**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Aspectos da biologia da *Digitaria insularis* resistente ao herbicida
glyphosate**

Camila Schorr Reinert

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2013**

**Camila Schorr Reinert
Engenheira Agrônoma**

Aspectos da biologia da *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate

Orientador:
Prof. Dr. **PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2013**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Camila Schorr Reinert

Aspectos da biologia da *Digitaria insularis* resistente ao herbicida Glyphosate /
Camila Schorr Reinert.- - Piracicaba, 2013.

52 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Germinação 2. Soja 3. Viabilidade 4. Cobertura de milheto 5. Profundidade
no solo I. Título

CDD 632.58
R367a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

AGRADECIMENTOS

- À Deus por me dar a vida e me proporcionar vivê-la;
- À toda a minha família pela amizade, compreensão, carinho e amor, especialmente à minha mãe Adalgiza Schorr;
- Ao meu namorado André Roberto Soares de Aguiar por toda ajuda, carinho, paciência e amor durante este período de estudo;
- À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, por todos os conhecimentos recebidos desde a graduação;
- Ao Professor Dr. Pedro Jacob Christoffoleti pela orientação, amizade e oportunidades fornecidas;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida, em nível de mestrado;
- A amiga Engenheira Agrônoma Dr. Ana Carolina Ribeiro Dias, pela paciência, ensinamentos, amizade, e companheirismo em todas as situações;
- A colega Engenheira Agrônoma Ana Beatriz Campos Almeida Prado, pela amizade e ajuda nos trabalhos desenvolvidos;
- Aos colegas do Laboratório de Sementes pela ajuda e companheirismo, especialmente a Engenheira Agrônoma Helena Chama;
- Aos professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, em especial à Luciane Aparecida Lopes Toledo, Horst Bremer Neto, e Osmair Neves.

O meu Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 A importância da cultura da soja	19
2.2 As plantas daninhas na cultura da soja	19
2.3 Plantio direto de soja	21
2.4 Soja transgênica e plantas daninhas resistentes ao glyphosate	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Coleta das sementes de capim-amargoso resistentes e suscetíveis	25
3.2 Teste de germinação das sementes.....	25
3.2 Curvas de dose-resposta de glyphosate em casa de vegetação	26
3.2 Emergência de biótipos de capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>) resistentes ao glyphosate sob diferentes quantidades de palha	29
3.3 Longevidade de sementes de biótipos de capim-amargoso (<i>digitaria insularis</i>) resistentes ao glyphosate sob diferentes profundidades.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Curvas de dose-resposta de glyphosate em casa de vegetação	35
4.2 Emergência de biótipos de capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>) resistentes ao glyphosate sob diferentes quantidades de palha	38
4.3 Longevidade de sementes de biótipos de capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>) resistentes ao glyphosate sob diferentes profundidades.....	42
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	45
REFERÊNCIAS	47

RESUMO

Aspectos da biologia da *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate

A utilização frequente de glyphosate em sistemas de produção envolvendo as culturas de soja e milho, resistentes ao glyphosate, tem selecionado populações resistentes de plantas daninhas a este herbicida, sendo comum no Brasil a ocorrência de populações resistentes de capim amargoso (*Digitaria insularis*). Para manejo racional destas populações, há necessidade de medidas alternativas envolvendo herbicidas e práticas culturais, as quais somente podem ser empregadas adequadamente com o conhecimento da biologia da planta daninha, porém atualmente pouco se sabe sobre a biologia do capim amargoso. Portanto, este trabalho teve como objetivo obter informações básicas da biologia das populações de capim-amargoso suscetíveis e resistentes ao herbicida glyphosate. Para isso, foram conduzidos três ensaios no Departamento de produção Vegetal da ESALQ/USP, em Piracicaba – SP, durante o ano de 2012. Para isso foram coletadas sementes do biótipo resistente no município de Matão, São Paulo, e as sementes do biótipo suscetível no município de Piracicaba, São Paulo. A determinação do fator de resistência entre estes biótipos ao glyphosate foi determinada a partir da elaboração de curvas de dose-resposta no estágio de desenvolvimento de 3 a 4 perfilhos do capim amargoso. Em seguida, foram conduzidos experimentos para avaliar a germinação e quantificação de massa seca produzida sob efeito de diferentes volumes da cobertura do solo com resíduos de milheto. Também foram desenvolvidos ensaios para avaliar a longevidade das sementes dos biótipos resistentes e suscetíveis, conduzidas em diferentes profundidades no solo. Através do modelo de curva dose-resposta foi possível quantificar o fator de resistência (GR50) a partir do programa estatístico R obtendo o valor de 16,66, comparando-se o biótipo resistente ao suscetível. O aumento da quantidade de palha de milheto sobre as sementes proporciona diminuição do peso de matéria seca de plântulas de *Digitaria insularis*, tanto resistente como suscetível ao glyphosate, sendo percebida de forma mais acentuada nos tratamentos 4,0 e 8,0 ton ha⁻¹. O biótipo resistente apresenta número de plântulas significativamente maior que o biótipo suscetível, independentemente da quantidade de palha. Não é possível concluir que as sementes dos biótipos resistentes possuem maior longevidade que as sementes dos biótipos suscetíveis, sendo que a presença de luz é indiferente para a sua germinação.

Palavras-chave: Germinação; Soja; Viabilidade; Cobertura de milheto; Profundidade no solo

ABSTRACT

Aspects of the biology of *Digitaria insularis* resistant to glyphosate

The frequent use of glyphosate in production systems that involve the crops soybean and corn, resistant to glyphosate, have selected weed populations resistant to this herbicide, being very common in Brazil the occurrence of resistant populations of bitter grass (*Digitaria insularis*). For the rational management of these populations, there is a need of alternative measures, that involve herbicides and cultural practices, which can be applied only with the knowledge of the weed biology, however little is known about the bitter grass biology. Therefore, this study aimed to obtain basic information of the biology of populations of bitter grass susceptible and resistant to the herbicide glyphosate. For that, three assays were conducted in the Department of Crop Science at ESALQ / USP, in Piracicaba - SP, during the year 2012. For that, it was collected seeds of the resistant biotype in Matão, São Paulo and seeds of the susceptible population in Piracicaba, São Paulo. The determination of the resistance factor for glyphosate between the biotypes was performed using dose-response curves at stage 3-4 tillers of bitter grass. Following, it was evaluated the germination and quantification of dry matter produced under the effect of different amounts of coverage with millet straw. It was also developed trials to see longevity of the resistant and susceptible biotypes, conducted at different soil depths. With the model of dose-response curve, it was possible to quantify the resistance factor (GR50) from the R statistical program by obtaining the value of 16.66, compared to the susceptible biotype resistant. The increased amount of millet straw on seed caused reduction in dry weight of seedlings of *Digitaria insularis*, for both biotypes, being more evident in treatments of 4.0 and 8.0 ton ha⁻¹. The resistant biotype showed significantly higher number of seedlings than susceptible population, regardless of the amount of straw. It is not possible to conclude that the seeds of resistant biotypes have greater longevity than the seeds of the susceptible biotype, and the presence of light is indifferent to its germination.

Keywords: Germination; Soybean; Viability; Crop residue millet; Soil depth

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Foto dos saquinhos que foram desenterrados e gerbox para teste de germinação. Piracicaba, SP, 2012	32
Figura 2 - Local de instalação do experimento de longevidade de sementes dos biótipos suscetíveis e resistentes, nas profundidades 5, 10 e 20 cm por repetição após o enterro de 16 repetições. Piracicaba, SP, 2012	33
Figura 3 - Curva de dose-resposta para a avaliação visual da porcentagem de controle (C) dos biótipos suscetível e resistente, 14 dias após a aplicação (DAA) de glyphosate. Piracicaba, SP, 2012.....	36
Figura 4 - Curva de dose-resposta para a avaliação de massa seca em gramas (GR) por planta dos biótipos suscetível e resistente, 14 dias após a aplicação de glyphosate. Piracicaba, SP, 2012.....	37
Figura 5 - Média (desvio padrão), limite do intervalo de confiança e teste de Tukey-Kramer para comparação das médias de Massa Seca (g) nos diferentes níveis de cobertura de palha de milho. Médias com letras iguais não diferem entre si no nível de significância de 5%.....	39
Figura 6 - Média (desvio padrão), limite do intervalo e confiança e teste de Tukey-Kramer para comparação das médias de Número de Plântulas nos diferentes níveis de biótipo. Médias com letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5%	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média do número de sementes normais (SN), anormais (SA) e mortas (SM), total de sementes normais e a porcentagem (%) deste total encontradas ao longo das avaliações no teste de germinação para o biótipo resistente. Piracicaba, SP, 2012.....	26
Tabela 2 - Média do número de sementes normais (SN), anormais (SA) e mortas (SM), total de sementes normais e a porcentagem (%) deste total encontrados ao longo das avaliações no teste de germinação para o biótipo resistente. Piracicaba, SP, 2012.....	26
Tabela 3 - Propriedades físico-químicas do substrato utilizado no experimento. Piracicaba, SP, 2012.....	27
Tabela 4 - Tratamentos (glyphosate em g. ha ⁻¹) para os biótipos resistentes e suscetíveis. Piracicaba, SP, 2012	28
Tabela 5 - Propriedades químicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba, SP, 2012	29
Tabela 6 - Propriedades físicas do solo utilizado no experimento (g kg ⁻¹). Piracicaba, SP, 2012.....	30
Tabela 7 - Tratamentos por repetição com volume de palha (ton ha ⁻¹) de milho utilizado na cobertura do solo disposto nas bandejas com sementes de biótipos resistentes e suscetíveis. Piracicaba, SP, 2012	30
Tabela 8 - Propriedades químicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba, SP, 2012	31
Tabela 9 - Propriedades físicas do solo utilizado no experimento (g kg ⁻¹). Piracicaba, SP, 2012.....	32
Tabela 10 - Parâmetros estimados para as curvas de dose-resposta dos biótipos resistente e suscetível no estágio de 3 a 4 perfilhos (SE=desvio padrão). Piracicaba, SP, 2012.....	35
Tabela 11 - Doses de glyphosate (g e.a. ha ⁻¹) necessárias para promover o controle (C) ou reduzir a massa seca (GR) 50, 80 e 95% da espécie <i>Digitaria insularis</i> dos biótipos resistente e suscetível. Piracicaba, SP, 2012	36
Tabela 12 - Médias de peso de matéria seca (desvio padrão) de plântulas de <i>Digitaria insularis</i> nos diferentes níveis de volume de palha. Piracicaba, 2012.....	38

Tabela 13 - Estatísticas básicas e teste de Tukey da variável Número de Plântulas nos diferentes níveis do fator Biótipo. Piracicaba, 2012	39
Tabela 14 - Médias do número de plântulas emergidas nos diferentes volumes de palha nas avaliações realizadas nos biótipos suscetíveis e resistentes ao glyphosate. Piracicaba, SP, 2012	41
Tabela 15 - Porcentagem de sementes normais encontradas em teste de germinação, após 90, 180 e 270 dias de enterrio em diferentes profundidades, dos biótipos suscetíveis e resistentes de <i>Digitaria insularis</i> ao glyphosate. Piracicaba, SP, 2012.....	42

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Digitaria* compreende cerca de 300 espécies de plantas distribuídas em diversas regiões do mundo, incluindo as regiões tropicais e subtropicais (CANTO-DOROW, 2001). O Brasil é o país do continente americano com maior diversidade de espécies desse gênero, tendo sido constatada a presença de 26 espécies nativas e de 12 exóticas. Destas, 13 foram identificadas somente no Estado de São Paulo (MONDO et al., 2010). As espécies são conhecidas popularmente como capim-colchão e capim-amargoso, possuem desenvolvimento rápido e agressivo em áreas cultivadas e são relatadas como problema em mais de 60 países, infestando mais de 30 culturas de importância econômica (MONDO et al., 2010); no Brasil, podem ocorrer frequentemente em várias culturas “de primavera” ou “de verão” (KISSMANN, 1997).

A soja, cultura de grande importância no Brasil sofre perdas significativas pela competição com plantas daninhas do gênero *Digitaria*, sendo que o controle químico é o principal método de manejo dessas plantas. A partir da introdução comercial da soja transgênica geneticamente modificada e resistente ao glyphosate, o uso desse herbicida aumentou, e atualmente são realizadas de duas a três aplicações por ciclo de soja (VARGAS et al., 2007), sendo essas aplicações com a finalidade de dessecação de soja não transgênica, controle de plantas daninhas perenes em pré plantio e em aplicações dirigidas.

O glyphosate é um herbicida derivado de aminoácidos, possuindo como mecanismo de ação a inibição da enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPS), enzima responsável por uma das etapas de síntese dos aminoácidos aromáticos como triptofano, fenilalanina e tirosina (CHRISTOFFOLETI et al., 2004). É o herbicida com maior volume de vendas no mundo (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003), a sua utilização quase triplicou entre os anos de 1997 e 2001, com a adoção de culturas a ele resistentes (KIELY et al., 2006).

De acordo com Silva et al. (2007), o manejo químico, por meio de herbicidas, é uma tecnologia bastante recente, com pouco mais de meio século de uso. Apesar disto, alguns modos de ação já não controlam eficientemente algumas plantas daninhas, que se tornaram resistentes no decorrer dos anos aos produtos usados anteriormente para seu controle. O uso continuado do herbicida, ano a ano, resulta em intensidade de seleção (ZELAYA et al., 2004).

A resistência das plantas daninhas aos herbicidas é a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma determinada população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de certo herbicida que seriam letais a indivíduos suscetíveis da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Portanto, o herbicida passa a atuar como agente selecionador de indivíduos resistentes que se encontram em baixa frequência inicial (CHRISTOFFOLETI et al., 1994).

Dessa forma, a resistência de plantas daninhas aos herbicidas assume grande importância, principalmente em razão do limitado, ou inexistente, número de herbicidas alternativos para serem usados no controle dos biótipos resistentes. O número de ingredientes ativos disponíveis para controle de algumas espécies daninhas é bastante restrito, e o desenvolvimento de novas moléculas é difícil e oneroso. Portanto, diagnosticar e monitorar a resistência de capim-amargoso em uma população de plantas daninhas de forma rápida, eficaz e precisa ajuda a prevenir a disseminação de sementes resistentes na área, evitando problemas futuros.

Após o diagnóstico de resistência, o monitoramento do biótipo resistente ganha importância, e uma forma de monitorar é conhecer as diferenças entre os biótipos resistentes e suscetíveis. A adaptabilidade ecológica comparativa do biótipo resistente (R) em relação ao suscetível (S) é um fator que pode influenciar de forma significativa a taxa de evolução da resistência, em sua frequência inicial, ou mesmo na manutenção da proporção de plantas resistentes dentro da população, quando na ausência da pressão de seleção do herbicida (WARWICK; BLACK, 1994; JASIENIUK et al., 1996).

Segundo Christoffoleti e López Ovejero (2004), a adaptabilidade ecológica do biótipo resistente e suscetível indica que ocupam nichos ecológicos semelhantes e dessa forma, uma vez estabelecida a população resistente, naturalmente ela não retorna para a frequência original de suscetibilidade.

Os programas de manejo integrado de plantas daninhas têm como uma das maiores limitações a carência de conhecimentos sobre biologia e ecologia (FERNANDEZ, 1982).

As infestantes apresentam padrões de germinação, emergência, crescimento e competição complexos e muitas vezes diferentes entre as espécies (GHERSA et al., 1994), porém, apesar da importância relatada, faltam dados sobre a biologia do

capim-amargoso, o que dificulta o manejo correto desta planta daninha, como o tempo certo para aplicação de herbicidas, que deve ser adequado a estas características para que resulte em um bom controle desta população em áreas cultivadas.

Portanto, desenvolveu-se a presente pesquisa com o objetivo de ampliar os conhecimentos sobre a biologia da *Digitaria insularis* suscetível e resistente ao glyphosate, através de experimentos em campo e casa de vegetação. Sendo assim, é possível conhecer as principais diferenças entre os biótipos resistente e suscetível e as suas principais estratégias de sobrevivência. Portanto, os três objetivos específicos da pesquisa foram: i) confirmar a resistência ao glyphosate do biótipo de *Digitaria insularis*, através de curva dose-resposta em condições de casa de vegetação; ii) conhecer o efeito supressor de diferentes quantidades palha de milho sobre a emergência de biótipos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistentes ao glyphosate; iii) estimar a longevidade de sementes de biótipos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistentes ao glyphosate sob diferentes profundidades através de um experimento realizado em campo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância da cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) que hoje é cultivada mundo afora, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milheto, era considerada um grão sagrado, com direito a cerimoniais ritualísticos na época da semeadura e da colheita (EMBRAPA, 2013).

Apesar de conhecida e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos (é reconhecida como uma das mais antigas plantas cultivadas do Planeta), o Ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século vinte, quando os Estados Unidos da América do Norte (EUA) iniciaram sua exploração comercial (primeiro como forrageira e, posteriormente, como grão). Quanto à importância, a cultura representa a maior fonte de proteína de origem vegetal utilizada para a alimentação humana e nutrição animal (SEGATELLI, 2008).

Atualmente, sua área plantada no Brasil é estimada em 27,71 milhões de hectares, e 81.281,4 mil toneladas na safra 2012/2013, representando um crescimento de 10,7% em relação à safra passada. Esse aumento está relacionado ao elevado nível das cotações da oleaginosa no mercado interno e externo e ao bom desempenho com relação à comercialização realizada de forma antecipada, que nessa temporada atingiu níveis recordes (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2013).

2.2 As plantas daninhas na cultura da soja

As plantas daninhas possuem a capacidade de interferir no desenvolvimento e na produtividade das culturas agrícolas, portanto, a infestação destas plantas é um dos mais importantes fatores bióticos dentro de um agroecossistema comercial (KISSMAN, 2004).

Os efeitos negativos causados pelas plantas daninhas se manifestam sobre a quantidade e a qualidade da produção agrícola, consequência da competição pelos recursos de crescimento oferecidos pelo ambiente, da alelopatia, ou por serem agentes que hospedam pragas e doenças, permitindo a multiplicação destas (CARVALHO, 2008; ZIMDAHL, 1999).

Em geral, as plantas daninhas interferem na produtividade das culturas por competir por água, luz e nutrientes e, particularmente na cultura da soja, a presença dessas plantas pode causar perdas significativas de produtividade (SPADOTTO et al., 1994; FLECK et al., 2002). Outro conceito considera que as plantas daninhas são aquelas com características específicas que facilitam sua sobrevivência e dispersão. Essas plantas possuem características de rusticidade que lhes conferem grande capacidade competitiva. E enquanto as culturas são melhoradas geneticamente, essas espécies obtiveram naturalmente a capacidade de crescer em ambientes e condições adversas naturais.

Inúmeros foram os casos de introdução de plantas com finalidade de alimentação animal que se tornaram plantas daninhas de alta competitividade. No mundo pode-se citar *Cynodon dactylon* e *Digitaria* spp como espécies disseminadas com esta finalidade. No Brasil, as espécies *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* são apenas alguns exemplos de forrageiras introduzidas a partir de meados de 1950 e que hoje são grandes problemas para a agricultura brasileira. Em geral, tratam-se de plantas originárias da África, com crescimento rápido, que produzem muitas sementes e infestam lavouras com alta densidade e competitividade (KISSMANN; GROTH, 1999).

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma espécie perene, herbácea, entouceirada, ereta, rizomatosa, de colmos estriados, com 50 a 100 cm de altura (LORENZI, 2006; KISSMANN; GROTH, 1997).

Num balanço geral de interferência das plantas daninhas na cultura da soja, as perdas de produtividade são variáveis, dependendo das condições de crescimento da cultura, de sua variedade, da composição específica e densidade da comunidade infestante e outros. Sendo que, a intensidade de interferência entre uma cultura agrícola e comunidade infestante depende de (i) fatores ligados à

própria cultura, como a variedade, espaçamento e densidade de plantio, (ii) fatores ligados à comunidade infestante, como composição específica, densidade e distribuição dos indivíduos na lavoura e (iii) da época e extensão do período a cultura e a comunidade infestante estiveram em convivência. Além disso, a interação lavoura x comunidade infestante pode ser influenciada por condições edafo-climáticas locais e pelas práticas culturais empregadas no preparo e manejo do solo e da cultura em si (PITELLI, 1985).

Lorenzi (2000) estima que, no Brasil, as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência das plantas daninhas estejam em torno de 20 a 30%, podendo ser superior a 80% na produção de grãos de soja em uma lavoura, dependendo da densidade e das espécies envolvidas (CHEMALE; FLECK, 1982; FLECK; CANDEMIL, 1995).

No sistema de plantio direto de cereais, essa espécie vem se transformando em uma das mais importantes infestantes, formando touceiras e florescendo praticamente durante todo o verão (LORENZI, 2000). Propaga-se facilmente por sementes e por rizomas (KISSMANN; GROTH, 1997; LORENZI, 2000).

Segundo Fernandez (1982), citado por Carvalho (2004), uma das maiores limitações que existem para a implantação de programas de manejo integrado de plantas daninhas é a carência de conhecimentos básicos sobre a biologia e ecologia destas plantas.

Qualquer mudança no sistema produtivo promove, em maior ou menor grau, alterações nas condições microclimáticas, assim, a dinâmica do banco de sementes e o desenvolvimento das plantas daninhas podem ser alterados com o sistema de cultivo.

2.3 Plantio direto de soja

No Brasil, a adoção de sistemas de produção onde as culturas são implantadas sobre algum tipo de palhada ou cobertura vegetal morta, tem aumentando em diversas regiões em função de inúmeros benefícios atribuídos a este tipo de cobertura (VELIN; NEGRISOLI, 2000; TOFOLI, 2009). Entre exemplos típicos pode-se mencionar o cultivo mínimo em áreas de reflorestamento com manutenção da serrapilheira sobre o solo, o sistema de produção de cana-crua e, com maior adoção, o plantio direto de culturas anuais (VELINI; NEGRISOLI, 2000).

As coberturas podem provocar efeito indutor ou redutor na germinação das sementes e emergência de plântulas, dependendo da espécie constituinte da palha e da densidade de cobertura (CORREIA; REZENDE, 2002). Portanto, a deposição dos resíduos vegetais sobre o solo interfere diretamente sobre a comunidade infestante e esta interferência é atribuída fundamentalmente aos efeitos físicos que altera o banco de semente e conseqüentemente, a dinâmica das plantas invasoras pode ser completamente diferente quando comparado ao sistema convencional (GAZZIEIRO, 1990).

Esses efeitos referem-se às alterações nas amplitudes térmicas e hídricas do solo (EGLEY; DUKE, 1985) e à filtragem da luz que atinge a palhada (TAYLORSON; BORTHWICH, 1969),

Voll et al. (1995, 1996, 1997a, 1997b, 1997c) verificaram que a maior taxa na redução do banco de sementes da *Commelina benghalensis* (trapoeraba), da *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) e da *Brachiaria plantaginea* (capim marmelada) ocorreu no sistema de semeadura direta, comparativamente a outros sistemas de preparo. Porém, em *Acanthospermum hispidum* carrapicho-de-carneiro), não foi observada diferença entre os manejos. Oryokoto et al. (1997) concluíram que a densidade de *Amaranthus* spp foi maior em semeadura direta comparativamente aos outros sistemas de preparo. Entretanto, Voll et al. (1996, 1997a, 1997c) verificaram que a emergência de *Acanthospermum hispidum* (carrapichode carneiro) e *Digitaria horizontalis* (capim colchão) foi menor em semeadura direta.

O preparo de solo também pode alterar as condições microclimáticas, assim, a dinâmica do banco de sementes e o desenvolvimento das plantas daninhas. O efeito das práticas empregadas no preparo do solo sobre o banco de sementes e germinação dos mesmos é função da distribuição vertical ao longo do perfil antes e após as operações de preparo (NICOLAI, 2009). Esta distribuição tem como alguns dos fatores a textura e umidade do solo (CARMONA, 1992).

Segundo Carvalho e Lopez-ovejero (2008), a germinação das sementes é regulada pela interação das condições ambientais e seu estado de aptidão fisiológica, em que cada espécie de planta exige um conjunto de requerimentos ambientais necessários para a germinação de suas sementes, tais como: disponibilidade de água, luz, temperatura e profundidade de enterrio das sementes. Caso as condições não sejam as ideais as sementes podem permanecer viáveis nos

solos por longos períodos (CARMONA, 1992; KOGAN, 1992; STECKEL et al., 2004).

O conhecimento dos aspectos relacionados a profundidade máxima que possibilita a emergência das plantas daninhas é fundamental para a correta adoção das práticas de manejo, como por exemplo, a aplicação de meios mecânicos, associados ou não a métodos químicos (BRIGHENTI et al., 2003).

O fato das plântulas de plantas daninhas não emergirem é causada não só pela excessiva profundidade em que as sementes se encontram, mas também pelo ataque por microrganismos de solo sobre sementes recém germinadas, chamado de germinação fatal (DAVIS et al., 2007). Os mesmos autores observaram que a germinação fatal a 2,0 cm de profundidade inexistiu para *Setaria faberi*, e foi rara para *Abutilon theophrasti*. Em profundidades maiores, a germinação fatal de *Setaria faberi* foi próxima de zero, e aumentou em 40% para *Abutilon theophrasti*, a 10 cm do solo.

2.4 Soja transgênica e plantas daninhas resistentes ao glyphosate

Desde a liberação do cultivo de soja transgênica no Brasil, alguns questionamentos foram levantados, como a seletividade de herbicidas utilizados em soja convencional e de misturas contendo esses produtos e o glyphosate a cultivares transgênicas, além do controle de plantas daninhas tolerantes ao glyphosate nessa nova tecnologia (CORRÊIA et al., 2008).

O aumento do aparecimento de novos casos de resistência a herbicidas é uma das principais discussões atuais acerca do manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas brasileiras ou mundiais (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2006).

O glyphosate é um dos herbicidas de maior importância mundial, utilizado no controle de plantas daninhas anuais ou perenes em diversos sistemas de produção (BLACKSHAW; HARKER, 2002), e atualmente vem sendo muito utilizado em culturas de soja geneticamente modificadas resistentes ao glyphosate. No entanto esse frequente uso do glyphosate causa pressão de seleção das populações de plantas daninhas, podendo ocasionar a seleção de biótipos resistentes ao mesmo (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

A resistência é a capacidade adquirida de uma planta ou biótipo sobreviver a determinados tratamentos herbicidas que, sob condições normais, controlam os demais integrantes da população (VARGAS et al., 2007).

O primeiro relato sobre um biótipo de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) resistente ao glyphosate, ocorreu no Paraguai, em 2006 (HEAP, 2013). *Digitaria insularis* possui grande potencial como invasora, pois suas sementes, revestidas por muitos pelos, são carregadas pelo vento a grandes distâncias, tendo bom poder germinativo (KISSMANN; GROTH, 1997).

É importante destacar que o crescimento inicial das plantas de *D. insularis*, principalmente em condições de sombreamento ou de baixas temperaturas, pode ser suprimido pelo crescimento mais rápido de outras espécies da comunidade infestante (MACHADO et al., 2006). Esse processo é causado pelo seu crescimento inicial lento até os 45 dias. No entanto, se a dose do herbicida não for suficiente para controlá-la, pode se tornar uma espécie dominante, como ocorre em muitos casos em áreas de café, citros e plantio direto, onde a aplicação de glyphosate é eficaz para outras espécies e insatisfatória no controle de *D. insularis* (MACHADO et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta das sementes de capim-amargoso resistentes e suscetíveis

As sementes das populações possivelmente resistentes ao glyphosate utilizadas nos experimentos foram coletadas na Fazenda Cambuhy, produtora de citros, localizada em Matão, Estado de São Paulo, coordenadas geográficas 21°37'57"S 48°28'46"W.

As sementes do biótipo suscetível foram coletadas no município de Piracicaba, Latitude: 22° 42' 30" sul - Longitude de 47° 38' 00" oeste - Altitude de 546 metros, em uma área que não apresentava histórico de aplicação de glyphosate. As sementes, depois de colhidas, foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e armazenadas em câmara fria, até o preparo para instalação dos experimentos.

Durante o preparo para a instalação dos experimentos, as sementes suscetíveis e resistentes foram submetidas a um teste de germinação com o objetivo de se conhecer a porcentagem de sementes viáveis de cada lote a ser comparada posteriormente após o período de experimentação no caso do experimento de longevidade e para se conhecer a quantidade de sementes a ser semeada nos outros dois experimentos, sendo que se buscou que 20 plântulas emergissem no caso do experimento de germinação sob palha e 4 plântulas no experimento para curva de dose-resposta.

3.2 Teste de germinação das sementes

Para o teste de germinação foram usadas caixas plásticas (gerbox) com folhas de papel embebidas em água destilada. O volume de água foi correspondente a 2,5 vezes o peso das 2 folhas de papel. Cada caixa recebeu 50 sementes e foi equivalente a uma repetição. No total foram utilizadas 4 repetições por biótipo.

As temperaturas utilizadas para germinação das sementes (20-35 °C), assim como a forma de análise da germinação (na ausência de luz), foram encontradas por Mondo et al. (2010). Segue abaixo, nas Tabelas 1 e 2, os resultados encontrados lembrando que o número de avaliações oscilou de acordo com a velocidade de germinação.

Tabela 1 - Média do número de sementes normais (SN), anormais (SA) e mortas (SM), total de sementes normais e a porcentagem (%) deste total encontradas ao longo das avaliações no teste de germinação para o biótipo resistente. Piracicaba, SP, 2012

Média do número de sementes					
Avaliações	SN	SA	SM	Total SN	%R
1	9,75	-	-	106	54,92
2	14,00	-	-		
3	2,75	10,00	10,50		
4	-	1,25	-		

Tabela 2 - Média do número de sementes normais (SN), anormais (SA) e mortas (SM), total de sementes normais e a porcentagem (%) deste total encontrados ao longo das avaliações no teste de germinação para o biótipo resistente. Piracicaba, SP, 2012

Média do número de sementes					
Avaliações	SN	AS	SM	Total SN	%S
1	29,25	1,00	-	146	73,36
2	7,25	9,25	3,00		

3.2 Curvas de dose-resposta de glyphosate em casa de vegetação

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo, durante os meses de janeiro à fevereiro de 2012. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições, 2 biótipos e 6 tratamentos, somando assim 48 parcelas. A unidade experimental foi representada por um vaso plástico de capacidade para 3,0 L, preenchido com substrato comercial PlantMax para hortaliças onde realizou-se a semeadura dos biótipos resistentes e suscetíveis de capim-amargoso. Depois de 20 dias da semeadura o desbaste foi feito, deixando-se apenas quatro plantas por vaso.

A análise das propriedades físico-químicas do substrato utilizado no experimento foi realizada no Laboratório de Solos do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, e pode ser visualizada na tabela 3.

Tabela 3 - Propriedades físico-químicas do substrato utilizado no experimento. Piracicaba, SP, 2012

Determinações	Umidade Natural	Base Seca	
		60-65°C	110°C
pH em CaCl ₂ 0,01M	7,60		
Densidade (g.cm ⁻³)	0,53		
Umidade perdida a 60-65°C	36,36		
Umidade perdida entre 65 e 110°C	2,33		
Umidade total (%)	38,69		
Inertes	0,00	0,00	0,00
Matéria Orgânica Total (%)	27,89	43,82	45,49
Matéria Orgânica Compostável (%)	25,42	39,94	41,46
Matéria Org. resistente à compostagem (%)	2,47	3,88	4,03
Carbono Total (%)	15,49	24,34	25,27
Carbono Orgânico (%)	14,12	22,19	23,03
Resíduo Mineral Total (%)	33,42	52,51	54,51
Resíduo Mineral Insolúvel (%)	27,19	42,72	44,35
Resíduo Mineral Solúvel (%)	6,23	9,79	10,16
Nitrogênio Total (%)	0,35	0,55	0,57
Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	0,14	0,22	0,23
Potássio (K ₂ O) total (%)	0,14	0,22	0,23
Cálcio (Ca) total (%)	0,81	1,27	1,32
Magnésio (Mg) total (%)	0,10	0,16	0,16
Enxofre (S) total (%)	0,05	0,08	0,08
Relação C/N (C total e N total)	44/1	44/1	44/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	40/1	40/1	40/1

As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas quando as plantas possuíam de 3 a 4 perfilhos. Para aplicação dos tratamentos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal manual, trabalhando à pressão constante de 2,0 bar, pressurizado por CO₂, utilizando duas pontas descritas como bicos do tipo leque XR 110.02, espaçados a 0,5 m, aplicando um volume de calda correspondente a 300 L ha⁻¹.

Para cada população, os tratamentos herbicidas foram constituídos de cinco doses de glyphosate original, com base na dose comercial recomendada contendo 360 g L⁻¹ (2,5 L ha⁻¹ ou 900 g i.a. ha⁻¹): ½ D, 1D, 2D, 4D e 8D, e ainda da

testemunha sem aplicação do herbicida. Os tratamentos com as doses (g e.a. ha⁻¹) encontram-se na tabela 4.

Tabela 4 - Tratamentos (glyphosate em g. ha⁻¹) para os biótipos resistentes e suscetíveis. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos (g e.a. ha ⁻¹)					
1 (0)	2 (1/2 D)	3 (1 D)	4 (2D)	5 (4D)	6 (8D)
0	450	900	1800	3600	7200

Após a aplicação dos tratamentos foi realizada avaliação de controle visual aos 14 dias após o tratamento por meio de escala percentual de notas, em que zero corresponde a nenhuma injúria na planta e 100, à morte das plantas, seguindo a metodologia proposta pela Associação Latinoamericana de Malezas - ALAM (1974). Em seguida coletaram-se as plantas, que foram colocadas em estufa de circulação forçada por 72 horas a temperatura constante de 60°C, e após secagem total das plantas avaliou-se a fitomassa seca.

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância. Para a curva de dose-resposta, os dados foram ajustados ao modelo de regressão não-linear do tipo log-logístico proposto por Knezevic et al. (2007), representado na seguinte equação (eq. 1):

$$y = \left[\frac{d}{1 + \exp[b(\log x - \log e)]} \right] \quad (1)$$

Em que y é a porcentagem de controle, x é a dose do herbicida (g i.a. ha⁻¹); e “b”, “d” e “e” são parâmetros da curva, de modo que “b” é a declividade da curva, “d” é o limite superior da curva, e “e” é a dose que proporciona 50% de resposta da variável. O limite inferior da curva é zero.

As doses de herbicidas utilizadas para chegar aos níveis de controle 50, 80 e 95% para a espécie *Digitaria insularis* para os biótipos resistente e suscetível foram calculadas através do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

3.2 Emergência de biótipos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistentes ao glyphosate sob diferentes quantidades de palha

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), localizada em Piracicaba-SP, entre os meses de março e abril de 2012.

Através dos valores obtidos nos testes de germinação decidiu-se semear em cada bandeja 35 sementes do biótipo suscetível e 38 sementes do biótipo resistente para que cerca de 20 plântulas emergissem por bandeja. Foram utilizados biótipos de capim-amargoso comprovadamente resistentes ao glyphosate coletados na cidade de Matão, SP.

A semeadura foi realizada no dia 30/03/2012 em bandejas com capacidade para 4 litros, preenchidas com 3 Kg de solo argiloso e arenoso na proporção 2:1. O solo foi coletado em área experimental pertencente à ESALQ/USP, posteriormente peneirado para a retirada de torrões e para cada bandeja foram aplicados 3,045 gramas de adubo N-P-K na concentração 4-14-8 conforme a recomendação para um plantio de soja.

As análises das propriedades químicas e físicas do solo utilizado nos experimentos foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, e podem ser visualizadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Propriedades químicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba, SP, 2012

Profundidade	Ph CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %
0-20	6,0	5	5	1,2	14	4	19,2	39,4	49
	B	Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn				
0-20	0,15	0,5	2	1,5	<0,3				

Tabela 6 - Propriedades físicas do solo utilizado no experimento (g kg^{-1}). Piracicaba, SP, 2012

Profundidade	Areia AT	Silte	Argila	Classe textural	Origem
0 -20	280	115	605	M-Argiloso	Piracicaba

Para obtenção da palha a ser colocada sobre o solo nas bandejas, o milho foi semeado durante o mês de janeiro, e após o início do florescimento as plantas foram dessecadas e colocadas em estufa de circulação forçada a 70°C até atingirem massa constante. As bandejas foram irrigadas duas vezes ao dia para que não ocorresse deficiência hídrica.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, constando os tratamentos de seis quantidades de massa seca de milho (0; 0,5; 1; 2; 4 e 8 ton ha^{-1}), dispostas na superfície das bandejas, os tratamentos podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7 - Tratamentos por repetição com volume de palha (ton ha^{-1}) de milho utilizado na cobertura do solo disposto nas bandejas com sementes de biótipos resistentes e suscetíveis. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos						
Biótipos	1	2	3	4	5	6
Suscetível	0S	0,5S	1,0S	2,0S	4,0S	8,0S
Resistente	0R	0,5R	1,0R	2,0R	4,0R	8,0R

Avaliaram-se os efeitos sobre a emergência a cada 5 dias, totalizando 6 avaliações, a última avaliação de contagem das plântulas ocorreu aos 30 dias após a semeadura, quando o número de plântulas emergidas nas bandejas testemunhas estava próximo de 20 e não se observava mais aumento de plântulas emergidas. Após a última contagem foi realizada a coleta da parte aérea das plantas para mensuração de massa seca, após secagem em estufa até peso constante.

Os dados foram submetidos a análise de variância com modelo estimado através do procedimento Glimmix do sistema SAS (SAS INSTITUTE, 2012). A adequação do modelo de análise de variância estimado foi avaliada através do uso de diagramas, pelo teste de Shapiro-Wilk e dos coeficientes de assimetria e curtose

aplicados para avaliar a aderência dos resíduos decorrentes do modelo à distribuição gaussiana (ou normal). Efeitos tidos como significativos na análise de variância tiveram as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer ao nível de significância de 5%.

3.3 Longevidade de sementes de biótipos de capim-amargoso (*digitaria insularis*) resistentes ao glyphosate sob diferentes profundidades

O experimento foi realizado em condições de campo no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), localizada em Piracicaba-SP, entre os meses de janeiro e outubro de 2012.

Foram utilizadas as sementes dos mesmos lotes usados no experimento de germinação sob palha com suas porcentagens de germinação conhecidas previamente.

Sementes dos biótipos resistentes e suscetíveis foram colocadas em sacos de tecido permeável do tipo voal com malha de diâmetro inferior ao tamanho da semente, e enterradas em profundidade de 5; 10 e 20 cm em canteiro, com quatro repetições por profundidade.

As análises das propriedades químicas e físicas do solo no local de enterrio foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, e podem ser visualizadas nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 - Propriedades químicas do solo utilizado no experimento. Piracicaba, SP, 2012

Profundidade	Ph CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %
0-20	6,0	11,0	94,0	7,1	53,0	16,0	75,7	93,9	81,0
Profundidade	B mg dm ⁻³	Cu mg dm ⁻³	Fe mg dm ⁻³	Mn mg dm ⁻³	Zn mg dm ⁻³				
0-20	0,25	8,1	11,0	38,3	6,2				

Tabela 9 - Propriedades físicas do solo utilizado no experimento (g kg^{-1}). Piracicaba, SP, 2012

Profundidade	Areia AT	Silte	Argila	Classe textural	Origem
0 -20	294	100	605	M-Argiloso	Piracicaba

O experimento foi instalado após a remoção de terra de uma área de 2 metros por 1,5 metros até a profundidade de 25 centímetros. A área foi dividida em 4 linhas imaginárias que seguiam o comprimento do sulco e o caimento do terreno. Cada linha recebeu 4 repetições escolhidas aleatoriamente através de sorteio e cada ponto de repetição continha 3 saquinhos nas profundidades 5, 10 e 20 cm. Os pontos com biótipos resistentes e suscetíveis foram postos lado a lado e compuseram o mesmo número de repetição, totalizando 16 repetições, como pode ser visto nas Figuras 1 e 2.

Cada linha representou um período de avaliação, sendo que o primeiro ocorreu 90 dias após a instalação e assim por diante, até que após o resultado da terceira avaliação (270 dias após a instalação), a última avaliação foi tida como desnecessária já que as sementes encontravam-se em estado de apodrecimento.

Figura 1 – Foto dos saquinhos que foram desenterrados e gerbox para teste de germinação. Piracicaba, SP, 2012

Figura 2 - Local de instalação do experimento de longevidade de sementes dos biótipos suscetíveis e resistentes, nas profundidades 5, 10 e 20 cm por repetição após o enterro de 16 repetições. Piracicaba, SP, 2012

A cada período de avaliação, testes de germinação foram feitos nas sementes exumadas nas três profundidades (suscetíveis e resistentes) e em paralelo em sementes guardadas em câmara fria originárias do mesmo lote, sendo os resultados, posteriormente comparados entre si.

Assim como no teste prévio de germinação, as temperaturas utilizadas para germinação das sementes (20-35 °C), e também a forma de análise da germinação (na ausência de luz), foram encontradas por Mondo et al, 2010.

Os dados foram submetidos a análise de variância com modelo estimado através do procedimento Glimmix do sistema SAS (SAS INSTITUTE, 2012). A adequação do modelo de análise de variância estimado foi avaliada através do uso de diagramas, pelo teste de Shapiro-Wilk e dos coeficientes de assimetria e curtose aplicados para avaliar a aderência dos resíduos decorrentes do modelo à

distribuição gaussiana (ou normal). Efeitos tidos como significativos na análise de variância tiveram as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer ao nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Curvas de dose-resposta de glyphosate em casa de vegetação

Os dados obtidos no experimento após a aplicação das doses de glyphosate sobre as populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) nos estádios de 3 a 4 perfilhos indicaram diferenças significativas entre os biótipos, confirmando a resistência na população coletada no município de Matão. Resultados semelhantes também foram observados por outros autores (NICOLAI et al., 2010; CARVALHO, 2011; MELO, 2011). Os parâmetros “b”, “d” e “e” que deram origem às curvas de dose-resposta foram estimados para os dois biótipos estudados, aplicando-se a análise de regressão não linear e utilizando a equação proposta por Knezevic et al. (2007), encontram-se na tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros estimados para as curvas de dose-resposta dos biótipos resistente e suscetível no estádio de 3 a 4 perfilhos (SE=desvio padrão). Piracicaba, SP, 2012

Estimativas de parâmetros baseados na regressão não Linear				
		b ± SE	d ± SE	e ± SE
Controle (C)	Resistente	-1,965±0,272	91,661±5,538	1732,262±181,700
	Suscetível	-1,259±1,302	100,892±3,784	85,491±139,277
		b ± SE	d ± SE	e ± SE
Massa	Resistente	1,855±0,369	103,072±5,544	1811,183±218,628
Seca (GR)	Suscetível	1,500±1,752	99,999±6,497	108,702±202,238

“b” representa a declividade da curva, “d” é o limite superior da curva e “e” é a dose que proporciona 50% de resposta da variável.

O fator R/S corresponde à divisão do C50, C80 e C95 do biótipo de suscetibilidade desconhecida pelos mesmos valores correspondentes ao biótipo suscetível (CHRISTOFFOLETI; LOPEZ-OVEJERO, 2008). A resistência é confirmada quando o fator R/S é maior que 1,0 (SAARI et al., 1994). Os valores encontrados para fator de resistência (FR) para três níveis de controle estudados (50, 80 e 95%) nos parâmetros controle (C) e massa seca (GR) estiveram bem acima de 2,5 confirmando a resistência da população (tabela 11). Os fatores de resistência encontrados para o capim-amargoso, comparando-se o biótipo resistente

e suscetível ao glyphosate foram bem superiores aos mesmos resultados encontrados por Carvalho (2011) e Melo (2011).

Tabela 11 - Doses de glyphosate (g e.a. ha⁻¹) necessárias para promover o controle (C) ou reduzir a massa seca (GR) 50, 80 e 95% da espécie *Digitaria insularis* dos biótipos resistente e suscetível. Piracicaba, SP, 2012

Biótipo	Controle visual (C)			Massa Seca (GR)		
	50	80	95	50	80	95
Resistente (R)	1732,26	3507,56	7751,37	1811,20	3824,12	8857,99
Suscetível (S)	85,49	257,13	886,49	108,70	273,81	773,41
FR (R/S)²	20,26	13,64	8,74	16,66	13,96	11,45

A partir dos parâmetros em que foram calculadas as doses de glyphosate necessárias para proporcionar o controle de 50, 80 e 95% da espécie *Digitaria insularis*, foram geradas duas curvas de dose-resposta através da variável controle (%) obtida pelo herbicida glyphosate aos 14 dias após a aplicação, para os biótipos resistente e suscetível e estão representadas na Figura 4.1.

Figura 3 - Curva de dose-resposta para a avaliação visual da porcentagem de controle (C) dos biótipos suscetível e resistente, 14 dias após a aplicação (DAA) de glyphosate. Piracicaba, SP, 2012

Observando-se a figura 4.1, a população suscetível é controlada em mais de 85% pela dose normalmente recomendada para capim-amargoso (*Digitaria*

insularis), que oscila entre 540 e 1440 gramas de equivalente ácido de glifosato por hectare, de acordo com Rodrigues e Almeida (2011). No entanto, para os biótipos resistentes, observa-se um comportamento distinto, sendo que os mesmos não atingiram 80% de controle para a maior dose utilizada, 7200 gramas de equivalente ácido de glyphosate por hectare.

A partir dos parâmetros em que foram calculadas as doses de glyphosate necessárias para proporcionar o GR 50, 80 e 95% da espécie *Digitaria insularis*, foram geradas duas curvas de dose-resposta através da variável massa seca (GR) obtida pelo herbicida glyphosate aos 14 dias após a aplicação, para os biótipos resistente e suscetível e estão representadas na Figura 4.2.

Figura 4 - Curva de dose-resposta para a avaliação de massa seca em gramas (GR) por planta dos biótipos suscetível e resistente, 14 dias após a aplicação de glyphosate. Piracicaba, SP, 2012

As curvas de dose-resposta geradas a partir dos dados de massa seca para os biótipos resistentes e suscetíveis encontram-se na figura 4.2. A massa seca foi reduzida com o aumento da concentração do herbicida aplicado, no entanto observou-se resposta distinta entre os dois biótipos estudados. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho (2011) e Melo (2011). A dose recomendada de 900 gramas de equivalente ácido de glyphosate por hectare foi responsável pela redução de cerca de 90% da massa seca dos biótipos suscetíveis e apenas 20% dos biótipos resistentes.

A partir desses resultados percebem-se indícios da presença de biótipos resistentes de capim-amargoso ao herbicida glyphosate na região de Matão já que a

dose recomendada (900 g e.a. ha⁻¹) não controla esses biótipos. Além disso, observa-se expressivo aumento de dose para os demais níveis de controle avaliados quando comparados aos mesmos níveis para os biótipos suscetíveis.

4.2 Emergência de biótipos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistentes ao glyphosate sob diferentes quantidades de palha

O teste F sobre a análise de variância para a variável massa seca (g) de *Digitaria insularis* foi significativo apenas nas médias obtidas para o fator volume de palha. Na tabela 12 encontram-se as médias de peso de matéria seca (g) *Digitaria insularis* e seus respectivos valores de desvio padrão para o fator volume de palha (ton ha⁻¹).

Tabela 12 - Médias de peso de matéria seca (desvio padrão) de plântulas de *Digitaria insularis* nos diferentes níveis de volume de palha. Piracicaba, 2012

Volume de palha (ton ha ⁻¹)	Massa seca (g) ¹
0,0	0,120 (0,106) A
0,5	0,105 (0,092) A
1,0	0,049 (0,032) AB
2,0	0,162 (0,144) A
4,0	0,013 (0,012) BC
8,0	0,007 (0,010) C

¹Médias seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

O teste de Tukey-Kramer evidencia que as médias de peso de matéria seca (g) são significativamente maiores nos volumes de palha 0,0; 0,5 e 2,0 ton ha⁻¹ em relação às médias observadas nos volumes de palha 4,0 e 8,0 ton ha⁻¹. Portanto, conforme se aumenta o volume de palha de milheto, o peso da matéria seca das plântulas de *Digitaria insularis* tende a diminuir. Gazziero et al. (2012), ao testarem o efeito da palha de trigo sobre a emergência de sementes de *Digitaria insularis* concluíram que a partir de 4,0 ton ha⁻¹ ocorre redução significativa na emergência de capim-amargoso, sendo que os tratamentos com 6,0 e 8,0 ton ha⁻¹ ocasionaram redução ainda maior na emergência. Além disso, observa-se na figura 5 que a média

de peso de matéria seca no volume 8,0 ton ha⁻¹ é significativamente menor quando comparada às médias dos outros tratamentos.

Figura 5 - Média (desvio padrão), limite do intervalo de confiança e teste de Tukey-Kramer para comparação das médias de Massa Seca (g) nos diferentes níveis de cobertura de palha de milho. Médias com letras iguais não diferem entre si no nível de significância de 5%

O teste F sobre a análise de variância para a variável número de plântulas de *Digitaria insularis* foi significativo para as médias obtidas para o fator biótipo, assim como para a interação volume x época de avaliação. Na tabela 13 encontram-se as médias de número de plântulas e seus respectivos valores de desvio padrão para o fator Biótipo (R ou S), independente do volume de palha presente.

Tabela 13 - Estatísticas básicas e teste de Tukey da variável Número de Plântulas nos diferentes níveis do fator Biótipo. Piracicaba, 2012

Biótipo	
Resistente	Suscetível
15,076 (10,036) A	11,403 (7,725) B

Observando-se a tabela 13, temos que o biótipo suscetível possui média de emergência de 11,4 plântulas contra uma média de 15,08 plântulas do biótipo

resistente, portanto a média do número de plântulas do biótipo classificado como resistente é significativamente maior ao do biótipo susceptível, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Média (desvio padrão), limite do intervalo e confiança e teste de Tukey-Kramer para comparação das médias de Número de Plântulas nos diferentes níveis de biótipo. Médias com letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5%

As plântulas resistentes apresentaram maior capacidade de emergência quando comparadas às plântulas suscetíveis, independente da presença da palha de milho. Melo (2011) ao avaliar o crescimento dos biótipos resistente e suscetível de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate verificou que o biótipo resistente possui desenvolvimento mais rápido do que o biótipo suscetível. Machado et al. (2006) observaram que a espécie *Digitaria insularis* possui crescimento lento até os 45 dias após a emergência e após esse período verificou-se rápido acúmulo de massa seca nas raízes devido a formação dos rizomas. Portanto, se os biótipos resistentes não forem controlados pelo glyphosate podem se tornar dominantes em áreas conservacionistas, devido ao seu crescimento mais rápido e maior capacidade de emergência em relação aos biótipos suscetíveis. Sendo assim, o melhor período para realizar o controle dessa espécie é antes da formação dos rizomas, cerca de 35

dias após a emergência para os biótipos suscetíveis (MACHADO et al., 2006) e observar o mesmo período para os biótipos resistentes, que provavelmente é inferior a 35 dias, já que seu crescimento ocorre mais rapidamente.

Na Tabela 14 estão as médias do número de plântulas de *Digitaria insularis* e seus respectivos desvios-padrão na interação volume de palha x época de avaliação.

Tabela 14 - Médias do número de plântulas emergidas nos diferentes volumes de palha nas avaliações realizadas nos biótipos suscetíveis e resistentes ao glyphosate. Piracicaba, SP, 2012

Volume de palha (ton ha ⁻¹)	Avaliações (DAS)					
	5	10	15	20	25	30
0	21,63±3,07 Aa	23,50±4,99 Aa	23,25±4,83 Aa	23,75±4,50 Aa	22,88±4,61 Aa	18,25±5,55 Aa
0,5	16,63±6,23 Aa	21,50±4,69 Aa	16,63±5,32 Aa	17,75±7,21 Aa	18,38±6,84 Aa	15,88±5,17 Aa
1,0	14,13±4,76 Aa	17,63±4,47 Aa	19,00±7,01 Aa	20,50±6,46 Aa	20,88±6,92 Aa	15,63±5,45 Aa
2,0	16,50±3,93 Aa	16,25±5,42 Aa	18,63±3,89 Aa	16,63±6,35 Aa	17,00±4,28 Aa	15,00±6,37 Aa
4,0	3,75±3,62 Ba	2,63±1,51 Ba	3,00±1,77 Ba	2,88±1,96 Ba	4,00±3,12 Ba	4,50±2,98 Ba
8,0	0,38±1,06 Ba	1,25±1,04 Ba	1,13±1,13 Ba	1,63±0,74 Ba	1,75±1,04 Ba	2,00±0,76 Ba

- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, diferem nas colunas e minúscula nas linhas.

Observa-se na tabela que os volumes de palha 4,0 e 8,0 ton ha⁻¹, em todas as avaliações, tiveram média de número de plântulas significativamente inferiores a todos os tratamentos. Os dados indicam que os biótipos de *Digitaria insularis* possuem maior capacidade de emergência em locais onde não há cobertura de palha. A partir de 4,0 ton ha⁻¹ de palha a emergência tanto de biótipos suscetíveis como resistentes é afetada, não apresentando diferenças significativas entre os diferentes biótipos. O número de plântulas de *Digitaria insularis* que emergiram contabilizados nos diferentes períodos de avaliações foram estatisticamente iguais em todos os tratamentos, não apresentando diferença entre os períodos de avaliação.

4.3 Longevidade de sementes de biótipos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistentes ao glyphosate sob diferentes profundidades

Através da análise de variância identificou-se efeito significativo da interação tripla entre biótipo, profundidade e mês. Os resultados de porcentagem de sementes normais obtidos através de teste de germinação, após 90, 180 e 270 dias de enterrio em diferentes profundidades, dos biótipos suscetíveis e resistentes de *Digitaria insularis* ao glyphosate estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Porcentagem de sementes normais encontradas em teste de germinação, após 90, 180 e 270 dias de enterrio em diferentes profundidades, dos biótipos suscetíveis e resistentes de *Digitaria insularis* ao glyphosate. Piracicaba, SP, 2012

Profundidade (cm)	Período (dias)					
	90		180		270	
	R	S	R	S	R	S
0	74,61(6,21) Aa	75,10 (6,77) Aa	75,79 (5,29) Aa	74,33 (2,86) Aa	47,50 (8,89) Ab	65,07 (6,50) Aa
5	26,77(13,60) Ba	3,25 (2,99) Bb	11,37 (7,92) Bab	4,39 (6,77) Bb	2,00 (1,83) Bb	2,24 (3,17) Bb
10	43,62 (8,04) Ba	3,25 (2,50) Bb	10,70(12,09) Bb	6,72 (6,98) Bb	3,00 (2,45) Bb	3,78 (4,98) Bb

- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, diferem nas colunas e minúscula nas linhas.

A porcentagem de germinação de sementes normais (SN%) que não foram enterradas foi significativamente maior em todos os períodos de avaliação, quando comparadas às demais profundidades avaliadas. Aos 5 e 10 cm de profundidade observa-se a tendência de queda significativa na taxa de germinação para os dois biótipos, com exceção da primeira avaliação que mesmo após 90 dias de enterrio, a taxa de germinação de sementes normais (%SN) foi significativamente maior para o biótipo resistente.

Vidal e Thiesen (2007) constataram que quanto maior a profundidade da semente ao longo do perfil do solo menor foi a emergência das espécies *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate aos 12 dias após a semeadura. Quanto maior a porcentagem de sementes normais, maior será a probabilidade de emergência, desenvolvimento e estabelecimento da planta daninha

em uma determinada área. Através dos resultados obtidos nesse estudo é possível notar que as sementes da espécie de *Digitaria insularis* resistentes ao glyphosate só perderão sua viabilidade quando submetidas ao enterrio em pelo menos 5 centímetros de profundidade quando submetidas a um período superior a 180 dias.

Segundo Carmona (1992) a longevidade de sementes no solo pode variar muito entre espécies, características das sementes, profundidade de enterrio, tipo de solo e condições climáticas. Para Castro e Vieira (2001), sementes de um grande número de espécies apresentam comportamento fotoblástico, ou seja a germinação pode ser promovida ou inibida devido a exposição à luz branca. Assim, as sementes podem ser classificadas em três categorias: fotoblásticas positivas, que apresentam maior capacidade de germinação à luz; fotoblásticas negativas, que germinam melhor no escuro e as fotoblásticas neutras, que germinam bem com ou sem a presença de luz. Klein e Felipe (1991) ao realizar estudo sobre a interferência da luz na germinação de 43 espécies de plantas daninhas, concluíram que a presença de luz é indiferente para a germinação de sementes de *Digitaria insularis*.

Dos diversos fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo, a disponibilidade de água é um dos mais importantes, além disso a germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura que varia entre as espécies (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Portanto não é possível concluir que as sementes dos biótipos resistentes possuem maior longevidade que as sementes dos biótipos suscetíveis, sendo que a presença de luz é indiferente para a sua germinação dessa espécie. Os fatores ambientais também devem ser levados em conta como disponibilidade de água e temperatura ótima de germinação.

5 CONCLUSÕES

- A aplicação das doses de glyphosate sobre as populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) nos estádios de 3 a 4 perfilhos indicaram diferenças significativas entre os biótipos, confirmando a resistência na população coletada no município de Matão.
- Os biótipos resistentes de *Digitaria insularis* possuem maior capacidade de emergência em locais onde há cobertura de palha e a partir de 4,0 ton ha⁻¹ de palha a emergência tanto de biótipos suscetíveis como resistentes é afetada negativamente.
- Não é possível concluir que as sementes dos biótipos resistentes possuem maior longevidade que as sementes dos biótipos suscetíveis, sendo que a presença de luz é indiferente para a sua germinação dessa espécie. Os fatores ambientais também devem ser levados em conta como disponibilidade de água e temperatura ótima de germinação.

REFERÊNCIAS

- ASOCIATION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas. **ALAM**, Bogotá, v. 1, p. 35-38, 1974.
- BLACKSHAW, R.E.; HARKER, K.N. Selective weed control with glyphosate in glyphosate-resistant spring wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, Champaign, v. 16, p. 885-892, 2002.
- BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2003.
- CANTO-DOROW, T.S. *Digitaria Heister ex Haller*. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M. (Ed.). **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 2001. p. 143-150.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, n. 12, p. 5-16, 1992.
- CARVALHO, J.C. Mecanismo de ação dos herbicidas e sua relação com a resistência a herbicidas. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2.ed. Campinas: HRAC-BR, 2004. p. 23-48.
- CARVALHO, L.B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arábica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. 2011. 118 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Jaboticabal, 2011.
- CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p. 69-77.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.
- CHEMALE, V.M.; FLECK, N.G. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L. sob três densidades e dois períodos de ocorrência. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 5, n. 2, p. 36-45, 1982.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.
- _____. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no Mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2. ed. Campinas: HRAC-BR, 2004. p. 3-22.

_____. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. p. 9-32.

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

COMPANHIA NACIOANL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, nono levantamento, junho/2013. Brasília, 2013, 31 p. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_06_09_09_27_boletim_graos_-_junho_2013.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2013.

CORREIA, N.M.; REZENDE, P.M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 55 p. (Boletim Agropecuário, 51).

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 663-671, 2008

DAVIS, V.M.; GIBSON, K.D.; BAUMAN, T.T.; WELLER, S.C.; JOHNSON, W.G. Influence of weed management practices and crop rotation on glyphosate-resistant horseweed population dynamics and crop yield. **Weed Science**, Champaign, v. 55, n. 5, p. 508-516, 2007.

EGLEY, G.H.; DUKE, S. Physiology of weed seed dormancy and germination. In: DUKE, S.O. **Weed physiology**. I. Reproduction and ecophysiology. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 27-64.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja na Região Central do Brasil 2004**. Disponível em: < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2013

FERNANDEZ, O.A. Manejo integrado de malezas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 5, n. 2, p. 69-75, 1982.

FLECK, N.G.; CANDEMIL, C.R.G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 27-32, 1995.

FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; VIDAL, R.A.; MEROTTO JÚNIOR, A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Período crítico para controle de *Brachiaria pantaginea* em função de épocas de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 53-62, 2002.

GAZZIERO, D.L.P. Controle de plantas daninhas: aspectos ecológicos e tecnológicos. In: JORNADAS BINACIONALES DE CERO LABRANZA, 1., 1990, Chequén. **Anais...** Concepción: Sociedad de Conservación de Suelos de Chile, 1990. p. 132-150.

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; FORNAROLLI, D.; KARAM, D.; VARGAS, L.; VOLL, E.; PROCOPIO, S.O. Efeito da palhada de trigo na emergência de *Digitaria insularis* (capim-amargoso). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Resumos expandidos...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2012. p. 1-4.

GHERSA, C.M.; ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.R.; CORDAY, S.M. Coevolution of agroecosystems and weed management. **BioScience**, Washington, v. 44, n. 2, p. 85-94, 1994.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.com>>. Acesso em: 27 jun. 2013.

JASIENIUK, M.; BRULÉ-BABEL; A.L.; MORRISON, I.N. The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. **Weed Science**, Champaign, v. 44, p. 176-193, 1996.

KIELY, T.; DONALDSON, D.; GRUBE, A. **Pesticides industry sales and usage: 2000 and 2001 market estimates**. EPA. 2001. Disponível em: <http://www.epa.gov/oppbead1/pestsales/01pestsales/market_estimates2001.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2012.

KISSMANN, K.G. Herbicidas: passado, presente e futuro. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.D. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 11-12.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. t. 1: Plantas inferiores e monocotiledôneas, 825 p.

_____. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. t. 2, 978p.

KLEIN, A.; FELIPPE, G.M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.

KNEZEVIC, S.Z.; STREIBIG, J.C.; RITZ, C. Utilizing R software package for dose-response studies: the concept and data analysis. **Weed Technology**, Champaign, v. 21, n. 3, p. 840-848, 2007.

KOGAN, M.A. **Malezas**: ecofisiologia y estrategias de control. Santiago: Pontificia Universidad Catolica, 1992. 402 p.

LOPEZ-OVEJERO, R.F.; PENCKOWSKI, L.H.; PODOLAN, M.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Alternativas de manejo químico da planta daninha *Digitaria ciliaris* resistente aos herbicidas inibidores da ACCase na cultura de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 399-406, 2006

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

_____. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 6. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2006. 339 p.

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**, Viçosa, v. 24, p. 641-647, 2006.

MELO, M.S.C. **Alternativas de controle, acúmulo de chiquimato e curva de crescimento de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suscetível e resistente ao glyphosate**. 2011. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MONDO, V.H.V.; CARVALHO, S.J.P.; DIAS, A.C.R.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

NICOLAI, M. **Fluxos de emergência, épocas de aplicação de herbicidas e sistemas de manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar**. 2009. 157 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009.

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, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Resumos expandidos...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 943-946.

ORYOKOTO, J.O.E.; MYRHY, S.D.; SWANTON, C.J. Effect of tillage and corn on pigweed (*Amaranthus spp*) seedling emergence and density. **Weed Science**, Champaign, v. 45, n. 1, p. 120-126, 1997.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 29, p. 16-27, 1985.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 19 jul. 2013.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina, 2011. 697 p.

SAARI, L.L.; COTTERMAN, J.C.; THILL, D.C. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. In: POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, 1994. 353 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 9.2: user's guide**. 2nd ed. Cary, 2009. Disponível em: <<http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugmcmc/63125/PDF/default/statugmcmc.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

SEGATELLI, C.R. **Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação na cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn.** 2008. 114 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 367 p.

SPADOTTO, C.A.; MARCONDES, D.A.S.; LUIZ, A.J.B.; SILVA, C.A.R. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura da soja: uso do modelo “broken-stick”. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 59-62, 1994.

STECKEL, L.E.; SPRAGUE, C.L.; STOLLER, E.W.; WAX, L.M. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. **Weed Science**, Champaign, v. 52, n. 2, p. 217-221, 2004.

TAYLORSON, R.B.; BORTHWICK, H.A.A. Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. **Weed Science**, Champaign, v. 17, n. 1, p. 48-51, 1969.

TOFOLI, G.R.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D. Dinâmica do tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 815-821, 2009.

WARWICK, S.I.; BLACK, L.D. Relative fitness of herbicide resistant and susceptible biotypes of weeds. **Phytoprotection**, Saint-Hyacinthe, v. 75, p. 37-49, 1994.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000. p. 148-164.

VIDAL, R.A.; THEISEN, G. Efeito da cobertura do solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades no solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 339-344, 1999.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. sob manejos de solo e de herbicidas. 1. Sobrevivência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 12, p. 1387-1396, 1995.

_____. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. sob manejos de solo e de herbicidas. 2. Emergência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 27-35, jan. 1996.

_____. Dinâmica de populações de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 9, p. 897-904, 1997a.

_____. Dinâmica de populações de capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 373-378, 1997b.

_____. Dinâmica de populações de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 571-578, 1997c.

ZELAYA, I.A.; OWEN, M.D.K.; VANGESSEL, M.J. Inheritance of evolved glyphosate resistance in *Conyza canadensis* (L.) Cronq. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 110, n. 1, p. 58-70, 2004.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of weed science**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1999. 556 p.