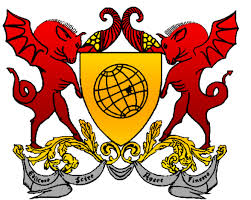
****

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

CRISTIANE DA SILVA FELÍCIO

**Curvas de dose-resposta em biótipos de capim-branco com indício de resistência ao glyphosate.**

VIÇOSA- MINAS GERAIS

2017

CRISTIANE DA SILVA FELÍCIO

**Curvas de dose-resposta em biótipos de capim-branco com indício de resistência ao glyphosate**

|  |
| --- |
| **Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.**  **Orientador: Tocio Sediyama.** |

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2017

**CRISTIANE DA SILVA FELÍCIO**

**Curvas de dose-resposta em biótipos de capim-branco com indício de resistência ao glyphosate**

**Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.**

**Aprovada:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

***M. Sc*. Hellen Martins da Silveira**

**(Coorientadora)**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Dr. Ricardo Alcántara de la Cruz**

**(Coorientador)**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Prof. Tocio Sediyama**

**Orientador**

“Descobri como é bom chegar quando se tem paciência. E para se chegar, onde quer que seja, aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão. É preciso, antes de mais nada, querer!” – Amyr Klink

Dedicoeste trabalho primeiramente а Deus e é com imenso prazer que venho agradecer aos meus pais Marli e Paulo, e ao meu irmão Felipe, pela confiança e carinho aos meus estudos e sonhos, pois a caminhada até aqui foi longa e difícil, assim como à todos aqueles qυе estiveram е estão próximos a mim, fazendo todo o sacrifício valer а pena.

**AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo, a Deus, por iluminar o meu caminho, marcando minha vida por realizações diárias.

Aos meus pais Marli Rosa da Silva Felício e Paulo Antônio Felício, por todo apoio, confiança, carinho e pôr em mim terem impressos valores e princípios que me permitiram alcançar meus objetivos.

Ao meu irmão Felipe da Silva Felício, pela força, incentivo e ajuda nos assuntos voltados ao uso das tecnologias.

Ao meu namorado William Dias da Costa pelo carinho, ajuda e apoio neste momento tão importante em minha vida.

Ao meu orientador Tocio Sediyama, pela confiança e apoio acadêmico nessa reta final da graduação.

A *M. Sc.* Hellen Martins da Silveira pela amizade e participação mais do que especial na banca de defesa que será de fundamental importância para a colaboração e ajuda nas correções deste trabalho.

Em especial a minha amiga, Fernanda Santos, pela imensa amizade, conselhos e apoio, além das confraternizações fora do ambiente de estudo que também fizeram parte deste momento.

A todos os amigos da Equipe Planta Daninha desta Universidade pelo agradável convívio no laboratório, os quais direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

A Universidade Federal de Viçosa, por todos estes anos de aprendizado e conquistas fazendo de mim uma pessoa repleta de vitórias e conhecimentos. E finalmente a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

**RESUMO**

A cultura da cana-de-açúcar é muito importante para a economia do Brasil. O manejo de plantas daninhas representa elevados custos de produção e algumas vezes o controle das mesmas não é eficiente durante o período crítico de competição com a cultura. O objetivo foi avaliar a suspeita de resistência ao glyphosate em dois biótipos (B1 e B2) de capim-branco (*Chloris elata* Desv.), através de ensaios de dose-resposta. O B1 apresentou uma redução de matéria seca (GR50) com 185,1 g ha-1 de glyphosate, enquanto a dose do B2 foi de 205,9 g ha-1.Para causar 50% de mortalidade das plantas (C50) dos biótipos B1 e B2 foram necessários 431,9 e 723,3 g ha-1 de glyphosate, respectivamente. Os fatores de resistência (FR) foram: 1,11 e 1,67 baseando-se nos valores de GR50 e C50 do B2. Algumas plantas deste último biótipo sobreviveram a 1000 g ha-1 de glyphosate, sugerindo que o padrão de manejo atual esteja causando alta pressão de seleção sobre este biótipo, e desenvolvendo a resistência ao glyphosate se continuar com o mesmo método de controle. Em conclusão, os biótipos de capim-branco não foram resistentes ao glyphosate, mas o biótipo B2 tem grande potencial para desenvolvê-la. Portanto, os agricultores devem evitar o uso de doses elevadas na lavoura para minimizar a pressão seleção das plantas daninhas, além de adotar outras estratégias de manejo.

**Palavras-chave:** *Chloris elata* Desv*.*, herbicida, fator de resistência, fitotintoxicação.

**ABSTRACT**

Sugar cane crop is very important for the Brazilian economy. Weed management represents high production costs and, sometimes, its control is not efficient during the critical period of competition with the crop. The objective was to evaluate the suspected resistance to glyphosate in two biotypes (B1 and B2) of windmill grass (*Chloris elata* Desv.) through dose-response assays. B1 presented a reduction of dry mass (GR50) with 185.1 g ha-1 of glyphosate, while B2 required 205.9 g ha-1. Plant mortality by 50% (DL50) of the biotypes B1 and B2 was at the dose of 431.9 and 723.3 g ha-1 of glyphosate, respectively. Resistance indexes (FR) were 1.11 to 1.67 based on GR50 e DL50 values ​​of the B2. Some plants of the latter biotype survived at 1000 g ha-1 of glyphosate, suggesting that the current management pattern is causing a high selection pressure on this biotype, and it will develop resistance to glyphosate if it continues with the same weed management program. In, conclusion, windmill grass biotypes were not resistant to glyphosate, however, the biotype B2 has a great potential to develop it. Therefore, farmers should avoid using high doses in the crop to minimize selection of weed pressure, as well as to adopt other weed management strategies.

**Keywords**: Chloris elata Desv., Herbicide, resistance factor, phytotoxification.

**SUMÁRIO**

[INTRODUÇÃO 7](#_Toc484776617)

[MATERIAL E MÉTODOS 8](#_Toc484776618)

[Material biológico 8](#_Toc484776619)

[Ensaios de dose-resposta 8](#_Toc484776620)

[Análise estatística 9](#_Toc484776621)

[RESULTADOS 9](#_Toc484776622)

[DISCUSSÃO 12](#_Toc484776623)

[CONCLUSÃO 13](#_Toc484776624)

[REFERÊNCIAS 14](#_Toc484776625)

# INTRODUÇÃO

O glyphosate (N-fosfonometilglicina) é um herbicida sistêmico não seletivo usado amplamente para o controle de plantas daninhas desde 1974 (Sammons & Gaines, 2014). A inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintetase (EPSPS) ocasionada pelo uso do glyphosate causa o acúmulo de ácido shiquímico e redução da biossíntese de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina e fenilalanina), com isso a atividade fotossintética da planta e outras vias metabólicas sofrem redução na sua eficiência (Alcántara-de la Cruz *et al.,* 2016b).

A tolerância a herbicidas é a capacidade instrinseca de uma planta sobreviver e se reproduzir após receber tratamento com herbicida, ou seja, nunca antes foi susceptivel. Já a resistência aos herbicidas têm-se um biótipo que sobrevive e se reproduz após aplicação de uma dose de herbicida que é letal para biótipos selvagens da mesma espécie (Vencill *et al.,* 2012).

Um dos herbicidas que apresenta mais casos de resistência em plantas daninhas é o glyphosate (Heap, 2017). Atualmente é relatado que 37 espécies desenvolveram resistência a este herbicida no mundo, sendo que no Brasil, as espécies que apresentaram resistência ao glyphosate são: [*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*](http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5205)(2003), [*Conyza bonariensis*](http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5264)(2005), [*C. canadensis*](http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5273)(2005), [*Digitaria insularis*](http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5350)(2008), [*C. sumatrensis*](http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5577) (2010), [*Chloris elata*](http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=8918)(2014), [*Amaranthus palmeri*](http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=11009) (2015) e *Eleusine indica* (2016) (Heap, 2017)*.*

As espécies do gênero *Chloris* sp. (Poaceae: Chloridoidae) são gramíneas C4 presentes em diversas regiões do mundo e em ambos os hemisférios (Molina & Agrasar, 2004). O capim-branco (*Chloris elata* Desv.) possui crescimento inicial lento, principalmente em condições de sombreamento ou baixas temperaturas, mas pode ser encontrada em locais semi-áridos (Cerros-Tlatilpa *et al.,* 2015).

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das mais importantes do mundo, sendo cultivada em mais de 100 países. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar sendo utilizada na produção de etanol e açúcar, e recentemente para a geração de energia elétrica (CONAB, 2017). A produção nacional para a safra 2017/18 é estimada em 647,63 milhões de toneladas, 1,5% menor em relação à safra anterior (CONAB, 2017).

As plantas daninhas ocorrem na cana-de-açúcar durante todo o período da cultura, mas provocam perdas sérias na produtividade durante o período crítico de interferência (27 a 50 dias após da semeadura ou rebrote da cultura) (Zafar *et al.,* 2010). Estas perdas são maiores quando a palhada de cobertura é removida (Carvalho *et al.,* 2016), sendo necessário o controle das plantas daninhas durante este período, e o uso de herbicidas é a principal ferramenta (Zafar *et al.,* 2010). O capim-branco já foi relatado como resistente ao glyphosate em campos de soja RR® (cultura transgênica resistente ao glyphosate) de diferentes estados do país, onde o glyphosate foi aplicado várias vezes durante a mesma safra (Brunharo *et al.,* 2016). Recentemente tem-se observado falhas no controle de capim-branco em áreas de cana de açúcar, mesmo quando a frequência de aplicação é limitada a uma ou duas vezes ao ano. Objetivou-se avaliar a eficácia do glyphosate no controle de dois biótipos de capim-branco com indício de resistência, mediante ensaios de dose-resposta.

# MATERIAL E MÉTODOS

O projeto constou de um experimento conduzido nas dependências do Departamento de Fitotecnia (DFT) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As avaliações foram realizadas nos laboratórios de Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD-DFT/UFV).

## Material biológico

Sementes de capim-branco com indício de resistência (R) ao glyphosate, que sobreviveram à ultima aplicação de 1440 g ha-1 deste herbicida, foram coletadas em uma região produtora de cana-de-açúcar na cidade de Rio das Pedras, estado de São Paulo (Latitude: 22º 50' 36" S; Longitude: 47º 36' 22" W). As sementes foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e armazenadas, até o preparo para instalação dos experimentos.

## Ensaios de dose-resposta

A eficácia do glyphosate foi avaliada em dois biótipos (B1 e B2) de capim-branco com indício de resistência. As sementesforam semeadas em bandejas com substrato. Após a germinação, as plântulas foram transplantadas individualmente em vasos de 300 dm3 preenchido com substrato e areia (1:1 v/v). Cada vaso representou uma unidade experimental.

A aplicação dos tratamentos do herbicida foi realizada quando as plantas possuíam de 3 a 4 folhas verdadeiras. Um pulverizador costal manual pressurizado a CO2, equipado com ponta de pulverização do tipo leque 110.015, calibrado para aplicar 150 L ha-1 de calda herbicida foi utilizado.

Para cada população, os tratamentos de herbicida foram constituídos de seis doses de glyphosate (Roundup Original, 480 g e.a. L-1; Monsanto, Brasil), com base nas doses: 0 (testemunha), 125, 250, 500, 1000 e 2000 g ha-1. O experimento foi disposto ao acaso (delineamento inteiramente casualizado - DIC) com 8 repetições por dose de glyphosate.

Aos 21 dias após da aplicação (DAA), foi quantificada a percentagem de sobrevivência e posteriormente realizou-se a coleta da parte aérea acondicionada em envelopes de papel, para serem colocadas em estufa de circulação forçada por 72 horas e depois pesadas em balança de precisão para se determinar a matéria seca (MS).

## Análise estatística

Os dados da MS e da mortalidade foram transformados em percentagem em comparação com plantas de controle não tratadas. Os dados foram submetidos a análise de regressão não linear para determinar a dose média que causou a redução do crescimento e mortalidade em 50% (GR50 e C50, respectivamente). Um modelo log-logístico de quatro parâmetros foi conduzido usando o pacote estatístico *drc* (Ritz *et al.,* 2015) do programa R versão 3.2.5.

O modelo estatístico é: *Y= c*+{(*d*-*c*)/[1+(*x*/*g*)*b*]}; onde, c e d são coeficientes correspondentes aos limites superior e inferior da curva, b é a inclinação da linha, g é a dose de glyphosate (GR50 ou C50) no ponto médio de inflexão entre a parte superior e inferior da assíntota, e x (variável independente) correspondente à dose de glyphosate. Os dados foram plotados utilizando o software SigmaPlot (Versão 11.0, Systat Software, Inc., EUA). O fator de resistência é calculado pelo quociente entre o C50 ou GR50 do biótipo resistente e o C50 ou GR50 do biótipo suscetível.

# RESULTADOS

Os ensaios de dose-resposta com glyphosate não mostraram diferenças entre os biótipos de capim-branco (baseado nos intervalos de confiança), sendo assim não foi confirmada a resistência. O GR50 (dose necessária para reduzir 50% da MS) estimada para o B1 foi de 185,1 g ha-1. O fator de resistência (FR) para o biótipo supostamente resistente (B2) foi de 1,11 (Figura 1, Tabela 1).

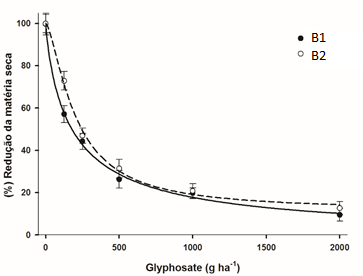
A dose necessária para controlar 50% (C50) das plantas foi de 431,9 g ha-1 para B1. A estimativa da C50 para o B2 foi de 723,3 g ha-1,ou seja, 1,67 vezes maior que o B1. Apesar dos valores próximos entre os biótipos baseado no GR50, o B2 teve falhas de controle em doses elevadas, apresentando mortalidade menor de 20% na dose de 500 g ha-1, e escapes de controle na dose 1000 g ha-1 quando comparado ao B1(Figura 2, Tabela 1).

No B1 observa-se uma redução da MS e mortalidade a partir da dose de 500 g ha-1 (Figura 3), enquanto para o B2, a maioria das plantas sobreviveram nesta mesma dose, e apresentaram falhas de controle na dose 1000 g ha-1 (Figura 4).

**Tabela 1**. Parâmetros da equação sigmoidal usada para estimar os valores de dose-resposta das populações de *Chloris elata* com indício de resistência ao glyphosate

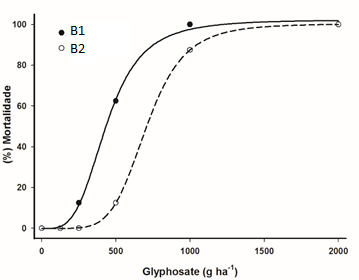
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **BIÓTIPOS** | **c** | **d** | **b** | **R2aj** | **(g ha-1) ( 95% IC)** | **FR** | |
| Parâmetros do valor da GR50 | | | | | | | |
| B1 | 1,43 | 99,64 | 0,86 | 0,98 | 185,1 (164,7 - 205,5) | |  |
| B2 | 11,28 | 100,13 | 1,47 | 0,98 | 205,9 (179,1 - 232,7) | | 1,11 |
| Parâmetros do valor da C50 | | | | | | | |
| B1 | -0,12 | 102,27 | -3,68 | 0,99 | 431,9 (407,2 - 456,6) |  | |
| B2 | -0,09 | 100,30 | -5,57 | 1,00 | 723,3 (675,6 - 771,0) | | 1,67 |

c= limite inferior; d= limite superior; b= declividade da curva; R2aj=1 − (soma dos quadrados da regressão/soma dos quadrados total corrigido); C50= dose necessária para obter 50% de controle; GR50= dose necessária para obter 50% de redução de matéria seca; FR= fator de resistência expresso pela relação entre C50(R) / C50(S) ou GR50(R) / GR50(S) e IC= Intervalo de Confiança (*n*= 6).



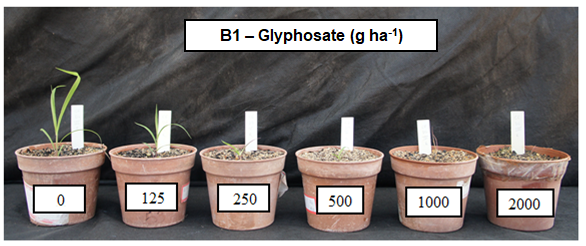
*Y= c+{(d-c)/[1+(x/g)b]}*

**Figura 1**. Curva de dose-resposta para avaliação da % de redução da matéria seca em relação aos controles não tratados dos biótipos de Chloris elata com indício de resistência aos 21 dias após aplicação do glyphosate. Barras verticais representam ± desvio padrão.

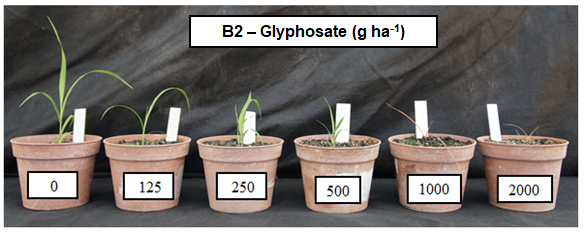


*Y= c+{(d-c)/[1+(x/g)b]}*

**Figura 2.** Curva de dose-resposta para % de mortalidade dos biótipos de *Chloris elata* com indício de resistência aos 21 dias após aplicação do glyphosate.

**

**Figura 3:** Plantas de biótipos de *Chloris elata* (B1) em ensaios de dose-resposta aos 21 dias após aplicação do glyphosate.



**Figura 4:** Plantas de biótipos de *Chloris elata* (B2) em ensaios de dose-resposta aos 21 dias após aplicação do glyphosate.

# DISCUSSÃO

A tolerância é uma capacidade instrinseca da planta e tem sido bem estudada em plantas daninhas (Fernandez-Moreno *et al.,* 2016) e espécies leguminosas (Rojano-Delgado *et al.,* 2012). Dentro do gênero *Chloris* existem espécies que possuem tolerância natural (susceptibilidade diferencial) à determinadas dosagens de herbicidas, mesmo quando não existe histórico de aplicações na área, sendo refletidos em valores elevados de GR’s proximos as dosagens de campo recomendadas, que dependendo da espécie podem ir de 500 até 2100 g ha-1 (SYNGENTA, 2017).

A tolerância foi observada em populações de *C. polydactyla*, coletadas em diferentes locais do Brasil, com valores de GR50 que oscilaram de 64 a 260 g ha-1 (Barroso *et al.,* 2014), onde um biotipo (PR2) sem histórico de aplicação apresentou um dos GR50 mais elevados e dosagens de 2880 g ha-1 foram requeridas para o seu controle total. Populações de *C. truncata* (Ngo *et al.,* 2017b) e *C. virgata* (Ngo *et al.,* 2017a) da Austrália também apresentaram altos níveis de tolerância a campo. O capim-branco, utilizado no presente estudo, é naturalmente susceptível ao glyphosate, mas pode desenvolver a resistência (Brunharo *et al.,* 2016), causada pela pressão de seleção devido ao uso do mesmo herbicida em repetidas aplicações.

De acordo com o ensaio realizado, não se confirmou a resistência nos biótipos suspeitos de capim-branco. Os GR50´s estimados foram similares para o B1 e B2, e pelo menos 2,5 vezes mais baixo do que a dosagem mínima recomendada de 500 g ha-1 (SYNGENTA, 2017), o que demonstra a susceptibilidade dos mesmos. No entanto, os resultados de C50 mostraram que o B2 têm um alto potencial para desenvolver resistência ao glyphosate, devido as falhas de controle observadas e a baixa taxa de mortalidade em doses elevadas. Devemos lembrar que doses menores ou iguais às recomendadas pelo fabricante do glyphosate deveriam ser suficientes para controlar a maioria das espécies em que não houve a pressão de seleção (Carvalho et al., 2011). E que se precisa de pelos menos o dobro de herbicida do estimado no C50, para atingir um controle total de uma população (C100) (Alcántara-de la Cruz *et al.,* 2016a), ou seja, são necessários, pelo menos, 862 e 1445 g ha-1 para o controle dos biótipos B1 e B2, respectivamente. O último valor já é similar à dosagem mais usada pelos produtores do Brasil de 1440 g ha-1 (Carvalho et al., 2011; Reinert *et al.,* 2013), o que evidencia a resistência que o B2 está desenvolvendo a este herbicida.

O capim-branco pode apresentar mecanismos que contribuem para a resistência ao glyphosate, incluindo a absorção e/ou translocação diferencial (redução da concentração do herbicida no local de ação). As plantas que possuem esse mecanismo de resistência possuem menor translocação do herbicida nos tecidos vegetais, fazendo com que a quantidade do herbicida que atinge o alvo não seja capaz de causar efeitos fitotóxicos significativos à planta (Brunharo *et al.,* 2016).

É de conhecimento geral que a maioria dos produtores rurais aplicam em condições de campo doses maiores do que a recomendada (Carvalho *et al.,* 2012), causando maior pressão de seleção entre as plantas daninhas. Neste experimento notou-se que são necessárias cada vez mais dosagens elevadas para aumentar a taxa de mortalidade da espécie, o que consequentemente aumenta a pressão de seleção dos biótipos B1 e B2. Portanto, os produtores devem ser estimulados a optar por práticas que busquem reduzir a pressão de seleção e consequentemente o surgimento de resistência, antes mesmo que o problema apareça em sua propriedade, como a utilização da rotação de mecanismos de ação, limitação de aplicações de um mesmo herbicida, acompanhamento das mudanças da flora local, rotacionar o tipo de preparo do solo, fazer rotação de culturas, utilizar herbicidas com menor pressão de seleção (residual e eficiência), usar o controle químico apenas quando e onde for realmente necessário, realizar aplicações sequenciais, associar mecanismos de ação e de destoxificação (Beckie, 2017).

# CONCLUSÃO

Os dois biótipos de capim-branco testados apresentaram alto potencial para desenvolver a resistência ao glyphosate, pois houve falhas de controle em doses maiores que as recomendadas. Portanto os agricultores devem seguir as recomendações de doses dos fabricantes para minimizar a pressão de seleção exercida pelo glyphosate.

# REFERÊNCIAS

Alcántara-de la Cruz R, Fernández-Moreno PT, Ozuna CV, Rojano-Delgado AM, Cruz-Hipolito HE, Domínguez-Valenzuela JA, Barro F & De Prado R (2016a) Target and non-target site mechanisms developed by glyphosate-resistant hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.) populations from Mexico. Frontiers in Plant Sciences 7: 1492.

Alcántara-de la Cruz R, Rojano-Delgado AM, Giménez MJ, Cruz-Hipolito HE, Domínguez-Valenzuela JA, Barro F & De Prado R (2016b) First resistance mechanisms characterization in glyphosate-resistant *Leptochloa virgata*. Frontiers in Plant Science, 7: 1742.

Barroso AAM, Albrecht AJP, Reis FC, Placido HF, Toledo RE, Albrecht LP, Filho RV (2014) Different glyphosate susceptibility in *Chloris polydactyla* accessions. Weed Technology, 28: 587–591.

Beckie HJ & Harker KN (2017) Our top 10 herbicide-resistant weed management practices. Pest Management Science, 73: 1045*–*1052.

Brunharo CA, Patterson EL, Carrijo DR, Melo MS, Nicolai M, Gaines TA, Nissen SJ & Christoffoleti PJ (2016) Conﬁrmation and mechanism of glyphosate resistance in tall windmill grass (*Chloris elata*) from Brazil. Pest Management Science, 72: 1758*–*1764.

Carvalho JLN, Nogueiro RC, Menandro LMS, Bordonal RO, Borges CD, Cantarella H & Franco HCJ. (2016) Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review. Global Change Biology Bioenergy, doi: 10.1111/gcbb.12410

Carvalho LB, Alves PLCA, González-Torralva F, Cruz-Hipolito HE, Rojano-Delgado AM, De Prado R, Gil-Humanes J, Barro F & De Castro MD (2012) Pool of resistance mechanisms to glyphosate in *Digitaria insularis*. [Journal of Agricultural and Food Chemistry](http://pubs.acs.org/journal/jafcau), 60: 615– 622.

Carvalho LB, Cruz-Hipólito H, González-Torralva F, Alves PLCA, Christoffoleti PJ & Prado R (2011) Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. Weed Science, 59: 171-176.

Cerros-Tlatilpa R, Siqueiros-Delgado ML & Skendzic EM (2015) El género *Chloris* Sw. (Poaceae: Chloridoideae) en México. Acta Botanica Mexicana, 112: 95*–*147.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Available at: <http://www.conab.gov.br>. Acessado em: 02 de junho de 2017.

Fernández-Moreno PT, Alcantara-de la Cruz R, Cruz-Hipólito HE, Rojano-Delgado AM, Travlos I & De Prado R (2016) Non-target site tolerance mechanisms describe tolerance to glyphosate in *Avena sterilis.* Frontiers in Plant Science,7: 1220.

Heap, I. (2017) The international survey of herbicide resistant weeds. Available at: <http://www.weedscience.org>. Acessado em: 02 de junho de 2017.

Molina AM & Agrasar ZER (2004) Revisión taxonómica de las especies del género *Chloris* (Poaceae: Chloridoideae) en Sudamérica. Candollea, 59: 347*–*428.

Ngo TD, Krishnan M, Boutsalis P, Gill G & Preston C (2017a) Target-site mutations conferring resistance to glyphosate in feathertop Rhodes grass (*Chloris virgata*) populations in Australia. Pest Management Science, doi: 10.1002/ps.4512

Ngo TD, Malone JM, Boutsalis P, Gill G & Preston C (2017b) EPSPS gene amplification conferring resistance to glyphosate in windmill grass (*Chloris truncata*) in Australia. Pest Management Science, doi: 10.1002/ps.4573

Reinert CS, Prado ABCA & Christoffoleti PJ (2013) Curva de dose-resposta comparativas entre os biótipos resistente e suscetível de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) ao herbicida glyphosate. Revista Brasileira de Herbicidas, 12: 260-267.

Rojano-Delgado AM, Cruz-Hipólito HE, De Prado R, Luque de Castro MD & Franco A (2012) Limited absorption, translocation and enhanced metabolic degradation contribute to glyphosate tolerance in *Mucuna pruriens* var. *utilis* plants. Phytochemistry, 73: 34–41.

Sammons RD & Gaines TA (2014) Glyphosate resistance: State of knowledge. Pest Management Science*.* 70, 1367–1377.

SYNGENTA (2017) Bula de *Touchdown* (glyphosate 62% m/v), registrado no Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA sob nº 004201. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/TOUCHDOWN.pdf> Acessado em: 09 de junho de 2017.

Vencill WK, Nichols RL, Webster TM, Soteres JK, Mallory-Smith C, Burgos NR, Johnson WG & McClelland MR (2012) Herbicide resistance: Toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. Weed Science, 60(sp1): 2-30.

Zafar M, Tanveer A, Cheema ZA & Ashraf AM (2010) Weed-crop competition effects on growth and yield of sugarcane planted using two methods. [Pakistan Journal of Botany](http://www.pakbs.org/), 42(2): 815-823.