



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ

CAMPUS LUIZ MENEGHEL

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEANDRO RISSIERI LICORINI

**RESISTÊNCIA DE BIÓTIPOS DE
Digitaria insularis (L.) FEDDE AOS HERBICIDAS
GLYPHOSATE E CLETHODIM**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2014**

LEANDRO RISSIERI LICORINI

**RESISTÊNCIA DE BIÓTIPOS DE
Digitaria insularis (L.) FEDDE AOS HERBICIDAS
GLYPHOSATE E CLETHODIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcos Antonio Gandolfo
Coorientador(a): Prof. Dra. Maria Aparecida Sorace

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2014

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L679a Licorini, Leandro Rissieri
Resistência de biótipos de *Digitaria insularis* (L.) Fedde aos herbicidas glyphosate e clethodim / Leandro Rissieri Licorini. – Bandeirantes, 2014.
32f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Gandolfo.
Co-orientador: Prof^a: Dr^a Maria Aparecida Sorace.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2014.
Banca: Dr. Marcos Antonio Gandolfo, Dr. João Pereira Torres, Dr. Silvestre Bellettini, Dr. Tadeu Takeyoshi Inoue, Dr. Robson Osipe.

1. Planta daninha. 2. Eficácia. 3. Curva-dose-resposta. 4. Glyphosate. 5. Clethodim. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. III. Título.

CDD – 632.5

LEANDRO RISSIERI LICORINI

**RESISTÊNCIA DE BIÓTIPOS DE
Digitaria insularis (L.) FEDDE AOS HERBICIDAS
GLYPHOSATE E CLETHODIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 04/07/2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Antônio Gandolfo	UENP
Prof. Dr. Silvestre Bellettini	UENP
Prof. Dr. João Pereira Torres	UENP
Prof. Dr. Tadeu Takeyoshi Inoue	UEM
Prof. Dr. Robson Osipe	UENP

Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Mengehel

DEDICATÓRIA

A minha esposa Elaine Paulino Licorini que me auxilia em todos os momentos da minha vida e principalmente neste no qual dediquei a desenvolver esta dissertação, aos meus filhos Jorge Lucas Licorini e José Eduardo Licorini por compreenderem e me apoiar nos momentos de estudo e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me abençoa, capacita e orienta a estar seguindo o seu propósito.

Ao meu orientador Marco Antônio Gandolfo por me auxiliar e proporcionar condições de estudo para desenvolver esta dissertação.

A minha co-orientadora Maria Aparecida Sorace pela força, determinação e cooperação durante todo período do desenvolvimento desta dissertação, mesmo em momentos de limitações.

Gostaria de agradecer também ao Professor Jethro Barros Osipe por contribuir e me auxiliar no trabalho

LICORINI, Leandro Rissieri. **Resistência de biótipos de *Digitaria insularis* (L.) Fedde aos herbicidas glyphosate e clethodim.** 2014. 38. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2014.

RESUMO

O principal método utilizado no controle de *Digitaria insularis* é o químico com o herbicida glyphosate. Entretanto, o uso repetido de glyphosate selecionou biótipos de *Digitaria insularis* resistentes. Os herbicidas inibidores da enzima ACCase são a principal alternativa de controle de biótipos resistentes ao glyphosate. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de *Digitaria insularis*, de sementes coletadas em diferentes locais do Estado do Paraná (Cascavel, Palotina, Maringá Santa Mariana e Leópolis), por um modelo de avaliação de curva dose-resposta, levando em consideração doses variáveis de herbicidas glyphosate 0; 480; 960; 1920; 2880 e 3840 g a.i. ha⁻¹ e de clethodim 0; 48; 96; 192; 288 e 384 g a.i. ha⁻¹. Foram realizados dois experimentos no delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5 x 6) sendo cinco locais de coleta de sementes, seis doses dos herbicidas e cinco repetições. Para o primeiro experimento, o herbicida utilizado foi o glyphosate, e para o segundo o clethodim acrescido de óleo mineral (assist 1,0 L p.c. ha⁻¹). As doses testadas foram equivalentes a 0; 0,5; 1; 2; 3 e 4 vezes a dose recomendada dos herbicidas. A unidade experimental foi representada por 1 vaso de 1,0 litro com 1 planta/ vaso. Nos municípios de Cascavel, Palotina, Maringá e Santa Mariana foram encontrados biótipos de *Digitaria insularis* resistentes ao glyphosate. Além disso, nas áreas de Cascavel, Palotina e Santa Mariana foram encontrados biótipos de *Digitaria insularis* que não foram controlados pelas doses recomendadas de clethodim, indicando nestas áreas a possibilidade de ocorrência de resistência múltipla.

Palavras-chave: Planta daninha. Eficácia. Curva-dose-resposta. Glyphosate. Clethodim.

LICORINI, Leandro Rissieri. Resistence Biotypes *Digitaria insularis* (L) Fedde THE HERBICIDE GLYPHOSATE AND CLETHODIM. 2013. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2014.

ABSTRACT

The main method used for controlling *Digitaria insularis* is the chemical by glyphosate. However, the repeated use of glyphosate selected *Digitaria insularis* biotypes resistant. The ACCase inhibiting herbicides is the main alternative for controlling glyphosate-resistant biotypes. Therefore, the objective of this study was to evaluate the resistance of *Digitaria insularis* from seeds collected in different places of the State of Parana: Cascavel, Palotina, Maringá, Santa Mariana e Leópolis, for a model to evaluate dose-response curve, taking into account doses variables glyphosate 0; 480; 960; 1920; 2880 and 3840 g a.i. ha⁻¹ and clethodim 0; 48; 96; 192; 288 and 384 g a.i. ha⁻¹. Two experiments were conducted in a completely randomized design in a factorial (5 x 6), with five locals and six doses of herbicides, with five replications. For the first experiment, the herbicide used was glyphosate, and, for the second, clethodim plus (assist mineral oil 1.0 L p.c. ha⁻¹). All doses were equivalent to 0; 0,5; 1; 2; 3 and 4 times the recommended dose of herbicide. The experimental unit was represented by 1 pot 1.0 liter with 1 plant. In Cascavel, Palotina, Maringa and Santa Mariana *Digitaria insularis* biotypes resistant to glyphosate were found. Moreover, in the areas of Cascavel, Palotina and Santa Mariana, *Digitaria insularis* biotypes which were not controlled by the recommended doses of clethodim were found, indicating these areas the possibility of multiple resistance.

Key-words: Weed. Effectiveness. Dose-response. Glyphosate. Clethodim

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Resistência de biótipos de <i>Digitaria insularis</i> a diferentes herbicidas.....	2
2.1.1 Semeadura direta.....	2
2.1.2 Biologia de <i>Digitaria insularis</i>	5
2.1.3 O herbicida glyphosate.....	6
2.1.4 O herbicida clethodim.....	9
2.1.5 Resistência de plantas daninhas.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5 CONCLUSÕES.....	25
6 REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O uso do sistema de semeadura direta tem se intensificado nos últimos anos, e a viabilização do sistema esta relacionado diretamente com a disponibilidade e utilização de herbicidas eficazes para o manejo das plantas daninhas e dessecação das culturas. No sistema de semeadura direta o glyphosate é principal herbicida utilizado, porém o uso contínuo deste herbicida tem contribuído significamente na pressão de seleção sobre biótipos naturalmente resistentes ao herbicida. O volume de glyphosate no mundo aumentou vertiginosamente, fazendo com que aumentasse sua utilização, o que pode contribuir significativamente para a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes ao glyphosate (Koger e Reddy, 2005).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos normais (suscetíveis) da mesma espécie (Christoffoleti e López-Ovejero, 2008).

Os mecanismos que conferem resistência as plantas estão relacionados a mais lenta absorção de glyphosate por plantas do biótipo resistente, assim como a mais rápida metabolização do glyphosate, glioxilato e sarcosina. Além disso, a translocação é muito menor em plantas do biótipo resistente em relação ao susceptível, mesmo em plantas novas, com 3 a 4 folhas (Carvalho et al., 2011).

O aumento da população de plantas daninhas resistentes aos herbicidas é um problema crescente em muitos países. Nas últimas décadas a espécie de *Digitaria insularis* vem aumentando de importância dentro da agricultura brasileira, sendo este aumento relacionado às suas características de agressividade. Características de agressividade são definidas como características que proporcionam a sobrevivência do indivíduo em ambientes sujeitos aos mais variados tipos e intensidades de limitações ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas (Brighenti e Oliveira, 2011).

Sendo assim, tem se buscado alternativas de controle das plantas daninhas resistentes ao glyphosate (inibidor de EPSPS), no qual o uso de clethodim (inibidor da ACCase) tem sido recomendado para o controle em pós-emergência de

gramíneas anuais e perenes e tem apresentado alta eficácia, conforme observado por (Spader et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de *Digitaria insularis*, de sementes coletadas em diferentes locais do Estado do Paraná ao uso de herbicidas glyphosate e clethodim.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. RESISTÊNCIA DE BIÓTIPOS DE *Digitaria insularis* A HERBICIDAS DE DIFERENTES MECANISMOS DE AÇÃO

2.1.1. Semeadura Direta

A semeadura direta é um sistema diferenciado de manejo do solo, visando diminuir o impacto da agricultura e das máquinas agrícolas. A utilização da semeadura direta no lugar dos métodos convencionais tem aumentado significativamente nos últimos anos. Nele, a palha e os demais restos vegetais de outras culturas são mantidos na superfície do solo, garantindo cobertura e proteção do mesmo contra processos danosos, tais como a erosão. O solo só é manipulado no momento da semeadura, quando é aberto um sulco onde são depositadas sementes e fertilizantes. Dentre as tecnologias utilizadas neste sistema o mais importante é o manejo das plantas daninhas. Também é muito importante para o sucesso do sistema que seja utilizado a rotação de culturas.

A semeadura direta agrega diversos benefícios que irão diminuir os custos de produção e o impacto ambiental, tais como a maior retenção e facilidade de infiltração de água no solo, motivando a redução da erosão e perda de nutrientes por arrasto para as partes mais baixas do terreno, evita assoreamento de rios, enriquece o solo por manter matéria orgânica na superfície do solo por mais tempo, menor compactação do solo, economia de combustível e menor número de operações, incluindo aí a aração e a gradagem, resultando em um menor uso dos tratores e um conseqüente menor desgaste. Os benefícios do plantio direto são maiores em locais mais quentes, tropicais ou subtropicais, diminuindo em locais com

clima mais definido, seco e frio, onde os restos culturais demoram mais a se decompor (Wikipédia, 2014).

O Sistema de Semeadura Direta (SSD) é mencionado por (Seixas, 2001), com alguns benefícios no sistema de produção agrícola: a) manutenção da palhada deixada pela cultura anterior; b) aplicação de rotação de culturas; c) redução da taxa de mineralização da matéria orgânica; d) favorecimento da atividade biológica no controle de pragas e plantas daninhas; e) intensificação dos processos de agregação do solo. O manejo de plantas daninhas em sistema de semeadura direta é um dos grandes desafios da atualidade, para proporcionar a redução do uso de herbicidas por meio da conscientização do uso de diferentes mecanismos de ação. Para que seja executável, é preciso estabelecer um conjunto de práticas, que resultam na diminuição da população das plantas daninhas e melhora na competitividade das culturas, até o controle manual localizado das plantas daninhas.

Uma prática utilizada de manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis*, em áreas de semeadura direta, é a diversificação de outros herbicidas ao glyphosate (Procópio et al., 2006).

Segundo (Vargas, 2003) o herbicida quando utilizado em mistura com diferentes mecanismos de ação proporciona controle eficiente por um período maior de tempo do que quando aplicados isoladamente, porém assim aumenta a probabilidade de uma planta ser resistente aos dois mecanismos de ação simultaneamente, do que quando aplicados individualmente. Contudo, o simples uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação pode não ser totalmente na prevenção e no combate da resistência, se os herbicidas empregados apresentarem o mesmo mecanismo de destoxificação pelas plantas, pois existirá a possibilidade de surgirem plantas capazes de metabolizar as moléculas e, assim, tornarem-se resistentes a ambos os herbicidas. Além disso, a mistura de herbicidas só será eficiente, para controlar e prevenir a resistência, se os herbicidas empregados apresentarem a mesma eficiência. Dessa forma, os herbicidas que compõe a mistura devem controlar espectro semelhante de plantas daninhas, ter persistência similar e apresentar diferentes mecanismos de ação e de destoxificação. A adoção dessas práticas visa reduzir a pressão de seleção.

Em trabalhos realizados por (Vargas, 2003), observou que quando identificado à resistência é recomendado não eliminar totalmente o uso do

mecanismo de ação para o herbicida no qual houve a seleção de plantas resistentes, já que em uma área vão existir biótipos resistentes e sensíveis, e esse mecanismo continuará controlando os biótipos sensíveis. Assim após a redução do número de indivíduos resistentes, esses produtos devem voltar a ser usados. Essa prática visa reduzir a probabilidade de ocorrer nova seleção de biótipos resistentes.

Na região de Jaboticabal - SP (Correia e Durigan, 2009) estudando a aplicação de glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron ethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de semeadura direta sobre plantas adultas de *Digitaria insularis*, observaram que quizalofop isolado e a associação ao glyphosate, ainda combinado à aplicação sequencial de glyphosate foram o único tratamento com eficácia no controle da planta daninha. Ainda são poucos os trabalhos que buscam encontrar definir estratégias de controle para essa planta daninha. Porém, com as informações atualmente disponíveis fica evidente que a utilização pontual de herbicidas inibidores da ACCase em pós-emergência poderá não ser a solução para o problema em todos os estádios de desenvolvimento de *Digitaria insularis* (Correia e Durigan, 2009; Parreira et al., 2010). O uso de herbicidas em pós-emergência quando aplicados sequencialmente com mesmo mecanismo de ação em estágio avançado das plantas daninhas, proporciona uma maior seleção de biótipos resistentes, diminuindo assim o período de uso deste herbicida na área.

Uma técnica utilizada de manejo de plantas daninhas na entressafra da soja, seja por meio de manejo com herbicidas controlando as plantas daninhas no seu estágio inicial, ou o uso de cultura de inverno proporcionando cobertura de palha no solo, possibilitando assim a quantidade menor de emergência de plantas daninhas. Segundo (Gazziero et al., 2001; Gazziero, 2003) a adoção de técnicas de manejo da área, das plantas daninhas e do produto, na entressafra de soja, poderá facilitar o controle de plantas daninhas mesmo na cultura de soja transgênica, pois na medida em que o produtor organiza a ocupação do espaço, dificulta o estabelecimento das plantas daninhas. O autor obteve bons resultados com a associação de glyphosate com produtos de pré e pós-emergência atualmente utilizados em soja convencional, assim como, com aplicação sequencial de glyphosate, mesmo para espécies consideradas tolerantes como *Commelina bengalensis*.

Quando se relaciona doses de herbicidas e controle das plantas daninhas é de fundamental importância para o entendimento dos diversos aspectos

relacionados à eficácia dos herbicidas (Seefeldt et al., 1995). Diversos autores têm utilizado e recomendado a curva dose-resposta para estudar o efeito biológico dos produtos, seja para avaliar o controle e/ou resistência de plantas daninhas ou para verificar a persistência de herbicidas no solo (Monquero et al., 2000).

2.1.2. Biologia de *Digitaria insularis*

As regiões tropicais e subtropicais da América onde foram localizada a espécie nativa de *Digitaria insularis*, onde é frequentemente encontrada em pastagens, cafezais, pomares e em áreas ruderais como beira de estradas e terrenos baldios (Machado et al., 2008).

Uma das dificuldades de controle seja por produto químico, cultural ou controle mecânico de planta daninha *Digitaria insularis* esta relacionada diretamente a forma de proliferação. A distribuição das espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria* compreende cerca de 300 espécies que estão identificadas em diferentes regiões do mundo. Em específico sobre a espécie de *Digitaria insularis* é uma gramínea de ciclo perene com metabolismo fotossintético do tipo C4, no qual apresenta crescimento inicial lento até 45 dias após a emergência (DAE), devido as raízes estarem se formando, a caracterização é perene, herbácea, entouceirada, ereta, rizomatosa, de colmos estriados, com 50 a 100 cm de altura. A reprodução é por touceiras a partir de curtos rizomas, mas se reproduz também por semente onde facilmente e levado principalmente pelo vento por se tratar de sementes leves. Possui grande potencial como infestante, pois suas sementes, revestidas por muitos pelos, são carregadas pelo vento a grandes distâncias, com bom poder germinativo (Kissmann e Groth, 1997).

O desenvolvimento acelerado de *Digitaria insularis* ocorre dos 45 aos 105 (DAE), depois que houve a formação das raízes apresentando aumento exponencial no acúmulo de massa seca, esse comportamento foi observado para as raízes, colmos e folhas (folha + inflorescência). Na fase inicial o crescimento é lento, parte do incremento de massa seca das raízes a partir dos 45 (DAE) se deve a formação dos rizomas, além disso, a emissão de inflorescências em *Digitaria insularis* ocorre entre os 63 e 70 (DAE) (Machado et al., 2006)

O manejo mais utilizado no controle das plantas daninhas ainda é o controle químico, onde deveria ter como base a sustentabilidade, ou seja, a proteção do homem e do ambiente. Quando se fala em manejar plantas daninhas o controle químico é a primeira opção dos produtores, mas é preciso levar em considerações alternativas como o controle cultural para a *Digitaria insularis* (uso de palhada, características da cultura, tratos culturais, rotação de cultura), enfim, aquelas alternativas que coloque a cultura em uma situação vantajosa em relação as plantas daninhas (EMBRAPA, 2012).

Uma das perdas de produtividade da cultura do milho é causada pela competição com as plantas daninhas onde pode perder até 70% na produtividade do milho, variando de acordo com a época que as plantas daninhas se estabeleceram, além do tipo de solo e as condições climáticas (Fancelli e Douradoneto, 2000).

O Brasil é o país com maior diversidade de espécies do gênero *Digitaria* no qual as causas por esse relato esta relacionadas ao clima favorável ao seu desenvolvimento, sendo constatada a presença de 26 espécies nativas e 12 exóticas. Entre estas espécies, atualmente, uma das que apresenta mais ampla distribuição geográfica é a *Digitaria insularis*, ocorrendo na maioria dos ambientes favoráveis à agricultura, desde o continente asiático ao americano (Mondo et al., 2010).

2.1.3. O Herbicida Glyphosate

O modo de ação do glyphosate é um herbicida de ação total, sistêmico, com amplo espectro e que controla mono e dicotiledôneas, anuais e perenes, facilmente translocável e provoca a morte do sistema radicular e de estruturas reprodutivas de plantas perenes, como bulbos e tubérculos. Utilizado desde 1974, o glyphosate age inibindo a enzima enol-piruvilshiquimatofosfato sintase (EPSPS), e bloqueia a síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, o que resulta na morte da planta (Kruse et al., 2000).

Segundo (Oliveira Jr., 2011) a absorção do glyphosate é via folhagem e outras partes da planta e o seu movimento de dá pelo floema, seguindo a mesma rota dos produtos da fotossíntese, ocorrendo das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas que utilizam esses açúcares para seu crescimento, manutenção do metabolismo ou armazenamento para uso futuro, como, por exemplo, raízes, tubérculos, rizomas, folhas jovens e zonas meristemáticas. Sua ação na planta causa a paralisação do crescimento, muitos tecidos degradam-se lentamente em função da falta de proteínas. Os sintomas geralmente desenvolvem-se lentamente, com gradual aparecimento de clorose e necrose.

O intenso uso de glyphosate no sistema de semeadura direta e em culturas resistentes contribui significativamente na pressão de seleção sobre biótipos naturalmente resistentes ao herbicida. O volume de glyphosate no mundo aumentou vertiginosamente, fazendo com que aumentasse sua utilização, o que pode contribuir significativamente para a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes ao glyphosate (Koger e Reddy, 2005). Paralelo a esse evento há a introdução de culturas transgênicas tolerantes ao glyphosate, cujo advento é coincidente com o surgimento de resistência de plantas daninhas a este herbicida.

Segundo (Timossi, 2009) *Digitaria insularis* tem poder de emergir e se desenvolver durante o ano todo nas condições climáticas do Brasil. Uma vez estabelecida, ou seja, quando a planta forma touceiras, a dificuldade de controle aumenta consideravelmente. Levando em conta que a maioria dos agricultores utiliza apenas a ferramenta química para o controle dessa planta daninha, nos dias de hoje há uma elevada pressão de seleção de biótipos naturalmente resistentes ao herbicida glyphosate. Nos Estados Unidos da América a ocorrência de biótipos de plantas daninhas selecionadas, resistentes ao herbicida glyphosate tem aumentado em áreas que fazem uso da tecnologia Roundup Ready RR® (Vargas e Gazziero, 2008).

O controle químico de *Digitaria insularis* no início do seu desenvolvimento apresenta alta eficiência. Este fato pode ser explicado pela grande vulnerabilidade da planta na fase inicial ou na pré-emergência onde são empregados produtos como inibidores da divisão celular, inibidores do fotossistema II, inibidores da síntese de carotenoides, inibidores da ALS e inibidores da protox (Gemelli et al., 2012).

Em relação aos aspectos biológicos da resistência de *Digitaria insularis* referente ao glyphosate e implicações para o seu controle. Segundo (Carvalho et al., 2012) a identificação do mecanismo de resistência de *Digitaria insularis* ao glyphosate, aliado à comprovação da mudança dos aminoácidos nas posições 182 e 310 da enzima EPSPS de plantas de *Digitaria insularis* resistentes e ao aumento natural da tolerância dessa planta ao glyphosate com o avanço do seu desenvolvimento.

As consequências relacionadas quando se utiliza o glyphosate em culturas como soja, milho, eucalipto e na planta daninha *C. benghalensis*, foi observado que a aplicação de sub-doses de glyphosate pode estimular o crescimento da planta, enquanto em altas doses inibem seu crescimento (Velini et al., 2008). O surgimento de um biótipo de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate foi relatado primeiramente no Paraguai em 2005 depois no Paraná (BR) em 2008 (Heap, 2010).

A intensa utilização de glyphosate nas áreas citrícolas do Estado de São Paulo, por não fazer uso de revolvimento do solo na entre linhas da cultura de citros favorece o aumento da pressão de seleção que, aliado à boa adaptabilidade ecológica das espécies de *Digitaria insularis*, contribuem para a seleção de biótipos resistentes dessa espécie, conforme confirmado por (Christoffoleti et al., 2009).

Segundo (Adegas et al., 2010) estudando o controle de *Digitaria insularis* na cultura da soja com o uso de herbicidas pós-emergentes alternativos ao glyphosate constataram que na fase inicial de desenvolvimento, os herbicidas clethodim, fluazifop-p-buthyl, fenoxaprop-p-ethyl, tepraloxym, clethodim + fenoxaprop-p-ethyl, paraquat, haloxyfop-methyl e imazapyr resultaram em controle eficiente no estágio avançado de desenvolvimento. No estudo, o grupo de tratamentos mais eficiente foi formado por clethodim, fluazifop-p-buthyl, tepraloxym, haloxyfop-methyl e paraquat.

Ao determinar a curva de dose-resposta de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate, (Lacerda e Victória Filho, 2004) verificaram que houve sensibilidade intermediária dessa espécie às doses do produto e redução expressiva do crescimento na dose de 1,44 kg ha⁻¹. Os resultados foram atingidos com aplicações de glyphosate em plântulas com apenas quatro folhas, antes do seu perfilhamento.

O uso de herbicida específica e contínuo, sem utilizar a rotação de mecanismo de ação, possibilita maior infestação de plantas daninhas. Segundo (Machado et al., 2006) em observações à campo, áreas onde há uso contínuo de glyphosate, constatou-se que plantas originárias de sementes, quando jovens, são controladas pelo herbicida, contudo, quando se desenvolvem e formam rizomas, seu controle é ineficaz, para se ter controle eficaz a aplicação de glyphosate deveria ser realizada até os 35 dias após a emergência, quando os rizomas ainda não foram formados.

O uso de manejo de inverno tem se intensificado cada vez mais, por meio de diferente mecanismo de ação de herbicidas e o manejo com cultura de inverno mantendo o solo coberto, assim diminuindo o desenvolvimento das plantas daninhas. Os pesquisadores (Paula e Vargas, 2011) avaliaram o efeito de diferentes manejos de inverno e de herbicidas usados na dessecação pré-semeadura da soja sobre população de plantas de *C. bonariensis* resistentes ao herbicida glyphosate e observaram que esta população é maior em áreas mantidas sem cultivo (pousio) do que em áreas cultivadas com trigo ou aveia-preta. As plantas de buva são controladas com os herbicidas usados na cultura do trigo, e os tratamentos glyphosate + 2.4 D ou glyphosate + diuron + paraquat evidenciam controle satisfatório das plantas de *C. bonariensis*.

2.1.4. O Herbicida Clethodim

É um herbicida utilizado como opção de controle principalmente em áreas onde há plantas daninhas (gramíneas) resistentes ao glyphosate. A resistência de plantas daninhas como *Digitaria insularis* ao glyphosate em dessecações para implantação do sistema de semeadura direta têm-se utilizado o herbicida clethodim (Fornarolli et al. 2011), que pertence ao grupo químico ciclohexanodiona e atua na enzima acetil-coenzima-A-Carboxilase (ACCase). O clethodim é um graminicida pós-emergente, registrado para aplicações nas culturas do algodão, alho, batata, café, cebola, cenoura, feijão, fumo, mandioca, soja e tomate (Arysta, 2014).

Um dos motivos pelo qual tem se utilizado os herbicidas inibidores da ACCase, porque atuam em plantas de capim-amargoso em estádios avançados, necrosando as áreas de crescimento meristemático, apesar disso, parte das folhas ficam cloróticas permanecendo eretas ainda sendo capaz de interferir na luminosidade que atinge a lavoura (Gemelli et al., 2012). Segundo (Vargas et al., 2006), estudando o clethodim observou que é eficaz para o manejo de biótipos de *L. multiflorum* resistentes ao herbicida glyphosate, em estádios de desenvolvimento até perfilhamento (Lingenfelter e Curran, 2007) e controlaram a planta daninha *M. Frondosa* com o uso de glyphosate e dos graminicidas quizalofop, fluazifop, sethoxydim e clethodim.

O controle de poáceas na cultura da soja (*Glycine max*) tem sido realizado principalmente por meio dos herbicidas inibidores da ACCase, aplicados em condição de pós-emergência. No entanto, a aplicação repetitiva do mesmo herbicida ou com o mesmo mecanismo de ação, na mesma área, eleva a probabilidade de seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas (Christoffoleti e López-Ovejero, 2008).

Os tratamentos paraquat + diuron a 400+ 200 g a. i. ha⁻¹, amônio-glufosinato a 600 g ha⁻¹ e clethodim a 108 g ha⁻¹ utilizados de forma isolada não são viáveis, em função do estágio de aplicação da *Digitaria insularis*, que era 3 a 5 perfilhos e 30 a 40 cm de altura (Melo et al, 2012).

Um dos herbicidas utilizado para auxiliar no controle de *Digitaria insularis* é o clethodim um herbicida sistêmico, que atua na inibição da enzima ACCase, recomendado para o controle em pós-emergência de gramíneas anuais e perenes e em áreas onde ocorre azevém com resistência ao glyphosate. Esse herbicida tem apresentado eficiente no controle de *Digitaria insularis*, conforme observado por (Spader et al., 2008).

A dificuldade que se tem de controlar a *Digitaria insularis*, é que os herbicidas inibidores de ACCase não conseguem destruir a parte aérea dessas plantas por completo, apesar de atuarem fortemente nas regiões meristemáticas. Segundo (Gemelli et al. 2012), os herbicidas inibidores do fotossistema I podem suprir parte da lacuna que fica após a utilização dos inibidores de ACCase, quando empregados de forma correta eles diminuem drasticamente a área foliar desses organismos obrigando eles a utilizar suas reservas e emitir novo perfilhos tornando-se mais sensíveis a outros herbicidas empregados em pós-emergência

Conforme (Rosa et al, 2012) após resultados de pesquisas consideraram como, alternativas viáveis de controle de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate, destacando-se entre eles os tratamentos envolvendo o herbicida paraquat + diuron a 2,0 L ha⁻¹ e clethodim a 450 mL ha⁻¹.

2.1.5. Resistência de Plantas Daninhas

No início dos anos 70, na relação das principais plantas daninhas da cultura da soja no Brasil estavam incluídas as espécies *Brachiaria plantaginea*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*, entre outras. Nos anos 80 o plantio direto passou a ser adotado em larga escala e plantas de sementes pequenas como a *Digitaria insularis* e *Conyza bonariensis* passaram a ser vistas com maior frequência, pois encontraram condições adequadas para germinar e se desenvolver neste sistema (Gazziero, 2005).

Os mecanismos que conferem resistência a essa planta estão relacionados a mais lenta absorção de glyphosate por plantas do biótipo resistente, assim como a mais rápida metabolização do glyphosate, glioxilato e sarcosina. Além disso, a translocação é muito menor em plantas do biótipo resistente em relação ao susceptível, mesmo em plantas novas, com 3 a 4 folhas (Carvalho et al., 2011).

Entende-se por resistência de plantas daninhas, a habilidade de uma planta sobreviver e reproduzir-se após a exposição a uma dose de um herbicida normalmente letal para os indivíduos suscetível da mesma espécie (WEED SCIENCE, 2013). O termo resistência é comumente apresentado tanto com referência ao comportamento de um indivíduo frente aos mecanismos de resistência que possui, quanto aos herbicidas ao qual o indivíduo é resistente (Christoffoleti et al., 2008).

Para o herbicida ser eficiente e considerado viável a preitar o registro junto ao órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), tem que ser comprovado por meio de laudos técnicos a eficiência acima de 80% de controle, tem que seguir as normativas exigidas (MAPA, 2014).

Nas últimas décadas, principalmente com o avanço da semeadura direta, a espécie de *Digitaria insularis* vem crescendo de importância dentro da

agricultura brasileira, sendo este aumento relacionado às suas características de agressividade. Características de agressividade são definidas como características que proporcionam a sobrevivência do indivíduo em ambientes sujeitos aos mais variados tipos e intensidades de limitações ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas (Brighenti e Oliveira, 2011).

Atualmente os problemas com resistência é uma realidade no Brasil, para a maioria dos agricultores, ainda é tempo de prevenir, especialmente os agricultores do Brasil Central. Nessa região, devido às condições climáticas, ou seja, período de quase seis meses de déficit hídrico, impossibilita a semeadura de uma cultura na entre safra do cultivo de verão, e as opções de manejo da área são mais restritas, o que pode agravar ainda mais o problema. A resistência tem sido mais sério na região sul do Brasil do que no Brasil Central, porque o uso de semeadura direta é mais intenso possibilitando assim maior disseminação das plantas daninhas resistentes. De forma genérica, é possível dizer que no sul do Brasil a utilização de culturas rotacionais no inverno, no qual possibilita alternativas que podem ser integradas com o controle químico (Gazziero et al., 20012).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos normais (suscetíveis) da mesma espécie (Christoffoleti e López-Ovejero, 2008). A resistência de plantas daninhas aos herbicidas é um fenômeno natural que ocorre espontaneamente em suas populações, não sendo, portanto, o herbicida o agente causador, mas sim selecionador dos indivíduos resistentes que se encontram em baixa frequência inicial (Christoffoleti et al., 1994).

Atualmente já foram documentadas 28 espécies de plantas daninhas, resistentes ao glyphosate, em todo o mundo. No Brasil, foram confirmados cinco casos até 2011, dentre as espécies registradas temos a *Digitaria insularis*, popularmente conhecido como capim-amargoso (Weed Science, 2014).

. Dentre os herbicidas mais utilizados para o controle de *Digitaria insularis* tem-se o glyphosate classificado como um herbicida pertencente à classe dos herbicidas inibidores da EPSPS, cujo mecanismo de ação consiste na redução acentuada nos níveis dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) e desregulação da rota do ácido shikímico (shikimato), onde as plantas tratadas com esses herbicidas param de crescer (Ferreira et. al., 2005).

Nos Estados Unidos esta tendo problema com a resistência de plantas daninhas, pelo menos metade das áreas agrícolas o glyphosate não é mais utilizado sozinho devido a perda de eficiência nos biótipos resistentes. Agricultores e técnicos tem relatado que as vantagens do glyphosate, como a facilidade e simplicidade de uso, janela de aplicação e eficiência foram ou estão sendo perdido, o que, sob o ponto de vista agrônômico, é um problema. Observa-se o arrependimento de agricultores por não terem se preocupado antes com a resistência, já que além de tudo, tal fenômeno tem levado ao aumento nos custos de produção. Podemos tirar ensinamentos com as declarações emitidas nestes depoimentos, que falam sobre como muitos ficaram mal acostumados com o glifosato, e as dificuldades com as novas práticas agora mais complicadas. Nos Estados Unidos, alguns correm o risco de ter que abandonar seus negócios em função da resistência de plantas daninhas aos herbicidas Gazziero et al., 20012).

Dentre as plantas daninhas resistentes ao glyphosate de maior dificuldade de manejo no Brasil estão a *Digitaria insularis* e as espécies de *Conyza* que compreende a coexistência de duas espécies, *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* que apresentam ciclos de vida anuais ou bianuais e adaptação dos ecossistemas agrícolas com baixo revolvimento mecânico do solo (Moreira et al., 2010).

Muitos pesquisadores tem utilizado o método de curva de dose-resposta para traçarem a estimativa de controle ou resistência das plantas daninhas. Quando se estuda curvas do tipo dose-resposta, usualmente o primeiro ponto é a dose zero, que tem por resultado zero de controle. Conclui-se que para promover controle de 50% (I_{50}), quando em uma curva de dose-resposta, o ponto mínimo de controle for igual a zero e o ponto máximo da variável repostada estabilizar em 100% (Carvalho et al., 2005).

Com os valores de I_{50} , obteve-se o fator de resistência (FR) para cada combinação das populações com suspeita de resistência e a população susceptível de cada espécie O fator de resistência ($FR = R/S$) expressa o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% dos biótipos resistentes é superior à dose que controla 50% dos biótipos susceptíveis, sendo valores acima de 1 considerados resistentes (Christoffoleti, 2002). O fator de resistência ($FR = R/S$) expressa o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% dos

biótipos resistentes é superior à dose que controla 50% dos biótipos susceptíveis, sendo valores acima de 1 considerados resistentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos em ambiente protegido na Universidade Estadual do Norte do Paraná, localizado no Campus Luiz Meneghel, no município de Bandeirantes, PR, coordenadas geográficas S 23° 06' 31,6" W 050° 21' 36,7".

O solo utilizado classificado de textura muito argilosa tipo 3, foi coletado no viveiro da instituição onde foram conduzidos os experimentos, foi peneirado, acrescido de areia e matéria orgânica na proporção 3:1:1 e colocado em vasos, com capacidade de 1,0 L representando uma unidade experimental. A semeadura foi de 50 sementes de *Digitaria insularis* por vaso, realizado irrigação com lâmina d'água de 5,0 mm, sendo o mesmo volume de água disponibilizado diariamente até o término do experimento, mantendo, assim, a umidade uniforme. Após a emergência foi efetuado o desbaste, deixando 2 plantas por vaso.

Conforme relatos de produtores e técnicos do estado do Paraná, observei que em algumas regiões a dificuldade de controle de *Digitaria insularis* não estava somente ao glyphosate, porém a outros herbicidas, como os inibidores de ACCase. Ao identificar alguns municípios onde havia relatos de dificuldade de controle de *Digitaria insularis*, assim coletei as sementes de plantas de *Digitaria insularis* em áreas com histórico de resistência, foram coletadas nos seguintes municípios do Paraná: Cascavel (Área 1), Palotina (Área 2), Santa Mariana (Área 3) e Maringá (Área 4) e com histórico de plantas susceptíveis no município de Leópolis (Área 5), área onde não foram realizadas aplicações de herbicidas por mais de 5 anos, conforme histórico relatado pelo proprietário.

Foram realizados dois ensaios no delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5 x 6) sendo cinco locais de coleta de sementes, seis doses dos herbicidas e cinco repetições. Para o primeiro experimento, o herbicida utilizado foi o glyphosate, e para o segundo o clethodim acrescido de óleo mineral. As doses testadas foram equivalentes a 0; 0,5; 1; 2; 3 e 4

vezes a dose recomendada dos herbicidas, glyphosate (Roundup Original 480 g/L concentração de Sal de Isopropilamina de Glifosato): 0; 480; 960; 1920; 2880 e 3840 g i.a. ha⁻¹ no qual a dose comercial recomendada para *Digitaria insularis* é 960 g i.a. ha⁻¹ e as doses de clethodim (Select 240 g/L) foram: 0; 48; 96; 192; 288 e 384 g i.a. ha⁻¹ acrescido de óleo mineral (Assist) 1,0 L ha⁻¹ no qual a dose comercial recomendada para *Digitaria insularis* é 96 g i.a. ha⁻¹. A unidade experimental foi representada por 1 vaso de 1,0 litro com 2 plantas/ vaso.

Para isso, foram formados 12 grupos de cinco vasos para cada experimento, sendo que cada grupo recebeu uma das doses estudada. Antes da aplicação, os vasos foram irrigados para que a aplicação ocorresse com solo úmido para melhor ação do produto. A aplicação dos herbicidas foi realizada nas plantas daninhas com 15-20 cm de altura ou com dois perfilhos.

Para a aplicação dos herbicidas, foi utilizado pulverizador costal pressurizado a CO₂, com pressão constante de trabalho de 200 kPa (29 PSI), uma vazão de 0,65 L min.⁻¹, equipado com lança contendo 4 pontas de pulverização do tipo jato plano modelo XR110 02 a uma altura de 50 cm do ápice das plantas e a velocidade de 1 m.s.⁻¹, proporcionando uma taxa de aplicação de 200 L ha⁻¹. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos: a velocidade do vento inferior a 0,77 m.s.⁻¹ temperatura do ar de 26°C e umidade relativa de 75%.

Foi realizada avaliação da porcentagem de controle (escala visual de 0 a 100%), em que 0% representa nenhum controle e 100% controle excelente das plantas aninhas presentes correlacionando-se com escala de notas proposta pela Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974) aos 28 (DAA), na qual a nota 0 representa a ausência de controle e 100% a morte total das plantas daninhas.

Tabela 3.1 Escala de notas da ALAM (1974) utilizada para avaliação da porcentagem de controle das plantas daninhas estudadas.

Porcentagem (%)	Grau de controle
0 - 40	nenhum a pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Suficiente
71 - 80	Bom
81 - 90	Muito Bom
91 - 100	Excelente

Os resultados da avaliação visual de controle foram inicialmente submetidos à análise de variância com aplicação do teste F. Em seguida, para os experimentos, aplicou-se o teste de Tukey (5% de probabilidade), com o objetivo de comparar os biótipos de cada local e doses de herbicida, e os dados provenientes dos tratamentos foram analisados conjuntamente, sendo ajustados ao modelo de regressão não linear proposto por (Streibig, 1988):

$$Y = \frac{a}{[1 + (\frac{x}{b})^c]}$$

Em que:

y = controle percentual;

x = dose do herbicida (g i.a. ha⁻¹) e;

a, b e c = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

a = amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável;

b = dose que proporciona 50% de resposta da variável;

c = declividade da curva ao redor de b.

A partir das equações log-logísticas, foram elaboradas as curvas de dose- resposta. Com base nos modelos ajustados, realizou-se o cálculo da dose do herbicida, em kg ha⁻¹, que proporcionaria 50% e 80% de controle (I₅₀ e I₈₀). Para a

realização do cálculo, optou-se pela inversão do modelo log-logístico, deixando-o em função de y , de acordo com (Francishini et al., 2013):

$$x = b * \sqrt[c]{\frac{a}{y}} - 1$$

No modelo log-logístico inverso, b será igual a x toda vez que o resultado da raiz apresentar valor igual a 1. Por meio dos devidos cálculos matemáticos, ressalta-se que, para que esta condição seja atendida, é necessário que o y lançado na raiz seja a média aritmética entre o valor máximo e o valor mínimo obtidos para a variável dependente (Carvalho et al., 2005).

Com os valores de I_{50} , obteve-se o fator de resistência (FR) para cada combinação das populações com suspeita de resistência e a população susceptível de cada espécie. Sendo considerados biótipos resistentes todos aqueles que apresentaram $FR > 1,0$ (Christoffoleti, 2002), desde que a dose do Fator I_{80} apresentada pelo biótipo em análise seja superior à dose do fator I_{80} apresentado pelo biótipo susceptível e ainda, ser superior a dose comercial recomendada para tais espécies.

Sabendo que nem sempre o valor de 100% de controle é alcançado em curvas de dose-resposta, o valor do parâmetro b foi desconsiderado e realizou-se o cálculo matemático de I_{80} , no instante em que se substitui o y da equação inversa por 80 (controle de 80% da população).

Os valores de I_{80} foram usados para auxiliar na caracterização dos níveis de susceptibilidade da espécie de *Digitaria insularis* aos herbicidas aplicados em pós-emergência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de F aplicado na análise de variância demonstrou à significância dos fatores biótipos e herbicidas. Nas tabelas 4.1 e 4.2 foi realizado análise das doses dos herbicidas glyphosate e clethodim, no qual proporcionaram controle de 50% (I_{50}) e 80% (I_{80}) na espécie *Digitaria insularis*. De acordo com a fórmula proposta por (Streibig, 1988), valores de b correspondem à dose necessária

para controlar 50% da população de plantas. Assim, os valores muito baixos b demonstraram tendência à susceptibilidade da espécie aos herbicidas.

Ao analisar a Tabela 4.1 verificou-se que não foi possível calcular os valores de I_{80} para as sementes coletadas nas áreas de Cascavel e Maringá e para o I_{50} na área de Cascavel, os valores foram superiores a $3840 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ mantendo a curva de forma acentuada e mesmo com o aumento das doses de glyphosate, também nas áreas de Palotina e Santa Mariana o herbicida glyphosate não obteve controle de *Digitaria insularis* ficando acima da dose recomendada de $960 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ tanto para o I_{80} quanto para o I_{50} , certificando-se que as sementes coletadas nestas áreas os biótipos das plantas daninhas *Digitaria insularis* são resistentes ao glyphosate, e apenas na área de Leópolis que as plantas são suscetíveis o I_{80} foi controlado com $466,01 \text{ g i.a. ha}^{-1}$.

Para (Rodrigues e Almeida, 2011), a dose recomendada para o controle da planta daninha *Digitaria insularis* com glyphosate varia de 720 a $1080 \text{ g i.a ha}^{-1}$. Trabalhos realizados recentemente, alguns pesquisadores observaram falhas de controle de populações de *Digitaria insularis* com o uso do glyphosate. Essas falhas foram relatadas em áreas em que o uso do glyphosate aumentou significativamente devido ao uso de organismos geneticamente modificados com a tecnologia Roundup Ready RR®, possíveis casos de resistência de *Digitaria insularis* no Estado de São Paulo em 2008, (NICOLAI et al., 2010) encontraram dois biótipos, oriundos da mesma localidade, comprovadamente resistentes ao herbicida glyphosate.

Tabela 4.1 Estimativas dos parâmetros **a**, **b** e **c** e do coeficiente de determinação (R^2) do modelo log-logístico, ajustados para glyphosate e doses para 50% (I_{50}) e 80% (I_{80}) de controle de *Digitaria insularis* em relação à porcentagem de controle aos 28 dias após aplicação (DAA). Bandeirantes, PR - 2013.

Local	a	b	C	R^2	I_{80} (g i.a. ha ⁻¹)	I_{50} (g i.a. ha ⁻¹)	FR
Cascavel	36,0099	3581,637	-0,6661	0,79	>3840,00	>3840,00	>16,88
Palotina	88,4182	1612,87	-0,8368	0,91	23778,42	1437,68	6,32
Santa Mariana	92,2382	1164,747	-0,6205	0,85	24004,28	1424,90	6,26
Maringá	72,0267	1389,425	-2,0463	0,92	>3840,00	2074,04	9,12
Leópolis*	100,4906	256,4541	-2,2805	0,99	466,01	227,42	1,00

* Biótipo suscetível

Os resultados na Tabela 4.2 demonstraram que as sementes coletadas nas áreas de Cascavel 191,95 g i.a. ha⁻¹, Santa Mariana 179,81 g i.a. ha⁻¹ e Palotina 96,54 g i.a. ha⁻¹ o controle de I_{80} foi acima da dose recomendada de 96 g i.a. ha⁻¹, isso demonstra que os biótipos de plantas daninhas *Digitaria insularis* existentes nestas áreas tem possibilidade de ser resistentes ao herbicida clethodim. A área de Leópolis onde as plantas de *Digitaria insularis* são suscetíveis o I_{80} foi controlado com 25,92 g i.a ha⁻¹, com isso os resultados do FR foram muito acima de 1, porque o controle do I_{50} foi necessário somente de 1,28 g i.a ha⁻¹.

O uso de modelagem em estudos de dinâmica populacional de plantas daninhas nos ambientes agrícolas permitirá simular a resposta da comunidade infestante submetida a condições altamente variáveis de crescimento (incluindo fatores climáticos e agronômicos) por um número de anos ou décadas. A esse respeito, (Thornby e Walker, 2009) propuseram um modelo para simular a evolução de biótipos resistentes de *Echinochloa colona* em áreas agrícolas do norte da Austrália, o qual previu que a taxa de evolução da resistência ocorreria de 15 a 18 anos após a introdução e o uso intensivo de glyphosate. As simulações de validação indicaram que o modelo foi capaz de simular a evolução da resistência com razoável exatidão. No entanto, esses autores concluíram que serão necessários

novos trabalhos de validação, usando os dados das populações resistentes de *E. colona* recentemente confirmados naquele país e os níveis de risco para uma série de práticas regionais relacionadas aos sistemas de cultivo e ao controle de planta daninha, incluindo estratégias preventivas para impedir o desenvolvimento de resistência ao glyphosate.

Tabela 4.2 Estimativas dos parâmetros **a**, **b** e **c** e do coeficiente de determinação (R^2) do modelo log-logístico, ajustados para clethodim e doses para 50% (I_{50}) e 80% (I_{80}) de controle de *Digitaria insularis* em relação à porcentagem de controle aos 28 dias após aplicação (DAA). Bandeirantes, PR - 2013.

Local	a	b	c	R^2	I_{80} (g i.a. ha ⁻¹)	I_{50} (g i.a. ha ⁻¹)	FR
Cascavel	108,5608	73,9109	-1,0792	0,98	191,95	63,84	49,88
Palotina	97,7181	58,9318	-3,0536	0,98	96,54	59,84	46,75
Santa Mariana	123,6671	81,118	-0,7607	0,97	179,81	48,74	38,08
Maringá	97,9279	51,3627	-3,1849	0,98	82,15	52,05	40,67
Leópolis*	118,0472	3,0538	-0,3475	0,99	25,92	1,28	1,00

* Biótipo suscetível

As Figuras 4.1 e 4.2 mostram as curvas dose-resposta de controle de sementes de *Digitaria insularis* coletadas nas áreas descritas, com o tratamento de herbicida glyphosate. As sementes coletadas na área de Leópolis estão evidentes que os biótipos das plantas ou da população são suscetíveis ao glyphosate, no qual apresentou mais que 80% de controle de *Digitaria insularis* em todas as doses testadas, inclusive na menor dose (480 g i.a. ha⁻¹).

Na Figura 4.1 observa-se que a curva-dose-resposta para as sementes coletadas nas áreas de Cascavel o controle foi menor que 20%, na área de Palotina o controle foi menor que 60%, em ambas as áreas foi utilizado a maior dose 3840 g i.a. ha⁻¹. Esta evidente que as sementes coletadas de *Digitaria insularis* nas respectivas áreas, confirmando à resistência ao herbicida glyphosate de biótipos

de plantas ou população ao herbicida glyphosate. Em locais onde se tem controle de plantas resistentes em estágio inicial, quando os rizomas de *Digitaria insularis* não se formaram. Segundo (Christoffoleti et al., 2012) objetivando o controle de *Digitaria insularis* resistente e suscetível ao glyphosate com duas folhas (plantas mais novas) ou dois perfilhos (plantas mais velhas), observaram que as doses de glyphosate necessárias para controle satisfatório destas plantas (80% de controle) foram 310,9 g i.a. ha⁻¹ para plantas resistentes com duas folhas e 632,6 g i.a. ha⁻¹ para plantas resistentes com dois perfilhos. Este comportamento foi semelhante com plantas suscetíveis, sendo necessária dose de 175,5 g i.a. ha⁻¹ para plantas mais novas e 474,1 g i.a. ha⁻¹ para plantas mais velhas.

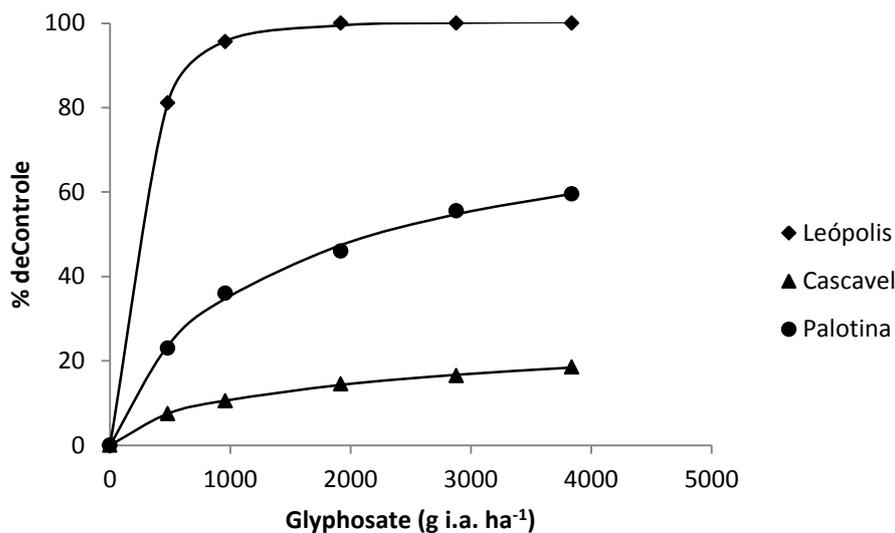


Figura 4.1 Resultado das curvas dose-resposta com herbicida glyphosate no controle de *Digitaria insularis*, nas áreas de Leópolis, Palotina e Cascavel.

Na Figura 4.2 os resultados da curva-dose-resposta do controle de plantas oriundas de sementes coletadas nas áreas de Santa Mariana e Maringá tiveram um comportamento distinto a partir da dose 2880 g i.a. ha⁻¹ de glyphosate, o controle foi menor que 60%, porém em ambas as áreas a maior dose testada 3840 g i.a. ha⁻¹ o controle foi de 63,5%, evidenciando que os biótipos de plantas daninhas ou população destas áreas são resistentes ao glyphosate, demonstrando que o

controle não atingiu 80% mesmo com o aumento das doses. A comprovação da resistência também foi observado por (Melo et al., 2012), que as plantas de *Digitaria insularis* eram resistentes ao herbicida glyphosate se deu com o baixo controle apresentado pelo glyphosate isolado a (1440 g i.a. ha⁻¹) aos 28 DAA. O mesmo foi observado por (Reinert et al., 2013) para os biótipos resistentes, observando-se um comportamento distinto, sendo que os mesmos não atingiram 80% de controle para a maior dose utilizada, 7200 g i.a. ha⁻¹ a aplicação das doses de glyphosate sobre as populações de *Digitaria insularis* nos estádios de 3 a 4 perfilhos indicaram diferenças significativas entre os biótipos, confirmando a resistência.

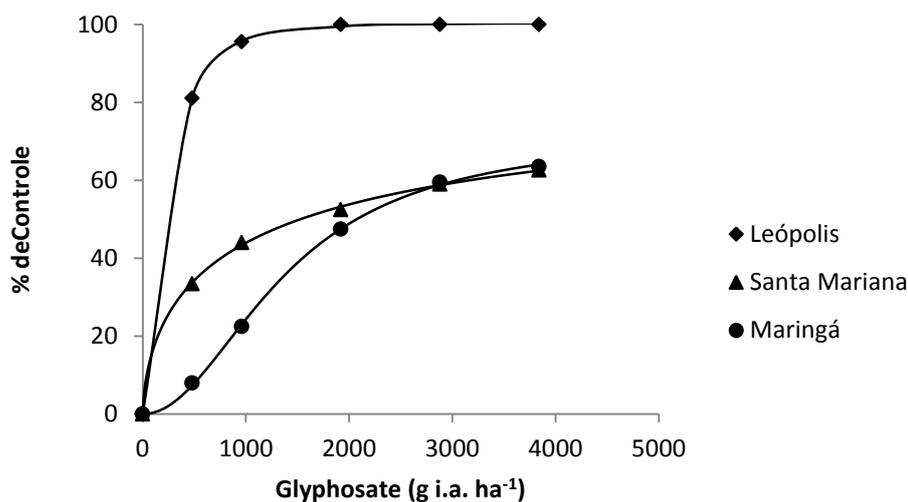


Figura 4.2 Resultado das curvas dose-resposta com herbicida glyphosate no controle de *Digitaria insularis*, nas áreas de Leópolis, Maringá e Santa Mariana.

As Figuras 4.3 e 4.4 mostram as curvas dose-resposta de controle de *Digitaria insularis* dos tratamentos com herbicida clethodim, de sementes coletadas na área de Leópolis (testemunha – plantas suscetíveis) o clethodim apresentou mais que 80% de controle de *Digitaria insularis* em todas as doses testadas, inclusive na menor dose (48 g i.a. ha⁻¹), evidenciando a susceptibilidade das plantas ou da população. Conforme resultados avaliados por (Spader e Matera, 2009) indicam que Select, em doses a partir de (96 g i.a. ha⁻¹), foi eficaz no controle de plantas de *Digitaria insularis*, tolerante ao glyphosate.

A Figura 4.3 os resultados da curva-dose-resposta no controle de plantas daninhas *Digitaria insularis* dos tratamentos com herbicida clethodim, em sementes coletadas na área de Cascavel, demonstrou que a dose 192 g i.a. ha⁻¹ controlou apenas 76%, proporcionando controle menor que 80% evidenciando a possibilidade dos biótipos de plantas originadas desta área estarem resistente ao herbicida clethodim, ou seja, a dose recomendada para o controle de 80% é 96 g i.a. ha⁻¹, o controle recomendado maior que 80% foram controlados somente com 288 g i.a. ha⁻¹. A área de Palotina apenas a dose (48 g i.a. ha⁻¹) o controle das plantas daninhas *Digitaria insularis* oriundas de sementes coletadas foi abaixo de 80%, as demais doses obtiveram controle acima de 80% mantendo-se eficiente o herbicida clethodim. Estudos realizados por Adegas et al. (2010), comprovaram que o controle de capim-amargoso, quando realizado na fase inicial, apresenta níveis satisfatórios, foi observado que aos sete dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), com exceção do glyphosate, todos os herbicidas já proporcionaram controle superior a 80%, sendo os tratamentos mais eficientes o haloxyfop-methyl, o tepraloxymid e o paraquat, todos com controle acima de 89%. Ainda na avaliação de 14 DAA o grupo de tratamentos mais eficientes foi formado pelos herbicidas clethodim, clethodim + fenoxaprop-p-ethyl, haloxyfop-methyl, tepraloxymid e paraquat.

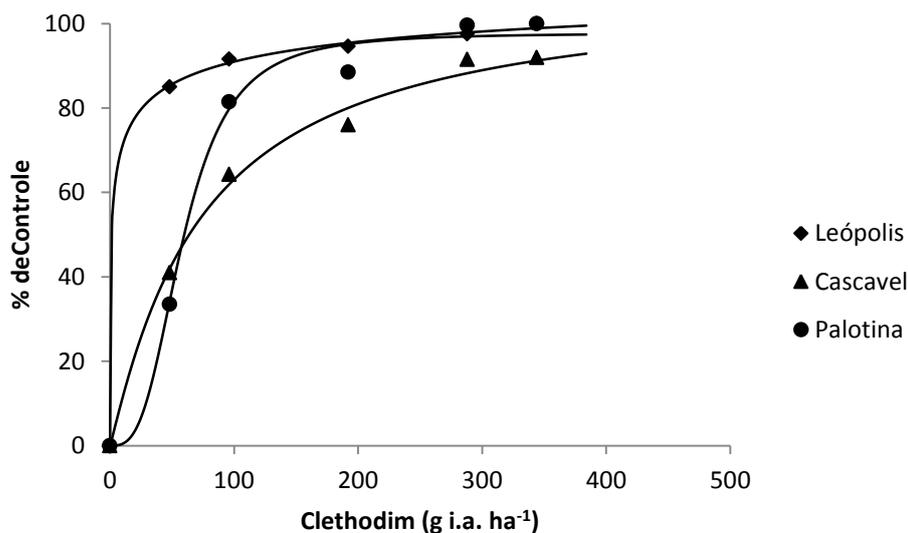


Figura 4.3 Resultado das curvas dose-resposta com herbicida clethodim no controle de *Digitaria insularis*, nas áreas de Leópolis, Palotina e Cascavel.

A Figura 4.4 demonstra os resultados obtidos na curva-dose-resposta do controle de plantas daninhas *Digitaria insularis* nos tratamentos com herbicida clethodim, em sementes coletadas na área de Santa Mariana demonstrou que a dose 192 g i.a. ha⁻¹ controlou apenas 79,5%, proporcionando controle menor que 80% indicando a possibilidade dos biótipos de plantas desta área serem resistente ao herbicida clethodim, ou seja, a dose recomendada para o controle de 80% é 96 g i.a. ha⁻¹, o controle maior que 80% foi somente na dose 288 g i.a. ha⁻¹. As sementes coletadas na área de Maringá apenas a dose 48 g i.a. ha⁻¹ o controle das plantas daninhas *Digitaria insularis* foi menor que 80%, as demais doses obtiveram controle acima de 80%, sendo assim o herbicida clethodim nesta área esta eficiente no controle de *Digitaria insularis* na dose recomendada. Considerando-se que no momento da aplicação as plantas se encontravam com três a quatro perfilhos, considera-se que o herbicida clethodim deveria apresentar um controle adequado, o que não foi observado por (Melo et al., 2012).

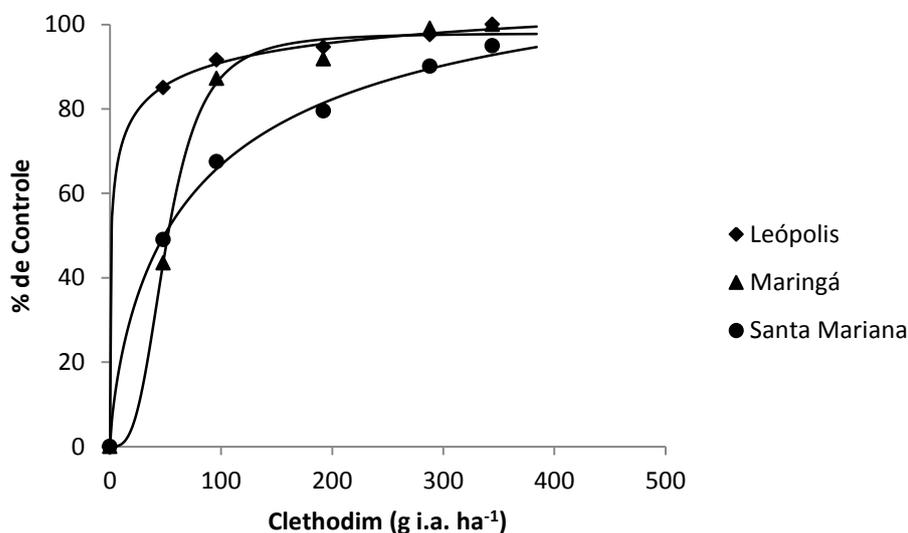


Figura 4.4 Resultado das curvas dose-resposta com herbicida clethodim no controle de *Digitaria insularis*, nas áreas de Leopólis, Maringá e Santa Mariana.

Quando se tem biótipos de *Digitaria insularis* resistentes na área, há dificuldade de controle e principalmente onde existem biótipos de resistência múltipla ou cruzada. A resistência cruzada ocorre quando biótipos de plantas daninhas são

resistentes a dois ou mais herbicidas de um mesmo mecanismo de ação, devido a um só mecanismo de resistência. Por exemplo, foram identificados biótipos de *Brachiaria plantaginea* e *Digitaria ciliaris* que apresentavam diferentes níveis de resistência cruzada dessas plantas em relação aos herbicidas inibidores da ACCase (Gazziero et al., 1997; Cortez et al., 2002). Também (Christoffoleti, 2002 e Vargas et al., 2001), observaram que biótipos das plantas daninhas *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes apresentaram elevado nível de resistência cruzada a sulfoniluréias e imidazolinonas (herbicidas inibidores da ALS). 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. Foram documentados biótipos de *Lolium rigidum* que apresentaram mecanismos de resistência múltipla aos herbicidas inibidores da ariloxifenoxipropiônicos e sulfoniluréias. Também pode ser considerado um caso de resistência múltipla quando o mecanismo de resistência é metabólico e que este metabolismo é comum a herbicidas de diferentes mecanismos de ação; portanto, neste caso a resistência é decorrente de apenas um mecanismo de resistência, porém este mecanismo confere múltipla resistência aos herbicidas de diferentes mecanismos de ação. Neste trabalho foi observado plantas de *Digitaria insularis* que não foram controladas pelas doses recomendadas de glyphosate e clethodim.

5. CONCLUSÕES

Com os resultados verificou-se que o objetivo proposto de que haveria a possibilidade de se ter biótipos de *Digitaria insularis* resistentes ao herbicida clethodim em algumas áreas, foi comprovado que nos municípios de Cascavel, Palotina, Maringá e Santa Mariana foram encontrados biótipos de *Digitaria insularis* resistentes ao glyphosate. Além disso, nas áreas de Cascavel, Palotina e Santa Mariana foram encontrados biótipos de *Digitaria insularis* que não foram controlados pelas doses recomendadas de clethodim, indicando nestas áreas a possibilidade de ocorrência de resistência múltipla.

6. REFERÊNCIAS

ADEGAS, F.S.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E.; OSIPE, R. Alternativas de controle químico de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Ribeirão Preto, 2010. **Resumos expandidos...**Ribeirão Preto: SBCPD, 2010, p.758-760.

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, 1: 35-38, 1974.

ARYSTA. Bula Select 240 EC. Disponível em: http://www.arystalifescience.com.br/arysta/upload/arysta/130284988871067539_Select240EC-bula.pdf. Acesso em: 19, junho, 2014.

BRIGHENTI, A.M; OLIVEIRA, M.F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 09.

Carvalho, S. J. P., Lombardi, B. P., Nicolai, M., López-Ovejero, R. F., Christoffoleti, P. J.; & Medeiros, D. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, 23: 535-542, 2005.

CARVALHO, L.B.; CRUZ, H.H.; CONZÁÁLES, F.T.; ALVES, P.L.C.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; PRADO, R. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. **Weed Science**, 59: 171-176, 2011.

CARVALHO, L.B.; CRUZ-HIPOLITO, H.E.; CONZÁÁLES-TORRALVA, F.; ALVES, P.L.C.A.; ROJANO-DELGADO, A.M.; DE PRADO, R.; GIL-HUMANES, J.; BARRO, F.; DE CASTRO, M.D. Pool of resistance mechanisms to glyphosate *Digitaria insularis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 60: 615-622, 2012.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e susceptível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia Agricola**, 59: 513-519, 2002.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação do Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.) **Aspectos de resistência de plantas daninhas a**

herbicidas. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008, p.9-22.

CHRISTOFFOLETI, P. J; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, 12: 13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; DIAS, A.C.R.; MELO, M.S.C.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F; GALLI, A.J. Avaliação da suspeita de resistência de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) ao herbicida glifosato em pomares cítricos no Estado de São Paulo - Brasil. In XXII congresso da Sociedad Española de Malherbologia / XIX Congresso da Asociación Latinoamericana de Malezas / II congresso Iberoamericano de Ciência de las Malezas. Conferencia de Herbología e biodiversidade numa agricultura sustentável, 2009. **Resumo...** Lisboa, Portugal: Universidade Tecnica de Lisboa, 2009, p. 533-536.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; VASSIOS, J.; NICOLAI, M.; NISSEN, S.; WESTRA, P.; SHANER, D.; MELO, M.S.C. Resistência de capim amargoso (*Digitaria insularis*) ao glyphosate em dois estádios fenológicos de crescimento através de curvas de dose resposta. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 11: 195-203, 2012.

CORREIA, N. M.; JULIO CEZAR DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuronethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. **Bragantia**, 68:689-697, 2009.

CORTEZ, M. G.; MADUREIRA, A.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Resistência de *Digitaria* sp. a herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase (ACCCase). In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Londrina, 2002. **Resumos...** Londrina: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002, p.191.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2012. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/download/Capim_amargoso.pdf> Acesso em: 15, abril, 2013.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, F. A.; DA SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; Mecanismos de ação de herbicidas. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO. Viçosa, 2005. **Resumos Expandidos...** Viçosa: UFV, 2005, p.3-4.

FORNAROLLI, D. A.; GAZZIERO, D. L. P.; BONOTTO, A. T.; SANTOS, B. C. dos; DEBASTIANI, R.; BANDEIRA, S. A. E. Manejo de biótipos de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glifosato. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE. Botucatu, 2011. Uso sustentável: trabalhos científicos. Botucatu: FEPAF, 2011. p. 317-320.

FRANCISCHINI, A. C. et al. Curvas de dose-resposta e eficácia de herbicidas inibidores da enzima ALS aplicados em pré-emergência sobre espécies de *Amaranthus*. **Planta Daninha**, 12: 68-77, 2013.

GAZZIERO, D.L.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MACIEL, C.D.M.; SCARAMUZA JÚNIOR, J.R. Resistência de biótipos de *Brachiaria plantaginea* aos herbicidas inibidores da ACCase aplicados em soja. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Caxambu, 1997. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p.88.

GAZZIERO, D. L. P. As plantas daninhas e soja resistente ao glyphosate no Brasil. In: SEMINÁRIO-TALLER IBEROAMERICANO-RESISTÊNCIA A HERBICIDAS Y CULTIVOS TRANSGÊNICOS. Colonia del Sacramento, 2005. **Ponencias**. La Estanzuela: INIA, 2005. CD-ROM.

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; PRETE C.E.C.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F. As plantas daninhas e a semeadura direta. Embrapa Soja Circular técnica, 59, 2001.

GAZZIERO, D.L.P. **Manejo de plantas daninhas em áreas cultivadas com soja geneticamente modificada para resistência ao glyphosate**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2003. 143p. Tese (Doutorado em Agronomia).

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; FORNAROLLI, D.; VARGAS, L.; KARAM, D.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; VOLL, E. Um alerta sobre a resistência de plantas daninhas ao glifosato. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. Cuiabá, 2012. **Anais Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa, 2012.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA, R.S.JR.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.B.P.; JUMES, T.M.C.; NETO, A.M.O.; DAN, H.A.; BIFFE, D.F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 1: 231-240, 2012.

Heap, I.M. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: www.weedscience.org/summary/MOA.aspx?MOAID=12. Acessado em: 19, junho, 2014.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 675-678, 1997.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N. Role of absorption and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, 53: 84–89, 2005.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 1: 139-146, 2000.

LACERDA, A.L.S.; VICTÓRIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. **Bragantia**, 63: 73-79, 2004.

LINGENFELTER, D.D.; CURRAN W.S. Effect of Glyphosate and Several Accaseinhibitor Herbicides on Wirestem Muhly (*Muhlenbergia Frondosa*) Control. **Weed Technology**, 21: 732-738, 2007.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. Análise do crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, 24: 641-647, 2006.

MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, 26: 1-8, 2008.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros/autorizacoes/registo_registro_de_produtos. Acesso em: 20, junho, 2014.

MELO, M. S. C.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; BANZATO, T. C. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso

(*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 11: 195-203, 2012.

MONDO, V.H.V.; DE CARVALHO, S.J.P.; DIAS, A.C.R.; FILHO, J.M. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira Sementes**, 32:131-137, 2010.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. DIAS, C.T.S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, 18: 419-425, 2000.

MOREIRA, M.S.; MELO, M.S.C.; CARVALHO S.J.P.; NICOLAI, M.; RHISTOFFOLETI, P.J. Alternative herbicides to control glyphosate - resistant biotypes of *Conyza bonariensis* and *Conyza canadensis*. **Planta Daninha**, 28: 167-175, 2010.

NICOLAI, M.; MELO, M.S.C.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Monitoramento de infestações de populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suspeitas de resistência ao glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Ribeirão Preto, 2010. **Resumos expandidos...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 943-946.

OLIVEIRA JR., R.S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Ominipax, 2011. p.141-192.

PARREIRA M. C., ESPANHOL M., CORREIA N. M., DUARTE D. J. Manejo químico de *Digitaria insularis* em área de plantio direto. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, 5: 13-17, 2010.

PAULA, J. M. ; VARGAS, L; Agostinetto; Nobatto, M.A Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, 29: 217-227, 2011.

PROCÓPIO, S. O.; PIRES, F.R.; MENEZES, C. C. E.; BARROSO, A. L. L.; MORAES, R. V.; SILVA, M. V. V.; QUEIROZ, R. G.; CARMO, M. L. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, 24: 193-197, 2006.

RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. Londrina: Benedito Noedi Rodrigues e Fernando Souza de Almeida, 1995. 675p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina, PR: Edição dos autores, 6 Edição, 2011. 697 p.

Reinert, C.S.; PRADO, A.B.C.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta comparativas entre os biótipos resistente e suscetível de capim-amargoso ao herbicida glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 12: 260-267, 2013.

ROSA, L.E.; DE MELO, M.S.C; BRUNHARO, C.A.DEC.G.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Alternativas de controle para capim-amargoso resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 11: 195-203, 2012

SEIXAS, JAIR. Níveis de compactação do solo na cultura do milho (*Zea Mays* L.). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001. 80p. (Dissertação Mestrado).

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E.P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, 9: 218-227, 1995.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. p.42.

SPADER, V.; MAKUCH, E. I.; REIS, E. F.; TOLEDO, R. E. B. Manejo de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Viçosa, 2008. **Resumos...** Viçosa: SBCPD/Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

SPADER, V.; MATERA, J. Controle de capim amargoso tolerante e buva resistente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Ribeirão Preto, 2010. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, 28: 479-484, 1988.

THORNBY, D.; WALKER, S. Simulating the evolution of glyphosate resistance in grains farming in northern Australia. **Annals of Botany**, 104: 747-756, 2009.

TIMOSSI, P.C. Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. **Planta Daninha**, 27: 175-179, 2009

VARGAS, L.; BORÉM, A.; SILVA, A. A. Herança da resistência aos herbicidas inibidores da ALS em biótipos da planta daninha *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, 19: 331-336, 2001.

VARGAS, L. **Identificação e manejo de resistência à herbicidas em pomares**. Circular técnica 42, Bento Gonçalves – RS, julho, 2003.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A.; DE TOLEDO, R.E.B. Manejo de azevém resistente ao glyphosate em pomares de maçã com herbicida select (clethodim). **Revista Brasileira de Herbicidas**, 1: 30-36, 2006.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. Manejo de plantas daninhas tolerantes e resistentes ao glyphosate no Brasil. In: SEMINARIO INTERNACIONAL “VIABILIDAD DEL GLIFOSATO EN SISTEMAS PRODUCTIVOS SUSTENTABLES”. Uruguai, 2008, p. 70-74.

VELINI, E.D.; ALVES, E.; GODOY, M.C.; MESCHEDE, D.K.; SOUZA, R.T.; DUKE, S.O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, 64: 489-496, 2008.

WEED SCIENCE. **Registers of ALS Resistante weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/sumarymm/uspeciesMOA.asp>> Acesso em: 02, março, 2013.

WIKIPÉDIA. Plantio direto. Disponível em: (http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Plantio_direto). Acesso em: 30, maio, 2014.