Junior Paiola Albrecht

PALOTINA

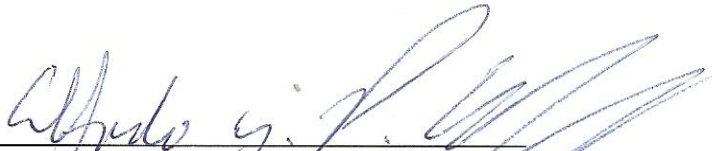
2015

TERMO DE APROVAÇÃO

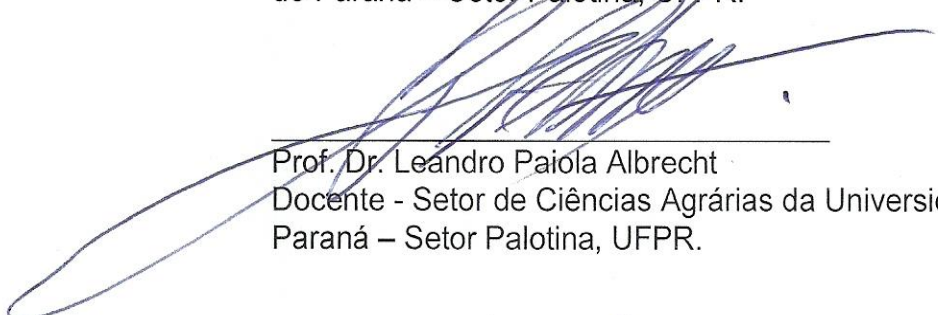
JULIANO BORTOLUZZI LORENZETTI

ESTUDO DE BIÓTIPOS DE *Sorghum arundinaceum* COM POTENCIAL
DE RESISTÊNCIA AO HERBICIDA GLYPHOSATE NA REGIÃO OESTE
DO PARANÁ

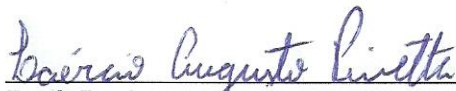
Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo no curso de Agronomia, pela seguinte banca
examinadora:



Prof. Msc. Alfredo Junior Paiola Albrecht
Orientador – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Paraná – Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht
Docente - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Paraná – Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta
Docente - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Paraná – Setor Palotina, UFPR.

Palotina, 10 de Julho de 2015

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Nadir Izabel Bortoluzzi e Acelino Lorenzetti, por todo o conhecimento de vida que me passaram e por todo amor e carinho que me foi dedicado durante minha vida.

Ao meu orientador, Alfredo Junior Paiola Albrecht, pela dedicação, acompanhamento, amizade e por acreditar em mim num momento tão crucial da graduação.

À todos os professores que dedicaram seu tempo em transmitir à mim parte de seu conhecimento durante meu trajeto acadêmico. Em especial à aqueles que eu pude criar e manter mais que um vínculo de aluno e professor, uma amizade.

À todos os amigos com quem eu pude rir e conversar, sempre serão recordados durante minha vida com boas lembranças. Em especial à aqueles que estiveram comigo durante toda a graduação e que foram de grande importância nesse período; Augusto Tessele, Ruan Carlos Navarro Furtado, Giovane Moreno, Henrique Fabrício Placido, Fábio Henrique Krenchinski, Victor Salomão Cesco e Filipe E. Cremonez.

Ao Grupo de Pesquisa em Sistemas Sustentáveis de Produção Agrícola (SUPRA), pelo apoio recebido.

RESUMO

As plantas daninhas exercem importante papel na interferência ao bom desenvolvimento de uma cultura agrícola, sendo no momento de sua instalação, crescimento, desenvolvimento, tratos culturais ou colheita. Outro fator importante relacionado às plantas daninhas é sua característica de gerar biótipos resistentes à herbicidas. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de resistência ao herbicida glyphosate em populações de *Sorghum arundinaceum* na região oeste do Paraná. Foram coletados 25 biótipos nos Municípios de Palotina, Maripá, Toledo, Assis Chateaubriandt, Francisco Alves e Terra Roxa. Foram semeados em vasos plásticos e conduzidos em casa de vegetação com delineamento inteiramente casualizado. No primeiro momento realizou-se o *screening* das populações, aplicando-se quatro doses de glyphosate (Roundup Ready®), 0, 180g e.a., 360g e.a. e 720g e.a.ha⁻¹, com três repetições. Realizou-se avaliação visual aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) e aferiu-se a massa fresca e seca da parte aérea. Selecionou-se os biótipos 8, 10 e 11 como mais resistentes e 1, 2 e 18 como mais suscetíveis. Posteriormente para aferir a curva dose-resposta, aplicou-se dez doses, sendo, 0, 90, 180, 270, 360, 540, 720, 900, 1080 e 1260g e.a. ha⁻¹, nos seis biótipos selecionados. Da mesma forma foram avaliados os efeitos visuais aos 7, 14 e 21 DAA e aferidas a massa fresca e seca. Encontrou-se valores de EC₅₀ de 61,77; 39,54 e 84,10g e.a.ha⁻¹ para os biótipos 1, 2 e 18 previamente considerados altamente suscetíveis e 120,47; 102,65 e 131,20g e.a.ha⁻¹ para os biótipos 8, 10 e 11, considerados resistentes. O maior fator de resistência presente foi de 3,32 quando comparou-se o EC₅₀ do biótipo 2 com o 11, enquanto que o menor atingiu apenas 1,22 com a comparação entre o biótipo 18 com o 11. Portanto, como os biótipos foram totalmente controlados à dose recomendada de campo (1440g e.a.ha⁻¹) não há caracterização de resistência ao glyphosate. Mas foi possível caracterizar uma susceptibilidade diferencial a nível baixo para a espécie estudada, uma vez que existe variação do fator de resistência entre os biótipos nas doses abaixo de 180g e.a.ha⁻¹ de glyphosate.

Palavras-chave: susceptibilidade diferencial, planta daninha, falso-massambará, herbicida.

ABSTRACT

Weeds have an important role in the interference of an appropriate development of any agricultural culture, starting since the seedling, growth, development, cultivation until the harvest. Another important factor related to weeds is their mutagenic ability to generate biotypes resistant to herbicides. This work aims to evaluate the potential genotype resistance to glyphosate in populations of *Sorghum arundinaceum* in western Paraná. 25 biotypes were collected in the cities of Palotina, Maripá, Toledo, Assis Chateaubriand, Francisco Alves and Terra Roxa. They were sown in plastic pots and conducted in a greenhouse with a completely randomized design. At first, the screening of the population, applying four doses of glyphosate (Roundup Ready[®]), 0, 180g, 360g and 720g and e.a.ha⁻¹ with three replications, was performed. Visual assessment was carried out at 7, 14 and 21 days after application (DAA) and the shoot fresh weight and shoot dry weight were measured. The biotypes 8, 10 and 11 were selected as the most resistant, meanwhile 1, 2 and 18 were classified as susceptible. Subsequently, to assess the dose-response curve, ten doses were applied, with 0, 90, 180, 270, 360, 540, 720, 900, 1080 and 1260g e.a. ha⁻¹, over the six selected biotypes. The visual effects were also evaluated with 7, 14 and 21 DAA and measured the shoot fresh weight and shoot dry weight. The values obtained to EC₅₀ were 61.77; 39.54 and 84,10g e.a.ha⁻¹ to biotypes 1, 2 and 18 previously considered susceptible and 120.47; and 131,20g 102.65 e.a.ha⁻¹ biotypes to 8, 10 and 11, considered resistant. The highest resistance factor was 3.32 when comparing the EC₅₀ between biotypes 2 and 11, whereas the lowest was only 1.22 with a comparison between the biotypes 18 and 11. Therefore, as the biotypes were totally controlled using the field dose (1440g e.a.ha⁻¹) there is no characterization of resistance to glyphosate. However, it was possible to characterize differential susceptibility in low level for the species studied, since there is variation in the resistance factor among the biotypes at doses under 180g e.a.ha⁻¹ of glyphosate.

Keywords: differential susceptibility, weed, herbicide, Broom-corn.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM QUE FORAM COLETADOS OS BIÓTIPOS.....	18
FIGURA 2. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 1	28
FIGURA 3. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 2.....	28
FIGURA 4. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 18.....	29
FIGURA 5. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 8.....	29
FIGURA 6. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 10.....	30
FIGURA 7. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 11.....	30
FIGURA 8. COMPARATIVO ENTRE AS CURVAS DOSE-RESPOSTAS DOS BIÓTIPOS 2 E 11	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. RELAÇÃO DOS BIÓTIPOS E SUAS INFORMAÇÕES SOBRE AS ÁREAS DE COLETA.	19
TABELA 2. LISTA DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO DE PRÉ-SELEÇÃO OU <i>SCREENING</i> DAS POPULAÇÕES COLETADAS A CAMPO.	20
TABELA 3. ESCALA DE AVALIAÇÃO VISUAL DE CONTROLE DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS CONFORME A ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE MALEZAS, ALAM (1974).	21
TABELA 4. LISTA DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO DE AFERIÇÃO DA CURVA DOSE-RESPOSTA AO HERBICIDA GLYPHOSATE.	22
TABELA 5. NOTAS VISUAIS DO <i>SCREENING</i> DOS BIÓTIPOS COLETADOS PARA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO GLYPHOSATE.	25
TABELA 6. TESTE DE MÉDIAS OBTIDO PARA A VARIÁVEL MATÉRIA SECA (mg) PARA OS BIÓTIPOS SELECIONADOS NA ETAPA DE <i>SCREENING</i>	25
TABELA 7. TESTE DE MÉDIAS OBTIDO PARA A VARIÁVEL MATÉRIA SECA (mg) NA ANÁLISE DE CURVA DOSE-RESPOSTA.	26
TABELA 8. EQUAÇÕES DE REGRESSÃO DA CURVA DOSE-RESPOSTA PARA CADA BIÓTIPO E RESPECTIVOS ED ₅₀	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA	11
1.1 RESISTÊNCIA À HERBICIDAS.....	11
1.2 HERBICIDA GLYPHOSATE.....	14
1.3 GÊNERO <i>SORGHUM</i>	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 METODOLOGIA	18
3.1 COLETA DE BIÓTIPOS DE <i>Sorghum arundinaceum</i>	18
3.2 IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE SUSCEPTIBILIDADE DOS BIÓTIPOS DE <i>S. arundinaceum</i>	19
3.2.1 Pré-seleção ou “ <i>Screening</i> ”.....	19
3.2.2 Curva dose-resposta ao herbicida glyphosate	21
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 PRIMEIRA ETAPA – PRÉ SELEÇÃO OU “ <i>SCREENING</i> ” DAS POPULAÇÕES COLETADAS A CAMPO	24
4.2 SEGUNDA ETAPA – AFERIÇÃO DA CURVA DOSE-RESPOSTA, EC_{50} e FR	26
5 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

WSSA – Weed Science Society of America

g e.a.ha⁻¹ – gramas de equivalente ácido por hectare

L.ha⁻¹ – litros por hectare

Kgf.cm⁻² – kilograma força por centímetro quadrado

m.s⁻¹ – metros por segundo

DAA – Dias após aplicação

ALAM – Asociación Latino Americana de Malezas

EC₅₀ - dose que reduziu a matéria seca em 50%

FR – fator de resistência

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

1.1 RESISTÊNCIA À HERBICIDAS

As plantas daninhas são plantas que interferem nos objetivos do homem, crescendo e desenvolvendo-se onde não são desejadas (ASHTON e MÔNACO, 1991; FISHER, 1973). Em todos os períodos de desenvolvimento de uma cultura agrícola, instalação, crescimento, desenvolvimento, tratos culturais e colheita, elas estão suscetíveis à influência direta ou indireta de fatores abióticos e bióticos. As plantas daninhas se constituem como fator biótico, interferindo por meio de competição de luz, água, nutrientes, espaço, alelopatia e hospedeiros de pragas e doenças (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

Além das características e descrições acima acerca das plantas daninhas deve-se ter em mente que, atualmente a interferência das plantas daninhas caminha conjuntamente à sua resistência aos herbicidas. López-Ovejero et al. (2005) destacam diversas consequências geradas pela resistência em plantas daninhas como restrição ou inviabilidade no uso de herbicidas, perdas de produtividade e qualidade dos produtos agrícolas, além da redução da área apta de plantio, mudanças no sistema de produção, aumento das doses de herbicida ou número de aplicações e conseqüentemente maior custo de produção.

Conforme a definição dada pela Weed Science Society of America (WSSA), entende-se a resistência de plantas daninhas à herbicidas como a capacidade de uma planta sobreviver e perpetuar sua espécie, após ser exposta a uma dose de herbicida letal para seu biótipo selvagem (HEAP, 2005). Seguindo a mesma lógica, Cristofolletti et al. (2003) a define como uma capacidade, inerente e herdável, capaz de fazer com que este biótipo sobreviva e se reproduza após ser exposto à uma dose de herbicida que seria letal à uma população da mesma espécie conhecidamente suscetível.

Por definição biótipo é tido como uma população ou grupo de indivíduos que apresentem sua carga genética com poucas diferenças da maioria dos indivíduos

conhecidos da população, caracterizado apenas pela diferenciação genética que confere a capacidade de resistência, no caso de plantas daninhas resistentes a herbicidas (KISSMANN 1996).

Conforme Heap (2005) existem dois principais meios de ocorrência capazes de gerar a característica de resistência a herbicida em uma população de plantas daninhas, podendo ser de ocorrência natural por meio de seleção, ou induzida por engenharia genética, meio de culturas de tecido ou mutagênese. Quanto a ocorrência natural, Burnside (1992) destaca que o provável motivo que proporcionou o desenvolvimento de inúmeros casos de resistência seja o uso indiscriminado de herbicidas, prática comum no meio agrícola.

Cristofolletti et al. (2003) corroboram a idéia supracitada, dizendo que a aplicação sucessiva do herbicida gera uma pressão de seleção sobre a população, segregando os biótipos que apresentam a característica de resistência ao herbicida gerada por uma mudança genética dentro dessa população. De uma forma mais simples, os biótipos que apresentam resistência sempre estiveram presentes numa população, mas em baixa frequência, sendo que o herbicida atua como um agente de pressão de seleção, controlando apenas as plantas suscetíveis e permitindo que as resistentes se reproduzam entre si, sem haver chances de cruzamento entre plantas resistentes e suscetíveis.

Kissmann (1996) salienta que, independente de qualquer aplicação de herbicida, todas as populações de plantas daninhas naturalmente apresentam biótipos com resistência. Afirma-se então que, toda população que tenha indivíduos que possuam variação genética quanto à tolerância a uma medida de controle, visando sua sobrevivência mudarão com o passar do tempo sua composição populacional afim de diminuir a sensibilidade à forma de controle (CRISTOFOLLETTI et al., 2003). Incluem-se dentre as forças seletivas, a escolha do herbicida, sistema de cultivo, escolha da cultura, práticas culturais, mudanças climáticas e introdução de novas espécies (MATIELLO et al., 1999).

São diversos os mecanismos de resistência de plantas daninhas. Sendo eles a alteração do sítio de ação do herbicida, o sequestro do herbicida, a superexpressão da enzima-alvo, o incremento da degradação metabólica do

herbicida, a translocação reduzida do herbicida e redução da sua absorção (CRISTOFFOLETI et al., 1994).

Para que seja aceita a confirmação da resistência em qualquer espécie de planta daninha, a WSSA (1998) definiu cinco critérios a serem seguidos: (a) as plantas daninhas resistentes devem se enquadrar nas definições já supracitadas; (b) confirmação dos dados de resistência obtidos por meio de resultados com base em protocolos científicos, ou seja, comparar biótipos suscetíveis e resistentes da mesma espécie, em ensaios repetidos e desenvolvidos dentro de padrões científicos; (c) caracterização da herdabilidade da resistência, deve-se confirmar que a característica de resistência esteja presente na geração parental e em sua respectiva progênie; (d) demonstrar o impacto prático no campo da resistência da planta daninha, assim a resistência apresentada não deve ser controlada pela dose recomendada para uso agrícola; (e) identificação sistemática adequada em nível de espécie e subespécie, se necessário.

Heap (2005) propõe uma distinção dentro do conceito de resistência, definindo resistência científica e agrônômica. A definição científica pressupõe que há diferença estatística no controle das plantas daninhas, entre biótipos, com dose abaixo da recomendação de campo, ou seja, quando submetidos à dose recomendada de campo o controle de todos os biótipos é satisfatório. Por outro lado, a resistência agrônômica ocorre quando há uma população que sobrevive à dose recomendada do herbicida sob condições normais de campo.

A primeira comprovação científica de resistência a herbicidas foi realizada por Ryan (1970) em populações de *Senecio vulgaris* que apresentaram resistência aos herbicidas da classe dos inibidores do fotossistema II. Desde então já foram confirmados 458 casos de resistência em 246 espécies, num total de 66 países e em 86 tipos de cultivos agrícolas.

Dentre os países, Estados Unidos da América lidera com 151 casos de espécies resistentes, seguido de Austrália com 76, Canadá com 61 casos, França 44, China 41, Israel 36, Japão 36, Brasil 34, Espanha 33 e Alemanha 32, sendo estes os dez países com mais casos de resistência. No continente Sul Americano, 14 países apresentam casos de resistência, liderados pelo Brasil, seguido do Chile

com 16, Argentina 13, Venezuela 12 e Bolívia 8, sendo estes os principais países (HEAP, 2015).

1.2 HERBICIDA GLYPHOSATE

A adoção do manejo químico, por meio de herbicidas, é bastante recente, com cerca de meio século de uso (SILVA et al., 2007). Devido à adoção de culturas resistentes e queda de sua patente no ano 2000 (GIANESSI, 2004) o herbicida glyphosate se tornou o mais largamente utilizado atualmente (DUKE e POWLES, 2008).

O glyphosate é um herbicida não-seletivo, de ação sistêmica, usado para controlar plantas anuais e perenes. É um aminofosfonato análogo ao aminoácido glicina.

Sua absorção se dá pelas estruturas fotossinteticamente ativas da planta, sendo dependente do tempo que a molécula fica retida na superfície foliar para que possa penetrar na folha (KIRKWOOD e MCKAY, 1994). A eficácia do glyphosate depende também de sua translocação na planta, visto que, sua molécula segue a mesma rota dos fotoassimilados, se movendo das folhas fotossinteticamente ativas em direção às regiões dreno das plantas (CASELEY e COUPLAND, 1985).

Conforme Boudet et al. (1985) a rota metabólica a qual o herbicida glyphosate age pode ser responsável por 20% de todo o fluxo de carbono e 35% de todos os compostos fenólicos produzidos.

A molécula atua na inibição da síntese dos aminoácidos aromáticos tirosina, fenilalanina e triptofano por atuar na enzima precursora EPSPs sintase (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase) e assim inibe a transformação do shiquimato em corismato. Atualmente existem diferentes formulações de glyphosate, mas entre os principais destacam-se o sal potássico, de isopropilamina e de amônio (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

1.3 GÊNERO *SORGHUM*

Dentro do gênero *Sorghum* existem 32 casos confirmados de resistência, sendo o seu principal representante a espécie *Sorghum halepense* com 23 casos de resistência em 8 países, como a Argentina, Chile e Venezuela presentes na América do Sul. Ainda apresentam resistência as espécies *Sorghum bicolor* e *Sorghum sudanense*. Não existem casos confirmados no Brasil (HEAP, 2015).

O gênero *Sorghum* engloba espécies cultivadas de importância econômica, como os sorgos forrageiros, granífero e sacarino, contudo abrange também importantes espécies tipicamente consideradas daninhas nos agroecossistemas, como o capim-massambará (*Sorghum halepense*), também conhecido como sorgo-de-alepo, capim-argentino ou capim-de-boi, *Sorghum arundinaceum*, conhecido como falso-massambará, ou vassorinha, e *Sorghum verticilliflorum*, consideradas plantas daninhas em todos os agroecossistemas, tendo grande relevância na pecuária devido suas características cianogênicas (NOBREGA JUNIOR et al., 2006).

Tais espécies são infestantes de várias culturas, como soja, milho, cana-de-açúcar e algodão, dentre outras, onde causam significativos danos (KISSMANN e GROTH, 1997). Conforme Concenço et al. (2012), estas espécies são morfológicamente semelhantes entre si, sendo difícil diferenciá-las a campo, porém, o *Sorghum arundinaceum* apresenta algumas características distintas, como ciclo anual ou perene, porte herbáceo, cespitosa, ereta, de colmos com até um centímetro de diâmetro, entrenós de 18-20 cm de comprimento, normalmente são mais altas que *S. halepense* e podem atingir até 4 m de altura. As panículas são laxas (abertas) com 20 a 60 cm de comprimento (LORENZI, 2000). Além disso, normalmente são mais facilmente controladas que *S. halepense* por não possuírem rizomas e se propagarem exclusivamente via sementes (CONCENÇO et al., 2012).

Atualmente 53 países reconhecem plantas do gênero *Sorghum* como espécie causadora de prejuízos à agropecuária, e muitos deles classificam-na como “praga nacional”, recomendando a erradicação em termos legislativos (KISSMANN e GROTH, 1997). Sua presença pode inutilizar o solo para agricultura, exceto para

pastagens, cujo valor forrageiro é razoável. No entanto, pode ser tóxica ao gado na época de brotamento, nas secas e após geadas.

Pode ainda hospedar agentes patogênicos de plantas cultivadas, como o fungo *Pyricularia grisea*, causador da brusone no arroz, e os vírus do mosaico-da-cana, nanismo-do-milho, mosaicos listrados do arroz e no trigo, e galhas foliares no arroz e no milho (KISSMANN e GROTH, 1997). A presença de sementes deste gênero não é admitida em lotes de sementes comercializadas (BRASIL, 1986).

Salienta-se que espécies deste gênero apresentam alta variação genética e hibridações e, por isso, ocorrem variações quanto à sensibilidade a diferentes herbicidas (KISSMANN e GROTH, 1997). Globalmente são conhecidos 23 biótipos de *S. halepense* resistentes á diversos princípios ativos, estando cinco presentes na América do Sul e destes, três detectados na Argentina, país vizinho ao Brasil (HEAP, 2015).

Devido a presença de escapes do gênero *Sorghum* que vem ocorrendo em áreas agrícolas da região (CVALE, 2014 – Informação verbal)¹, há possíveis chances de surgimento de biótipos com potencial resistência á herbicidas. Portanto, faz-se necessário o monitoramento de biótipos para realizar o diagnóstico da resistência a campo, evitando futuros problemas como a disseminação do biótipo em maiores áreas e perda do principio ativo (REINERT, 2013).

Assim, trabalhos como este se mostram de suma importância para realizar o monitoramento do surgimento de espécies com potencial de resistência além de estabelecer estratégias de controle o mais adequadas possíveis buscando-se o manejo integrado destas plantas daninhas.

¹ Informação fornecida pelos técnicos de campo da C.Vale, Palotina, em 2014, sobre o monitoramento de plantas daninhas na Região Oeste do Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar e verificar a presença de biótipos de *Sorghum arundinaceum* resistentes ao herbicida glyphosate na Região Oeste do Estado do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pré-selecionar populações com potencial resistência ou suscetibilidade de *S. arundinaceum*;

Caracterizar o nível de resistência ou susceptibilidade das populações selecionadas através de curva dose-resposta, aferir as doses de EC₅₀ e os fatores de resistência entre os biótipos.

3 METODOLOGIA

3.1 COLETA DE BIÓTIPOS DE *Sorghum arundinaceum*

A coleta de sementes dos biótipos da espécie de *S. arundinaceum* foi realizada em áreas de cultivo agrícola consolidado, em que esta planta estava apresentando possíveis problemas de controle e em locais onde acredita-se que não houve muito contato do biótipo com o herbicida glyphosate, como terrenos baldios no interior da cidade e outros locais próximos a área de preservação.

Foram coletados um total de 25 biótipos nos municípios de Palotina (11), Assis Chateaubriandt (3), Toledo (2), Maripá (2), Terra roxa (3) e Francisco Alves (4). Em destaque na FIGURA 1, abaixo.



FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS EM QUE FORAM COLETADOS OS BIÓTIPOS.

FONTE: IPARDES, 2014.

As coordenadas geográficas, identificação do biótipo e cultivo infestante foram anotadas em sacos individuais de papel kraft no momento da coleta e estão expostos na TABELA 1.

TABELA 1. RELAÇÃO DOS BIÓTIPOS E SUAS INFORMAÇÕES SOBRE AS ÁREAS DE COLETA.

Biótipos	Município	Local	Latitude	Longitude
01	Palotina	Terreno baldio	24°17'34.88"S	53°50'40.45"O
02	Palotina	Milho	24°17'42.41"S	53°51'47.59"O
03	Palotina	Milho	24°17'56.01"S	53°52'07.00"O
04	Palotina	Soja	24°17'36.10"S	53°52'03.07"O
05	Palotina	Soja	24°13'52.86"S	53°52'05.94"O
06	Palotina	Milho	24°14'38.48"S	53°50'37.45"O
07	Assis C.	Soja	24°22'46.41"S	53°32'21.79"O
08	Palotina	Milho	24°18'40.06"S	53°47'05.22"O
09	Frc. Alves	Soja	24°06'54.23"S	53°50'44.22"O
10	Palotina	Soja	24°15'11.54"S	53°49'29.71"O
11	Assis C.	Soja	24°24'16.41"S	53°38'33.84"O
12	Assis C.	Soja	24°16'38.12"S	53°32'42.14"O
13	Frc. Alves	Soja	24°08'37.54"S	53°51'31.50"O
14	Terra Roxa	Soja	24°12'07.09"S	53°56'57.37"O
15	Palotina	Soja	24°19'15.53"S	53°49'59.14"O
16	Toledo	Milho	24°40'19.38"S	53°48'00.82"O
17	Toledo	Milho	24°33'41.51"S	53°43'14.29"O
18	Maripá	Terreno baldio	24°27'10.46"S	53°49'46.99"O
19	Maripá	Soja	24°21'40.62"S	53°49'50.29"O
20	Palotina	Milho	24°12'12.53"S	53°50'53.01"O
21	Palotina	Milho	24°15'49.17"S	53°49'37.09"O
22	Terra Roxa	Soja	42°10'43.44"S	53°59'31.15"O
23	Terra Roxa	Soja	24°23'36.11"S	54°03'32.90"O
24	Frc. Alves	Soja	24°09'34.20"S	53°49'06.86"O
25	Frc. Alves	Soja	24°04'01.99"S	53°48'26.89"O

3.2 IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE SUSCEPTIBILIDADE DOS BIÓTIPOS DE *S. ARUNDINACEUM*

3.2.1 Pré-seleção ou "Screening"

As sementes coletadas foram escarificadas manualmente, para possibilitar a maior eficiência na quebra de dormência (MARTINS et al., 2012), utilizando-se de folhas de lixa 120mm. Foram preenchidos vasos plásticos de capacidade de 250mL

com substrato e solo na proporção de 2:1 do volume. Semearam-se cerca de 20 sementes por vaso, permanecendo em condições controladas em casa de vegetação para germinarem.

O desbaste foi feito após a emergência das plântulas, mantendo-se apenas uma planta por vaso. A escolha da planta foi por meio de seu crescimento e desenvolvimento, retirando as que estavam muito pequenas ou extremamente grandes, visando a padronização da população. As aplicações foram realizadas quando as plantas apresentaram o estágio de 4 folhas verdadeiras.

Esta etapa foi dividida em dois ensaios. No primeiro momento submeteu-se os biótipos coletados as doses de 0, 720g e 1440g e.a.ha⁻¹ (dose recomendada via bula), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, a fim de previamente visualizar o comportamento dos biótipos para determinar as doses utilizadas no segundo ensaio.

No segundo ensaio, o delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições e quatro tratamentos, sendo as doses de 0, 180, 360 e 720 g. e. a. ha⁻¹ (TABELA 2) do herbicida comercial Roundup Ready[®] (Sal de Isopropilamina 480 g e.a. ha⁻¹).

TABELA 2. LISTA DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO DE PRÉ-SELEÇÃO OU SCREENING DAS POPULAÇÕES COLETADAS A CAMPO.

Tratamentos	L.ha ^{-1*}	g e.a. ha ^{-1**}
0	0	0
1	0,25	180
2	0,5	360
3	1,0	720

*Produto comercial Roundup Ready[®], em litros por hectare. **Gramas de equivalente ácido por hectare (Sal de Isopropilamina 480 g e.a. ha⁻¹).

A aplicação foi realizada em ambiente aberto, plano, em condições meteorológicas favoráveis e semelhantes para todos os momentos de aplicação. Fez-se uso de um pulverizador costal pressurizado a CO₂, pressão de 2,0 Kgf.cm⁻², com barra com seis pontas do tipo leque, série 110.02, posicionado a aproximadamente 0,50 m do alvo e a velocidade de 1m.s⁻¹ proporcionando um volume total de calda de 200 L.ha⁻¹.

Realizou-se a avaliação visual do percentual de controle nos períodos de 7,14 e 21 dias após aplicação (DAA), atribuindo-se notas numa escala de 0% (para ausência de controle) a 100% (controle total) (ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE MALEZAS - ALAM, 1974), presente na TABELA 3. Após o período de 21 DAA cortou-se a parte aérea das plantas rente ao solo para ser aferida a massa fresca das plantas em balança de precisão. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em envelopes de papel e acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar durante 72 horas a 70°C, após este período foi aferida a massa seca. O critério de seleção das populações se deu por meio de observações visuais que apresentaram diferenças nítidas de crescimento aliadas à massa seca, conforme Burgos et al. (2013).

TABELA 3. ESCALA DE AVALIAÇÃO VISUAL DE CONTROLE DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS CONFORME A ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE MALEZAS, ALAM (1974).

Porcentagem de controle (%)	Descrição do nível de controle
0-40	Pobre
41-60	Regular
61-70	Suficiente
71-80	Bom
81-90	Muito Bom
91-100	Excelente

FONTE: ALAM, 1974.

3.2.2 Curva dose-resposta ao herbicida glyphosate

Após a fase de pré-seleção, selecionou-se seis biótipos que apresentaram potenciais de resistência e susceptibilidade, tendo como critério o acúmulo de massa seca e nota visuais. Estes biótipos foram avaliados novamente com aplicação de dez doses (TABELA 4), afim de obter dados para melhor caracterizar a resistência ou susceptibilidade e gerar uma curva dose-resposta ao herbicida.

As dez doses foram aplicadas no estágio de quatro folhas verdadeiras, sendo-as 0, 90, 180, 270, 360, 540, 720, 900, 1080 e 1260 g e. a. ha⁻¹ do herbicida comercial Roundup Ready® (Sal de Isopropilamina de glyphosate 480g e.a. ha⁻¹),

com 4 repetições. Após 21 dias realizou-se a aferição de massa fresca e seca assim como feito durante a pré-seleção.

TABELA 4. LISTA DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO DE AFERIÇÃO DA CURVA DOSE-RESPOSTA AO HERBICIDA GLYPHOSATE.

Tratamentos	L.ha ^{-1*}	g e.a. ha ^{-1**}
0	0	0
1	0,175	90
2	0,25	180
3	0,375	270
4	0,5	360
5	0,75	540
6	1,0	720
7	1,25	900
8	1,5	1080
9	1,7	1260

*Produto comercial Roundup Ready[®], em litros por hectare. **Gramas de equivalente ácido por hectare.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e realizado o teste de média de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando o programa Sisvar[®] (FERREIRA, 1999).

Para determinar a relação entre a dose aplicada e a redução do acúmulo de biomassa, determinou-se a dose que reduziu a matéria seca em 50% (ED₅₀) e o fator de resistência (FR) conforme Reinert (2013), este último é dado por meio da razão entre dois valores de ED₅₀.

Adotou-se o modelo de regressão não linear conforme (GONZÁLEZ-TORRALVA, 2012):

$$Y = c + \{(d - c)/[1 + (x/g)b]\}$$

Em que, a representação da massa seca ou fresca percentual em relação a testemunha é expressada por “Y”. Os limites inferior e superior são representados por “c” e “d”, respectivamente. A inclinação da curva é expressa por “b”. O índice ED₅₀ é representado por “g”. E a incógnita “x” expressa a dose do herbicida. Utilizou-

se o programa SigmaPlot 10.0 para realizar as análises de regressão (RUIZ & SANTAELLA et al., 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRIMEIRA ETAPA – PRÉ SELEÇÃO OU “SCREENING” DAS POPULAÇÕES COLETADAS A CAMPO

No primeiro ensaio, pôde-se observar que todas as populações foram totalmente controladas com a dose de 720g e.a.ha⁻¹ de glyphosate (dados não apresentados).

Por consequência disso as doses utilizadas para o segundo ensaio foram estipuladas baseando-se na dose máxima de 720g e.a.ha⁻¹, sendo as demais 0, 180 e 360g e.a.ha⁻¹.

As notas visuais obtidas aos 21 dias após a aplicação para realização do *screening* podem ser vistas na TABELA 6. Baseando-se na escala da ALAM (1974), notas acima de 60% indicam controle satisfatório da população, seguindo esta escala todos os biótipos foram satisfatoriamente controlados.

O critério de seleção na etapa de *screening* se baseou conforme Brunharo (2014), Santos (2013), Melo (2011) e Burgos et al. (2013), em que estes autores observaram a interação entre as notas de avaliação visual com a variação de matéria seca entre as doses dentro de cada biótipo.

Existem três biótipos que se aproximam da escala de 60%, os biótipos 8,10 e 11 que apresentaram as notas de 78,75 e 71, respectivamente, e como os mais suscetíveis têm-se os biótipos 1, 2 e 18 com as respectivas notas de 99, 98 e 98 (TABELA 5).

Atendo-se à análise das médias para cada biótipo selecionado, é visto que os biótipos 8, 10 e 11 são os únicos que tiveram diferença significativa entre as doses 0 e 180 e 360g e.a. ha⁻¹, para os demais não obteve-se diferença significativa entre as doses de 180 e 360g e.a. ha⁻¹ (TABELA 6).

TABELA 5. NOTAS VISUAIS DO SCREENING DOS BIÓTIPOS COLETADOS PARA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO GLYPHOSATE.

Biótipos	Município	Nota visual (180)*	Nota visual (360)*	Nota visual (720)*
01**	Palotina	99	100	100
02**	Palotina	98	100	100
03	Palotina	96	100	100
04	Palotina	93	100	100
05	Palotina	91	100	100
06	Palotina	97	100	100
07	Assis C.	89	100	100
08**	Palotina	78	100	100
09	Frc. Alves	95	100	100
10**	Palotina	75	100	100
11**	Assis C.	71	100	100
12	Assis C.	96	100	100
13	Frc. Alves	87	100	100
14	Terra Roxa	93	100	100
15	Palotina	91	100	100
16	Toledo	88	100	100
17	Toledo	93	100	100
18**	Maripá	98	100	100
19	Maripá	96	100	100
20	Palotina	97	100	100
21	Palotina	96	100	100
22	Terra Roxa	84	100	100
23	Terra Roxa	83	100	100
24	Frc. Alves	88	100	100
25	Frc. Alves	82	100	100

*Controle baseado em avaliação visual, segundo escala da ALAM (ALAM, 1974); **Biótipos selecionados para a próxima etapa do trabalho (curva dose-resposta).

Portanto, se verificada diferenças de sensibilidade entre os biótipos selecionados, pode-se caracterizar resistência a nível baixo ou resistência científica, que ocorre quando existe diferença no controle dos biótipos em dosagens abaixo da recomendada de campo. Porém, esta hipótese deve ser testada realizando a análise das curvas de dose-resposta dos mesmos (SANTOS, 2013).

TABELA 6. TESTE DE MÉDIAS OBTIDO PARA A VARIÁVEL MATÉRIA SECA (mg) PARA OS BIÓTIPOS SELECIONADOS NA ETAPA DE SCREENING.

Doses*	Susceptíveis			Potencialmente resistentes		
	B1	B2	B18	B9	B10	B11
0	0,1519 b	0,1405 b	0,1171 b	0,1459 c	0,2235 c	0,2796 c
180	0,0908 a	0,1122 ab	0,0635 a	0,0702 b	0,1139 b	0,1178 b
360	0,0261 a	0,0301 a	0,0316 a	0,0208 a	0,0584 a	0,0507 a
720	0,0198 a	0,0158 a	0,0126 a	0,0179 a	0,0281 a	0,0249a
CV(%)	29,75	31,32	34,93	24,40	18,49	18,68

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * (g e.a. ha⁻¹).

Todos os valores visuais relacionados as dose de 360 e 720g e.a.ha⁻¹ apresentaram o controle total, apenas na dose de 180g e.a.ha⁻¹ existe distinção entre os biótipos (TABELA 6). Conforme Brunharo (2014) que realizando a pré-seleção em biótipos de *Chloris polydactyla*, considerou a dose de 960g e.a. há⁻¹ como discriminatória por obter um controle visual superior a 80% para maioria das populações. Considera-se neste trabalho a dose de 180g e.a. há⁻¹ para os biótipos de *S. arundinaceum* como a dose discriminatória.

4.2 SEGUNDA ETAPA – AFERIÇÃO DA CURVA DOSE-RESPOSTA, EC₅₀ E FR

Com o objetivo de testar a hipótese de resistência a nível baixo ou resistência científica, realizou-se a segunda etapa para aferir as curvas de dose-resposta, ED₅₀ e FR buscando caracterizar o comportamento dos biótipos.

Os biótipos considerados mais suscetíveis, 1, 2 e 18 não apresentaram diferença estatística no teste de Tukey ($P \geq 0,05$) entres as doses mais baixas, 90 e 180g e.a.ha⁻¹ com as demais. O contrário foi encontrado para os biótipos potencialmente resistentes a nível baixo, 8,10 e 11, em que houveram diferenças significativas da dose de 180g e.a.ha⁻¹ para as superiores (TABELA 7).

TABELA 7. TESTE DE MÉDIAS OBTIDO PARA A VARIÁVEL MATÉRIA SECA (mg) NA ANÁLISE DE CURVA DOSE-RESPOSTA.

Doses*	B1	B2	B18	B8	B10	B11
0	0,1796 d	0,1231 c	0,1720 c	0,1629 c	0,1924 d	0,1717 d
90	0,0852 c	0,0492 b	0,1020 b	0,1078 b	0,1221 c	0,1057 c
180	0,0504 bc	0,0385 ab	0,0518 ab	0,1015 b	0,1015 c	0,0976 c
270	0,0474 bc	0,0358 ab	0,0506 ab	0,0602 a	0,0761b	0,0783 b
360	0,0464 bc	0,0271 ab	0,0495 ab	0,0587 a	0,0723 ab	0,0747 b
540	0,0437 b	0,0256 ab	0,0467 a	0,0513 a	0,0709 ab	0,0738 b
720	0,0429 b	0,0254 ab	0,0453 a	0,0512 a	0,0664 ab	0,0619 ab
900	0,0402 b	0,0209 ab	0,0409 a	0,0512 a	0,0633 a	0,0584 ab
1080	0,0383 ab	0,0199 ab	0,0339 a	0,0489 a	0,0629 a	0,0576 ab
1260	0,0328 ab	0,0159 ab	0,0324 a	0,0433 a	0,0614 a	0,0517 a
CV (%)	23,33	44,78	31,46	16,56	15,20	14,90

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * (g e.a. ha⁻¹).

Contudo, para que houvesse confirmação de variação de susceptibilidade deve-se considerar as análises da curva de dose-resposta para cada biótipo e seus respectivos ED₅₀. Os valores encontrados para os biótipos suscetíveis foram de 61,77; 39,54 e 84,10g e.a.ha⁻¹, para os biótipos 1, 2 e 18, respectivamente (FIGURAS 2, 3 e 4). Evidenciando que o biótipo 2 se caracteriza como o de menor resistência e o biótipo 18 como o de maior resistência dentro dos considerados suscetíveis. As equações geradas para cada biótipo se encontram na TABELA 8, abaixo.

TABELA 8. EQUAÇÕES DE REGRESSÃO DA CURVA DOSE-RESPOSTA PARA CADA BIÓTIPO E RESPECTIVOS ED₅₀.

Biótipo	Equação	ED ₅₀ *
B1	$Y = 21,67 + ((100,02 - 21,67)) / (1 + (x/61,77) - 1,97)$	61,77
B2	$Y = 15,63 + ((99,98 - 15,63)) / (1 + (x/39,54) - 1,37)$	39,54
B18	$Y = 23,28 + ((100,10 - 23,28)) / (1 + (x/84,10) - 2,45)$	84,10
B8	$Y = 24,91 + ((99,61 - 24,91)) / (1 + (x/120,47) - 1,38)$	120,47
B10	$Y = 29,93 + ((100,02 - 29,93)) / (1 + (x/102,65) - 1,27)$	102,65
B11	$Y = 11,82 + ((100,03 - 11,85)) / (1 + (x/131,20) - 0,55)$	131,20

* Dose em gramas de equivalente ácido por hectare (g e.a. há⁻¹)

Quanto aos biótipos potencialmente resistentes a nível baixo, 8, 10 e 11 obtiveram-se os seguintes valores de ED₅₀, 120,47; 102,65 e 131,20g e.a. ha⁻¹, respectivamente (FIGURAS 5, 6 e 7).

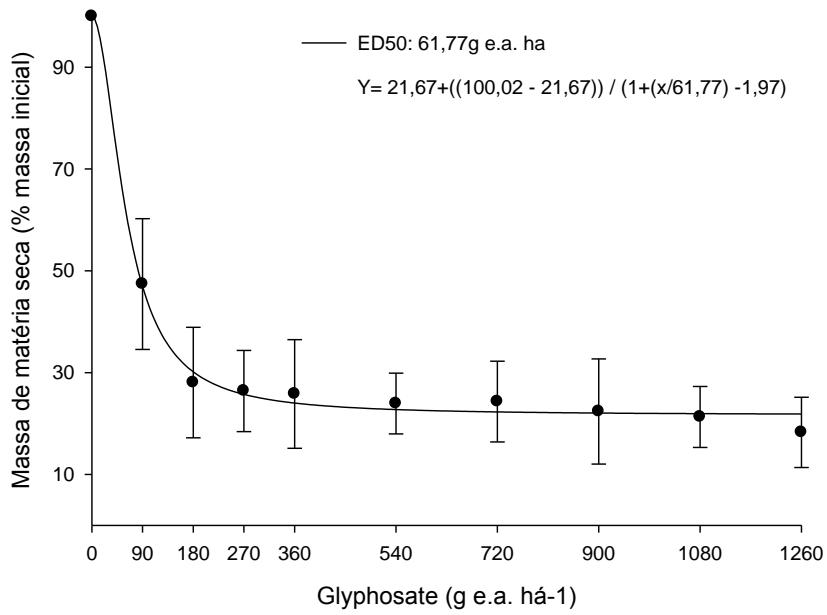


FIGURA 2. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 1

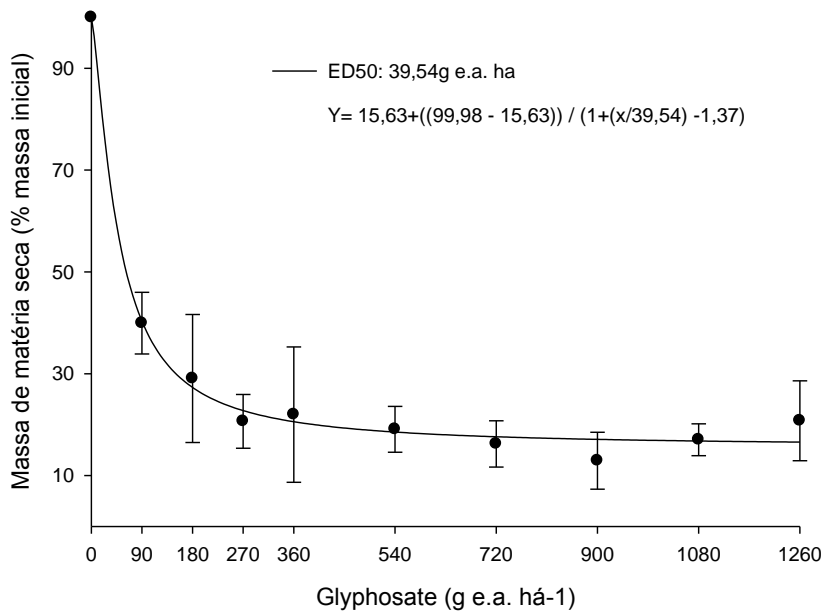


FIGURA 3. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 2

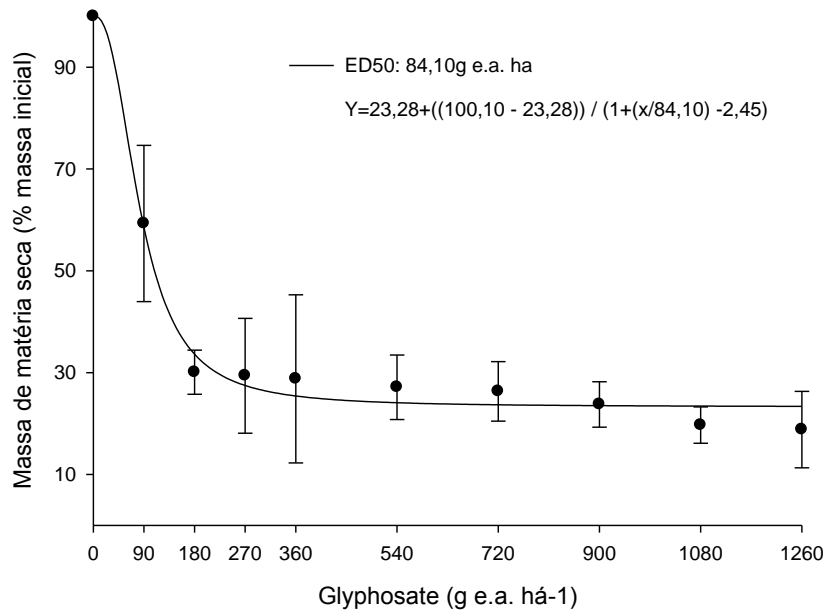


FIGURA 4. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 18

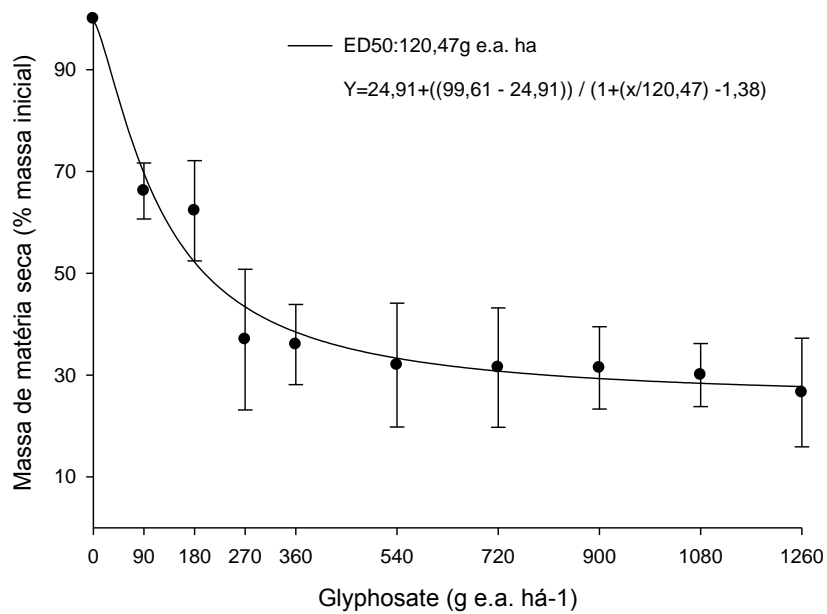


FIGURA 5. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 8

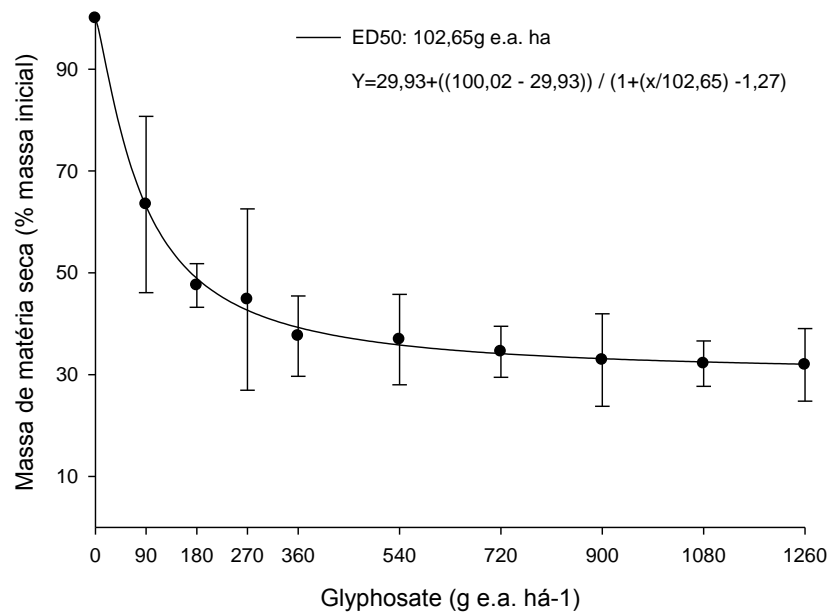


FIGURA 6. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 10

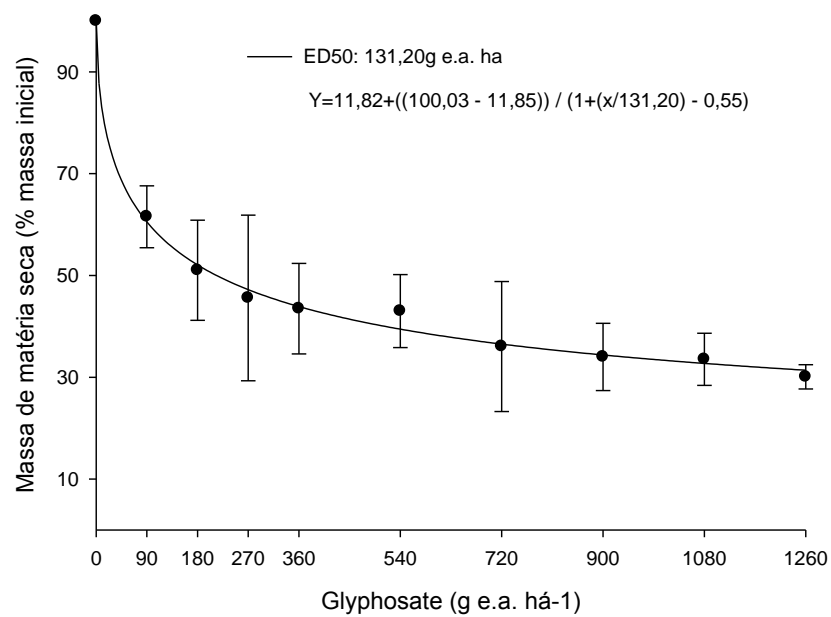


FIGURA 7. CURVA DOSE-RESPOSTA DO BIÓTIPO 11

Considerando as diferenças obtidas entre as doses de controle para o ED₅₀ dos biótipos suscetíveis e potencialmente resistentes, foi obtido um fator de

resistência máximo de 3,22 quando comparados o biótipo 2 e 11. O menor valor do fator de resistência, de 1,22 foi encontrado comparando-se o biótipo 18 e 10 (FIGURA 8).

Carvalho et al. (2006) comparando diferentes espécies do gênero *Amaranthus* sobre doses de trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl, encontrou valores de FR de 1,52 até 19,76. Estudo realizado por Nicolai et al. (2013) em espécies do gênero *Ipomoea* controladas por flumioxazin, demonstrou valores de FR variando de 1,38 a 14,2. Assim como Santos (2013) encontrou valores de 0,9 a 5,18 analisando a suscetibilidade diferencial em biótipos de *Conyza sumatrensis* ao herbicida chlorimuron-ethyl.

Dessa forma, pôde-se constatar que existe a característica de suscetibilidade diferencial a nível baixo ou resistência científica dentro da espécie de *S. arundinaceum* na Região Oeste do Paraná.

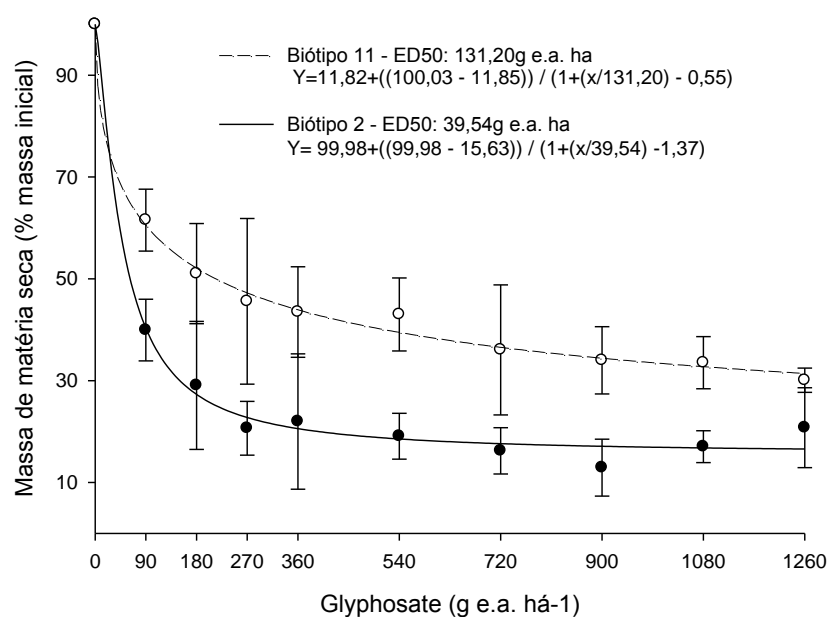


FIGURA 8. COMPARATIVO ENTRE AS CURVAS DOSE-RESPOSTAS DOS BIÓTIPOS 2 E 11

Assim sendo, os casos de escapes dessa espécie não ocorrem devido à característica de resistência agrônômica, uma vez que são totalmente controladas com a dose de campo, 1440g e.a.ha⁻¹.

Esses escapes podem ter surgido devido à má tecnologia de aplicação de herbicidas, devido às condições ambientais desfavoráveis, interações adversas na calda de pulverização ou aplicação em estágio fenológico errado (MINGUELA e CUNHA, 2010). Associa-se a isso a característica de dormência das sementes após a maturação, proporcionando a germinação desuniforme no tempo (GHERZA et al. 1979) e a característica fisiológica C4 da espécie (FERREIRA et al. 2011) que permite que a planta absorva CO₂ e luminosidade mais eficientemente, provocando maior acúmulo de carboidratos gerando um maior crescimento no decorrer do tempo (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Assim, reitera-se que a variação de suscetibilidade entre os biótipos não caracteriza a espécie como resistente (resistência agrônômica), mas sim que há uma variação no nível de suscetibilidade entre os biótipos estudados, evidenciando uma resistência científica.

Salienta-se que devido à variação ocorrer numa dose extremamente baixa quando comparada a de campo, essa característica pode ser considerada como uma variabilidade natural e não estar ligada à seletividade gerada pela pressão de seleção.

Portanto, considerando os resultados obtidos para esta espécie, se mostra necessário e de grande importância que outros trabalhos como este devem ser realizados para acompanhar o surgimento e expansão de populações resistentes, de diversas espécies de plantas daninhas, em regiões agrícolas do país.

5 CONCLUSÃO

Todos os biótipos de *S. arundinaceum* foram controlados eficientemente com doses acima de 180g e.a.ha⁻¹ de glyphosate, descartando a hipótese de resistência agrônômica. Entretanto há diferença nos níveis de sensibilidade entre os biótipos em resposta a dose de 180g e.a.ha⁻¹ de glyphosate, caracterizando susceptibilidade diferencial a nível baixo ou resistência científica.

As principais doses de ED₅₀ encontradas foram 131,20 para o biótipo mais resistente (biótipo 11) e 39,54g e.a.ha⁻¹ para o biótipo mais suscetível (biótipo 2) e determinando o fator de resistência máximo de 3,22 e mínimo de 1,22.

REFERÊNCIAS

- ASHTON, F. M.; MONACO, T. J. **Weed science: principles & practices**. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1991. 466 p.
- ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, Bogotá, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- BOUDET, A. M.; GRAZIANA, A.; RANJEVA, R. Recent advances in the regulation of the prearomatic pathway. In: VAN SUMERE, C. F.; LEA, P.J. (Ed). **Biochemistry of plant phenolics**. Oxford: Clarendon Press, 1985.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 443 de 11 nov. 1986**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 nov. 1986. Seção 1, p. 16862. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/docs/portaria_n443_relacao.PDF>. Acesso em: 05 mai. 2015.
- BRUNHARO, C.A.C.G. **Resistência da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*) ao herbicida glyphosate**. 2014. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz.
- BURGOS, N.R.; TRANEL, P.J.; STREIBIG, J.A.; DAVIS, V.M.; SHANER, J.L.; NORSWORTHY, J.K.; RITZ, C. Review: confirmation of resistance to herbicides and evolution of resistance levels. **Weed Science**, Lawrence, v. 61, n. 1, p. 4-20, 2013.
- BURNSIDE, O.C. Rationale for developing herbicide-resistant crops. **Weed technology**, Champaign, v. 6, n. 3, p. 621-625, 1992.
- CARVALHO, S. J. P., BUISSA, J. A. R., NICOLAI, M., LÓPEZ-OVEJERO, R. F., & CHRISTOFFOLETI, P. J. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta daninha**, v. 24, n. 3, 541-548, 2006.
- CASELEY, J. C.; COUPLAND, D. Environmental and plant factors affecting glyphosate uptake movement and acidity. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. A. **The herbicide glyphosate**. London, Butterworths, p. 92-123, 1985.

CONCENÇO, G.; MACHADO, L.A. Z.; CECCON, G. **Espécies de Sorghum infestantes: importância e manejo de sistemas produtivos**. EMBRAPA. Comunicado Técnico, 180, 9p. 2012.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta daninha**, Viçosa, v.12, n.1,p.13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CARVALHO, J. C. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. **Londrina: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas**, 2003.

DUKE, S.O.; POWLES, S.B. Glyphosate: a once in a century herbicide. **Pest Management Science**, v. 64, p. 319-325, 2008.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 1999.

FERREIRA, E. A., ASPIAZÚ, I. A., GALON, L. L., CONCENÇO, G. C., SILVA, A. F., REIS, L. A. C., & CARVALHO, F. P. (2011). Características fisiológicas da soja e espécies de plantas daninhas. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, 5.

FISHER, H. H. Conceito de erva daninha. In: WARREN, G.F.; WILLIAM, R.D.; SACCO, J. da C.; LAMAR, R.V.; ALBERT, C.A. **Curso intensivo de controle de ervas daninhas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1973. p.5-10.

GHERZA, C.; SORIANO, A.; SANCHEZ, R. & VALLA, L.G. Estrategias de invasión y perpetuación del sorgo de alepo. **Revista CREA**, n. 74,1979.

GIANESSI, L. P. Economic and herbicide use impacts of GR crops. **Pest Management Science**, Malden, v. 64, p. 124-245, 2004.

GONZÁLEZ-TORRALVA, F. **Aspectos agronômicos, biológicos y moleculares de biotipos resistentes al herbicida glifosato**. 2012. 217 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Departamento de Química Agrícola y Edafología, Universidad de Córdoba, Córdoba – Espanha. 2012.

HEAP, I.A. **Criteria for confirmation of the herbicide-resistant weeds**. 2005. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/ln.asp> > Acesso em: 04 mai. 2015.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/ln.asp>>. Acesso em: 04 mai. 2015.

IPARDES. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**.

Disponível em:

<http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=25>. Acesso em: 04/05/2015.

KIRKWOOD, R. C.; MCKAY, I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. **Pesticide Science**, v. 42, n. 3, p. 241-249, 1994.

KISSMANN, K.G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. São Paulo: Basf Brasileira S.A., 1996. Disponível em:

<http://www.hracbr.com.br/arquivos/texto_resistencia_herbicidas.doc>. Acesso em: 01/05/2015.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2 ed. São Paulo: **BASF**, 1997. 825 p.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; PENCKOWSKI, L.H.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de populações de capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) aos herbicidas inibidores da acetil coa carboxilase. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 543-549, 2005.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Plantarum, 3.ed., p. 608, 2000.

MARTINS, D. A.; SILVA, L. A.; JAKELAITIS, A.; SALES, J. F.; COSTA, A. C. QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE FALSO-MASSAMBARÁ (*Sorghum arundinaceum*). **I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Rio Verde do IFGoiano**. Rio Verde, 2012.

MATIELLO, R.R.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURÍSSIMO, C. Mecanismos

de resistência: fatores biológicos, agronômicos e genéticos. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2., Ponta Grossa, 1999. **Anais...** Ponta Grossa: AEACG, 1999. p.27-40.

MELO, M.S.C. **Alternativas de controle, acúmulo de chiquimato e curva de Crescimento de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suscetível e resistente ao glyphosate**. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011. Piracicaba: ESALQ, 2011.

MINGUELA, J.V.; CUNHA, J.P.A.R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2010.

NICOLAI, M, OBARA, F.E.B, MELO, M.S.C, SOUZA JÚNIOR, J.A, CANTALICE-SOUZA, R, & CHRISTOFFOLETI, P.J. (2013). Suscetibilidade diferencial de espécies convolvuláceas ao flumioxazin determinada através de curvas de dose-resposta. **Planta Daninha**, 31(1), 157-163. 2013.

NÓBREGA JUNIOR, J. E.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R. M. T.; DANTAS, A. F. M. Intoxicação por *Sorghum halepense* (Poaceae) em bovinos no semi-árido. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 201-204,2006.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. ; INOUE, M. H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ompipax, 2011.

REINERT, C.S. **Aspectos da biologia da *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6 ed. Londrina: Edição dos autores, 2011.

RUIZ-SANTAELLA, J. P. et al. Detection of a new mutation of glycine to serine in the ACCase of a resistant biotype of *Phalaris paradoxa*. In: ANNUAL MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 46., 2006, New York. **Abstracts...** New York: WSSA, 2006. p. 93

RYAN, G.F. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. **Weed Science**, v.18, p.614-620, 1970.

SANTOS, F. M. **Suscetibilidade diferencial de biótipos de Conyza sumatrensis ao herbicida chlorimuron-ethyl e resistência ao herbicida glyphosate**. 2013. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 5° ed., Porto Alegre: Artemed, 2013, p.918.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Resistance and tolerance definitions. **Weed Technology**, Lawrence, v. 12, p. 789, 1998.