**FLUXOS DE EMERGÊNCIA E BANCO DE SEMENTES DE
PLANTAS DANINHAS EM SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA
E CONVENCIONAL E CURVAS DOSE-RESPOSTA AO
GLYPHOSATE**

ANDRÉ LUIZ DE SOUZA LACERDA

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Fitotecnia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo – Brasil
Junho – 2003

**FLUXOS DE EMERGÊNCIA E BANCO DE SEMENTES DE
PLANTAS DANINHAS EM SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA
E CONVENCIONAL E CURVAS DOSE-RESPOSTA AO
GLYPHOSATE**

ANDRÉ LUIZ DE SOUZA LACERDA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Fitotecnia.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Junho – 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Lacerda, André Luiz de Souza

Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistemas de semeaduras direta e convencional e curvas dose-resposta ao glyphosate / André Luiz de Souza Lacerda. - - Piracicaba, 2003.
141 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
Bibliografia.

1. Banco de sementes 2. Curvas de dose – resposta 3. Efeito do herbicida 4. Plan-ta daninha 5. Plantio direto 6. Semeadura I. Título

CDD 632.58

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

DEDICO

*A DEUS pela graça divina,
Aos meus pais, ANTONIO e CLEUZA,
Ao meu irmão, ANDERSON.
A minha esposa Érica*

***“Quanto mais aumenta nosso
conhecimento, mais evidente
fica nossa ignorância”.***

John F. Kennedy

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Titular Dr. Ricardo Victoria Filho pela orientação, amizade e conhecimentos transmitidos na realização deste trabalho.

Ao coordenador do curso Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti pela atenção, sugestões e compreensão para o término desta etapa de minha carreira.

Aos técnicos Luis Ferrari e Aparecido Mendes pela colaboração na condução dos experimentos de campo e casa de vegetação.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal Aparecido Donizete Serrano e Antonio Rodrigues dos Santos, pela prestação de serviços de almoxarifado e transporte.

Às secretárias Maria Célia Rodrigues, Elizabete Sarkis São João e Luciane Ap. Lopes Toledo pelo apoio dado aos alunos de pós-graduação.

Aos colegas de pós-graduação Luis Carlos Timm, Eraldo C. Carvalho, Cristiane G. Mendonça, Victor M. Marcon e Roseli Caseiro da ESALQ / USP, e Cristina G. Mendonça da UNESP / Botucatu pelo companherismo e apoio nos momentos difíceis.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Banco de sementes.....	3
2.1.1 Tamanho e composição	4
2.1.2 Longevidade e viabilidade	5
2.1.3 Germinação e dormência.....	6
2.2 Dinâmica do banco de sementes	11
2.3 Levantamento do banco de sementes	14
2.4 Metodologia e quantificação do banco de sementes	15
2.5 Uso do banco para monitoramento da dinâmica populacional.....	16
2.6 Modelos para prever a emergência de plântulas do banco.....	17
2.7 Efeito das práticas de manejo sobre banco de sementes	17
2.7.1 Sistemas de cultivo	18
2.7.2 Rotação de culturas	20
2.7.3 Manejo de plantas daninhas com herbicidas.....	20
2.8 Herbicidas Inibidores da Enzima EPSPs.....	22
2.8.1 Generalidades e indicação de uso	23
2.8.2 Comportamento na planta	26
2.8.3 Comportamento no solo	27

2.8.4 Modo e mecanismo de ação	29
2.9 Resistência	29
2.10 Curva dose - resposta.....	30
2.11 Características das plantas daninhas estudadas.....	33
2.11.1 <i>Ipomoea grandifolia</i>	33
2.11.2 <i>Bidens pilosa</i>	34
2.11.3 <i>Tridax procumbens</i>	34
2.11.4 <i>Spermacoce latifolia</i>	35
2.11.5 <i>Commelina benghalensis</i>	35
2.11.6 <i>Digitaria insularis</i>	36
 3 FLUXOS DE EMERGÊNCIA E BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL	
Resumo	37
Summary	38
3.1 Introdução	39
3.2 Material e Métodos	41
3.3 Resultados e Discussão	44
3.4 Conclusões.....	62
 4 EFICÁCIA DE DIFERENTES DOSES DE GLYPHOSATE EM PLANTAS DANINHAS DE DIFÍCIL CONTROLE	
Resumo	64
Summary	65
4.1 Introdução	66
4.2 Material e Métodos	67
4.3 Resultados e Discussão	68
4.4 Conclusões.....	80

5 CURVAS DOSE-RESPOSTA EM PLANTAS DANINHAS COM O USO DO HERBICIDA GLYPHOSATE

Resumo	81
Summary	82
5.1 Introdução	83
5.2 Material e Métodos	84
5.3 Resultados e Discussão	86
5.4 Conclusões	94
6 CONCLUSÕES GERAIS	95
ANEXOS	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICES	117

FLUXOS DE EMERGÊNCIA E BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS EM SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL E CURVAS DOSE-RESPOSTA AO GLYPHOSATE

Autor: ANDRÉ LUIZ DE SOUZA LACERDA

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo verificar o fluxo de emergência das plantas daninhas e determinar o banco de sementes em condições de semeadura direta e convencional e verificar a eficácia do glyphosate em plantas daninhas de difícil controle. Para tanto, foi realizado no período de 2001 e 2002, um experimento de campo, onde de 15 em 15 dias, foi feito o levantamento de plantas daninhas para determinação do fluxo de emergência. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas. As doses de glyphosate foram de 0, 540, 720, 900, 1080, 1260 e 1440 g.i.a / ha. O banco de sementes foi avaliado através da retirada de 20 sub-amostras de solo, em cada parcela, nas profundidades de 0,0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10,0; 10,0-15,0 e 15,0-20,0 cm. Também foram realizados dois experimentos em câmara de crescimento com o objetivo de avaliar o controle e curvas dose - resposta das espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa* L., *Commelina benghalensis* L., *Digitaria insularis* L. (Feed), *Tridax procumbens* L. e *Ipomoea grandifolia* Dammer e *Spermacoce latifolia* Abul. ao herbicida glyphosate. Para avaliar o

controle, foram aplicadas as seguintes doses de glyphosate: 0, 720, 960; 1200, 1440, 1680, 1920 g.i.a/ha, após 25 dias da emergência das plantas daninhas. Na determinação das curvas-dose resposta as aplicações das doses de glyphosate foram de 0,0; 11,3; 22,5; 45; 90; 180; 360; 720 e 1440 g.i.a. / ha. A elaboração da curva dose - resposta foi feita através do ajuste da biomassa verde utilizando modelo matemático log-logístico: $Y = C + D - C / 1 + \text{Exp}(b(\log(x) - \log(\text{GR50})))$, calculado por modelo não linear dos dados. Nas análises estatísticas foram utilizados os programas estatísticos SAS e SANEST para analisar a variância dos dados. Nas condições locais de campo em que foi realizado o experimento podemos concluir que o herbicida glyphosate mostrou-se ser eficaz no controle de plantas daninhas existentes na área a partir da dose de 540 g.i.a/ha. No ano de 2001 ocorreram fluxos das espécies *Leucas martinicensis* Jacq. e *Richardia brasiliensis* Gomes de uma forma mais diferenciada no direto do que no convencional. Também as espécies *Cenchrus echinatus* L. e *Digitaria insularis* (Feed) L. apresentaram maior emergência no sistema direto do que no convencional. No ano de 2002 essas diferenças dos fluxos das espécies não foram tão expressivas como em 2001. As sementes concentraram-se nos 2,5-5,0 cm superficiais do solo, no sistema direto, enquanto que o preparo convencional distribuiu as sementes em maiores profundidades. Os resultados obtidos em câmara de crescimento indicaram que o herbicida glyphosate controlou *Bidens pilosa* e *Digitaria insularis*. *Commelina benghalensis* foi considerada de difícil controle. A dose de glyphosate necessária para atingir índices de controle acima de 91% foi de 1680 g.i.a/ha para *Commelina benghalensis*, 960 g.i.a/ha na espécie *Tridax procumbens* e 1440 g.i.a/ha aos 21 DAA para *Ipomoea grandifolia*. Após a determinação da curva dose - resposta concluiu-se que a espécie *Bidens pilosa* foi considerada a planta daninha mais suscetível ao herbicida glyphosate, pois foi a espécie que obteve menor GR50 (31,86 g.i.a/ha). As espécies *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis* obtiveram GR50 de 58,40; 128,50; 250,44; 615,49 e >1440,00 g.i.a/ha, respectivamente.

EMERGENCE PERIODICITY AND SEEDS BANK IN THE TILLAGE AND NO TILLAGE SYSTEMS AND DOSE-RESPONSE CURVES TO GLYPHOSATE

Author: ANDRÉ LUIZ DE SOUZA LACERDA

Adviser: Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO

SUMMARY

The research had the objective of determining the emergence periodicity, seeds bank for the no tillage and conventional tillage systems, and verify the efficacy of glyphosate on weeds of difficult control. During 2001 and 2002, a field experiment was conducted where after applications of glyphosate in the no tillage and conventional tillage systems was made every 15 days the emergence periodicity and seeds bank determination. The experimental design was the randomized blocks with subdivide plots. The applied glyphosate rates were 0, 540, 720, 900, 1080, 1260 and 1440 g.i.a.ha⁻¹. The bank of seeds was evaluated through the retreatment of 20 soil sub-samples, in each plot, in the depths of 0.0-2.5; 2.5-5.0; 5.0- 10.0; 10.0-15.0 and 15.0-20.0 cm. Experiments were also led in a completely randomized black growth chamber with the objective of evaluating the susceptibility and dose-response curves of the species of weeds *Bidens pilosa* L., *Commelina benghalensis* L., *Digitaria insularis* L. (Feed), *Ipomoea grandifolia* L., *Tridax procumbens* L. and *Spermacoce latifolia* Abul. to the herbicide glyphosate. To evaluate the control the following glyphosate doses: 0, 720, 960; 1200, 1440, 1680, 1920 g.i.a.ha⁻¹.

The applications of glyphosate were doses of 0, 11.3, 22.5, 45, 90, 180, 360, 720, and 1440 g.i.a.ha⁻¹. The elaboration of the curves dose – response was made through the adjustment of the green biomass it dries using the following mathematical model log - logistic: $Y = C + D - C / 1 + \text{Exp}(b(\log(x) - \log(\text{GR50})))$, using the statistical procedure of non linear analyses. The SANEST program was used to the statistical analyses and SAS program to analyze the variance of the data. In field conditions of field were experiment was carried out, glyphosate was effective to control of weeds starting from dose of 540 g.i.a.ha⁻¹. In the year of 2001, emergence periodicity of the species dicotiledons *Leucas martinensis* Jacq. and *Richardia brasiliensis* Gomes in a more different way in the no tillage than in the convencional tillage; also, the species monocotiledons *Cenchrus echinatus* L. and *Digitaria insularis* L. (Feed) presented a larger emergence in the no tillage than in the convencional tillage systems. In the year of 2002, that differences of the flows of the species were not as expressive as in 2001. The seeds concentrated on the 2.5-5.0 cm superficial of the soil, in the no tillage system, while the convencional tillage distributed the seeds in the soil. The results in the chamber showed that glyphosate controlled *Bidens pilosa* and *Digitaria insularis*. *Commelina benghalensis* was considered a specie of difficult control. The glyphosate rate to reach control indexes above 91% was of 1680 g.i.a.ha⁻¹ of glyphosate for *Commelina benghalensis*, 960 g.i.a.ha⁻¹ in the *Tridax procumbens* and 1440 g.i.a.ha⁻¹ of glyphosate for *Ipomoea grandifolia* in 21 DAA. After the curves dose – response determination it was ended that *Bidens pilosa* was considered the more susceptible weed to glyphosate, because it was the species of smaller GR50 (31.86 g.i.a.ha⁻¹). On the other hard species *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis* obtained GR50 equal to 58.40, 128.50, 250.44, 615.49 and >1440,00 g.i.a.ha⁻¹, respectively.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas em ambientes constantemente perturbados, em especial as plantas anuais, é a alta produção de sementes. Deuber (1992) cita vários exemplos de espécies com alto potencial produtivo de sementes, como: *Amaranthus spp*-120.0000/planta, *Galinsoga parviflora*-30.000/planta, *Portulaca oleracea*-53.000/planta e *Solanum americanum*-178.000/planta. Esta alta produção aliada a outros mecanismos, como dormência, longevidade e dispersão, podem garantir a ocorrência de enormes bancos de sementes de plantas daninhas no solo (Carmona, 1995).

O banco de sementes constitui-se, portanto, na principal reserva de sementes de plantas daninhas que compõem as áreas agrícolas, sendo fortemente influenciado pelas práticas culturais e apresentando grande variabilidade, com conseqüente reflexo na composição botânica das espécies presentes (Wilson, 1988). As reservas de sementes no solo têm, portanto, uma grande importância ecológica na regeneração de comunidades de plantas infestantes dos agroecossistemas.

O agroecossistema é um sistema complexo onde intervêm diversos componentes: culturas econômicas, plantas daninhas, microrganismos, clima, solo. O problema enfrentado para o controle das plantas daninhas, pode estruturar-se em quatro níveis: indivíduo, população, comunidade e agroecossistema, que necessitam ser entendidos e considerados, uma vez que, só a partir do completo conhecimento da biologia das espécies e das relações desenvolvidas entre elas e o meio em que se inserem, é que poderão ser

desenvolvidos modelos eficientes de manejo de plantas daninhas em áreas agrícolas.

As informações sobre os bancos de sementes de plantas daninhas no solo, considerando sua composição, densidade, em resumo, sua dinâmica, pode auxiliar diretamente a tomada de decisões sobre práticas de controle e manejo integrado de plantas daninhas. O manejo adequado pode resultar em maior equilíbrio do sistema como um todo, e quem sabe, futuramente, em menor perturbação do ambiente agrícola.

A presente pesquisa teve como objetivo verificar o fluxo de emergência das plantas daninhas e determinar o banco de sementes em condições de semeadura direta e convencional, assim como verificar os efeitos do glyphosate em plantas daninhas de difícil controle.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Banco de sementes

Na literatura, são encontrados vários conceitos para banco de sementes, sendo alguns autores mais criteriosos e detalhistas, enquanto outros se restringem à descrição geral da sua composição.

O banco de sementes foi definido por Roberts (1981), como sendo a reserva de sementes viáveis, em contato com o solo. Simpson et al., (1989) define que o banco de sementes é constituído por todas sementes vivas, porém dormentes, presentes no solo ou associadas a restos vegetais. Apresenta dimensão espacial, considerando a distribuição horizontal e vertical das sementes no solo que refletem a dispersão inicial na superfície e a subsequente movimentação no solo, e a dimensão temporal, mediante a dormência que distribui a germinação das sementes no decorrer do tempo.

Baker (1989) propõe uma definição segundo a qual, o banco de sementes é um agregado de sementes não germinadas potencialmente capazes de repor plantas adultas anuais que morreram naturalmente ou não, e plantas perenes, susceptíveis à morte por doença, distúrbio ou consumo por animais. Em relação às plantas perenes Fernández - Quintanilla et al. (1991) relata a existência de um banco de propágulos vegetativos como tubérculos, rizomas e estolões.

Carmona (1992) cita que a denominação “banco de sementes” ou “reservatório de sementes” no solo tem sido usada na literatura internacional para descrever o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais.

Nos solos agrícolas, as sementes das plantas daninhas anuais são as principais constituintes do banco, alcançando, normalmente, 95% do total ficando as sementes de plantas daninhas perenes pouco representadas (Martins & Silva, 1994).

Há uma diferença entre as espécies anuais e perenes sob os efeitos do banco de sementes na evolução e adaptação em ambientes variados. O banco de sementes de espécies anuais pode ser desproporcionalmente representado por genótipos que aproveitam bons anos para a produção de um grande número de sementes. Em contraste, o banco de sementes de espécies perenes é derivado de plantas que passam tanto por períodos favoráveis como desfavoráveis (Baker, 1989).

2.1.1 Tamanho e composição

O tamanho e a composição botânica do banco de sementes no solo são extremamente variáveis em distintos habitats (Carmona, 1992). Isto deve - se a estratégia de plantas invasoras de produzir grande número de sementes por planta, aliado a mecanismos de disseminação, longevidade e dormência para sobreviver em ambientes constantemente perturbados (Mitich, 1988, Foster 1989 e Mortimer 1990).

O tamanho do banco de sementes varia de 300 milhões a 3,5 bilhões de sementes/ha e estes valores podem variar em função dos diferentes ambientes. Fenner, 1995 apresentou os seguintes valores em número de sementes por m²: a) áreas cultivadas (20.000 a 40.000); b) pradarias e pântanos (5.000 a 20.000); c) florestas temperadas (1.000 a 10.000); d) florestas tropicais (100 a 1.000); e) florestas em regiões montanhosas (10 a 100). Estes valores demonstram bem que a principal forma de sobrevivência das plantas daninhas, em ambientes perturbados, é a alta produção de sementes.

Carmona (1995), estimou o banco de sementes em 4 agrossistemas distintos: área de rotação de culturas (soja, pousio e feijão), várzea, pomar de

citros e pastagem de *Brachiaria brizantha*. A quantidade média de sementes por metro quadrado foi de 22.313 na várzea, 6.768 na área de rotação, 3.595 nas coroas do pomar e 529 na pastagem. Foi constatado que a similaridade do tamanho do banco de sementes entre agroecossistemas é maior entre as áreas mais perturbadas como áreas de rotação de culturas, várzea e coroas do pomar.

A composição de sementes é influenciada por diversas práticas culturais adotadas e varia de sistema para sistema (Benoit et al., 1992). Geralmente, os bancos de sementes são compostos por muitas espécies, porém, poucas são as dominantes, compreendendo 70 a 90% do total de sementes presentes no solo (Wilson, 1988). Estas espécies são consideradas as mais nocivas, pois resistem às medidas de controle e adaptam-se as mais diferentes condições edafoclimáticas.

2.1.2 Longevidade e viabilidade

Muitos fatores podem interferir no processo de germinação, pois uma vez que, são necessários para que o processo se inicie e ou conclua, a restrição de algum desses fatores pode atuar como um regulador na germinação (Castro & Vieira, 2001). Os fatores que afetam a germinação podem ser divididos em dois tipos: intrínsecos e extrínsecos (Coll et al., 1992). O primeiro refere-se ao período em que a semente se mantém viva e ele é determinado por suas características genéticas. A este período é dado o nome de longevidade. O período que a semente realmente vive é determinado pela interação entre os fatores genéticos e os fatores ambientais, e recebe o nome de viabilidade, sendo assim, o período de viabilidade pode ser, no máximo, igual ao da longevidade. Entre os fatores extrínsecos, destacam-se: água, gases, temperatura e luz, os quais serão elucidados separadamente.

A longevidade de sementes no solo varia grandemente entre espécies, características das sementes, profundidade de enterrio, tipo de solo e condições climáticas (Carmona, 1992). A taxa de decréscimo está diretamente

relacionada à longevidade e dormência das sementes. Segundo Priestley (1986), sementes que sobrevivem no solo por longos períodos enquadram-se naturalmente em dois grupos: sementes duras com estruturas envoltórias impermeáveis que limitam a troca de água com o ambiente (ex: *Leguminosae*, *Malvaceae*, etc.) e sementes que sobrevivem total ou parcialmente embebidas sob condições de baixa atividade metabólica.

Em experimento realizado por Toole & Brown (1946), foram enterradas sementes de 107 espécies diferentes e desenterradas após vários períodos. Foi constatado que sementes de 36 espécies não conseguiram germinar após um ano de enterrio, sementes de 35 espécies perderam a viabilidade entre 1 e 39 anos de enterrio e sementes de 36 espécies no solo mesmo após 39 anos de enterrio. Também Freitas (1990), em um estudo com espécies de plantas daninhas que foram enterradas e colocadas para germinar em diferentes épocas do ano, constatou que depois de quarenta anos, as espécies *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia eliator*, *Lepidium virginicum*, *Plantago major*, *Portulaca oleracea* e *Rumex crispus* permaneceram viáveis e originaram plântulas.

2.1.3 Germinação e Dormência

A semente é um estágio dormente no ciclo de vida do vegetal, sendo capaz de sobreviver a condições adversas, sob baixos níveis de atividade metabólica. Assim sendo, a mais importante propriedade demográfica das sementes é a capacidade de permanecerem dormentes e viáveis no solo. No entanto, a simples quebra desse estado de dormência não proporciona ao indivíduo sucesso reprodutivo (Gorresio-Roizman, 1993).

A dormência é um dos principais mecanismos de preservação de espécies em bancos de sementes, distribuindo a germinação ao longo do tempo. Ela pode garantir a sobrevivência de espécies como semente sob condições adversas, mesmo quando a vegetação é completamente eliminada. Espécies silvestres geralmente apresentam mecanismos de dormência,

enquanto as cultivadas mais comuns foram perdendo estes mecanismos por processo de seleção durante a domesticação, resultando nas variedades modernas com pouca ou nenhuma dormência (Carmona, 1992).

Vários fatores internos e externos impedem que as sementes germinem. Entre os fatores internos temos: impermeabilidade da casca da semente, impedindo a penetração de água e oxigênio; presença de inibidores bioquímicos na semente ou tegumento e imaturidade do embrião. Entre os fatores externos, os mais comuns são: teor de água e temperatura do solo (Fernandez - Quintanilla et al., 1991).

Dos diversos fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo, a disponibilidade de água é um dos mais importantes (Castro & Vieira, 2001). Segundo os autores, a disponibilidade hídrica é tida como uma limitação para o cultivo, em especial nas regiões tropicais. A água também está envolvida, direta ou indiretamente, em todas as demais etapas do metabolismo subsequente. Sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização, no transporte de metabólitos e como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídeos do tecido de reserva da semente. A partir da absorção de água, ocorre a rehidratação dos tecidos com conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas.

A energia gerada através deste processo é utilizada pelo eixo embrionário para a retomada do seu crescimento. Na embebição, a entrada de água no interior da semente se deve exclusivamente à diferença de potencial hídrico entre o interior da semente (mátrico) e o meio no qual ela se encontra (Coll et al. 1992). É um processo puramente físico, pois sendo o potencial interno da semente bem menor que o do meio, a água tende a penetrar por diferença de potencial. Em sementes de *Triticum aestivum*, *Zea mays* e *Brassica napus*, o potencial hídrico durante a fase de embebição pode aumentar de -400 MPa até -1 MPa, o que reflete uma considerável entrada de água.

Segundo Castro & Vieira (2001), a germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura. Nessa faixa, há um valor ótimo no qual se registra a germinação máxima em menor tempo. Sementes de diferentes espécies exigem diferentes faixas de temperatura para a germinação

Não havendo outros fatores limitantes, a germinação ocorre dentro de certos limites de temperatura, cujos extremos dependem principalmente da espécie. A temperatura influencia a velocidade de absorção de água, como também as reações bioquímicas que determinam todo o processo (Carvalho & Nakagawa, 1983). Sendo assim, os efeitos da temperatura podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade e na frequência relativa de germinação ao longo do tempo. Com isso, têm-se que a temperatura afeta o processo germinativo de três maneiras: sobre o total da germinação, sobre a velocidade de germinação e sobre a sua uniformidade.

Espécies tropicais têm uma notável tolerância a altas temperaturas, apresentando um limite máximo acima ou igual a 35°C. No entanto, são mais sensíveis às baixas temperaturas, apresentando um limite mínimo geralmente acima de 5°C. Por outro lado, existe também um grande número de espécies que apresentam uma reação germinativa favorável a uma alternância de temperatura, à semelhança do que acontece ao natural, em que as temperaturas diurnas são mais altas e as noturnas menores (Hartmann et al., 1990).

Temperaturas elevadas provocam estresse, ocasionando, então, inibição ou dormência térmica, ou até mesmo a perda de viabilidade. Temperaturas elevadas acarretam uma diminuição do suprimento de aminoácidos livres, da síntese protéica, da síntese de RNA e das reações anabólicas. De maneira geral, altas temperaturas desnaturam proteínas, alteram a permeabilidade da membrana, ocasionam perda de material, enquanto que as baixas retardam as taxas metabólicas até o ponto em que as vias essenciais ao início da germinação não podem mais operar (Castro & Vieira, 2001).

A germinação é um processo que requer consumo considerável de energia. Nas células vivas, os principais processos de obtenção de energia são a respiração e a fermentação. Ambos processos implicam em trocas de gases (O_2 e CO_2) entre as células e o meio. Portanto a germinação é profundamente afetada pela atmosfera que circunda a semente (Castro & Vieira, 2001).

A maioria das sementes apresenta boa germinação numa atmosfera normal com 20% de O_2 e 0,03% de CO_2 (Coll et al. 1992). Outros autores sugerem uma concentração de O_2 superior a 10%. Entretanto, algumas delas aumentam a porcentagem de germinação quando se diminui o teor de O_2 , como é o caso da *Typha latifolia* e *Cynodon dactylon*. Quanto ao CO_2 , pode-se dizer que seu comportamento na germinação é contrário ao O_2 , sendo que a maioria das sementes não pode germinar quando o teor de CO_2 é aumentado (Castro & Vieira, 2001).

Segundo Castro & Vieira (2001), sementes de um grande número de espécies apresentam comportamento fotoblástico, de modo que a germinação pode ser promovida ou inibida por 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.

Para Hill (1977) muitas plantas daninhas possuem sementes pequenas que necessitam de luz para germinar, sendo consideradas como fotoblásticas positivas. Felipe & Polo (1983) encontraram que sementes de *Sida cordifolia*, *S. rhombifolia* e *S. spinosa*, comportam-se como fotoblásticas positivas. *Amaranthus deflexus* e *Cassia patellaria* foram fotoblásticas positivas quando estavam intactas e após escarificação passaram a serem indiferentes à luz. Estas categorias não são absolutas, pois as sementes podem vir a ser ou deixar de ser fotoblásticas com o tempo, ou quando entram em dormência secundária. A base do mecanismo de sensibilidade à luz em sementes é dada por um pigmento fotoquímico chamado fitocromo. A exposição de sementes

embebidas à luz vermelha (660 a 760 nm) causa transformação do fitocromo (Fv) para uma forma ativa (Fve), a qual estimula a germinação. Quando a semente é exposta ao comprimento de luz vermelho distante (760 a 800 nm), ocorre o inverso, e o processo germinativo é inibido (Castro & Vieira, 2001).

A dormência é classificada como primária (nata) ou secundária (induzida). O termo primária, deve-se ao fato da planta liberar a semente já dormente ao solo e o termo secundário é atribuído quando a semente entra em dormência após sua liberação pela planta (Hilhorst & Toorop, 1997). Carmona (1992) acrescenta a estes, o termo dormência forçada que é usado para definir a incapacidade das sementes germinarem em virtude de uma restrição ambiental como escassez de água, temperatura baixa e aeração pobre.

A forma mais clara de dormência primária é exibida por sementes com casca dura e/ou grossa. A casca impede o crescimento de embriões freqüentemente não dormentes. A germinação pode ser evitada por propriedades mecânicas da casca. Apenas fatores externos podem ser capazes de reduzir estas restrições como, por exemplo, o ataque de microrganismos, altas temperaturas (fogo) ou seca, ou a passagem pelo trato digestivo de animais. A casca também tem propriedade de restringir a passagem de água ou a difusão de oxigênio e impedir o crescimento do embrião. Quando sementes saem da dormência primária elas são chamadas de quiescentes e são capazes de germinar, entretanto para que isso ocorra, devem existir condições favoráveis como temperatura, luz, teores de nitrato e oxigênio. Quando essas condições não ocorrem ou quando apenas um fator deixa de existir, as sementes tornam-se dormentes novamente e não respondem por estímulos à germinação. Este estado de dormência é que recebe o nome de secundário. A indução à dormência secundária é freqüentemente estimulada por temperaturas elevadas (Hilhorst & Toorop, 1997).

Apesar da germinação de sementes individuais ser um fenômeno com apenas duas possibilidades, a transição entre dormência e não dormência em uma população ocorre gradualmente, envolvendo diferentes níveis de respostas

das sementes ao ambiente (Carmona, 1992). Karssen (1982) classificou como dormência verdadeira o estado em que a germinação da população é inibida qualquer que sejam as condições ambientais e dormência relativa quando a germinação ocorre em uma gama limitada de condições ambientais.

2.2 Dinâmica do banco de sementes

A variabilidade e a densidade botânica de uma povoamento de sementes no solo em um dado momento é o resultado do balanço entre entrada de novas sementes e perdas por germinação, deterioração, parasitismo, predação e transporte. As principais formas de entrada e perdas de sementes no solo são sumarizadas na Figura 1.

A dinâmica de entrada e de saída de sementes do banco determina em que densidade encontrar determinada espécie em uma comunidade, tanto em nível de reservas de sementes, quanto na própria participação como indivíduo, mesmo que a correlação entre banco de sementes e a proporção do indivíduo encontrado na comunidade seja, na maioria das vezes, baixa (Rice, 1989).

Figura 1 - Dinâmica de bancos de sementes no solo (Carmona, 1992)

Segundo Carvalho & Favoretto (1995), não somente o banco de sementes atua como reserva de manutenção de espécies, dentro de uma comunidade, mas também o material vegetativo se constitui em importante reserva de germoplasma.

A taxa de decréscimo de sementes no solo é também muito variável entre as espécies, dependendo das condições ambientais, práticas culturais, dormência e longevidade das sementes, presença de predadores e microrganismos. Entretanto, ela é geralmente lenta o bastante para gerar novos indivíduos por alguns anos na maioria das espécies invasoras. Neste contexto, a aceleração desta taxa através do estímulo a germinação ou tratamentos deletérios à semente, poderiam contribuir grandemente para programas de controle de invasoras (Carmona, 1992). Para Carvalho & Favoretto (1995), as perdas de sementes de um banco resultariam de respostas fisiológicas ao ambiente quando geneticamente controladas, dentre as quais à luz, temperatura, tensão de oxigênio e estímulos químicos, tendo como consequência a germinação; processos que levariam a um enterrio das sementes por demais profundo, ou mesmo, redispersão das sementes; interação do banco de sementes com animais e patógenos, levando a semente à morte; morte fisiológica natural.

A entrada de sementes é determinada pela chamada “chuva de sementes”. Este meio de dispersão inclui as formas passiva, mecânica de ejeção da semente, fogo, vento, água e animais, sendo os três últimos de importância não somente na dispersão local, como também a longas distâncias. Dentro de uma comunidade, o modo de dispersão local predomina, embora entradas de sementes de fontes longínquas possam contribuir, de forma importante, na estrutura da vegetação (Carvalho & Favoretto, 1995). Os agentes de transporte tais como implementos, animais, água, vento e o próprio homem participam contribuindo tanto no enriquecimento como no empobrecimento do banco de sementes. Porém assumem papel mais importante quando se trata da introdução de novas espécies no

agroecossistema, ou de espécies altamente prejudiciais e de difícil controle, como plantas parasitas ou plantas de propagação vegetativa como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e a grama-seda (*Cynodon dactylon*) (Pitelli & Kuva, 1998).

Thompson (1992), caracterizou como “transitórios” os bancos de sementes cuja germinação ocorre no período de no máximo um ano após a dispersão e de “persistentes” aqueles cuja germinação excede este período. Banco de sementes persistente inclui todas as espécies cujas sementes podem persistir no solo por mais de um ano, sendo, portanto, um parâmetro pouco sensível como instrumento de análise de sua dinâmica. Na tentativa de aperfeiçoar estes parâmetros, foi sugerido o termo banco de sementes de curto prazo, cujo papel estaria na manutenção de populações, após pouca produção de sementes ou corte, e banco de sementes de longo prazo, cujo papel estaria na regeneração de populações, após a sua extinção de áreas em que estivesse estabelecida a muitos anos. A proposta de diferenciação entre estas duas categorias estaria numa sobrevivência das sementes no solo, maior ou menor do que cinco anos (Thompson, 1992).

Há indicações de que a presença de bancos “persistentes” está associada à existência de sementes compactas, pequenas, lisas, que possuem mecanismos fundamentais de estimulação a germinação (Thompson, 1987). As sementes geralmente encontram-se distribuídas no perfil do solo, sendo que, (Barralis et al., 1988) citam como exemplos de banco persistente as espécies: *Chenopodium album*, *Sinapsis arvensis*, *Viola arvensis*, *Capsella bursa pastoris*, *Amaranthus retroflexus* e *Euphorbia exigua*. Esta reserva de sementes constitui a origem do ciclo de vida das espécies anuais, sendo a causa fundamental da sua persistência.

As espécies que apresentam bancos transitórios não acumulam sementes no solo, sendo raras, as espécies de plantas daninhas que fazem parte desse tipo de banco, dentre elas são citadas *Avena fatua*, *Alopecurus myosuroides* e *Matricaria perflorata* (Barralis et al. 1988). As espécies que

formam o banco transitório estão adaptadas a explorar o espaço deixado por danos e morte da vegetação (Martins & Silva, 1994).

2.3 Levantamento do banco de sementes

Dentro da metodologia de estudo de banco de sementes, não se tem uma definição exata quanto ao número e o volume de solo a ser amostrado. Geralmente nesses estudos, o custo de amostragem e os recursos disponíveis como tempo, espaço e trabalho físico, tem ordenado uma escolha arbitrária, mas razoável quanto ao número e tamanho da amostra (Benoit et al., 1989). Kropác (1966)¹, citado por Caetano (2000), ressalta que como consenso geral, é mais vantajoso ter-se um grande número de pequenas amostras, do que um pequeno número de grandes amostras.

Com relação ao diâmetro do amostrador de solo, Roberts & Neilson (1982) salientam que o diâmetro do trado não deve exceder a 2,5 centímetros, embora o grupo de pesquisadores da European Weed Research Council recomende 4,5 centímetros (Barralis et al., 1986). A profundidade de amostragem está em função do tipo de vegetação presente e do objetivo da pesquisa. Em solos cultivados, recomenda-se retirar as amostras na profundidade de cultivo. Nessas áreas, cerca de 90% ou mais das sementes encontram-se nos primeiros 20 cm, com densidade populacional decrescente a medida em que aumenta - se a profundidade (Granatos & Torres, 1993).

No intuito de resolver esses problemas, diversos estudos foram conduzidos nos últimos anos com o objetivo de otimizar a amostragem do banco de sementes e conseqüentemente, obter informações suficientes sobre a abundância de sementes estimando o banco corretamente (Benoit et al., 1989). Estes estudos estão relacionados com o número de amostras e a sua variância. Segundo Benoit et al. (1989) análise de variância do número de sementes da amostra é inversamente proporcional ao número de amostras. Então, quanto maior o número de sementes em uma amostra por área, menor será a variância

e o número de amostras necessárias para estimar o banco de sementes. A relação entre a variância e o número de sementes por amostra sugere um padrão exponencial decrescente, sendo que, quando o número de sementes é dobrado a variância diminui pela metade.

Como exemplo, os mesmos autores sugerem cerca de 60 a 75 amostras por parcela são necessárias para quantificar o banco de sementes em área de cultura de milho. Em um pomar de citros, Caetano (2000) determinou que são necessárias 45 amostras por tratamento.

2.4 Metodologia e quantificação do banco de sementes

Segundo Martins & Silva (1994), as pesquisas sobre bancos de sementes abordam três principais linhas: levantamento do banco existente, uso do banco para monitoramento da dinâmica populacional e definição de modelos para prever a emergência das plântulas oriundas do banco.

Portanto, o banco de sementes no solo é utilizado para estudar as relações quantitativas entre a sua população e a da flora infestante (Granatos & Torres, 1993). A partir dessas informações, a elaboração de índices de predição e de modelos de emergência permite a previsão da infestação nas culturas e a definição de medidas de manejo necessárias (Fernández - Quintanilla, 1988).

Porém, as metodologias até hoje empregadas no estudo de bancos de sementes, além de trabalhosas, não têm sido eficientes, principalmente quando existe a necessidade de ser quantificado o total de sementes viáveis presentes no solo (Martins & Silva, 1994). Simpson et al. (1989) consideram que os principais problemas metodológicos no estudo do banco de sementes são: heterogeneidade dos métodos de amostragem, número insuficiente de amostras, não amostrar o solo ao longo do ano e por mais de um ano, não utilização de mecanismos de quebra de dormência, bem como fornecimento de condições ideais requeridas para germinação, além de análises estatísticas inadequadas das informações obtidas.

¹ KROPÁČ, Z. Estimation of weed seeds in arable soil. **Pedobiologia**, v. 6, p.105-128, 1966.

2.5 Uso do banco para monitoramento da dinâmica populacional

O método mais direto, para detectar a presença de sementes viáveis no solo, é a observação das emergências “in situ”. No entanto, a imprecisão do método faz com que sejam cometidos vários erros (Martins & Silva, 1994). As sementes podem permanecer viáveis no solo por um longo período sem germinar e, algumas sementes germinadas não chegam a emergir devido às condições ambientais desfavoráveis ou profundidade de enterrio excessiva.

A técnica mais utilizada na determinação do número de sementes é a estimativa da emergência de plântulas, diretamente, a partir da amostra de solo que, por sua vez, deve ser espalhado em fina camada, sobre um meio adequado e úmido, para assegurar as condições ambientais favoráveis ao surgimento das plântulas (Putwain & Gillham, 1990). Os métodos de germinação geralmente subestimam o banco de sementes, isto porque as sementes das plantas daninhas apresentam diferentes fluxos de emergência, podendo germinar ou não durante a avaliação (Gross, 1990). Para que a determinação seja mais confiável, o ensaio deve ser conduzido por períodos longos.

Há também os métodos de separação física das sementes, através da passagem do solo por um conjunto de peneiras. Essas técnicas são mais utilizadas no caso de sementes grandes, são bastante trabalhosas e requerem longo tempo e algumas vezes causam detrimento na viabilidade das sementes (Bhuler & Maxwell, 1993).

Para sementes pequenas têm-se utilizado técnicas de separação de sementes do solo, utilizando-se substâncias que promovam a flotação do solo, como o carbonato de potássio (K_2CO_3), e centrifugação em alta rotação. A centrifugação é utilizada para separar os constituintes do solo com diferentes densidades (Caetano, 2000).

Segundo Bhuler & Maxwell (1993), a amostra coletada é seca ao ar e depois peneirada em peneira de 10 mesh. Em seguida, 100 gramas de cada amostra são colocadas em tubos de 250 ml, sendo depois adicionados 75 ml de

solução (250 g de K_2CO_3 em 500 ml de água). O tubo deve ser agitado manualmente por três minutos a fim de criar a suspensão. Então o tubo deve ser colocado em uma centrífuga por 10 minutos a 10.000 rpm. Em seguida, deve-se filtrar o sobrenadante em peneira de 50 mesh e enxaguá-lo três vezes com água. Após isso, deve-se fazer o descarte dos "pellets". Depois é feita a secagem das sementes e restos orgânicos à 35° C, que são então separados e após isso é feita a identificação das sementes.

2.6 Modelos para prever a emergência de plântulas do banco

Alguns modelos bioeconômicos para tomada de decisão no controle de plantas daninhas são utilizados incorporando a dinâmica do banco de sementes na predição de emergência. Entre eles destacam-se:

Modelos da categoria I – O controle é baseado na aplicação de herbicidas de solo e pós-emergência. Como exemplo temos o modelo WEEDCAM – onde é feita a contagem de plântulas e do banco de sementes.

Modelo da categoria II – baseado na aplicação de herbicida de pós-emergência. Como exemplo temos o modelo HERB – é feito apenas à contagem do número de plântulas.

2.7 Efeitos das práticas de manejo sobre o banco de sementes

Os agroecossistemas são caracterizados por ambientes altamente perturbados, sendo que as espécies que habitam esses locais são adaptadas a responder a este regime de distúrbio (Young & Evans, 1976). Modificações nas práticas de manejo alteram os padrões de distúrbio e produzem mudanças na comunidade infestante ao longo do tempo. Portanto, o tamanho, composição do banco de sementes e a vegetação presente na superfície do solo, refletem todo o sistema de manejo do solo e plantas daninhas que foi realizado (Caetano, 2000).

2.7.1 Sistemas de cultivo

Práticas de preparo do solo visam destruir plantas e plântulas de invasoras, quebrar a crosta endurecida, aumentar a aeração, podendo reduzir o tamanho do banco de sementes através de estímulo à germinação ou perda de viabilidade (Cavers & Benoit, 1989). 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. Essa distribuição é afetada pelo tipo, velocidade e profundidade de trabalho do implemento utilizado, textura do solo e umidade (Carmona, 1992).

A utilização de técnicas que promovam a inversão das camadas de solo como a aração, resulta na melhor distribuição das sementes ao longo do perfil e no enterrio de grande quantidade de sementes. Já os métodos que, não promovam a inversão de camadas, permite que a maioria das sementes, permaneçam próximo à superfície do solo. Essa proximidade da superfície do solo proporciona maior germinação das sementes e estabelecimento de plantas daninhas, quando comparado com outros métodos (Ball, 1992).

Staricka et al., (1990) avaliaram os efeitos do arado de aiveca e escarificador sobre a distribuição vertical das sementes no solo, usando esferas de cerâmica com tamanho e densidade similar ao de sementes de plantas daninhas. As esferas foram encontradas a 12 centímetros da superfície do solo quando usou - se escarificador e a 32 centímetros no sistema convencional com o uso de arado.

A aração muito profunda pode inviabilizar a capacidade de regeneração de parte da população de sementes em certas espécies. Relativamente poucas espécies invasoras podem emergir de profundidades superiores a 5 cm, à exceção de espécies que apresentam sementes grandes (Carmona, 1992). Froud-Williams et al (1983) observou que a aração a 20 cm de profundidade erradicou sementes de *Bromus sterilis* e apesar de algumas germinarem elas não emergiram.

O plantio direto ou preparo superficial resulta na concentração de sementes próximas à superfície do solo. Sob sistema de plantio direto, mais do que 60% de todas as sementes de plantas daninhas foram encontradas a 1 cm da superfície do solo e poucas sementes foram encontradas abaixo de 10 cm. A concentração de sementes de daninhas no plantio direto diminui de forma logarítmica com o aumento da profundidade. Nas parcelas com cultivo mínimo, mais de 30% das sementes foram encontradas acima de 1 cm de profundidade e a concentração de sementes diminui linearmente com a profundidade (Yenish et al., 1992). Clements et al. (1996), encontrou mais de 60% do banco de sementes concentrado em profundidade de até 5 cm em solos com cultivo mínimo ou sem cultivo.

Algumas espécies daninhas podem apresentar-se com maior intensidade de emergência no sistema de semeadura direta do que no convencional (Carmona, 1992). O autor ressalta que o plantio direto e o cultivo superficial tendem a acelerar o decréscimo de sementes recém derrubadas no solo por indução de germinação ou perda de viabilidade. A presença de sementes na camada superficial e o freqüente cultivo, predispõe a um esgotamento do banco mais rapidamente. Essas situações facilitam a predação, expõem as sementes a ampla variações de temperatura e umidade, auxiliando na quebra da dormência.

Além de influenciar na distribuição vertical das sementes de plantas daninhas no solo os sistemas de cultivo também influenciam no tamanho do mesmo. Cardina et al. (1991), avaliaram o tamanho do banco de sementes em diferentes sistemas de cultivo (sem cultivo, cultivo mínimo e cultivo convencional) para a cultura do milho. Os sistemas estavam sendo usados há 25 anos e o maior número de sementes foi encontrado no sistema sem cultivo.

2.7.2 Rotação de cultura

A alternância de culturas em determinada área, promovendo variações nos modelos de competição planta daninha–cultura, nas interferências alelopáticas das plantas daninhas, nas condições do microambiente e nas estratégias de manejo de plantas daninhas, pode resultar em alterações qualitativas e quantitativas do banco de sementes (Buhler et al., 1997).

Forcella & Lindstrom (1988), comparando áreas de cultivo contínuo de milho e de rotação milho-soja, verificaram que a alternância de culturas diminuiu a densidade do banco de sementes de plantas daninhas. Salientam que isto se deve ao fato de que cada cultura apresenta uma gama de plantas invasoras “associadas” que pode variar com a localização geográfica (Lockhart et al., 1990). Essas associações decorrem da similaridade em termos de requerimentos por solo e clima, ciclo de vida, competitividade, resistência a herbicidas, características físicas e morfológicas das sementes, etc.

Segundo os autores, a rotação de culturas permite variações na data de preparo do solo, densidade da biomassa vegetal que cobre o solo, época de colheita e subsequente cultivo, e técnicas de controle de invasoras. Dessa forma, nenhuma espécie é continuamente beneficiada por um ambiente, técnica de manejo, colheita ou manuseio em pós-colheita consistentemente favorável. Diante disso, a rotação de culturas é considerada essencial nos sistemas de manejo integrado de plantas daninhas (Swanton & Weise, 1991).

2.7.3 Manejo de plantas daninhas com herbicidas

O uso de herbicidas também pode influenciar as espécies que compõem o banco de sementes, podendo aumentá-lo ou diminuí-lo, dependendo dos produtos utilizados (Ball, 1992). Para deslocar o balanço de interferência a favor das culturas, o homem procura eliminar, ou pelo menos reduzir as densidades nos períodos críticos, utilizando-se para isso os métodos químicos de controle. Esses produtos, quando aplicados no meio atuam como um fator ecológico não-periódico e causam grande impacto sobre a flora de

plantas daninhas, porém, quando utilizados por vários anos atuam como um fator ecológico periódico, permitindo que certas espécies ou biótipos sejam selecionados e se adaptem (Pitelli & Kuva, 1998).

Schweizer & Zimdahl (1984) verificaram que seis anos de efetivo controle de plantas daninhas foram suficientes para reduzir substancialmente o banco de sementes. O uso de herbicidas à base de atrazine na cultura do milho durante seis anos diminuiu o banco de sementes em 98%. Porém, a descontinuidade de controle pode resultar no retorno da população original do banco de sementes. Há de se considerar as interações que possam ocorrer com vários outros fatores como: condições climáticas no período, rotação de culturas, tipo de herbicida utilizado, efeito alelopático, etc. (Roberts, 1981).

Segundo Cavers & Benoit (1989), o uso contínuo de triazinas na cultura do milho em Ontario, Canadá, alterou a composição de espécies e aumentou a resistência destas espécies a este produto.

Voll et al. (1997) avaliaram lavouras de soja em diferentes regiões do estado do Paraná na safra 1995/1996, após coletas de amostras de solo e levantamentos da flora emergente em pré e pós-semeadura. Os autores verificaram comportamento diferenciado da presença de espécies no banco de sementes. Na região de Guarapuava, o banco de sementes mostrou um alto potencial de infestação de plantas daninhas gramíneas, com índices de 135 a 7.450 sementes/m² de *Brachiaria plantaginea*. Enquanto, na região de Londrina, a baixa população do banco de sementes observada em uma propriedade (60 sementes/m²), resultando numa flora emergente de apenas 2 plantas/m², a qual foi atribuída a eficientes aplicações anuais e sucessivas de herbicidas em PPI, no sistema convencional adotado pelo produtor.

É possível observar que o mecanismo de seleção age sobre uma determinada flora infestante de plantas alternando ao longo do tempo a composição específica (seleção de flora) ou alterando a frequência gênica de uma espécie (seleção de biótipos resistentes). Christoffoleti & Victoria Filho (1998) relataram a importância do banco de sementes neste processo, onde a

longevidade e a dormência das plantas daninhas apresentam grande importância, já que as plantas daninhas que apresentarem um banco de sementes considerado permanente, mas com período de dormência que restringe - se à apenas dois a três anos, tem probabilidade de desenvolvimento de um biótipo resistente mais rápido, desde que o herbicida seja aplicado durante alguns anos, impedindo a produção de novas sementes susceptíveis. Sendo assim, o banco de sementes do biótipo suscetível é esgotado rapidamente e o banco de sementes do biótipo resistente é aumentado progressivamente em poucos anos.

Ao realizar estudo com *Citrus sinensis*, Caetano (2000) observou que a aplicação de herbicidas como forma de manejo de plantas daninhas influiu na distribuição do banco de sementes no perfil do solo. O tratamento à base de glyphosate (1,08Kg i.a./ha), aplicado em pós-emergência na linha de plantio permitiu a maior formação populacional de sementes de plantas daninhas quando comparado com a aplicação de produto à base de diuron (2,0Kg i.a./ha) também na linha.

O desenvolvimento de sistemas de manejo integrado de plantas daninhas é, portanto, uma tarefa complexa podendo ser mais eficiente se houver um completo entendimento da dinâmica populacional das plantas daninhas (Fernández - Quintanilla, 1988).

2.8 Herbicidas Inibidores da Enzima EPSPs

Os herbicidas desse grupo são o glyphosate e sulfosate, e ambos têm ampla utilização em todo o mundo no controle de plantas daninhas do tipo lenhosa ou herbácea. Ambos são recomendados como dessecantes para a eliminação total da vegetação, na substituição ou renovação de pastagens (Abernathy, 1992).

As principais características desse grupo é que são compostos químicos de sal de N – (phosphonometil) glicina. Herbicidas inibidores da

síntese da enzima EPSPs, sistêmicos de ação total, para aplicação em pós - emergência.

Agindo deste modo, os herbicidas derivados da glicina e do ácido fosfônico vieram acrescentar, em 1971, um razoável controle de muitas daninhas invasoras de culturas comerciais em todo o mundo. “Nunca houve um herbicida como este antes” foi o título de um artigo apresentado por R. P. Thompson no “Simpósio herbicida Roundup III” em Medan, Indonésia, em 1979 (Grossbard & Atkinson, 1985).

2.8.1 Generalidades e indicação de uso

Descoberto em 1971 por J. E. Franz e vendido comercialmente, inicialmente, como Roundup, é um herbicida aplicado em pós - emergência não seletivo, introduzido comercialmente na Europa em 1974 pela Monsanto Agricultural Products Co. Em 1985 era comercializado em 119 países e registrado para mais de 50 culturas e áreas industriais. Devido à limitada solubilidade (1,2% a 25° C) do ácido na água, também foi descoberto que muitos sais solúveis do glyphosate foram preferidos para as formulações. Em mais de 7000 publicações o termo glyphosate geralmente é utilizado para indicar tanto o ácido como seus sais (Grossbard & Atkinson, 1985). As características físico-químicas do herbicida glyphosate, principais nomes comerciais e fabricantes do herbicida glyphosate encontram-se na Figura 1.

Segundo Rodrigues (1998) o glyphosate é aplicado em pós-emergência, de largo espectro de ação, com pequena seletividade para as plantas. Transloca-se rapidamente, tanto em mono, quanto em dicotiledôneas. Têm ação rápida no controle de plantas daninhas, ou seja, demora cerca de uma semana ou mais para matar plantas anuais e um tempo maior para as plantas perenes. Pulverizações a baixo volume são mais eficientes que altos volumes. Não causa injúria rápida, mesmo quando aplicado a altas concentrações. Quanto maior a idade da planta, maior a translocação do herbicida, aumentando sua eficácia. Altas luminosidades facilitam a

translocação do herbicida. Para se obter o máximo controle em plantas perenes, a parte aérea dos vegetais tratados não deve ser destruída ou cortada, no mínimo por uma semana, depois do tratamento.

Nome Químico	sal de isopropilamina de N-(fosfonometil)glicina
Nome comum	glyphosate
Grupo Químico	derivado de glicina
Fórmula empírica.....	$C_3 H_8 N O_5 P$
Formulação.....	Concentrado Solúvel
Concentração em equivalente ácido	360, 480 g/l e outros.
Concentração em sal de isopropilamina.....	648 g/l
pH.....	4,9
Peso Molecular	169.1
Solubilidade em Água	12 g/L 25°C
K_{oc}	300 - 20.100
Log K_{ow}	- 4,1
pKa:.....	2,27 a 10,86
Solubilidade.....	água e metanol
Classe toxicológica.....	IV-Pouco Tóxico
Corrosividade	ferro e latão
Estabilidade de armazenamento	5 anos em condições normais
Fabricante	Monsanto, Agripec, Nortox, Defesa, Milenia e outros.

Figura 1. Características físico-químicas do herbicida glyphosate e fabricantes do herbicida glyphosate. Fonte: Monsanto (1998)

O glyphosate é um herbicida para uso agropecuário, de ação total não seletivo, aplicado em pós-emergência nas plantas daninhas em culturas de ameixa, banana, cana-de-açúcar, café, cacau, citrus, maçã, nectarina, pastagens, pêra, pêssego, seringueira, soja, trigo e uva. Aplicado também em pós - emergência das plantas daninhas e pré-emergência das culturas de arroz,

algodão e milho, como maturador de cana-de-açúcar, no cultivo mínimo, para eliminação de soqueira de arroz e cana-de-açúcar (Tabela 1).

Tabela 1. Principais culturas registradas, níveis de tolerância de resíduos e intervalo de segurança para o herbicida glyphosate

Culturas	Limite de resíduos (ppm)	Intervalo de segurança (dias)
Frutos		
Ameixa	0,2	17
Banana	0,02	30
Citrus	0,2	30
Maçã	0,2	15
Nectarina	0,2	30
Pêra	0,2	15
Pêssego	0,2	30
Uva	0,2	17
Cereais		
Arroz (grão)	0,2	(2)
Arroz (com casca)	0,5	(2)
Arroz (farelo)	1,0	(2)
Milho	0,1	(2)
Trigo	0,05	(2)
Sementes de Oleaginosas		
Algodão	3,0	(2)
Soja	0,2	(2)
Outros produtos		
Café(grão)	1,0	15
Cacau	0,1	30
Cana-de-açúcar	1,0	(2)
Pastagens	0,2	(2)
Seringueira	U.N.A.(1)	
Resíduo não intencional		
Fígado e rim de bovinos, caprinos e aves	0,1	

(1) U.N.A. Uso não alimentar

Fonte: ILSI (1996).

(2) Intervalo de segurança não determinado devido à modalidade de emprego plantio direto e quebra de dormência.

2.8.2 Comportamento na planta

A absorção do glyphosate se dá através das folhas ou qualquer outra parte fotossinteticamente ativa das plantas (Ahrens, 1994). O produto é moderadamente absorvido pela cutícula (Boerboom & Wyse, 1988), por difusão (Rodrigues & Almeida, 1998). O sal glyphosate isopropilamina é mais prontamente absorvido que o ácido glyphosate (Macsaac et al., citados por Ahrens, 1994). O transporte através da plasmalema é mais lento que o da maioria dos herbicidas, especialmente herbicidas aniônicos (Jachetta, Appleby & Boersma, 1986), provavelmente devido à sua carga negativa em pH fisiológico (Ahrens, 1994). O transportador do fosfato pode contribuir para o movimento do glyphosate através da plasmalema (Denis & Delrot, 1993).

A grande característica deste herbicida é o lento desenvolvimento dos seus sintomas de ação. Esses sintomas podem ser divididos, conforme as diferentes partes das plantas, da seguinte forma conforme (Rodrigues, 1994):

a) Raízes: inibe o crescimento do sistema radicular e rizomas, matando a gema radicular.

b) Caules: inibe o crescimento caulinar, reduzindo a altura das plantas. Acumula-se nas zonas meristemáticas, permitindo a brotação das gemas laterais. Dessa forma, aumenta a brotação das plantas, não por morte da gema apical, pois a aplicação exógena de ácido indol - acético não reverte este processo. Ocorre também espessamento do caule.

c) Folhas: aparece clorose foliar, posteriormente seguida de necrose, Ocorre também enrolamento das bordas da folha, bem como enrugamento do limbo. Em caso de rebrota, acontece má formação foliar.

Deve ser destacado que todos esses sintomas foliares descritos, bem como a inibição do alongamento do caule e da raiz, mais o espessamento do caule, são todos sintomas típicos e característicos da ação do etileno.

Segundo Rodrigues & Almeida (1998), o sintoma decorrente da ação do herbicida é o amarelecimento progressivo das folhas, murchamento e posterior morte das plantas após 7 a 14 dias. De acordo com Ahrens (1994), o

crescimento é inibido imediatamente após a aplicação, seguido de clorose que pode ser mais pronunciada em folhas em desenvolvimento e meristemas, sendo que a visualização destes sintomas se dá a partir de 2 a 4 dias após a aplicação, para espécies altamente suscetíveis, e à partir de 10 dias ou mais, para as menos suscetíveis.

2.8.3 Comportamento no solo

Quando um herbicida atinge o solo, diversos processos que determinam o seu comportamento no ambiente agem sobre o mesmo. Esses processos físicos, químicos e biológicos, podem ocorrer tanto na superfície, quanto a subsuperfície do solo. Dentre os processos físicos de maior influência no comportamento dos herbicidas no solo citam-se: a lixiviação, o escoamento superficial e a volatilização (Souza, 1998).

Na lixiviação, fatores como as características físicas e químicas do herbicida e do solo, e às condições climática são fundamentais na determinação do grau de lixiviação do composto. Uma das propriedades do solo que determina a extensão da lixiviação e a redistribuição dos herbicidas é a sua capacidade de adsorção (Helling et al., 1971).

A absorção pelas raízes não ocorre em condições normais ou é bastante reduzida, devido à rápida inativação quando em contato com o solo. Isto se deve a forte adsorção do herbicida glyphosate pelas partículas coloidais do solo e por serem biodegradáveis pelos microorganismos do solo (Hertwig, 1983; Zeneca Agrícola, 1994). A quantidade adsorvida é influenciada pela textura, teor de matéria orgânica e nível de fosfato do solo (os fosfatos competem com o glyphosate pelos locais de adsorção nos colóides do solo). A lixiviação do glyphosate praticamente não ocorre e apresenta estabilidade à luz solar. Como resultado da falta de atividade deste herbicida no solo é possível semear qualquer cultura na área tratada imediatamente após aplicação (Carmona, 1995).

Na literatura encontra-se resultados que comprovam a afinidade dessa molécula com constituintes minerais e orgânicos do solo, principalmente, com os óxidos e hidróxidos de Fe e Al (Hensley et al., 1978). O glyphosate pode ser considerado um herbicida organofosforado, podendo-se ligar ao solo de maneira similar aos compostos fosfatados naturais (Sprankle et al., 1975).

O glyphosate liga-se ao solo através do grupo fosfônico, portanto, as alterações em sua mobilidade, em função das mudanças de pH do solo, podem ser resultados de diferentes estados de ionização dessa parte da molécula. Geralmente, o aumento do pH resulta num decréscimo da adsorção (MacConnel & Hossner, 1985). Esse efeito é decorrente do decréscimo das interações, uma vez que ambos, argila e glyphosate, tornam-se mais negativamente carregados. Subramaniam & Hoggard (1988) sugerem que em pH perto da neutralidade ocorre a formação de complexos insolúveis de glyphosate com íons Fe^{++} , Cu^{++} , Ca^{++} e Mg^{++} , e que esse mecanismo seria um dos principais responsáveis pela sua inativação no solo.

Em estudos de adsorção do glyphosate, em diferentes classes de solo e minerais de argila, Glass (1987) concluiu que o glyphosate apresenta a seguinte ordem de adsorção, para as diferentes classes de solo: > argioso > siltoso > arenoso; e a seguinte ordem para os minerais de argila: montimorilonita > illita > caulinita.

O glyphosate é absorvido principalmente pelas folhas. A rápida inativação do herbicida glyphosate com poeira na superfície foliar pode acarretar diminuição na eficácia. A adsorção do produto pelos colóides das partículas de solo depositadas na superfície das folhas pode significar uma menor absorção foliar reduzindo a eficácia do herbicida. (Carmona, 1995).

A degradação do glyphosate no solo ocorre predominantemente pela atividade microbiana (Rueppel et al., 1989). Aproximadamente 50% da molécula original é metabolizada em 28 dias, chegando a 90% em 90 dias (Rodrigues & Almeida, 1998).

Normalmente, é observada uma taxa de decomposição inicialmente rápida, seguida por prolongada e lenta decomposição (Moshier & Penner, 1978). Esse comportamento reflete a facilidade com a qual a molécula é metabolizada e, ou, co-metabolizada pela microbiota do solo (Torstensson & Aamissepp, 1977; Dick & Quinn, 1995). Embora o glyphosate seja facilmente degradado pelos microrganismos do solo, tem-se observado uma faixa de variação na meia-vida da molécula de poucos dias a anos (Heinonen-Tanski, 1989; Roy et al., 1989; Newton et al., 1994), o que demonstra um estreito relacionamento com os fatores edáficos (Torstensson et al., 1989; Souza et al., 1996).

2.8.4 Modo e mecanismo de ação

Glyphosate é o único composto desenvolvido como herbicida que bloqueia um passo enzimático do caminho do shikimate (Devine et al., 1993). Inibe a síntese de 5-enol-pirulvil-shikimate-3-fosfato (EPSPs) que produz EPSP de shikimate-3-fosfato e fosfoenolpiruvato na formação do ácido shikimico. A inibição de EPSPs precede a depleção dos aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina, todos necessários para a síntese de proteínas ou para os caminhos biosintéticos precedentes ao crescimento. A falha de adição exógena destes aminoácidos devido à toxidez causada pelo glyphosate em plantas altas sugere que fatores outros que a inibição da síntese de proteínas podem estar envolvidos. Mesmo sabendo que a morte da planta se deve a eventos que ocorrem na inibição de síntese de EPSPs, a seqüência do processo fitotóxico ainda não é clara (Ahrens, 1994).

2.9 Resistência

A biosíntese de aminoácidos nas plantas tem há muito tempo sido reconhecida como um desejável alvo para herbicidas devido à baixa toxidez destes inibidores. Durante muitos anos um grande número de potentes inibidores de síntese de aminoácidos têm sido introduzidos como eficientes

herbicidas. Estes herbicidas incluem o glyphosate, que inibe a biosíntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, triptofano e tirosina interferindo na atividade da síntese da enzima EPSPs (Hatzios, 1989).

A ação inibitória do glyphosate na planta pode ser revertida com aplicações exógenas dos aminoácidos aspartato e glutamato e muitos ácidos orgânicos do ciclo do ácido tricarboxílico como ketoglutarato, succinato ou malato. Alguns laboratórios têm tentado aumentar a resistência de plantas ao glyphosate aumentando o número de genes codificadores da síntese da enzima 5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate (síntese de EPSPs), e isso foi mostrado no acréscimo de resistência de *Escherichia coli* ao glyphosate. Uma alternativa de aumento de resistência pode ser a colonização do solo na região do sistema radicular com microrganismos que produzem excesso de fenilalanina, para que a planta possa absorver esse excesso aumentando sua resistência ao glyphosate (Hatzios, 1989). Porém, Ahrens (1994) afirma que não há casos conhecidos de resistência ao glyphosate em uso no campo. Tolerância induzida em culturas tem sido obtida em algumas espécies, como fumo, tomate, petúnia, milho, chicória, algodão, canola, cenoura e algumas espécies de bactérias, e ainda soja mais recentemente.

2.10 Curva dose - resposta

A curva dose-resposta típica tem característica sigmóide e segundo Monqueiro (1999), é uma ferramenta muito utilizada na ciência das plantas daninhas, pois permite a interpretação dos resultados de forma objetiva e possibilita comparação adequada entre os tratamentos.

Também é utilizada na obtenção de cultivares resistentes ou tolerantes a determinados herbicidas. Isso permite aplicar herbicidas nas culturas em que antes não tinham como controlar as plantas daninhas pelo uso de herbicidas, proporcionando assim, uma alternativa de manejo de plantas daninhas. Porém, o uso constante do herbicida, com o mesmo mecanismo de ação pode ocasionar, ao longo dos anos biótipos resistentes.

O uso da regressão não linear e do modelo descrito por Streibig et al (1993) (Equação 1) é o método mais adequado na elaboração deste tipo de curva de dose-resposta. A adaptação deste modelo foi sugerido por Seefeldt (1995) e cita que a principal vantagem deste modelo é que um dos termos integrantes da equação o GR50, dose necessária para reduzir em 50% o crescimento ou a biomassa das plantas tratadas, permite determinar através da relação GR50 suscetível / GR50 resistente a comprovação do nível de resistência dos biótipos testados.

Equação 1 - Modelo log - logístico:

$$Y = C + (D - C) / 1 + \text{Exp}(b(\log(x) - \log(\text{GR50})))$$

Onde: Y = resposta da planta; X = dose do herbicida; D = limite superior da curva; C = limite inferior da curva; b = declividade da curva e GR50 = dose correspondente a 50% de resposta.

Entretanto, podem ser utilizados modelos lineares, quadráticos, hiperbólicos e exponencias, conforme as Equações 2, 3 e 4 ilustradas abaixo, para o estabelecimento das curvas de dose resposta em função da escala de doses dos herbicidas e do comportamento das variáveis (Streibig et al, 1993).

Equação 2 - Modelo Linear:

$$Y = A + B \cdot X$$

Onde: Y = resposta da planta; X = dose do herbicida e B = coeficiente de declividade da curva

Equação 3 - Modelo hiperbólico:

$$Y = A \cdot X / (B + X)$$

Onde: Y = resposta da planta; X = dose do herbicida; B = coeficiente de declividade da curva e A = é a assíntota máxima.

Equação 4 - Modelo exponencial:

$$Y = \text{Exp}(A + B \cdot X)$$

Onde: Y = resposta da planta; X = dose do herbicida; B = coeficiente de declividade da curva e A = é a assíntota máxima.

Madsen & Jensen (1995) utilizando o modelo log - logístico com o objetivo de comparar, pela curva dose - resposta, o efeito dos herbicidas glyphosate e phenmedipham mais ethofumesate em cinco espécies de plantas daninhas, concluíram que o glyphosate conseguiu reduzir a biomassa verde em 85, 82, 80, 26 e 1% em relação ao phenmedipham mais ethofumesate nas espécies *Polygonum persicaria*, *Solanum nigrum*, *Stellaria media*, *Laminum purpureum* e *Galium aparine*, respectivamente. A espécie mais sensível ao glyphosate foi a *Solanum nigrum* e as demais espécies, *Stellaria media*, *Polygonum persicaria*, *Laminum purpureum* e *Galium aparine* necessitam de doses 1,12; 4,41; 4,74 e 11,65 vezes maior em relação à espécie mais sensível ao glyphosate, respectivamente.

Para o herbicida phenmedipham mais ethofumesate a classificação das espécies mais sensíveis foram em ordem decrescente *Solanum nigrum*, *Stellaria media*, *Laminum purpureum*, *Galium aparine* e *Polygonum persicaria* necessitando de doses 1,31; 1,32, 1,90 e 2,26 vezes maior, respectivamente,

para obtenção de 50% de redução do crescimento em relação a espécie *Solanum nigrum*.

Ryan (1970) desenvolveu um protocolo de casa de vegetação para comprovação científica da resistência das planta daninhas aos herbicidas do grupo químico das triazinas. A metodologia envolveu o uso de doses crescentes dos herbicidas atrazina e simazina nas espécies resistentes e suscetíveis de *Senecio vulgaris* e serviu para comprovar cientificamente que a população de *Senecio vulgaris* era resistente aos herbicidas atrazina e simazina.

Heap & Morrison (1996) com a utilização do modelo log - logístico, comprovaram a resistência de biótipos de *Setaria viridis* aos herbicidas inibidores da ACCase. Os autores concluíram que a dose necessária para provocar 50% de redução no crescimento foi de 2 a 54 vezes superior às necessárias para provocar o mesmo efeito em biótipos suscetíveis.

Christoffoleti et al (1996) conduziram experimentos em casa de vegetação, conforme protocolo de Ryan (1970), utilizando espécies resistentes e suscetíveis de *Bidens pilosa* e doses crescentes de herbicidas inibidores da ALS (imazethapyr, nicosulfuron, metsulfuron-methyl e chlorimuron-ethyl) e constataram a resistência desta espécie aos herbicidas testados, pois o GR50 do biótipo resistente foi de 370, 39, 26 e 12 vezes maior que GR50 do biótipo suscetível, respectivamente.

2.11 Características das plantas daninhas estudadas

2.11.1 *Ipomoea grandifolia* (L.)

Plantas de origem na América do Sul, onde no Brasil tem ocorrido o gênero *Ipomoea* com muita frequência, infestando lavouras de culturas anuais de verão nas regiões Sul, Sudeste e Centro - Oeste. Segundo Kissmann & Groth (1992) causa grandes problemas na colheita das lavouras por seu ciclo completar após a maturação da cultura, pois seus ramos emaranham e dificultam a colheita, causando perdas na produtividade quando a infestação é

significativa, principalmente nas culturas de soja e cereais. Planta herbácea, trepadeira de ciclo anual, considerada de difícil controle, reproduz - se por sementes. Prefere solos modificados, como os de uso agrícola. Também é muito comum em áreas abandonadas (Lorenzi, 2000).

2.11.2 *Bidens pilosa*(L.)

Tem como origem a América Tropical e possui maior presença na América do Sul (Kissman & Groth, 1992). No mundo existem 15 espécies com o gênero *Bidens*, sendo que no Brasil as espécies mais comuns são *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* ocorrendo principalmente nas regiões do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Planta daninha, herbácea, anual de verão, com 30 a 120 cm de altura. As inflorescências da espécie *Bidens pilosa* constituem-se de capítulos terminais. As flores são amarelas e têm capacidade de produção de 3000 a 6000 aquênios por planta (Lorenzi, 2000). Possui teor de água de 86 e 87% de sua biomassa verde. Desenvolvem em solos na faixa de pH 5,0 a 7,0. Na cultura da soja, pode ocasionar perdas de até 30% na produtividade. O dano é em função do período de convivência e da densidade.

2.11.3 *Tridax procumbens* (L.)

Planta originária da América Central, tendo se expandido para a América do Sul. No Brasil tem ocorrência muito intensa especialmente na região Centro - Oeste, continuando a avançar para outras regiões, sendo uma das invasoras mais comuns nas áreas onde ocorre. A planta é herbácea, propaga - se apenas por semente, com 20 a 40 cm de altura. O florescimento acontece quase o ano todo. Os aquênios possuem papilho com cerca de 20 pêlos de 5 mm de comprimento, o que torna fácil sua dispersão pelo vento. Apresenta-se preferência por solos arenosos e secos, vegetando durante o período quente do ano (Lorenzi, 2000; Kissmann & Groth, 1992)

2.11.4 *Spermacoce latifolia* Abul.

Planta nativa do Brasil. Ocorre com frequência no Sudeste, Centro - Oeste e Nordeste onde infestam principalmente lavouras de café, pomares e também é muito comum em lavouras anuais de verão, como a de soja. Pode causar grandes problemas para a cultura da soja, pois a espécie pode abrigar nematóides, como as do gênero *Meloidogyne*. Desenvolve bem em solos ácidos, com certa tolerância ao sombreamento. A correção da acidez e os níveis de fertilidade ocasionam a diminuição da infestação. Planta daninha, herbácea, anual, com caule tetragonal, podendo chegar a 50 cm de altura. A partir da base da planta formam-se diversos caules que se ramificam de modo irregular e que atingem até 40 cm de comprimento (Lorenzi, 2000; Kissmann & Groth, 1992). Na parte inferior os caules podem ser cilíndricos, mas nas partes mais novas são distintamente quadrangulares. Reprodução por sementes.

2.11.5 *Commelina benghalensis* (L.)

Originária do Sul e do Sudeste Asiático. Ocorre em quase todo o Brasil, principalmente nas regiões onde se cultiva soja: Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Bahia e outras regiões. Planta muito agressiva em culturas anuais de verão. Na soja a única espécie praticamente encontrada é *Commelina benghalensis*, causando grandes perdas na produtividade por forte competição e também depreciando na classificação por aumentar o teor de umidade dos grãos. Planta perene, semi - prostada, com caules suculentos de 30 a 70 cm de altura, dissemina-se por sementes na parte aérea, mas apresenta uma característica peculiar que é a reprodução por sementes formadas nos rizomas a partir de folhas modificadas. O desenvolvimento vigoroso se dá em solos férteis, com condições de boa umidade e sombreados. Em solo seco a reprodução vegetativa fica prejudicada, porém suportam longos períodos de estiagem (Kissmann, 1992).

2.11.6 *Digitaria insularis* (L.) Fedde

Tem como origem as regiões tropicais e subtropicais do Continente Americano. No Brasil ocorre com grande intensidade nas regiões Sudeste, Centro - Oeste e Nordeste. É infestante importante em culturas perenes como café, citrus e abacaxi. Na citricultura foi constatado que em sua parte subterrânea pode abrigar as bactérias do cancro cítrico (Kissmann, 1992). Planta herbácea, ereta, e perene, com 0,50 a 1,5 m de altura, formam touceiras a partir de curtos rizomas. Propaga - se por sementes e curtos rizomas. Possuem panículas grandes, com 15 - 30 cm de comprimento. Suas sementes são revestidas por muitos pêlos, o que lhe confere alta capacidade de disseminação pelo vento, tendo bom poder germinativo. Desenvolvem-se melhor em solos férteis, mas suporta solos pobres e ácidos superando outras espécies (Lorenzi, 2000.)

.

3 FLUXOS DE EMERGÊNCIA E BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS EM SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL

Resumo

O ensaio teve o objetivo de avaliar o fluxo de emergência de plantas daninhas e determinar o banco de sementes após a aplicação de doses de glyphosate em dois sistemas de manejo do solo. Para isto, foi instalado um ensaio na área experimental pertencente a ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" do Departamento de Produção Vegetal, localizada no município de Piracicaba - SP, no período de janeiro 2000 a dezembro de 2001. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas. Os tratamentos utilizados foram dispostos em um esquema fatorial (6x2) de produtos e preparo de solo, com 4 repetições. As parcelas (5,0 x 6,0 m) foram subdivididas em duas faixas contínuas, simulando dois tipos de sistemas: semeadura direta e convencional. Os tratamentos utilizados foram aplicações de glyphosate, com intervalos de 15 em 15 dias, nas seguintes doses: 0, 540, 720, 900, 1080, 1260 e 1440 g.i.a / ha. O levantamento e a determinação da flora infestante foram amostrados através do método do quadrado de ferro, lançado aleatoriamente dentro de cada subparcela, antes as aplicações de glyphosate, onde foi feito a identificação e contagem das espécies de plantas daninhas. O banco de sementes foi determinado através da retirada de 20 amostras simples de solo na área útil em cada subparcela nas profundidades de 0,0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10,0; 10,0-15,0 e 15,0-20,0 cm, com um trado de 3,14 cm de diâmetro. Concluiu-se que: o herbicida glyphosate foi eficaz

no controle de plantas daninhas existentes na área a partir da dose de 540 g.i.a/ha. No ano de 2001 ocorreram fluxos das espécies *Leucas martinensis* Jacq. e *Richardia brasiliensis* Gomes de uma forma mais diferenciada no direto do que no convencional, também as espécies *Cenchrus echinatus* L. e *Digitaria insularis* (Feed) L. apresentaram maior emergência do direto do que o convencional. No ano de 2002 essas diferenças dos fluxos das espécies, não foi tão expressiva como em 2001. As sementes concentraram-se nos 2,5-5,0 cm superficiais do solo, no sistema direto, enquanto que o preparo convencional distribuiu as sementes em maiores profundidades.

EMERGENCE PERIODICITY AND WEED SOIL BANK IN NO TILLAGE AND CONVENTIONAL TILLAGE SYSTEMS

Summary

The research aimed to evaluate the emergence periodicity of weeds and to determine the weed soil seeds bank after the application of glyphosate rates in two handling tillage systems of the soil. For this, the experiment was installed in Department of Vegetable Production of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), located in Piracicaba - SP, Brazil, in the period of January 2000 to December of 2001. The experimental design was the completely randomized blocks with subdivided plots. The treatments were disposed in a factorial design (6x2) of rates and soil preparation, with 4 repetitions. The plots (5.0 x 6.0 m) were subdivided in two continuous strips, simulating two types of systems: conventional tillage and no tillage. The treatments were glyphosate applications, with intervals of 15 in 15 days, in the following rates: 0, 540, 720, 900, 1080, 1260 and 1440 g.i.a.ha⁻¹. The weeds infestation, were sampled through the method of iron square, thrown aleatoriatly inside of each subportions, before glyphosate applications, where the identification and counting of the species of weeds. The soil seed was determined by withdrawing of 20 single

samples of soil in the useful area in each subportions and in the depths of 0.0-2.5; 2.5-5.0; 5.0-10.0; 10.0-15.0 and 15.0-20.0 cm, with a soil sampler of 3.14 cm of diameter. It was concluded that: the herbicide glyphosate was effective to the existent weeds starting from dose of 540 g.i.a.ha⁻¹. In the year of 2001, occurred emergence periodicity flows of the species dicotiledons *Leucas martinensis* Jacq. and *Richardia brasiliensis* Gomes in a way more differentiated in the no tillage than in the convencional tillage; also, the species monocotiledons *Cenchrus echinatus* L. and *Digitaria insularis* L. (Feed) presented larger emergence periodicity flows in the no tillage than in the convencional tillage systems. In the year of 2002, that differences of the emergence periodicity flows of the species were not as expressive as in 2001. The seeds concentrated on the 2.5-5.0 cm superficial of the soil, in the no tillage system, while the convencional tillage in the soil distributed in the soil.

3.1 Introdução

As plantas daninhas caracterizam-se por produzir grande quantidade de sementes em ambientes constantemente perturbados e somente uma pequena porcentagem germina e sobrevive completando seu ciclo de vida. Porém, esse número de sementes que uma nova planta produz é suficiente para manter ou aumentar o tamanho da população e do banco de sementes para que ocorra disseminação e colonização de novas áreas.

O banco de sementes é uma reserva de sementes viáveis no solo presente na superfície ou em profundidade. Esta reserva constitui-se como a fase inicial do ciclo reprodutivo de vida das espécies anuais, sendo a causa fundamental de sua persistência. Em áreas agrícolas o banco de sementes em solos cultivados tem sido amplamente estudado devido à sua importância. Este é utilizado para estudar as relações quantitativas entre a sua população e a da flora infestante. Com essa informação pode-se elaborar índices de predição e definir modelos de emergência, permitindo prever infestações futuras e adequar

medidas de manejo do solo e cultura, que permitam racionalizar o uso de herbicidas.

O uso do arado tende a distribuir melhor as sementes ao longo do perfil do solo, enquanto que o plantio direto ou preparo superficial do solo resulta na concentração de sementes próximas à superfície (Hoffman et al, 1998). Ball (1992) verificou que no sistema de plantio direto, mais de 60 % de todas as sementes de plantas daninhas do total do banco de sementes foram encontradas até 1 cm de profundidade no solo e poucas sementes foram encontradas à profundidade abaixo de 10 cm.

Schreiber (1992), estudando os efeitos do preparo do solo, na distribuição de sementes no solo, quanto à realização de preparo mínimo ou plantio direto, verificou que as mesmas concentraram-se nos 2,5 cm superficiais do solo, enquanto que o preparo convencional distribuiu as sementes até 20 cm de profundidade.

Pitelli (1997) cita que a cobertura morta é um importante fator no que se refere ao comportamento do banco de sementes. Segundo o autor, esta agiria sob os aspectos físicos (luz), biológico (microbiocenose) e químico (alelopatia) sobre as plantas daninhas.

De acordo com Pitelli (1997), a redução do distúrbio do solo resultante da adoção do plantio direto, provoca redução temporária das populações de plantas daninhas nos agroecossistemas, sendo citados como fatores a grande proporção estoque de sementes do solo que é mantida numa profundidade suficiente para que não haja germinação e/ou emergência das plântulas. As sementes produzidas após a adoção do plantio direto ficaram depositadas na camada superficial do solo, ficando mais suscetíveis à ação dos predadores de grande porte, como pássaros e roedores.

Cardina et al (1991), avaliaram o tamanho do banco de sementes em diferentes sistemas de cultivo, sendo que o maior número de sementes foi encontrado no sistema de plantio direto. De maneira geral, pode-se dizer que

interações entre herbicidas, preparo do solo e práticas culturais alteram o tamanho e a natureza do banco de sementes (Roberts, 1981).

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o fluxo de emergência e determinar o banco de sementes das plantas daninhas, nas diferentes profundidades de solo, em áreas com aplicação de doses do herbicida glyphosate em sistema de semeadura direta e convencional.

3.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida durante os meses de janeiro de 2001 a dezembro de 2002, na área pertencente ao Departamento de Produção Vegetal a ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", localizada no município de Piracicaba - SP, apresentando como coordenadas geográficas: 22° 42' 9" latitude Sul e 47° 38'30" longitude Oeste com aproximadamente 540 m de altitude. As precipitações e temperaturas médias dos meses de janeiro a dezembro dos anos 2001 e 2002, em que foi conduzido o experimento, estão representados nas Figuras 1 e 2. Os dados foram coletados no posto meteorológico do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP que fica próximo à área experimental.

As aplicações foram efetuadas com uso de pulverizador costal com pressão constante de 279.3 Kpa, ponta de pulverização XR Teejet 110.02, volume de calda 300L/ha, na ausência de vento, sempre na parte da manhã. Foi considerada como testemunha as parcelas que não sofreram aplicação do glyphosate, sendo capinadas sempre que se aplicou o herbicida glyphosate.

O levantamento e determinação da flora infestante foram feitos com um quadrado de ferro com dimensão de 0,5 x 1,0m nos sistemas de semeadura direta e convencional lançado aleatoriamente dentro da área útil das subparcelas, de 15 em 15 dias, antes as aplicações de glyphosate onde foi feito a identificação e contagem das espécies de plantas daninhas.

Figura 1 - Dados da precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) ocorridos no período de janeiro a dezembro de 2001, Piracicaba-SP

Figura 2 - Dados da precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) ocorridos no período de janeiro a dezembro de 2002, Piracicaba-SP

As amostragens de solo foram feitas com trado de ferro de 3,14 cm de diâmetro para as profundidades de 0,0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10,0; 10,0-15,0 e 15,0-20,0 cm. Cada amostra composta constituiu-se de 20 amostras simples de solo / subparcela, no qual foram acondicionadas em sacos plásticos identificados com as respectivas profundidades e transportados para local das avaliações, onde foram secos até a obtenção de peso constante. Também foram retiradas sub-amostras das amostras de solo do banco de sementes para análises químicas e físicas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ / USP, conforme demonstram as Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Resultados da análise química de solo do local do experimento – Piracicaba-SP

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	M.O. g.dm ³	P mg.dm ⁻³	S mg.dm ⁻³	Mmolc dm ⁻³					T	V %
					K	Ca	Mg	H+Al	SB		
0-2,5	5,1	26	7	69	4,1	44	12	34	60,1	94,1	64
2,5-5,0	5,1	26	8	81	3,9	46	14	31	63,9	94,9	67
5,0-10,0	5,0	22	6	72	3,0	37	12	31	52,0	83,0	63
10,0-15,0	4,9	21	9	136	2,8	35	12	34	49,8	83,9	59
15,0-20,0	5,1	22	6	73	3,0	43	13	28	59,0	87,0	68

SB = soma de bases; T = capacidade de troca de cátions; V = saturação de bases; Prof. = profundidade; M.O. = matéria orgânica.

Após secagem do solo, retirou-se uma alíquota de um quilo por amostra composta sendo estas acondicionadas em bandejas de alumínio com dimensões de 20x30 e 5cm de altura. Em seguida, foram colocadas aleatoriamente nas bancadas em casa de vegetação sob sistema de irrigação diária. As bandejas foram perfuradas para que não houvesse acúmulo de água e conseqüentemente o apodrecimento das sementes. A identificação e contagem das plantas daninhas emergidas foram feitas aos 15, 30 e 60 dias após a implantação das bandejas.

Tabela 2. Resultados da análise física de solo no local do experimento – Piracicaba-SP

Prof. (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classe
0-2,5	49	14	37	Argilosa
2,5-5,0	47	12	41	Argilosa
5,0-10,0	45	12	43	Argilosa
10,0-15,0	43	15	42	Argilosa
15,0-20,0	45	15	40	Argilosa

Classe de textura: até 14% de argila - arenosa; 15 a 24% de argila - media arenosa; 25 a 34% de argila - media argilosa; 35 a 59% de argila - argilosa; 60% ou superior de argila - muito argilosa.

Os dados obtidos foram transformados a raiz quadrada de $X+0,5$ e foram submetidos à análise de variância e Teste F do programa estatístico SANEST. Para as análises significativas foram realizadas à comparação entre médias através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e Discussão

Na Tabela 3, encontram-se as médias de plantas emergidas por metro quadrado nas diferentes doses empregadas em sistemas de semeadura direta e convencional no período chuvoso (verão) e seco (inverno) dos anos de 2001 e 2002. Ao iniciar o ensaio em janeiro de 2001, as parcelas eram homogêneas por não conter número de plantas daninhas diferentes significativamente e que, apesar de ocorrer tendência de menor número de plantas daninhas/m² nas maiores doses, não houve diferença significativas entre as doses de glyphosate, em dois anos consecutivos de glyphosate aplicado nas áreas de sistema convencional e direto. As parcelas que não receberam aplicações do herbicida e somente efetuou-se a capina, ou seja, a testemunha, obteve-se

diferenças significativas do número de planta emergidas/m² quando comparadas com as doses de herbicidas, mostrando que o herbicida foi eficaz no controle de plantas infestantes encontradas em sua menor dose.

Tabela 3. Médias do número plantas daninhas/m² emergidas em função de doses de glifosate em sistemas de semeadura direta e convencional no período de verão e inverno dos anos agrícolas 2001 e 2002.

Doses/Sistemas	2001			2002		
	Jan	Jun	Nov	Jan	Jun	Nov
0	231 a	143 a	121 a	161 a	32 a	42 a
540	222 a	7 b	27 b	70 b	7 b	15 b
720	359 a	4 b	27 b	61 b	10 b	15 b
900	254 a	3 b	24 b	55 b	9 b	12 b
1080	190 a	2 b	25 b	51 b	5 b	11 b
1260	125 a	2 b	24 b	45 b	1 b	10 b
1440	259 a	3 b	18 b	36 b	3 b	13 b
Direto	247 a	14 a	28 b	77 a	6 b	13 b
Convencional	220 a	33 a	48 a	60 a	12 a	21 a
Teste F						
Sistemas (S)	0.53 ^{ns}	3.14 ^{ns}	8.49 ^{**}	2.09 ^{ns}	4.75 [*]	7.12 [*]
Doses (D)	0.18 ^{ns}	15.21 ^{**}	17.24 ^{**}	7.73 ^{**}	8.45 ^{**}	9.26 ^{**}
S*D	0.93 ^{ns}	3.75 ^{**}	9.16 ^{**}	1.48 ^{ns}	0.38 ^{ns}	4.05 ^{**}
DMS						
Sistemas	87	21	13	23	5	5
Doses	250	59	38	67	16	17
Média geral	234	23	38	68	9	18
C.V.(%)	37	52	34	34	60	36

* Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Os estádios fenológicos dessas plantas daninhas foram de 2 a 4 folhas definitivas até 1 perfilho nas dicotiledôneas e monocotiledôneas, respectivamente. As espécies de plantas daninhas encontradas na área pelo método do quadrado de ferro são apresentadas nos ANEXOS A e B.

Verificou-se também que ocorreu uma diminuição de plântulas emergidas na área ao longo do tempo nas parcelas capinadas e tratadas com herbicidas apresentando maiores reduções nas parcelas onde utilizou o herbicida glyphosate. Essa redução na média geral, considerando a testemunha, foi de 71, 61 e 52%, nos meses de janeiro, junho e novembro analisadas um ano após as amostragens de cada mês.

O número de plantas daninhas nos dois sistemas direto e convencional, não diferiram significativamente nos meses de janeiro, junho de 2001 e janeiro de 2002, porém para novembro de 2001, junho e novembro de 2002 houve diferença significativa, sendo que o sistema de plantio direto apresentou menor número de plântulas emergidas. Isso ocorreu, talvez pelo fato de aplicações sucessivas do herbicida ter proporcionado uma diminuição do número de sementes do banco de sementes do solo posicionadas nas camadas superficiais do solo em sistema direto. A perturbação do solo no sistema convencional devido à utilização dos implementos agrícolas (arado+grade) provocou a inversão de camadas do solo e as sementes posicionadas em uma maior profundidade no perfil do solo permitiu que estas viessem à superfície do solo, ocasionando assim, um maior número de plantas daninhas emergidas/m² no sistema convencional em relação ao direto, pois segundo Ball et al (1992) a proximidade das sementes da superfície do solo ocasiona maior germinação das sementes e estabelecimento de plantas daninhas, quando comparados com outros métodos.

Nas Figuras 3 e 4, encontramos o resultados dos levantamentos do número total de plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas por m² ocorridos nos meses de janeiro a dezembro de 2001 em sistema de semeadura direta e convencional nas condições climáticas do local.

Figura 3 - Resultados dos levantamentos do total de plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas por m^2 ocorridos nos meses de janeiro a dezembro de 2001 em sistema de semeadura direta

Figura 4 - Resultados dos levantamentos do total de plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas por m^2 ocorridos nos meses de janeiro a dezembro de 2001 em sistema de semeadura convencional

Podemos verificar que no período de verão, ou seja, período quente e chuvoso o número de plantas daninhas encontradas na área é grande devido temperaturas elevadas e precipitações freqüentes. À medida que vão aproximando as estações outono e inverno, temperaturas amenas e clima seco, o fluxo e número de plantas daninhas emergidas vão diminuindo, tanto para o sistema de semeadura direta e convencional, pois ambas as Figuras 3 e 4, têm o mesmo comportamento. Os dados meteorológicos podem ser consultados nos APÊNDICES 1 a 24 onde têm-se as precipitações, umidade relativa, insolação, temperatura média, mínima e máxima diárias de cada mês referentes ao período estudado.

No mês de maio, totalizou-se a quantidade de 60,6 mm de precipitação. Especificamente nos dias 11, 12 e 13 de maio choveu 6,5; 2,3 e 21,7 mm, respectivamente, o que confere a quantidade de 30,5 mm de chuva acumulada dois dias antes a primeira contagem do número de plantas daninhas e 22,4mm de chuva acumulada antes da segunda contagem, conforme pode ser visto no APÊNDICE 5. Com o clima mais ameno, pois a temperatura média foi de 19,1°C, pode ter ocorrido menor evapotranspiração conferindo condição ideal para fluxo de emergência de plantas daninhas, principalmente para a espécie *Leucas martinicensis* (cordão-de-frade). Essa espécie tem maior porcentagem de emergência no mês de maio em relação às outras espécies.

Na área de semeadura direta na Figura 5, destacou-se *Richardia brasiliensis* e *Leucas martinicensis* como espécies dominantes na área no ano de 2001. Ambas apresentaram fluxos de emergência nos meses de fevereiro a agosto. A partir do início do mês de outubro ocorreu maior equilíbrio na porcentagem de emergência de plântulas entre as espécies observadas na área, tendo como destaque, respectivamente, as espécies *Bidens pilosa* e *Alternanthera tenella* nos meses de novembro e dezembro.

Figura 5 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies dicotiledôneas *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Leucas martinicensis* (cordão-de-frade), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Richardia brasiliensis* (poaia) nos meses de janeiro a dezembro de 2001 em sistema de semeadura direta

Figura 6 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies dicotiledôneas *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Leucas martinicensis* (cordão-de-frade), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Richardia brasiliensis* (poaia) nos meses de janeiro a dezembro de 2001 em sistema de semeadura convencional

O fluxo de emergência das espécies no sistema de semeadura convencional, apresentado na Figura 6, mostra que neste sistema ocorreu uma tendência de uniformização nos níveis de emergência de plântulas, porém maior porcentagem *Richardia brasiliensis* foi observada nos meses de março a maio. Mais uma vez a espécie *Leucas martinicensis* apresentou maior taxa de emergência no mês de maio, entretanto, o número de fluxos de emergência foi menor em comparação com o sistema de semeadura direta. Com a proximidade do verão essas espécies perderam porcentagem de emergência para *Ipomoea grandifolia* e *Richardia brasiliensis* verificando fluxos de emergência nos meses de novembro e dezembro, respectivamente.

Nas Figuras 7 e 8, são apresentados os dados do levantamento da porcentagem de emergência nas espécies monocotiledôneas e as espécies *Commelina benghalensis*, *Digitaria insularis* e *Cenchrus echinatus* foram as plantas de maior relevância nas áreas. Nos dois tipos de sistemas de semeadura os dados constantes nos gráficos são muito semelhantes e em ambos o destaque foi para a espécie *Cenchrus echinatus* que praticamente infestou a área durante todo o ano. Somente no mês de março e julho esta espécie apresentou porcentagem de emergência menor, sendo próxima de zero no mês de julho. Nota-se que os dados no gráfico sistema direto apresenta maiores oscilações entre as espécies do que no sistema convencional.

No sistema de semeadura direta ocorreram seis fluxos de emergência de *Digitaria insularis* a taxas aproximadamente de 30% do total das espécies ocorridas na área. Na semeadura convencional, foi registrado cinco fluxos para esta espécie a taxa não superiores de 25% de emergência.

Figura 7 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies monocotiledôneas *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) nos meses de janeiro a dezembro de 2001 em sistema de semeadura direta

Figura 8 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies monocotiledôneas *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) nos meses de janeiro a dezembro de 2001 em sistema de semeadura convencional

No ano de 2002, os valores do número total de plantas daninhas ocorridas nas áreas de semeadura direta e convencional, declinaram em média de aproximadamente de 250 para 80 plantas/m² (Tabela 3) nos meses de janeiro, fevereiro e março em relação aos meses do ano anterior. Talvez às aplicações sucessivas do herbicida glyphosate durante um ano, de 15 em 15 dias e a cada fluxo de emergência, teriam provocado a diminuição no banco de sementes. A heterogeneidade dos fluxos de emergência das plantas daninhas é outro fato marcante no período das avaliações (Figuras 9 e 10). Os dados meteorológicos apresentados na Figura 2 demonstram que neste ano as temperaturas oscilaram bastante quando comparados com as do ano anterior. Além das oscilações nas temperaturas, as precipitações foram menores no ano de 2001 quando comparado com o ano de 2002. No total, em 2001 e 2002 choveu a quantia de 1240,8 e 1457,3mm, respectivamente, conforme os APÊNDICES 1 a 24.

Verificando as Figuras 9 e 10, observou-se que ocorreram infestações relevantes de plantas daninhas de março a agosto. Este é considerado para as condições do Estado de São Paulo, como estação de outono/inverno e que tem como características dias com menores intensidade de luz solar, umidade relativa do ar baixa, temperaturas amenas e menor fotoperíodo, ou seja, condições desfavoráveis para emergência de plantas daninhas, todavia neste período ocorreram quantidades de chuvas acumuladas de 515 mm sendo superior em 174,8 mm nesta mesma época no ano de 2001, o que pôde ter ocasionado condições favoráveis para os fluxos de emergência de plantas daninhas. Somente nos meses de março e maio de 2002 o posto meteorológico registrou precipitações de 272,4 e 112,4 mm o que confere média de 8,8 e 3,6 mm por dia, respectivamente. Observou-se também a predominância de plantas dicotiledôneas na área. Esta foi muito maior que as plantas monocotiledôneas, independente do mês do ano.

Figura 9 - Resultados dos levantamentos do total de plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas por m^2 ocorridos nos meses de janeiro a dezembro de 2002 em sistema de semeadura direta

Figura 10 - Resultados dos levantamentos do total de plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas por m^2 ocorridos nos meses de janeiro a dezembro de 2002 em sistema de semeadura convencional

A porcentagem de germinação nas espécies dicotiledôneas, nos sistemas de semeadura direta e convencional, são apresentadas nas Figuras 11 e 12 e verificou-se que as espécies *Alternanthera tenella*, *Ipomoea grandifolia*, *Leucas martinicensis*, *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis* foram às espécies que infestaram a área e obtiveram fluxos de germinações, tendo as espécies *Alternanthera tenella*, *Ipomoea grandifolia* e *Leucas martinicensis* como as mais freqüentes. No mês de julho não se obteve a ocorrência de plantas daninhas na área no sistema direto e após esse mês os fluxos das plantas daninhas tornam-se freqüentes novamente, principalmente para as últimas espécies citadas.

No sistema convencional (Figura 12) as espécies têm o mesmo comportamento que o sistema direto nos meses de janeiro a julho, sendo que, também no mês de julho não ocorreram fluxos de emergência. A partir da segunda quinzena de julho as plantas daninhas tornaram a emergir, com destaque para *Alternanthera tenella* e *Richardia brasiliensis* até o mês de novembro quando a área apresentou 90% de infestação de *Ipomoea grandifolia* na área.

Figura 11 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies dicotiledôneas *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Leucas martinicensis* (cordão-de-frade), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Richardia brasiliensis* (poaia) nos meses de janeiro a dezembro de 2002 em sistema de semeadura direta

Figura 12 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies dicotiledôneas *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Leucas martinicensis* (cordão-de-frade), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Richardia brasiliensis* (poaia) nos meses de janeiro a dezembro de 2002 em sistema de semeadura convencional

Na Figura 13, estão as espécies monocotiledôneas encontradas na área de semeadura direta. Observa-se que *Cenchrus echinatus* foi a espécie de maior ocorrência, competindo com *Digitaria insularis* pela ocupação da área. Nos meses de fevereiro a maio apresentaram índices de germinação em torno de 50% sendo que ambas ocorreram oito e seis fluxos de emergência, respectivamente, ao longo do ano. A partir da segunda quinzena de junho esta espécie desapareceu e *Cenchrus echinatus* tornou-se dominante na área, com exceção ao mês de julho não ocorreu a germinação de nenhuma espécie. Um fluxo de emergência foi observado no mês de setembro para *Digitaria insularis* que logo desapareceu nos próximos meses. A espécie *Commelina benghalensis*, mostrou ser a menos presente na área, ocorrendo dois fluxos de emergência em abril e junho, respectivamente. Apesar da pouca ocorrência dessa espécie ela é de grande importância para a agricultura, por ser muito agressiva na capacidade de competir por elementos essenciais (água, nutrientes e luz) para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

No sistema de semeadura convencional do ano de 2002 (Figura 14), as espécies *Digitaria insularis* e *Cenchrus echinatus* disputam o ano todo entre si pela ocupação da área. Praticamente, ocorreram cinco fluxos de emergência para *Digitaria insularis* nos meses de março, abril, julho, agosto e setembro. A espécie *Commelina benghalensis* apresentou apenas um fluxo no mês de abril e *Cenchrus echinatus* apesar de sua presença ocorrer praticamente durante o ano todo, sua germinação foi maior nos meses de janeiro, abril, junho, julho, agosto e outubro. Nenhuma ocorrência de plantas daninhas foi observado na segunda quinzena dos meses de junho e julho e primeira de setembro.

Figura 13 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies dicotiledôneas *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) nos meses de janeiro a dezembro de 2002 em sistema de semeadura direta

Figura 14 - Levantamento da porcentagem de emergência (%) das espécies dicotiledôneas *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) nos meses de janeiro a dezembro de 2002 em sistema de semeadura convencional

A análise da variância da emergência de plantas daninhas em diferentes profundidades do solo nos sistemas de semeadura direta e convencional, encontra-se na Tabela 4 e verificou-se que houve efeito significativo nas variáveis sistemas de semeadura aos 30 dias, profundidades do solo aos 15 e 60 dias e interação de sistema e profundidade nos dias 15, 30 e 60 dias após a instalação das bandejas em casa de vegetação ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Quadro dos dados da análise da variância dos dados de emergência de plantas daninhas em diferentes profundidades, nos sistemas de semeadura direta e convencional, aos 15, 30 e 60 dias após instalação das bandejas em casa de vegetação

Causas de Variação	GL	15 dias	30 dias	60 dias
Sistemas (S)	1	3,43 ^{ns}	266,17**	19,03 ^{ns}
Profundidades (P)	4	177,27 **	21,90 ^{ns}	42,50 **
S*P	4	552,31 **	326,34 **	137,38 **
Resíduo	270	41,27	17,58	11,25

* Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Através do desdobramento da interação profundidades e sistemas aos 15 dias após o solo colocado em casa de vegetação para contagem do número de plantas daninhas emergidas por bandeja, verificou-se que ocorreu diferença significativa nas profundidade 2,5-5,0, 5,0-10,0 e 15,0-20,0cm. Nos sistemas de semeadura direta houve maior emergência de plantas na profundidade de 2,5-5,0cm. Nas profundidades 5,0-10,0 e 15,0-20,0cm obteve-se maior quantidade de plantas emergidas para o sistema convencional significativas ao nível de 5% de probabilidade. Nas profundidades de 0,0-2,5 e 10,0-15,0cm não houve diferença significativa.

Tabela 5. Desdobramento do número de plantas daninhas em emergidas nos sistemas de semeadura direta e convencional aos 15 dias após as bandejas colocadas em casa em vegetação¹

Sistemas	Profundidades (cm)				
	0-2,5	2,5-5,0	5,0-10,0	10,0-15,0	15,0-20,0
Direto	10,6	11,1 a	8,1 b	10,6	7,4 b
Convencional	10,1	2,3 b	11,5 a	9,5	15,6 a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 6, os dados apresentaram a mesma tendência que na Tabela 5, mostrando que na segunda época de avaliação, ou seja, aos 30 dias, ocorreu novamente maior emergência de plantas daninhas nas camadas superiores do solo para o sistema de semeadura direta. Na camada de 2,5-5,0cm o sistema de semeadura direta foi diferente significativamente ao nível de 5% do sistema de semeadura convencional, enquanto que nas camadas de 5,0-10,0 e 15,0-20,0cm de profundidade, ocorreu maior emergência significativa de plantas no sistema convencional. Novamente não houve diferenças significativas nas profundidades de 0,0-2,5 e 10,0-15,0m entre os sistemas.

Tabela 6. Desdobramento do número de plantas daninhas emergidas nos sistemas de semeadura direta e convencional aos 30 dias após as bandejas colocadas em casa em vegetação¹

Sistemas	Profundidades (cm)				
	0-2,5	2,5-5,0	5,0-10,0	10,0-15,0	15,0-20,0
Direto	2,5	5,1 a	0,85 b	4,5	0,4 b
Convencional	4,5	1,1 b	5,3 a	3,3	8,8 a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na terceira avaliação (Tabela 7), o sistema convencional ocasionou maior emergência de plântulas na profundidade de 15,0-20,0cm em relação ao sistema direto, uma relação de 4,3 vezes superior do que a quantidade no sistema direto. Na profundidade de 2,5-5,0cm o sistema de semeadura direta foi o que proporcionou maior emergência de plantas daninhas. Os valores de 4,6 e 1,6 para o sistema direto e convencional, respectivamente, foram diferentes estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Desdobramento do número de plantas daninhas emergidas nos sistemas de semeadura direta e convencional aos 60 dias após as bandejas colocadas em casa em vegetação¹

Sistemas	Profundidades (cm)				
	0-2,5	2,5-5,0	5,0-10,0	10,0-15,0	15,0-20,0
Direto	5,5	4,6 a	3,8	5,4	1,6 b
Convencional	4,9	1,6 b	5,0	4,9	7,0 a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A comparação das médias de emergência das plantas daninhas nas diferentes profundidades no fator sistema convencional aos 15, 30 e 60 dias após colocação das bandejas em casa de vegetação para teste de emergência das plantas daninhas estão apresentados nas Tabelas 8 e 9. Pôde-se verificar que no sistema convencional houve uma maior emergência nas profundidades de 0,0-2,5; 5,0-10,0; 10,0-15,0; 15,0-20,0cm, sendo que, na profundidade de solo amostrada de 2,5-5,0cm obteve-se menor emergência de plantas daninhas em todas as épocas avaliadas. Os valores encontrados nesta profundidade de solo não foram superiores à três plântulas/bandeja. Schreiber (1992) verificou que as sementes concentraram-se nos 2,5 cm superficiais do solo, enquanto que o preparo convencional distribuiu as sementes até 20 cm de profundidade.

Tabela 8. Média de 28 repetições do número de plantas daninhas emergidas em diferentes profundidades de solo amostradas aos 15, 30 e 60 dias após as bandejas colocadas em casa em vegetação semeadura convencional ¹

Profundidades (cm)	15 dias	30 dias	60 dias
0-2,5	10,1 a	4,5 a	4,9 a
2,5-5,0	2,3 c	1,1 c	1,6 b
5,0-10,0	11,5 ab	5,4 b	5,0 a
10,0-15,0	9,5 b	3,3 bc	4,9 a
15,0-20,0	15,6 a	8,8 a	7,1 a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o sistema de semeadura direta, as médias do número de plantas daninhas emergidas aos 15, 30 e 60 dias encontram-se na Tabela 9. Nota-se que aos 15 dias não houve diferença entre as profundidades, entretanto ao 30 e 60 dias ocorreram diferenças significativas na profundidade de 15,0-20,0cm onde obteve-se menor número de plântulas emergidas com valores de 0,4 e 1,6, respectivamente.

O plantio direto ou preparo superficial resulta na concentração de sementes próximas à superfície do solo. Então, devido ao revolvimento do solo ocorrido no sistema convencional pelo uso de arado e grade fez com que as sementes existentes na área fossem deslocadas às profundidades inferiores sendo que no plantio direto como não houve revolvimento em momento algum do solo, as sementes permaneceram ao nível da superfície do solo.

Entretanto Carmona (1992) cita que relativamente poucas espécies invasoras podem emergir a profundidades superiores a 5 cm, à exceção de espécies que possuem sementes grandes. Apesar dessas espécies germinarem elas não conseguem emergir segundo Froud-Williams et al (1993).

Yenish et al., (1992) estudando o sistema de plantio direto, verificou que mais do que 60% de todas as sementes de plantas daninhas foram encontradas a 1 cm da superfície do solo e poucas sementes foram encontradas abaixo de 10 cm. Também Clements et al. (1996), encontrou mais de 60% do banco de sementes concentrado em profundidade de até 5 cm em solos com cultivo mínimo ou sem cultivo.

Tabela 9. Média de 28 repetições do número de plantas daninhas emergidas aos 15, 30 e 60 dias após as bandejas colocadas em casa em vegetação em diferentes profundidades de solo amostradas nos sistemas de semeadura direta¹

Profundidades	15 dias	30 dias	60 dias
0-2,5	10,6 a	2,5 ab	5,5 a
2,5-5,0	11,2 a	5,1 a	4,6 a
5,0-10,0	8,1 a	0,9 b	3,8 ab
10,0-15,0	10,6 a	4,5 a	5,4 a
15,0-20,0	7,5 a	0,4 b	1,6 b

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No geral, observou-se que à medida que amostrou-se o solo nas profundidades mais inferiores uma maior quantidade plantas daninhas no sistema convencional, e no sistema de semeadura direta o banco de sementes foi maior nas camadas mais superficiais do solo.

3.4 Conclusões

Pelos dados obtidos nas condições locais pôde-se concluir que:

O herbicida glyphosate mostrou-se ser eficaz no controle de plantas daninhas existentes na área a partir da dose de 540 g.i.a/ha.

No ano de 2001 ocorreram fluxos das espécies *Leucas martinensis* Jacq. e *Richardia brasiliensis* Gomes de uma forma mais diferenciada no direto do que no convencional. Também as espécies *Cenchrus echinatus* L. e *Digitaria insularis* (Feed) L. apresentaram maior emergência no direto do que no convencional. No ano de 2002 essas diferenças dos fluxos das espécies, não foram tão expressivas como em 2001.

As sementes concentraram-se nos 2,5-5,0 cm superficiais do solo, no sistema direto, enquanto que o preparo convencional distribuiu as sementes em maiores profundidades.

4 EFICÁCIA DE DIFERENTES DOSES DE GLYPHOSATE EM PLANTAS DANINHAS DE DIFÍCIL CONTROLE

Resumo

O glyphosate é um herbicida muito utilizado no controle de plantas daninhas devido ser considerado de largo espectro de ação. Todavia algumas plantas daninhas são relativamente tolerantes a sua ação. Portanto, foi conduzido no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba - SP, um experimento com o objetivo de avaliar o controle de plantas daninhas de difícil controle pelo uso da aplicação de diferentes doses de glyphosate, em câmara de crescimento, disposto no delineamento experimental inteiramente casualizados, com 5 repetições. Os tratamentos constituíram-se de aplicações do herbicida glyphosate nas seguintes doses comerciais: 0, 720, 960; 1200, 1440, 1680, 1920 g.i.a/ha, nas espécies de plantas daninhas, *Bidens pilosa* L., *Commelina benghalensis* L., *Digitaria insularis* L. (Fedde), *Ipomoea grandifolia* L. e *Tridax procumbens* L., as quais, foram semeadas e transplantadas em vasos de polietileno, contendo três plantas por vaso, e determinado os seus estádios de desenvolvimento momento antes das aplicações. Os resultados obtidos mostraram que o herbicida glyphosate controlou *Bidens pilosa* e *Digitaria insularis*, pois ocorreu a morte de 100% dessas espécies aos 14 DAA na dose de 720 g.i.a/ha. *Commelina benghalensis* foi considerada de difícil controle. A dose de glyphosate necessária para atingir índices de controle de acima de 91% foi de 1680 g.i.a/ha para *Commelina benghalensis*, 960 g.i.a/ha na espécie *Tridax procumbens* e 1440 g.i.a/ha para *Ipomoea grandifolia* aos 21 DAA.

EFFECTIVENESS OF DIFFERENT DOSES OF GLYPHOSATE IN WEEDS OF HARD CONTROL WEEDS

Summary

The glyphosate is a herbicide frequently used in the weed control because it is considered a product of wide action spectrum. Though some weeds are relatively tolerant to its action. It was led in the Department of Vegetable Production of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Piracicaba - SP, Brazil, an experiment with the objective of evaluating the control of weeds of difficult control through the application of different glyphosate rates, in growth chamber, using a completely randomized design with 5 repetitions. The treatments were constituted of applications of glyphosate in the following rates: 0, 720, 960; 1200, 1440, 1680, 1920 g.i.a.ha⁻¹, in the species *Bidens pilosa* L., *Commelina benghalensis* L., *Digitaria insularis* L. (Fedde), *Ipomoea grandifolia* L. and *Tridax procumbens* L. which they were sowed and transplanted in vases of polyethylene, containing three plants for vase; the development stages were determined before moment of the applications. The obtained results showed that the herbicide glyphosate controlled *Bidens pilosa* and *Digitaria insularis*, occurring control of 100% of these species in 14 DAA in the dose of 720 g.i.a.ha⁻¹. *Commelina benghalensis* was considered a specie of difficult control. The necessary rate to reach control indexes above 91% was of 1680 g.i.a.ha⁻¹ for *Commelina benghalensis*, 960 g.i.a.ha⁻¹ in the species *Tridax procumbens* and 1440 g.i.a.ha⁻¹ of glyphosate for *Ipomoea grandifolia* in 21 DAA.

4.1 Introdução

O herbicida glyphosate é muito eficaz no controle de várias espécies anuais e em um grande número de espécies perenes lenhosas e herbáceas. Devido à falta de seletividade, é aplicado antes da semeadura (principalmente em plantio direto), após a semeadura, mas antes da emergência da cultura, em aplicação dirigida em culturas estabelecidas, para controlar invasoras mais altas que a cultura com enxada química e para a total eliminação de vegetação como na substituição ou renovação de pastagens (Abernathy, 1992).

Com a expectativa da liberação e introdução no Brasil de cultivares resistentes ao glyphosate, como soja, milho e algodão entre outras, o herbicida poderá ser aplicado nestas culturas, constituindo assim, uma nova alternativa para o produtor no controle de plantas daninhas. Porém, tem-se verificado na literatura e nas práticas de campo algumas dificuldades de controle de algumas espécies de plantas daninhas, tais como a *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* onde o glyphosate tem efeito marginal.

Entre estas duas, destaca-se a *Commelina benghalensis* talvez, não pelo fator herbicida e sim as características morfológicas, anatômicas que esta espécie apresenta, como também à interação da época de aplicação e do estágio fenológico da planta daninha. A diferença na absorção, translocação, compartimentação e no metabolismo da molécula do herbicida são outros fatores que justificam o não controle dessa espécie de planta daninha. (Wyrill & Burnside, 1976; Vargas et al., 1999).

Santos et al. (2001) obtiveram excelente controle de 94% em *Commelina benghalensis*, na fase de florescimento, com doses a partir de 720 g.i.a/ha, aos 25 dias após tratamento (DAT) e 100 % aos 63 DAT para 720, 1440, 2160, 2880 e 3600 g.i.a/ha em experimento conduzido em caixas de polietileno em área desprotegida.

A presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de verificar o efeito de doses do glyphosate no controle de algumas espécies de plantas daninhas consideradas de difícil controle.

4.2 Materiais e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em câmara de crescimento regulada à temperatura de 28°C, umidade relativa do ar de 80% e 14 horas de luz. As espécies de plantas daninhas *Commelina benghalensis*, *Digitaria insularis*, *Bidens pilosa*, *Ipomoea grandifolia* e *Tridax procumbens* com densidade de 3 plantas por vaso de polietileno foram dispostos no delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 repetições. As sementes foram obtidas através de uma empresa produtora de sementes de plantas daninhas. Essas plantas daninhas foram inicialmente semeadas em caixa de polietileno e após, quando as mesmas apresentaram um par de folhas definitivas, foram transplantadas para vasos de 9,5 cm de diâmetro contendo substrato. Aguardou-se 25 dias após a emergência, para as plantas daninhas apresentarem estágio de desenvolvimento de 2 a 6 folhas definitivas e serem efetuadas as aplicações de glyphosate na formulação de 480 g.i.a/ha, nas seguintes doses: 0, 720, 960; 1200, 1440, 1680, 1920 g.i.a/ha, em pulverizador de laboratório (câmara de aspersão) na pressão de 279.3 Kpa, ponta 110.02, volume de calda 300L/ha, temperatura de 25°C e umidade relativa de 68%.

As avaliações de controle foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após o tratamento (DAT) da aplicação de glyphosate, através de notas atribuídas de 0 a 100% de controle, conforme escala da Asociación Latino-Americana de Malezas (ALAM, 1974). As plantas daninhas remanescentes, foram cortadas próximo a região do colo com tesoura, em seguida colocadas em saco de papel, identificadas e levadas para laboratório para secagem em câmara de circulação de ar forçado $\pm 70^{\circ}\text{C}$ e pesadas para determinar a biomassa seca por espécie.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância do programa estatístico SANEST. Para as análises qualitativas (espécies de plantas daninhas) significativas pelo Teste F, foram realizadas à comparação entre médias através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e para as

análises quantitativas (doses de glyphosate), foi realizada à regressão escolhendo-se o modelo que apresentou significância, desvio da regressão não significativo e maior R^2 .

4.3 Resultados e discussão

Na Tabela 1, encontra-se a análise da variância dos fatores espécies de plantas daninhas, doses do herbicida glyphosate, interação espécie x doses, biomassa e regressão linear e quadrática.

Tabela 1. Análise das variâncias, Teste F e porcentagem de controle* das plantas daninhas *B. pilosa*, *D. insularis*, *I. grandifolia*, *C. benghalensis* e *T. procumbens*, aos 7, 14 e 21 dias após aplicação de glyphosate¹

Espécies	7 DAT (%)	14 DAT (%)	21 DAT (%)	Biomassa (g)
<i>D. insularis</i>	70 a	86 a	86 a	0,3848 b
<i>B. pilosa</i>	66 a	86 a	86 a	0,6385 a
<i>T. procumbens</i>	59 b	78 b	83 b	0,1962 c
<i>I. grandifolia</i>	38 c	59 c	74 c	0,6745 a
<i>C. benghalensis</i>	25 d	46 d	72 d	0,6022 a
Teste F				
Espécies (E)	220,28**	879,68**	178,60**	34,34**
Doses (D)	260,88**	2148,35**	3622,54**	283,77**
E*D	10,52**	47,85**	31,86**	20,80**
DMS	5	2	2	0,1357
CV (%)	15	5	4	41

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* 100 a 91% de controle = excelente; 91 a 80% de controle = muito bom; 81 a 70% de controle = bom; 71 a 60% de controle = suficiente; 60 a 41% regular; 40 a 0% = nenhum ou pobre.

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Pôde-se verificar, que o Teste F foi significativo para todos os fatores. Nas Tabela 6 a 10, houve efeito significativo da regressão linear e quadrática para porcentagem de controle em função das diferentes doses de glyphosate aplicadas nas espécies de plantas daninhas ao nível de significância de 1% de probabilidade, ajustando-se o modelo quadrático para tal efeito.

Analisando as espécies aos 7 dias após aplicação (DAA) do glyphosate, *Digitaria insularis* e *Bidens pilosa* foram controladas em níveis acima de 65%, enquanto *Tridax procumbens*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* abaixo de 60%. *C. benghalensis* foi a que obteve menor porcentagem de controle (25%), seguido de *I. grandifolia* (38%) e *T. procumbens* (59%). Essas diferenças de controle foram significativas para todas as espécies, exceto para *B. pilosa* (66%) e *D. insularis* (70%) que não diferenciaram significativamente entre si.

Aos 14 DAA, os índices de porcentagem melhoraram e atingiram 86% para *B. pilosa* e *D. insularis*. As plantas daninhas *C. benghalensis*, *I. grandifolia* e *T. procumbens* atingiram 46, 59 e 78% de controle considerados regulares para as duas primeiras espécies e bom para *T. procumbens* conforme a escala de ALAM (1974).

As espécies *Digitaria insularis* e *Bidens pilosa* mantiveram porcentagem de controle de 86% (muito bom) aos 21 DAA para ambas espécies, apesar de, na Tabela 1 apresentarem diferenças significativas de 5% de probabilidade para *Tridax procumbens* (83%). Apesar, desses valores, 86 e 83% existirem diferença estatística entre si, são considerados controle muito bom. Também ocorreu o mesmo caso com *Ipomoea grandifolia* (74%) e *Commelina benghalensis* (72%) estas foram diferentes significativamente pela estatística porém, foram considerados controle bom, pela escala de ALAM (1974).

Verifica-se também na Tabela 1, que as espécies *B. pilosa*, *I. grandifolia* e *C. benghalensis* produziram em média maiores quantidade de biomassa seca nas condições em que foi conduzido o experimento de 0,6385; 0,6745 e 0,6022 g, não apresentando diferenças significativas entre si. *D. insularis* e *T.*

procumbens apresentaram menores quantidades de biomassa seca de 0,3848 e 0,1962 g, respectivamente, sendo estatisticamente diferentes entre si assim com as espécies *B. pilosa*, *I. grandifolia* e *C. benghalensis*.

Na Tabela 2, o desdobramento da interação espécies e doses aos 7 DAA de glyphosate apresentaram índices muito baixos na espécie *C. benghalensis*. A porcentagem de controle foi de 7% na dose 720 g.i.a/ha e foi aumentando na medida que se aumentou a dose do herbicida chegando ao nível máximo de 53% na dose 1920 g.i.a/ha, sendo considerado controle regular. Os valores índices de controle nesta espécie foram muito diferentes se comparados com as espécies *B. pilosa* e *D. insularis*. As porcentagens de controle na dose de 1440 g.i.a/ha, para estas espécies, foram de 78 e 90% contra 28%, respectivamente.

Tabela 2. Desdobramento da interação espécies x doses significativa para o controle* plantas daninhas aos 7 dias após aplicação de glyphosate¹

Espécies	Doses (g.i.a/ha)					
	720	960	1200	1440	1680	1920
<i>B. pilosa</i>	73 Aa	72 Aa	78 Aa	78 Aba	80 Aa	84 Aa
<i>D. insularis</i>	72 Aa	79 Aab	78 Aab	90 Aa	86 Aab	85 Aab
<i>T. procumbens</i>	57 Bc	58 Bc	66 Abc	74 Bab	75 Aab	85 Ab
<i>I. grandifolia</i>	21 Cc	26 Cbc	37 Bb	59 Ca	57 Ba	63 Ba
<i>C. benghalensis</i>	7 Dc	12 Dc	27 Bb	28 Db	49 Ba	53 Ba

¹ Na linha, médias seguidas da mesma letra minúscula e na coluna, médias seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* 100 a 91% de controle = excelente; 91 a 80% de controle = muito bom; 81 a 70% de controle = bom; 71 a 60% de controle = suficiente; 60 a 41% regular; 40 a 0% = nenhum ou pobre.

A espécie *I. grandifolia* também apresentou-se com porcentagem baixa. Apesar das porcentagens serem um pouco maiores que *C. benghalensis*, não foram consideradas adequadas no controle pelo uso do herbicida glyphosate. As doses de 720, 960 e 1200 g.i.a/ha apresentaram controle pobre sendo de 21, 26 e 37%, respectivamente e nas doses de 1440, 1680 e 1920 g.i.a/ha o

controle foi regular a suficiente, com 59, 57 e 63%, respectivamente. *Tridax procumbens* comportou-se como a espécie de nível intermediário de controle. Seus valores de 57, 58, 66, 74, 75 e 85 % de controle nas seguintes doses aplicadas 720, 960, 1200, 1440, 1680 e 1920 g.i.a/ha foram considerados de suficientes a muito bom, aumentando o controle à medida que aumentaram as doses.

Na Tabela 3, observando as espécies *B. pilosa* e *D. insularis* com as espécies *T. procumbens*, *I. grandifolia* e *C. benghalensis* pôde-se constatar as diferenças de controle entre essas espécies. Nota-se que a partir de 14 DAA de da aplicação de glyphosate ocorreu a morte total de *B. pilosa* e *D. insularis*, enquanto as outras permaneceram vivas, porém com índices de controle superiores aos índices com 7 DAA.

Tabela 3. Desdobramento da interação espécies x doses significativa para o controle* plantas daninhas aos 14 dias após aplicação de glyphosate¹

Espécies	Doses (g.i.a/ha)					
	720	960	1200	1440	1680	1920
<i>B. pilosa</i>	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
<i>D. insularis</i>	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
<i>T. procumbens</i>	78 Ba	83 Bab	84 Bb	88 Bb	93 Bbc	97 Ac
<i>I. grandifolia</i>	59 Ca	64 Cab	68 Bb	73 Cb	89 Bc	93 Ab
<i>C. benghalensis</i>	27 Da	42 Db	54 Bc	62 Dd	69 Ce	72 Be

¹ Na linha, médias seguidas da mesma letra minúscula e na coluna, médias seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* 100 a 91% de controle = excelente; 91 a 80% de controle = muito bom; 81 a 70% de controle = bom; 71 a 60% de controle = suficiente; 60 a 41% regular; 40 a 0% = nenhum ou pobre.

A espécie *C. benghalensis* continuou com índices menores de controle, seguido de *I. grandifolia* e *T. procumbens*. Doses maiores do herbicida glyphosate proporcionaram melhores controles. As doses 1680 e 1920 g.i.a/ha, na espécie *T. procumbens*, não ocasionaram morte total da planta daninha,

mas o controle foi excelente tendo valores de 93 e 97%, respectivamente. Controle excelente de 93%, também foi atingido na espécie *I. grandifolia* na dose 1920 g.i.a/ha. O glyphosate e sua avaliação de controle aos 21 dias após sua aplicação (Tabela 4), confirmou o que vinha sendo observado no período das avaliações anteriores, que o herbicida glyphosate foi lento nos seus sintomas de ação (Rodrigues, 1994) e agiu diferentemente no controle de determinadas espécies de plantas daninhas.

Apenas após 21 dias da aplicação de glyphosate foi que valores acima de 91% de controle foram obtidos na espécie *C. benghalensis*. A dose necessária foi de 1680 e 1920 g.i.a/ha para atingir índices de controle de 98 e 92%, respectivamente. As espécies *B. pilosa* e *D. insularis*, atingiram valores iguais a 100% aos 14 DAA na dose de 720 g.i.a/ha. A espécie *T. procumbens* foi controlada 100% na dose de 1440 g.i.a/ha aos 21 DAA. Se em uma área existirem a presença dessa comunidade de plantas daninhas, temos que utilizar doses acima de 1440 g.i.a/ha para que o controle seja acima de 80% aos 21 dias após sua aplicação e não cause problemas futuros de reinfestação na cultura de interesse.

Tabela 4. Desdobramento da interação espécies x doses significativa para o controle* plantas daninhas aos 21 dias após aplicação de glyphosate¹

Espécies	Doses (g.i.a/ha)					
	720	960	1200	1440	1680	1920
<i>B. pilosa</i>	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
<i>D. insularis</i>	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa
<i>T. procumbens</i>	88 Ba	95 Ab	97 Abc	100 Ac	100 Ac	100 Ac
<i>I. grandifolia</i>	81 Ca	84 Ca	84 Ba	93 Bb	99 Ac	98 Bc
<i>C. benghalensis</i>	54 Da	74 Db	78 Cb	85 Cc	98 Ad	92 Be

¹ Na linha, médias seguidas da mesma letra minúscula e na coluna, médias seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* 100 a 91% de controle = excelente; 91 a 80% de controle = muito bom; 81 a 70% de controle = bom; 71 a 60% de controle = suficiente; 60 a 41% regular; 40 a 0% = nenhum ou pobre.

Na Tabela 5, constatamos a eficácia do herbicida glyphosate no controle das espécies através da determinação da biomassa seca de *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia*, *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens* e *Digitaria insularis*.

A aplicação de 720 g.i.a/ha de glyphosate foi suficiente para proporcionar menor quantidade de biomassa seca em relação à testemunha, essa diferença foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. Observou-se uma tendência de queda da biomassa seca à medida que aumentou as doses, porém não significativa entre elas. Somente na espécie *C. benghalensis* obteve diferença significativa entre as doses 720 e 1920 g.i.a/ha.

Tabela 5. Biomassa seca (3 plantas/vaso) em *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia*, *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens* e *Digitaria insularis* em diferentes doses de glyphosate (média de 5 repetições)¹

Doses (g.i.a/ha)	Espécies				
	<i>C. benghalensis</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>T. procumbens</i>	<i>D. insularis</i>
0	1,286 a	2,592 a	3,432 a	0,756 a	2,260 a
720	0,694 b	0,400 b	0,202 b	0,164 b	0,038 b
960	0,628 bc	0,390 b	0,214 b	0,098 b	0,054 b
1200	0,534 bc	0,440 b	0,142 b	0,122 b	0,078 b
1440	0,348 bc	0,210 b	0,122 b	0,072 b	0,033 b
1680	0,330 bc	0,312 b	0,160 b	0,142 b	0,100 b
1920	0,398 c	0,378 b	0,198 b	0,020 b	0,126 b

¹ Na coluna, médias seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Levando em consideração o critério de regressão de maior grau, desvio de regressão não significativo e maior R^2 para determinar o modelo de melhor ajuste, pôde-se verificar na Tabela 6, que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade das doses de glyphosate na análise da regressão, onde o

modelo que melhor se ajustou foi o quadrático para a espécie *Tridax procumbens* aos 7 dias após aplicação do herbicida.

Tabela 6. Análise da variância da porcentagem de controle da espécie *Tridax procumbens* aos 7 dias após a aplicação de glyphosate

Regressão	GL	SQ	QM	F
Linear	1	20851,60	20851,60	353,07**
Quadrática	1	2031,47	2031,47	34,39**
Desvio de Regressão	4	574,06	143,52	2,43 ^{NS}
Resíduo	136	8031,73	59,05	

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

^{NS} Diferença não significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Figura 1 - Equação estimada da porcentagem de controle de plantas da espécie *Tridax procumbens* aos 7 dias após aplicação de glyphosate

A Figura 1, mostra o valor de $R^2 = 0,98$ e modelo matemático quadrático que indica maior controle desta espécie a medida que aumenta-se a dose de glifosate, chegando a um valor máximo próximo de 80% para dose de 1920 g.i.a/ha e 50% para 720 g.i.a/ha. A curva tem uma pequena inclinação ascendente na dose a partir de 1200 g.i.a/ha.

Na Tabela 7, também ocorre efeito significativo da análise da regressão aos 7 dias após aplicação de glifosate para espécie de planta daninha *C. benghalensis*. O desvio é não significativo e o modelo quadrático é o que melhor se ajusta ao significativo a 1% de probabilidade. Na figura 2, temos a equação do modelo matemático quadrático, o coeficiente de determinação $R^2 = 0,96$ e a curva de regressão para a espécie *C. benghalensis*, com formato côncavo indicando maior controle desta espécie a medida que aumenta-se as doses de glifosate. Os valores de porcentagem de controle são bem menores se comparados com a espécie anterior (*Tridax procumbens*) caracterizando como espécie de maior dificuldade de controle para as doses testadas.

Tabela 7. Análise da variância da porcentagem de controle da espécie *Commelina benghalensis* aos 7 dias após a aplicação de glyphosate

Regressão	GL	SQ	QM	F
Linear	1	11013,21	11013,21	186,48**
Quadrática	1	1000,46	1000,46	16,94**
Desvio de Regressão	4	440,61	110,15	1,86 ^{NS}
Resíduo	136	8031,73	59,05	

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

^{NS} Diferença não significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Figura 2 - Equação estimada da porcentagem de controle de plantas da espécie *Commelina benghalensis* aos 7 dias após aplicação de glyphosate

Na Tabela 8 e Figura 3, o modelo matemático quadrático na espécie *Digitaria insularis* foi o que melhor se ajustou para esta espécie e a planta daninha obteve maiores porcentagens de controle na dose de 1440 g.i.a/ha obtendo controle acima de 80%. A partir desta dose o controle começa declinar mostrando talvez uma menor absorção ou eficácia do herbicida para esta espécie.

Tabela 8. Análise da variância da porcentagem de controle da espécie *Digitaria insularis* aos 7 dias após a aplicação de glyphosate

Regressão	GL	SQ	QM	F
Linear	1	21358,61	21358,61	361,66**
Quadrática	1	7586,26	7586,26	128,46**
Desvio de Regressão	4	559,41	139,85	2,37 ^{NS}
Resíduo	136	8031,74	59,05	

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

^{NS} Diferença não significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Figura 3 - Equação estimada da porcentagem de controle de plantas da espécie *Digitaria insularis* aos 7 dias após aplicação de glyphosate

Na Tabela 9, encontra-se a análise da variância dos dados de biomassa seca (g) da parte aérea na espécie *C. benghalensis* onde verifica-se a regressão quadrática significativa. Na Figura 4, a biomassa seca da espécie *C. benghalensis* diminuíram de 0,71 para 0,41 g/vaso assim que dobrou a dose do herbicida glyphosate de 720 para 1440 g.i.a/ha, permitindo reduzir em 57% a biomassa seca. Nas doses 1680 e 1920 g.i.a/ha esta queda diminui e a curva torna-se menos acentuada e a redução da biomassa foi de 0,36 para 0,35

g/vaso, respectivamente. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,98 e o modelo matemático de ajuste quadrático.

Tabela 9. Análise da variância dos dados de biomassa seca (g) da parte aérea na espécie *Commelina benghalensis*

Regressão	GL	SQ	QM	F
Linear	1	2,9261	2,9261	69,43**
Quadrática	1	0,3253	0,3253	7,71**
Desvio de Regressão	4	0,0621	0,0155	0,36 ^{NS}
Resíduo	136	5,7391	0,0421	

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

^{NS} Diferença não significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Figura 4 - Equação estimada da biomassa seca (g/vaso) da parte aérea de *Commelina benghalensis* em função das doses de glyphosate

Na Tabela 10, encontra-se a análise da variância dos dados de biomassa seca (g) da parte aérea na espécie *Tridax procumbens* onde verifica-se a regressão quadrática significativa. Na Figura 5 verifica-se que as doses 720, 960, 1200 e 1440 g.i.a/ha proporcionaram menores biomassa seca, sendo

a última dose que obteve menor biomassa (0,04g/vaso) na espécie *Tridax procumbens*. Ao aumentar a dose para 1680 e 1920 g.i.a/ha essas obtiveram maior biomassa seca de 0,056 e 0,099 g/vaso respectivamente em relação à dose 1440 g.i.a/ha.

Tabela 10. Análise da variância dos dados de biomassa seca (g) da parte aérea na espécie *Tridax procumbens*

Regressão	GL	SQ	QM	F
Linear	1	1,3289	1,3289	31,49**
Quadrática	1	0,4497	0,4497	10,66**
Desvio de Regressão	4	0,1162	0,0290	0,68 ^{NS}
Resíduo	136	5,7391	0,0421	

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

^{NS} Diferença não significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Figura 5 - Equação estimada da biomassa seca (g/vaso) da parte aérea da espécie *Tridax procumbens* em função das doses de glyphosate

4.4 Conclusões

Nas condições em que foram conduzidos os ensaios conclui-se que:

a) O glyphosate controlou facilmente *Bidens pilosa* e *Digitaria insularis*, pois obtiveram morte de 100% aos 14 DAA na dose de 720 g.i.a/ha.

b) *Commelina benghalensis* foi considerada de difícil controle entre as espécies pesquisadas. A dose necessária de glyphosate para atingir índice de controle acima de 91% foi de 1680 g.i.a/ha aos 21 DAA para *Commelina benghalensis*.

c) As espécies *Tridax procumbens* e *Ipomoea grandifolia* foram controladas acima de 90% nas dose de 960 e 1440 g.i.a/ha aos 21 DAA. respectivamente.

5 CURVAS DOSE-RESPOSTA NAS ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS COM O USO DO HERBICIDA GLYPHOSATE

Resumo

Com o objetivo de verificar a resposta de diferentes espécies de plantas daninhas consideradas de difícil controle ao herbicida glyphosate, foi conduzido em câmara de crescimento um experimento inteiramente casualizado, com 3 repetições no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em Piracicaba – SP. Para isso, foram estudadas seis espécies de plantas daninhas: *Bidens pilosa* L., *Tridax procumbens* L., *Digitaria insularis* L. (Feed), *Spermacoce latifolia* Aubl., *Ipomoea grandifolia* L. e *Commelina benghalensis* L. Essas foram semeadas e transplantadas quando apresentavam estágio fenológico de 1 par de folhas definitivas desenvolvidas. As aplicações do herbicida glyphosate foram feitas quando as plantas daninhas apresentavam 2 - 3 pares de folhas para *Ipomoea grandifolia*, *Tridax procumbens*, *Bidens pilosa* e *Spermacoce latifolia* e 4 folhas para *Commelina benghalensis* e *Digitaria insularis*, em uma câmara especial para aplicação de herbicidas (câmara de aspersão), contendo ponta Teejet XR 110.02, volume de calda de 300 L/ha e pressão constante de 279.2 Kpa. O herbicida utilizado foi o glyphosate, inibidor da enzima EPSPs, e as doses utilizadas foram em escalas de 0,0; 11,3; 22,5; 45; 90; 180; 360; 720 e 1440 g.i.a. / ha. A elaboração das curvas dose - resposta foi feita pelo ajuste da equação dos dados coletados de biomassa verde utilizando o modelo log - logístico: $Y = C + D - C / 1 + \text{Exp}(b(\log(x) - \log(\text{GR50})))$, calculado por modelo

estatístico não linear dos dados através do programa estatístico SAS. Após a determinação das curvas dose-resposta nas espécies acima citadas concluiu-se que a espécie *Bidens pilosa* foi considerada a planta daninha mais suscetível ao herbicida glyphosate, pois foi a espécie que obteve menor GR50 (31,86 g.i.a/ha). As espécies *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis* obtiveram GR50 de 58,40; 128,50; 250,44; 615,49 e >1440 g.i.a/ha, respectivamente. Portanto a quantidade necessária de herbicida para reduzir em 50% da biomassa verde foi de 1,83; 4,03; 7,86; 19,31 e >359,56 vezes maior em relação à espécie *Bidens pilosa*, respectivamente.

DOSE - RESPONSE CURVES IN THE SPECIES OF WEEDS THROUGH THE USE HERBICIDE GLYPHOSATE

Summary

With the objective of verifying the response of the different doses in species of weeds of the difficult control by the glyphosate, it was conducted in the growth chamber an experiment in a completely randomized design with 3 repetitions, in the Department of Vegetable Production of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP/ESALQ), in Piracicaba - SP, Brazil. For that, were chosen six species of weeds: *Bidens pilosa* L., *Tridax procumbens* L., *Digitaria insularis* L. (Feed), *Spermacoce latifolia* Abul., *Ipomoea grandifolia* L. and *Commelina benghalensis* L. Which were sowed and transplanted when they presented phenological stage of 1 pair of developed true leaves. The applications glyphosate were made when the weeds presented 2 - 3 pairs of leaves for *Ipomoea grandifolia*, *Tridax procumbens*, *Bidens pilosa* and *Spermacoce latifolia* and 4 leaves for *Commelina benghalensis* and *Digitaria insularis*, in a special chamber for herbicides application (aspersion chamber), containing Teejet XR 110.02, volume of 300 L.ha⁻¹ and constant pressure of

279.2 Kpa. The herbicide glyphosate, inhibitor of the enzyme EPSPs, was used in of 0.0; 11.3, 22.5, 45, 90, 180, 360, 720, and 1440 g.i.a.ha⁻¹. The elaboration of the curves dose - response was made by the adjustment of the equation of the collected data of green biomass using the model log - logistic: $Y = C + D - C / 1 + \text{Exp}(b(\log(x) - \log(\text{GR50})))$, calculated by the no linear statistical model through the SAS statistical program. After the determination of the curves dose - response in the species above mentioned it was ended that the specie *Bidens pilosa* was considered more susceptible weed to glyphosate, because it was the species of smaller GR50 (31.86 g.i.a.ha⁻¹). On the other hand specie *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis* obtained GR50 equal to 58.40, 128.50, 250.44, 615.49 and >1444.00 g.i.a.ha⁻¹, respectively, what means that the necessary amount of herbicide to reduce in 50% the green biomass was 1.83, 4.03, 7.86, 19.31 and >359.56 times higher in relation to the specie *Bidens pilosa*.

5.1 Introdução

Diversos autores têm recomendado a curva dose-resposta para determinar a suscetibilidade ou resistência de plantas daninhas aos herbicidas aplicados em diversas culturas.

Existem diversos métodos para obter a curva dose-resposta, porém o mais utilizado na Europa pelos pesquisadores em Ciências da Plantas Daninhas, segundo Christoffoleti (1999), é o modelo matemático log - logístico proposto por Seefeldt et al. (1995), cujo parâmetro GR50 é citado, pelo autor, como a principal vantagem do modelo, pois ele determina a quantidade de herbicida para controlar 50% da espécie em estudo, possibilitando indicar o biótipo resistente e o nível de resistência, através da relação dos GR50 suscetível / GR50 resistente.

Muitos autores consideram que ocorre resistência quando um biótipo resiste a duas vezes ou mais a dose que normalmente controla os biótipos suscetíveis. Biótipos podem apresentar níveis diversos de resistência. Em

alguns casos essa resistência é quebrada com aumento da dose. Em outros casos, não. Em casos extremos têm sido constatadas resistências a doses até 100 vezes maiores que a dose normalmente eficiente. (Kissmann, 2003).

O uso do GR50 tem sido usado não somente nos estudos de caracterização de resistência de biótipos de plantas daninhas, mas também na determinação da seletividade de variedades resistentes ou tolerantes, comparadas com variedades não melhoradas para esta característica.

É o caso das plantas transgênicas que receberam genes para suportar doses de determinados herbicidas para o controle e manejo de plantas daninhas. A Monsanto do Brasil S.A. foi à primeira empresa a inserir o gene da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* na cultura de soja, tornando-a tolerante ao herbicida glyphosate. Em seguida, vieram outras empresas que também desenvolveram culturas transgênicas como plantas de milho tolerante ao glufosinato de amônio.

O presente trabalho teve o objetivo de determinar curva dose-resposta nas espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* através da aplicação do herbicida glyphosate.

5.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 3 repetições. As sementes de plantas daninhas foram obtidas por uma empresa produtora de sementes de plantas daninhas, as quais foram semeadas sobre substrato contido em caixas plásticas de dimensão 50 x 30 cm e acondicionadas em câmara de crescimento regulada à temperatura de 28^o C, umidade relativa do ar de 80% e 14 horas de luz. No estágio fenológico de 1 par de folhas definitivas foram transplantadas para os vasos definitivos com diâmetro de 9,5 cm, contendo substrato e densidade de 3 plantas / vaso. As

espécies receberam os tratamentos no estágio fenológico de 2 - 3 pares de folhas em *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Tridax procumbens* (erva-de-touro) e *Spermacoce latifolia* (erva-quente) e 4 folhas em *Commelina benghalensis* (trapoeraba) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso).

O herbicida utilizado foi o glyphosate, inibidor da enzima 5-enolpiruvil-shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), responsável pela a formação de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, triptofano e tirosina), formulado a 360 g.i.a/ha, nas doses de 0,0; 11,3; 22,5; 45; 90; 180; 360; 720 e 1440 g.i.a/ha aplicado em uma câmara especialmente construída no Departamento de Produção Vegetal da ESALQ / USP para aplicação de herbicidas (câmara de aspersão), contendo ponta Teejet XR 110.02, volume de calda de 300 L/ha e pressão constante de 279.2 Kpa. Após a aplicação, os vasos foram acondicionados em casa de vegetação, sem irrigação, por 24 horas para garantir a absorção do herbicida e após esse período foram irrigadas diariamente.

As avaliações ocorreram 21 dias após aplicação dos herbicidas, sendo as plantas daninhas coletadas através de corte com tesoura próximo ao colo das plantas, identificadas, pesadas imediatamente em balança de precisão de 0,01g para obtenção da biomassa verde em seguida colocadas em saco de papel e transportadas para câmara de circulação de ar forçado regulada a $\pm 70^{\circ}\text{C}$ por quatro dias para obtenção da biomassa seca.

Os resultados foram submetidos à análise da variância do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System) aplicando o procedimento PROC GLM, com o objetivo de verificar se as doses do herbicida glyphosate sofreram efeito significativo na resposta das plantas daninhas. Para isso foram utilizados somente os dados da variável biomassa verde, pois a biomassa seca apresentou grande variabilidade não apresentando um bom ajuste da curva dose-resposta. O ajuste da curva dose-resposta foi obtido pelo uso do modelo matemático log-logístico, o qual, é recomendado para estudos de dose-

resposta. Este modelo tem sido usado amplamente por pesquisadores da Ciência das Plantas Daninhas na Europa (Christoffoleti, 1999). A equação matemática, proposta por Seefeldt (1995), que temos a resposta da biomassa verde na planta (Y) na dose (x) é a seguinte:

$$Y = C + (D - C) / 1 + \text{Exp}(b(\log(x) - \log(\text{GR50})))$$

Onde: Y = resposta da planta; X = dose do herbicida; D = limite superior da curva; C = limite inferior da curva; b = declividade da curva e GR50 = dose correspondente a 50% de resposta.

Os valores dos parâmetros D, C e GR50 foram inicialmente colocados como tentativa para obtermos o ajuste da curva.

5.3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1, a análise da variância mostra que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo Teste F, para as doses de glyphosate no controle das plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* pela redução da biomassa verde de cada espécie, conforme descrito no material e métodos. Com isso, procedeu a análise da regressão não linear dos dados utilizando o modelo log - logístico proposto por Seefeldt et al (1995). Esta foi realizada pelo programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), conforme Anexo 1, com o objetivo da obtenção dos parâmetros necessários para confeccionar as curvas dose-resposta e determinar os indicadores estatísticos de precisão dos dados originais coletados.

Tabela 1. Análise da variância das doses de glyphosate no controle nas espécies de plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis*.

Espécies	GL	SQ	QM	F
<i>B. pilosa</i>	8	205,07	25,63	29,49**
<i>T. procumbens</i>	8	35,15	4,39	28,40**
<i>D. insularis</i>	8	69,83	8,72	29,04**
<i>S. latifolia</i>	8	20,62	2,57	64,69**
<i>I. grandifolia</i>	8	12,91	1,61	14,15**
<i>C. benghalensis</i>	8	291,78	36,47	12,84**

** Diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

NS Diferença não significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Os parâmetros da equação encontram-se na Tabela 2, e verifica-se que os valores de R^2 são próximos de 1 o que indica alto ajuste da equação em relação aos dados originais coletados. Os valores de C, nas espécies *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* foram negativos (-0,38, -1,97 e -18,44 respectivamente). Na prática, não existe porcentagem de controle negativo, porém Christoffoleti (1999), considera este resultado normal, desde que o intervalo de confiança do valor de C seja suficientemente grande e que inclua valores maiores, menores ou igual a zero.

Tabela 2. Parâmetros das equações curvas dose-resposta nas espécies *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis*.

Espécies	D	C	GR50	b	R ²
<i>T. procumbens</i>	3,55	0,45	58,40	3,98	0,92
<i>C. benghalensis</i>	14,67	-18,44	>1440,00	3,37	0,85
<i>S. latifolia</i>	2,52	-0,38	250,44	2,38	0,96
<i>D. insularis</i>	3,96	0,36	128,50	4,07	0,93
<i>B. pilosa</i>	8,67	0,15	31,86	5,58	0,93
<i>I. grandifolia</i>	3,53	-1,97	615,49	1,40	0,86

O comportamento das curvas dose-resposta das espécies de plantas daninhas testadas com a aplicação das doses de glyphosate encontra-se na Figura 1. Verifica-se através das curvas que as espécies têm comportamento diferente entre si e nas relações as doses do herbicida glyphosate. A espécie *Bidens pilosa* obteve maior sensibilidade, pois seu GR50 foi de 31,86 g.i.a/ha, sendo o menor valor encontrado seguido de *Tridax procumbens* com GR50 igual a 58,40 g.i.a/ha. Com apenas 90 g.i.a/ha de glyphosate aplicados na espécie *Bidens pilosa* conseguiu-se a redução de sua biomassa verde drasticamente, ocasionando controle acima de 90%, enquanto que as outras espécies necessitaram de uma dose maior para conseguir o mesmo resultado.

Foi o caso de *Digitaria insularis* e *Spermacoce latifolia* que precisaram de doses acima de 720 g.i.a/ha para atingir patamar próximo de 90% de controle. Essas espécies mostraram sensibilidade intermediária às doses de glyphosate e proporcionaram controle excelente na dose de 1440 g.i.a/ha.

Figura 1 - Curvas dose - resposta nas espécies *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Tridax procumbens* (erva-de-touro) e *Spermacoce latifolia* (erva-quente), *Commelina benghalensis* (trapoeraba) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso) tratadas com glyphosate nas doses 0,0; 11,3; 22,5; 45; 90; 180; 360; 720 e 1440 g.i.a/ha

Porém, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* não apresentaram os mesmos resultados de resposta às doses aplicadas de glyphosate. Verificou-se que *Ipomoea grandifolia* apresenta curva dose-resposta semelhante a *Commelina benghalensis*, porém mais sensível, devido ao glyphosate proporcionar resposta de controle na menor dose aplicada. Já a espécie *Commelina benghalensis* obteve resposta somente a partir de 180 g.i.a /ha. Também ficou difícil determinar qual a dose que proporcionaria um controle

satisfatório para esta espécie, pois as doses utilizadas não foram suficientes para atingir os níveis de 50% de controle na câmara de crescimento.

Nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 estão apresentadas a comparação da espécie mais suscetível ao glyphosate com as demais espécies. Quanto maior à distância entre as curvas tem-se maior diferença de sensibilidade das espécies tratadas com o herbicida glyphosate.

Figura 2 - Curvas dose - resposta de *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Tridax procumbens* (erva-de-touro) obtidas pela equação log - logística

Figura 3 - Curvas dose - resposta de *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso) obtidas pela equação log - logística

Figura 4 - Curvas dose - resposta de *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Spermacoce latifolia* (erva-quente) obtidas pela equação log - logística

Figura 5 - Curvas dose - resposta de *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola) obtidas pela equação log - logística

Figura 6 - Curvas dose - resposta de *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Commelina benghalensis* (trapoeraba) obtidas pela equação log - logística

A classificação de plantas daninhas mais sensíveis à aplicação de glyphosate, através do parâmetro GR50, ajustadas pela equação curvas dose-resposta proposta por Seefeldt et al (1995) e a relação do GR50 das espécies mais resistentes com a espécie de planta daninha mais suscetível, encontram-se na Tabela 3. A planta mais sensível ao glyphosate foi *Bidens pilosa* com menor GR50 = 31,86. Isso significa que foi necessária dose de 31,86 g.i.a/ha do herbicida para proporcionar 50% de controle. *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis* obtiveram GR50 igual a 58,40; 128,50; 250,44; 615,49 e >1440,00 g.i.a/ha, respectivamente.

Tabela 3. Classificação das espécies de plantas daninhas sensíveis ao glyphosate pelo parâmetro GR50 ajustado pela curva dose - resposta e relação do GR50 das espécies mais resistentes com a espécie de planta daninha mais suscetível

Espécies	GR50	Relação GR50
<i>Bidens pilosa</i>	31,86	1,00
<i>Tridax procumbens</i>	58,40	1,83
<i>Digitaria insularis</i>	128,50	4,03
<i>Spermacoce latifolia</i>	250,44	7,86
<i>Ipomoea grandifolia</i>	615,49	19,31
<i>Commelina benghalensis</i>	>1440,00	>359,56

Portanto, sendo *Bidens pilosa* a planta daninha considerada mais suscetível ao glyphosate, utilizou-se seu GR50 como dividendo com os das outras espécies, para determinar a classificação de suscetibilidade ou resistência. A divisão do GR50 desta espécie com os GR50 de *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis* mostrou ser necessário doses de 1,83; 4,03; 7,86;

19,31 e >359,56 vezes maior que a espécie suscetível para reduzir 50% de biomassa verde, respectivamente.

5.4 Conclusões

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos pôde-se concluir que:

a) A espécie *Bidens pilosa* foi considerada a planta daninha mais suscetível ao herbicida glyphosate, pois foi a espécie de menor GR50 (31,86 g.i.a/ha).

b) As espécies *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis* obtiveram GR50 igual a 58,40; 128,50; 250,44; 615,49 e >1440,00 g.i.a/ha, o que significa que a quantidade necessária de herbicida para reduzir em 50% da biomassa verde foi de 1,83; 4,03; 7,86; 19,31 e >359,56 vezes maior em relação à espécie *Bidens pilosa*, respectivamente.

6 CONCLUSÕES GERAIS

No Brasil existem poucas informações sobre o fluxo de emergência de plantas daninhas do banco de sementes no solo. Essas informações são importantes para a elaboração de estratégias de manejo integrado de plantas daninhas. Também a susceptibilidade de plantas daninhas ao glyphosate tem uma importância fundamental para o estudo de pesquisas de modelagem para áreas com aplicação freqüente de glyphosate.

Pelos dados obtidos nesta pesquisa pode-se estabelecer as seguintes conclusões gerais:

a) Os fluxos de emergência das espécies de plantas daninhas foram influenciados pelas precipitações e sistemas de preparo de solo, sendo as dicotiledôneas *Leucas martinensis* Jacq. e *Richardia brasiliensis* Gomes e as monocotiledôneas *Cenchrus echinatus* L. e *Digitaria insularis* L. (Feed) as espécies predominantes no inverno e verão no sistema de semeadura direta do que no convencional.

b) As sementes de plantas daninhas concentraram-se nos 2,5-5,0 cm superficiais do solo no sistema de plantio direto, enquanto que no preparo convencional as sementes foram distribuídas em maior profundidade.

c) O herbicida glyphosate apresentou controle acima de 90% com doses de 720 g.i.a/ha para *Bidens pilosa* e *Digitaria insularis*; 960 g.i.a/ha para *Tridax procumbens*; 1440 g.i.a/ha para *Ipomoea grandifolia* e 1680 g.i.a/ha para *Commelina benghalensis*.

d) Para as espécies *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis*

foram obtidos os valores de GR50 de 31,86; 58,40; 128,50; 250,44; 615,49 e >1440,00 g.i.a/ha.

ANEXOS

ANEXO A - Lista das espécies, família e nome comum das dicotiledôneas encontradas na áreas experimentais durante os anos de estudos nos sistema de semeadura direta e convencional

Espécies	Famílias	Nome comum
-----Dicotiledôneas-----		
<i>Ipomoea grandifolia</i> Dammer [IAOGR]	Convolvulaceae	Corda de Viola
<i>Mimosa invisa</i> Mart ex.Colla [MIMIN]	Leguminosae	Anileira
<i>Alternanthera tenella</i> Colla [ALRTE]	Amaranthaceae	Apaga Fogo
<i>Amaranthus viridis</i> L. [AMAVI]	Amaranthaceae	Caruru
<i>Xantium strumarium</i> L. [XANSI]	Compositae	Carrapichão
<i>Leucas martinicensis</i> Jacq. [LEUMA]	Labiatae	Falso Cordão de Frade
<i>Desmodium</i> sp	Leguminosae	Beijo de Boi
<i>Blainvillea</i> sp	Compositae	Erva Palha
<i>Emilia sonchifolia</i> L. [EMISO]	Compositae	Falsa Serralha
<i>Senna obtusifolia</i> L. [CASOB]	Leguminosae	Fedegoso
<i>Euphorbia heterophylla</i> L. [EPHHL]	Euphorbiaceae	Leiteiro
<i>Parthenium hysterophorus</i> L. [PTNHY]	Compositae	Losna Branca
<i>Ageratum conyzoides</i> L. [AGECO]	Compositae	Mentrasto
<i>Coronopus didymus</i> L. (Sm.) [COPDI]	Cruciferae	Mentruz
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. [GASPA]	Compositae	Picão Branco
<i>Bidens pilosa</i> L. [BIDPI]	Compositae	Picão Preto
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes [RCHBR]	Rubiaceae	Poaia
<i>Sonchus oleraceus</i> L. [SONOL]	Compositae	Serralha Verdadeira
<i>Chamaesyce hirta</i> L. (Milisp.) [EPHHI]	Euphorbiaceae	Erva de Santa Luzia
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth [OXALA]	Oxalidaceae	Trevo
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC. [ACNHI]	Compositae	Carrapicho de Carneiro

ANEXO B - Lista das espécies, família e nome comum das monocotiledôneas encontradas na áreas experimentais durante os anos de estudos nos sistema de semeadura direta e convencional

Espécies	Famílias	Nome comum
-----Monocotiledôneas-----		
<i>Commelina benghalensis</i> L. [COMBE]	Commelinaceae	Trapoeeraba
<i>Digitaria insularis</i> L. (Feed) [TRCIN]	Gramineae	Capim Amargoso
<i>Cenchrus echinatus</i> L. [CCHEC]	Gramineae	Capim Carrapicho
<i>Sorghum halepense</i> L. (Pers.) [SORHA]	Gramineae	Capim Massambará
<i>Panicum maximum</i> Jacq. [PANMA]	Gramineae	Capim Colonião
<i>Digitaria ciliaris</i> Retz. (Koel) [DIGSP]	Gramineae	Capim Colchão
<i>Eleusine indica</i> L. [ELEIN]	Gramineae	Capim Pé de Galinha

ANEXO C - Procedimentos utilizados no programa estatístico SAS, para
obtenção dos parâmetros da equação para elaboração da curva
dose - resposta e estatístico

```

DATA TRIDAX;
INPUT DOSE REP GREENWGT;
IF DOSE > 0 THEN LOGDOSE = LOG(DOSE);
ELSE LOGDOSE = LOG(11.3/4);
CARDS;
1440 1 0.13
1440 2 0.17
1440 3 0.13
. . .
. . .
. . .
0 1 3.14
0 2 3.16
0 3 3.25
;
RUN;

PROC PLOT DATA=TRIDAX;
PLOT GREENWGT*LOGDOSE;
RUN;

PROC GLM DATA=TRIDAX;
CLASS DOSE;
MODEL GREENWGT=DOSE
/SS1 SS2 SOLUTION;
RUN;

PROC NLIN DATA=TRIDAX;
PARAMETERS
D=3.34
C=0.13
GR50=1.95
B=2
;
IF DOSE=0 THEN PREDICT=D;
ELSE PREDICT=C+(D-C)/
(1+EXP(B*(LOGDOSE-LOG(GR50))));
MODEL GREENWGT=PREDICT;
RUN;
;

```


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERNATHY, J.R. **Glyphosate type herbicides**. Purdue: West Lafayette. University, 1992. p.282-301: Herbicides action course.

AHRENS, W.H. (Ed.). **Herbicide handbook**. 7. ed. Champaign: Weed Science Soicety of America, 1994. p. 149-152:

ASSOCIACION LATINO AMERICANA DE MALEZAS. Panel sobre unificacion de los sistemas de evaluacion de control de malezas. **Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas**. v.1, n.1, p. 6-12, 1974.

BAKER, H.G. Some aspects of natural history of sed banks. In: LECK, M.A.; PARKER, V.P.; SIMPSON, R.L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 9-21.

BALL, D.A. Weed seedbank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. **Weed Science**, v.14, p.654-659, 1992.

BARRALIS, G.;CHADOEUF, R.; GOUET, J.P. Essai de determination de la taille de l'échantillon pour l'étude du potentiel semencier d'un sol. **Weed Research**, v.26, p.292-297, 1986.

- BARRALIS, G.; CHADOEUF, R.; LOCHAMP, J.P. Longevité des semences des mauvaises herbes annuelles dans un sol cultivé. **Weed Research**, v.28, p.407-417, 1988.
- BENOIT, D.L.; KENEL, N.C.; CAVERS, P.B. Factors influencing the precision of soil seed bank estimates. **Canadian Journal of Botany**, v.67, p.2833-2840, 1989.
- BENOIT, D.L.; DERKSEN, D.A.; PANNETON, B. Innovative approaches to seedbank studies. **Weed Science**, v.40, n.1, p.660-669, 1992.
- BOERBOOM, C.M.; WYSE, D.L. Influence of glyphosate concentration on glyphosate absorption and translocation in Canada thistle (*Cirsium arvense*). **Weed Science**, v.36, n.3, p.291-295, 1988.
- BRACCINI, A.L. Banco de sementes e mecanismos de dormência em sementes de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.59-102.
- BUHLER, D.D.; MAXWELL, B.D. Seed separation and enumeration from soil using K_2CO_3 -centrifugation and image analysis. **Weed Science**, v.41, p.298-302, 1993.
- BUHLER, D.D.; HARTZLER, R.G.; FORCELLA, F. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. **Weed Science**, v.45, p.329-336, 1997.

- CAETANO, R.S.X. Dinâmica do banco de sementes e de populações de plantas daninhas na cultura do citros (*citrus sinensis* (L.) Osbeck.) submetida a diferentes sistemas de manejo. Piracicaba, 2000. 105p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CARDINA, J.; SPARROW, D.H. A comparison of methods to predict weed seedling populations from the soil seedbank. **Weed Science**, v.44, n.1, p.46-51, 1996.
- CARDINA, J.; REGNIER, E.; HARRISON, K. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. **Weed Science**, v.39, p.186-194, 1991.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.
- CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. **Planta Daninha**, v.13, n.1, p.3-9, 1995.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.
- CARVALHO, P.C.F.; FAVORETTO, V. Impacto das reservas de sementes no solo sobre a dinâmica populacional das pastagens. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p.87-111, 1995.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

- CAVERS, P.B.; BENOIT, D.L. Seed banks in arable land. In: LECK, M.A.; PARKER, V.P.; SIMPSON, R.L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 309-328.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase e acetil coenzima A carboxilase. Piracicaba, 1999. 211p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: CURSO DE RECOMENDAÇÕES BÁSICAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E RESISTÊNCIA AOS HERBICIDAS, Piracicaba, 1998. Piracicaba: ESALQ, 1998. 1v.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; PONCHIO, J.A.R.; BERG, C.V.D.; VICTORIA FILHO, R. Imidazolinone resistant *Bidens pilosa* biotypes in the Brazilian soybean areas. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Norfolk, 1996. **Abstracts**. Champaign: v.36, p.10. 1996.
- CLEMENTS, D.R.; BENOIT, D.L.; MURPHY, S.D.; SWANTON, C.J. Tillage effects on weed seed return and seedbank composition. **Weed Science**, v.44, p.314-322, 1996.
- COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMÉS, R.S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Piramide, 1992. 662p.
- DENIS, M.; DELROT, S. Carrier-mediated uptake of glyphosate in broad bean (*Vicia faba*) via a phosphate transporter. **Plant Physiology**, v.87, n.4, p.569-575, 1993.

- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas**: fundamentos. Jaboticabal: Funep, 1992. v.1, 431 p.
- DEVINE, M.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. New Jersey: Englewood Cliffs, 1993, 441 p.
- DICK, R.E.; QUINN, J.P. glyphosate-degrading isolates from environmental samples: occurrence and pathways of degradation. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.43, p.545-550, 1995.
- EGLEY, G.H.; WILLIAMS, R.D. Decline of weed seeds and seedling emergence over five years as affected by soil disturbances. **Weed Science**, v.38, p.504-510, 1990.
- EGLEY, G.H.; WILLIAMS, R.D. Emergence periodicity of six summer annual weeds species. **Weed Science**, v.39, p.595-600, 1991.
- ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Departamento de Física e Meteorologia. **Base de dados do posto agrometeorológico do departamento de física e meteorologia - DFM - ESALQ - USP**. <http://ciagri.usp.br/dfm/postocom.html> (20 Jan. 2003).
- FELLIPE, G.M; POLO, M. Germinação de ervas invasoras: efeito da luz e escarificação. **Revista Brasileira de Botânica**, v.6, p.55-60, 1983.
- FENNER, M. Ecology of seeds banks. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 507-528.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. Studying the population dynamics of weeds. **Weed Research**, v.25, p.443-447, 1998.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; SAAVEDRA, M.S.; GARCIA TORRES, L. Ecologia de las malas hierbas. In: GARCIA TORRES, L. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. **Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. cap.2, p.49-69.

FORCELLA, F.; LINDSTROM, M.J. Weed seed populations in ridge and convencional tillage. **Weed Science**, v.36, n.4, p.500-503, 1988.

FOSTER, L. The biology and non-chemical control of dock species *Rumex obtusifolius* and *R. crispus*. **Biological Agriculture and Horticulture**, v.6, p.11-25, 1989.

FREITAS, R.R. Dinâmica do banco de sementes em uma comunidade de plantas daninhas com aspecto da germinação e dormência de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitc). Lavras, 1990. 118p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.

FROUD-WILLIAMS, R.J.; CHANCELLOR, R.J.; DRENNAN, D.S.H. Influence of cultivation regime upon burid weed seed in arable cropping systems. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.199-208, 1983.

GLASS, R.L. Adsorption of glifosato by soils and clay minerals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.35, n.4, p.497-500, 1987.

- GORRESIO-ROIZMAN, L. Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de floresta secundária em São Paulo. São Paulo, 1993. 148p. Dissertação (Mestrado) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GRANATOS, F.L.; TORRES, L.G. Seed bank and other demographic parameters of broomrape (*Orobanche crenata* Forsk) populations in faba bean (*Vicia faba* L.). **Weed Research**, v.33, p.319-327, 1993.
- GROSS, K.L.A. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. **Journal of Ecology**, v.78, p.1079-1093, 1990.
- GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. 490 p.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice-Hall, 1990. 647p.
- HATZIOS, K.K. **Crop safeners for herbicides: development, uses and mechanisms of action**. San Diego: Academic Press, 1989. 400 p.
- HEAP, I.M.; MORRISON, I.N. Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in green foxtail (*Setaria viridis*). **Weed Science**, v. 44, n.1, p. 25 - 30, 1996.
- HEINONEN-TANSKI, H. The effect of temperature and liming on the degradation of glyphosate in two arctic forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.21, n.2, p. 313-317, 1989.

- HELLING, G.S.; KEARNEY, P.C.; ALEXANDER, M. Behavior of pesticides in soil. **Advances In Agronomy**. v. 23, p.147-240, 1971.
- HENSLEY, D.L.; BEUERMAN, D.,S.N.; CARPENTER,P.L. The inactivation of glyphosate by various soil and metal salts. **Weed Research**, n.18, p.287, 1978.
- HERTWIG, K.V. **Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes, fitoreguladores e bioestimulantes**. São Paulo: Ceres, 1983. 669 p.
- HILHORST, H.W.M.; TOOROP, P.E. Review on dormancy, germination, and germination in crop and weed seeds. **Advances in Agronomy**, v.61, p.112-165, 1997.
- HOFFMAN, M.L.; OWEN, M.D.K.; BUHLER, D.D. Effects of crop and weed management on density and vertical distribution of weed seeds in soil. **Agronomy Journal**, v.90, p.793-799, 1998.
- HILL, T.A. **The biology of weeds**. London: Edward Arnold, 1977.
- INTERNATION LIFE SCIENCES INSTITUTE. **Relação de substâncias para uso fitossanitário e domissanitário** (compact disc). São Paulo: ILSI, 1996.
- JACHETTA, J.J.; APPLEBY, A.P.; BOERSMA, L. Apoplastic and symplastic pathways of atrazine and glyphosate transport in shoots of seedling sunflower. **Plant Physiology**, v.82, n.4, p. 1000-1007, 1986.

KARSSSEN, C.M. **The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination.** New York: Elsevier Biomedical Press, 1982, p.243-270: Seasonal patterns of dormancy in weed seeds.

KISSMAN, K.G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas.** http://www.hrac-br.com.br/arquivos/texto_resistencia_herbicidas.doc (07 Mar. 2003).

KISSMAN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas.** 2 ed. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. v.1, 825p.

KISSMAN, K.G; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas.** 2 ed. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. v.2, 798 p.

KISSMAN, K.G; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas.** 2 ed. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. v.3, 726 p.

LOCKHART, J.A.R.; SAMUEL, A.; GREAVES, M.P. The evolution of weed control in British agriculture. In: HANCE, R.J.; HOLLY, K. (Ed.). **Weed control handbook: principles.** 8.ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1990. p.43-74.

LORENZI, H.J. **Plantas daninhas do Brasil.** 3.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 607p.

MACCONNEL, J.S.; HOSSNER, L.R. pH-dependent adsorption isotherms of glifosato. **Journal and Agricultural and Food Chemistry**, v.33, n.6, p.1075-1078, 1985.

MADSEN, K.H.; JENSEN, J.E. Weed control in Glyphosate tolerant sugarbeet (Beta vulgaris L.). **Weed Research**, v.35, n.2, p. 105-111, 1995.

MARTINS , C.C.; SILVA, W.R. Estudos de banco de sementes do solo. **Informativo Abrates**, v.4, n.1, p.49-56, 1994.

MITICH, L.W. Intriguing world of weeds. Common Lambsquarters. **Weed Technology**, v.2, p.550-552, 1988.

MONQUEIRO, P.A. Biologia, manejo e caracterização bioquímica e genética de biotipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS). Piracicaba, 1999. 94p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo.

MONSANTO. **Manual técnico**. [s.n.]: São Paulo, 1998. 31 p.

MORTIMER, A.M. The biology of weeds.. In: HANCE, R.J.; HOLLY, K. (Ed.). **Weed control handbook: principles**. 8.ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1990. p.1-42.

MOSHIER, L.J.; PENNER, D. Factors influencing microbial degradation of ^{14}C -glyphosate to $^{14}\text{CO}_2$ in soil. **Weed Science**, v.26, n.6, p.686-691, 1978.

NEWTON, M.; HONER, L.M.; COWELL, J.E. Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in North American forests. **Journal of Agricultural and food chemistry**, v.42, n.8, p.123-137, 1994.

- PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, Dourados, 1997. **Anais**. Dourados: EMBRAPA, CPAO, 1997. p. 50-61.
- PITELLI, R.A.; KUVA, M.A. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo da resistência aos herbicidas e seleção de flora. In: CURSO DE RECOMENDAÇÕES BÁSICAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E RESISTÊNCIA AOS HERBICIDAS, Piracicaba, 1998. Piracicaba: ESALQ, 1998. p. 1-46.
- PONCHIO, J.A. Resistência de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase. Piracicaba, 1996. 138p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Univeridade de São Paulo.
- PRIESTLEY, D.A. **Seed aging**: implications for seed storage and persistence in the soil. New York: Comstock Publishing, 1986. 245p.
- PUTWAIN, P.D.; GILLHAM, D.A. The significance of the dormant viable seed banks in the restoration of heathlandas. **Biological Conservation**, v.52, n.1, p.1-16, 1990.
- RICE, K.J. Impacts of seed banks on grassland community structure and population dynamics. In: LECK, M.A.; PARKER, V.P.; SIMPSON, R.L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 69-86.
- ROBERTS, H.A. **Seed banks in the soil**. Cambridge: Academic Press, 1981. 55p. (Advances in Applied Biology, 6).

- ROBERTS, H.A.; NEILSON, J.E. Seed bank of soil under vegetable cropping in England. **Weed Research**, v.22, p.13-16, 1982.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. Londrina, Paraná: Edição dos autores, 1995, 675p.
- RODRIGUES, J.D. **Absorção, translocação e modo de ação de defensivos (glyphosate e Alachlor)**. Boutucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Fisiologia Vegetal, 1994. 114p.
- ROY, D.N.; KONAR, S.K.; BANERJEE, S. Metabolism and degradation of glyphosate in selected Canadian boreal forest soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, n.2, p.437-440, 1989.
- RUEPPEL, M.L.; BRIGHTWELL, B.B.; SHAEFER, J. Metabolism and degradation of glyphosate in soil and water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, n.2, p.437-440, 1989.
- RYAN, G.F. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. **Weed Science**, v.18, p.614-620, 1970.
- SANTOS, I.C.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; MIRANDA, G.V.; PINHEIRO, R.A.N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelinea benghalensis* e *Commelinea diffusa*. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p 135-141, 2001.
- SCHREIBER, M.M.; Influences of tillage, crop rotation, and weed management on giant foxtaie (*Setaria faberi*) population dynamics and corn yield. **Weed Science**, v.40, n.4, p.645-653, 1992.

- SCHWEIZER, E.E.; ZIMDAHL, R.L. Weed seed decline in irrigated soil after six years of continuous corn (*Zea mays*) and herbicides. **Weed Science**, v.32, p.76-83, 1984.
- SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E.P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, v.9, n.1, p.218-227, 1995.
- SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, V.T. Seed banks: General concepts and methodological issues. In: LECK, M.A.; PARKER, V.P.; SIMPSON, R.L. (Ed) **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 69-86.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42p.
- SOUZA, A.P. Movimento e degradação do glyphosate e do imazapyr em solos com diferentes texturas e composição química. Viçosa, 1998. 93 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- SOUZA, A.P.; LOURDES, E.G.; SILVA, J.F. da. Efeito do oxyfluorfen, 2,4-D e glyphosate na atividade microbiana de solos com diferentes texturas e conteúdos de matéria orgânica. **Planta Daninha**, v.14, p. 55-64, 1996.
- SPRANKLE, P.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. **Weed Science**, v.23, n.3, p.224-228, 1975.

- STARICKA, J.A.; BURFORD, P.M.; ALLMARAS, R.R.; NELSON, W.W. Tracing the vertical distribution of simulated shattered seeds as related to tillage. **Agronomy Journal**, v.82, p.1113-1134, 1990.
- STREIBIG, J.C.; RUDEMO, M.; JENSEN, J.E. Dose-response curves and statistical models. In: STREIBIG, J.C.; KUDSK, P. (Ed.). **Herbicide bioassay**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 30-35.
- SUBRAMANIAM, V.; HOGGARD, P.E. Metal complexes of glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.36, n.6, p.1326-1329, 1988.
- SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. Integrated weed management: the rationale and approach. **Weed Technology**, v.5, n.3, p.657-663, 1991.
- THOMPSON, K. The functional ecology of seed banks. In: FEWNER, M. (Ed). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. London: CAB International, 1992. p.231-258.
- THOMPSON, K. Seeds and seeds banks. **New Phytologist**, v.10, p.23-34, 1987.
- TOOLE, E.H.; BROWN, E. Final results of the Duvel buried seed experiment. **Journal of Agricultural Research**, v.72, p.201, 1946.
- TORSTENSSON, N.T.L.; AAMISEPP, A. Detoxification of glyphosate in soil. **Weed Research**, v.17, n.3, p.209-212, 1977.

- TORSTENSSON, N.T.L.; LUNDGREN, L.N.; STENSTRÖM, J. influence of climatic and edaphic factors on persistence of glyphosate and 2,4-D in forest soils. **Ecotoxicolycal Environment Safety**, v.18, n.3, p.230-239, 1989.
- VARGAS, L.; SILVA, A.A.; BORÉM, A; REZENDE, S.T. FERREIRA, F.A; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 131p.
- VOLL, E.; DOMIT, L.A.; GAZZIERO, D.L.P.; VICENTE, D.; RODRIGUES, B.N.; ADEGAS, F.S.; COSTA, J.M.; WOBETO, C. **Levantamento de banco de sementes e de flora daninha emergente no manejo integrado de plantas, em lavouras de soja no Paraná– 95/96**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1987. 7p. (Pesquisa em andamento).
- YENISH, J.P.; DOLL, J.D.; BUHLER, D.D. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. **Weed science**, v.40, p.429-433, 1992.
- WYRILL, J.B.; BURNSIDE, O.C. Absorption, translocation, and metabolism of 2,4-D and glyphosate in commom milkweed and hemp dogbane. **Weed Science**, v.24, n.6, p.557-566, 1976.
- WILSON, R.G. Biology of weed seeds in the soil. In: ALTIERE, M.A.; LIEBMAN, M. (Ed.). **Weed management in agroecosystems: ecological approaches**. Boca Raton: CRC Press, 1988. p.25-39.

YOUNG, J.A.; EVANS, R.A. Response of weed populatios to human manipulations of the natural environment. **Weed Science**, v.24, p.186-190, 1976.

ZENECA AGRÍCOLA. **Zapp, o Desafio do novo**. São Paulo, 1996. 194 p.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Dados meteorológicos diários referente ao mês de janeiro do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MES	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO Mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA Grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	JAN	9,8	0,0	77	29,9	19,0	24,5
2	2001	JAN	11,1	0,0	70	31,0	17,5	24,3
3	2001	JAN	11,9	0,0	71	30,9	16,5	23,7
4	2001	JAN	9,6	8,9	77	31,3	17,2	24,3
5	2001	JAN	8,8	0,0	71	32,8	18,8	25,8
6	2001	JAN	7,7	0,0	70	32,6	19,7	26,2
7	2001	JAN	9,2	0,0	61	34,6	21,0	27,8
8	2001	JAN	5,2	2,8	78	35,1	19,6	27,4
9	2001	JAN	10,4	0,0	68	33,7	20,4	27,1
10	2001	JAN	3,5	0,3	74	30,0	20,0	25,0
11	2001	JAN	6,0	0,0	72	31,2	20,4	25,8
12	2001	JAN	5,9	25,3	79	31,5	19,2	25,4
13	2001	JAN	5,8	3,9	88	30,4	17,6	24,0
14	2001	JAN	7,4	0,0	79	30,6	18,2	24,4
15	2001	JAN	10,0	6,0	70	32,9	19,0	26,0
16	2001	JAN	10,8	0,0	61	33,2	19,1	26,2
17	2001	JAN	8,0	0,0	66	34,9	21,6	28,3
18	2001	JAN	10,1	59,9	66	35,0	21,8	28,4
19	2001	JAN	10,3	0,0	66	33,0	18,5	25,8
20	2001	JAN	6,3	0,0	66	30,1	20,8	25,5
21	2001	JAN	6,8	0,0	75	30,0	20,2	25,1
22	2001	JAN	10,0	0,2	73	32,9	19,2	26,1
23	2001	JAN	3,6	0,0	88	31,0	20,1	25,6
24	2001	JAN	1,8	12,0	89	30,9	21,0	26,0
25	2001	JAN	2,9	22,0	93	31,7	20,8	26,3
26	2001	JAN	4,5	12,6	85	28,5	20,3	24,4
27	2001	JAN	6,0	41,8	82	31,4	19,6	25,5
28	2001	JAN	7,9	17,0	80	32,3	19,6	26,0
29	2001	JAN	7,6	0,3	82	31,4	19,7	25,6
30	2001	JAN	6,7	0,0	84	32,5	19,7	26,1
31	2001	JAN	4,6	16,6	77	31,7	21,4	26,6
MEDIA			7,4	7,4	75	31,9	19,6	25,8
TOTAL			230,2	229,6	2338	989,0	607,5	798,3
DESVIO PADRAO			2,6	13,6	8	1,6	1,3	1,2
VARIANCIA			6,9	186,0	68	2,6	1,6	1,3
VALOR MAXIMO			11,9	59,9	93	35,1	21,8	28,4
VALOR MINIMO			1,8	0,0	61	28,5	16,5	23,7
DIAS DE CHUVA:			15					

APÊNDICE 2. Dados meteorológicos diários referente ao mês de fevereiro do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO Mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	FEV	8,4	0,0	76	31,8	20,1	26,0
2	2001	FEV	7,4	0,0	77	32,1	21,0	26,6
3	2001	FEV	7,9	0,0	75	31,5	21,7	26,6
4	2001	FEV	8,2	0,2	74	32,9	21,0	27,0
5	2001	FEV	8,0	17,2	87	33,6	21,5	27,6
6	2001	FEV	4,4	11,6	90	30,6	20,5	25,6
7	2001	FEV	3,9	0,0	83	31,1	20,7	25,9
8	2001	FEV	7,3	15,6	86	33,5	20,8	27,2
9	2001	FEV	0,0	5,0	98	25,1	21,4	23,3
10	2001	FEV	1,2	2,1	94	27,2	21,3	24,3
11	2001	FEV	6,9	3,8	79	30,8	20,5	25,7
12	2001	FEV	2,8	13,8	91	32,4	21,1	26,8
13	2001	FEV	1,3	6,7	90	29,6	20,9	25,3
14	2001	FEV	3,2	0,0	86	29,4	20,6	25,0
15	2001	FEV	6,2	2,6	86	31,0	20,0	25,5
16	2001	FEV	3,6	2,8	88	30,2	20,4	25,3
17	2001	FEV	3,1	3,5	84	30,1	20,3	25,2
18	2001	FEV	6,9	0,0	82	31,4	19,1	25,3
19	2001	FEV	9,2	0,0	79	34,6	19,5	27,1
20	2001	FEV	8,4	0,0	76	34,4	21,4	27,9
21	2001	FEV	8,9	0,0	72	33,4	20,0	26,7
22	2001	FEV	6,4	0,0	76	34,0	21,4	27,7
23	2001	FEV	7,6	6,7	77	33,7	20,4	27,1
24	2001	FEV	9,0	0,0	72	32,6	18,4	25,5
25	2001	FEV	7,7	1,1	85	32,2	19,6	25,9
26	2001	FEV	7,8	0,0	82	32,7	19,6	26,2
27	2001	FEV	6,9	0,0	79	31,7	19,7	25,7
28	2001	FEV	10,5	0,0	66	32,6	18,1	25,4
MEDIA			6,2	3,3	82	31,7	20,4	26,0
TOTAL			173,1	92,7	2290	886,2	571,0	728,6
DESVIO PADRAO			2,7	5,1	7	2,1	0,9	1,0
VARIANCIA			7,4	25,7	53	4,3	0,8	1,1
VALOR MAXIMO			10,5	17,2	98	34,6	21,7	27,9
VALOR MINIMO			0,0	0,0	66	25,1	18,1	23,3
DIAS DE CHUVA:			14					

APÊNDICE 3. Dados meteorológicos diários referente ao mês de março do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO Mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	MAR	8,6	0,0	71	33,3	18,2	25,8
2	2001	MAR	6,1	0,0	69	31,1	18,6	24,9
3	2001	MAR	8,4	0,0	69	31,4	17,5	24,5
4	2001	MAR	7,9	0,0	65	31,6	17,0	24,3
5	2001	MAR	5,9	6,3	78	31,5	19,0	25,3
6	2001	MAR	7,5	0,0	72	31,6	19,2	25,4
7	2001	MAR	1,8	2,8	86	29,4	20,0	24,7
8	2001	MAR	0,0	15,0	98	24,5	20,7	22,6
9	2001	MAR	2,5	11,5	94	26,1	20,5	23,3
10	2001	MAR	1,3	41,1	95	28,1	20,0	24,1
11	2001	MAR	6,6	0,0	81	29,7	20,3	25,0
12	2001	MAR	9,3	1,8	78	32,4	17,8	25,1
13	2001	MAR	9,0	0,0	75	32,9	19,2	26,1
14	2001	MAR	9,4	0,0	70	33,6	20,1	26,9
15	2001	MAR	9,7	0,0	71	34,6	20,9	27,8
16	2001	MAR	6,2	0,0	73	31,8	21,5	26,7
17	2001	MAR	7,6	16,1	77	32,9	20,3	26,6
18	2001	MAR	6,9	0,7	80	31,2	19,3	25,3
19	2001	MAR	8,8	0,0	75	31,0	19,4	25,2
20	2001	MAR	6,9	0,0	75	32,6	19,3	26,0
21	2001	MAR	7,9	0,0	78	32,9	19,7	26,3
22	2001	MAR	9,2	0,0	70	34,1	19,2	26,7
23	2001	MAR	6,7	0,0	73	32,8	19,6	26,2
24	2001	MAR	7,3	0,0	67	33,2	19,8	26,5
25	2001	MAR	8,7	60,2	81	33,1	19,4	26,3
26	2001	MAR	6,9	3,5	79	33,5	19,2	26,4
27	2001	MAR	9,8	3,0	78	32,2	19,2	25,7
28	2001	MAR	4,3	2,2	93	31,3	19,3	25,3
29	2001	MAR	9,2	0,0	80	30,9	18,9	24,9
30	2001	MAR	7,9	0,0	75	30,1	18,2	24,2
31	2001	MAR	7,8	0,0	75	29,7	18,3	24,0
MEDIA			7,0	5,3	77	31,5	19,3	25,4
TOTAL			216,1	164,2	2401	975,1	599,6	787,4
DESVIO PADRAO			2,5	12,9	8	2,2	1,0	1,1
VARIANCIA			6,2	165,7	67	4,7	1,0	1,2
VALOR MAXIMO			9,8	60,2	98	34,6	21,5	27,8
VALOR MINIMO			0,0	0,0	65	24,5	17,0	22,6
DIAS DE CHUVA:			12					

APÊNDICE 4. Dados meteorológicos diários referente ao mês de abril do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO-LACAO h/d	PRECIPITACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	ABR	6,9	14,9	86	31,4	18,4	24,9
2	2001	ABR	0,2	0,2	95	26,5	18,7	22,6
3	2001	ABR	10,3	0,0	79	29,8	17,6	23,7
4	2001	ABR	10,4	0,0	73	31,8	16,8	24,3
5	2001	ABR	8,1	1,2	81	32,6	18,2	25,4
6	2001	ABR	6,4	1,6	83	31,5	20,5	26,0
7	2001	ABR	9,3	0,0	72	31,3	20,3	25,8
8	2001	ABR	8,7	0,0	75	30,9	18,9	24,9
9	2001	ABR	6,7	0,0	82	31,8	19,0	25,4
10	2001	ABR	5,7	0,0	81	32,5	20,5	26,5
11	2001	ABR	10,3	0,0	74	33,4	20,0	26,7
12	2001	ABR	8,4	0,0	68	28,8	19,1	24,0
13	2001	ABR	10,1	0,0	67	28,1	14,7	21,4
14	2001	ABR	9,9	0,0	67	28,8	14,7	21,8
15	2001	ABR	8,8	0,0	71	29,7	15,3	22,5
16	2001	ABR	10,5	0,0	63	30,2	16,6	23,4
17	2001	ABR	10,3	0,0	71	30,1	15,4	22,8
18	2001	ABR	9,3	0,0	67	30,4	14,2	22,3
19	2001	ABR	10,3	0,0	68	30,9	14,3	22,6
20	2001	ABR	8,9	0,0	60	30,4	14,0	22,2
21	2001	ABR	7,5	5,2	66	31,8	15,5	23,7
22	2001	ABR	0,4	1,0	92	23,6	17,5	20,6
23	2001	ABR	8,0	0,0	73	32,5	18,6	25,6
24	2001	ABR	8,4	0,0	79	31,6	19,6	25,6
25	2001	ABR	9,0	0,0	71	32,5	18,4	25,5
26	2001	ABR	9,7	0,0	65	31,8	16,2	24,0
27	2001	ABR	8,5	0,0	64	31,5	14,6	23,1
28	2001	ABR	8,1	0,0	62	31,1	15,3	23,2
29	2001	ABR	8,0	0,0	63	31,5	14,3	22,9
30	2001	ABR	7,7	0,0	66	29,9	16,1	23,0
MEDIA			8,2	0,8	73	30,6	17,1	23,9
TOTAL			244,8	24,1	2184	918,7	513,3	716,0
DESVIO PADRAO			2,4	2,8	9	2,0	2,1	1,6
VARIANCIA			6,0	7,8	77	3,8	4,5	2,5
VALOR MAXIMO			10,5	14,9	95	33,4	20,5	26,7
VALOR MINIMO			0,2	0,0	60	23,6	14,0	20,6
DIAS DE CHUVA:			6					

APÊNDICE 5. Dados meteorológicos diários referente ao mês de maio do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	MAI	9,1	0,0	67	30,6	15,8	23,2
2	2001	MAI	8,8	0,0	66	32,5	17,0	24,8
3	2001	MAI	9,1	0,0	66	32,6	17,5	25,1
4	2001	MAI	5,4	7,7	79	30,7	17,1	23,9
5	2001	MAI	9,6	0,0	53	21,6	10,5	16,1
6	2001	MAI	10,3	0,0	66	22,6	6,9	14,8
7	2001	MAI	9,7	0,0	73	24,3	8,3	16,3
8	2001	MAI	7,6	0,0	75	25,4	10,2	17,8
9	2001	MAI	9,0	0,0	73	28,4	9,0	18,7
10	2001	MAI	7,8	0,0	63	31,0	12,2	21,6
11	2001	MAI	1,0	6,5	89	25,1	16,7	20,9
12	2001	MAI	3,6	2,3	87	25,3	17,4	21,4
13	2001	MAI	3,3	21,7	88	23,6	15,8	19,7
14	2001	MAI	3,4	0,0	83	21,3	14,0	17,7
15	2001	MAI	4,8	0,0	79	24,2	11,2	17,7
16	2001	MAI	0,5	11,2	99	17,9	12,9	15,4
17	2001	MAI	3,8	1,7	85	22,1	14,4	18,3
18	2001	MAI	9,5	0,0	71	21,6	7,0	14,3
19	2001	MAI	6,9	0,0	77	21,7	7,8	14,8
20	2001	MAI	8,8	0,0	73	25,0	8,9	17,0
21	2001	MAI	7,7	0,0	74	26,5	10,8	18,7
22	2001	MAI	0,6	0,0	86	21,9	10,4	16,2
23	2001	MAI	4,6	0,0	82	24,4	12,4	18,4
24	2001	MAI	7,1	0,0	78	26,5	12,5	19,5
25	2001	MAI	4,0	0,0	83	24,2	12,3	18,3
26	2001	MAI	5,7	0,0	78	26,5	12,8	19,7
27	2001	MAI	3,0	7,3	99	20,2	16,2	18,2
28	2001	MAI	3,4	0,0	92	25,3	16,3	20,8
29	2001	MAI	7,4	2,2	85	27,5	17,1	22,3
30	2001	MAI	8,3	0,0	77	29,4	14,0	21,7
31	2001	MAI	6,0	0,0	83	28,6	12,8	20,7
MEDIA			6,1	2,0	78	25,4	12,8	19,1
TOTAL			189,8	60,6	2429	788,5	398,2	593,4
DESVIO PADRAO			2,8	4,6	10	3,7	3,3	2,9
VARIANCIA			8,1	20,8	103	13,4	10,6	8,4
VALOR MAXIMO			10,3	21,7	99	32,6	17,5	25,1
VALOR MINIMO			0,5	0,0	53	17,9	6,9	14,3
DIAS DE CHUVA:			8					

APÊNDICE 6. Dados meteorológicos diários referente ao mês de junho do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO-LACAO h/d	PRECIPITACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	JUN	7,3	0,0	75	28,6	12,8	20,7
2	2001	JUN	7,6	0,0	71	28,9	13,5	21,2
3	2001	JUN	7,6	0,0	71	27,8	13,9	20,9
4	2001	JUN	8,1	0,0	75	30,6	14,7	22,7
5	2001	JUN	8,9	0,0	76	29,1	14,8	22,0
6	2001	JUN	9,1	0,0	74	29,3	13,8	21,6
7	2001	JUN	2,4	0,0	81	27,7	13,9	20,8
8	2001	JUN	2,2	0,0	83	25,4	14,4	19,9
9	2001	JUN	5,8	0,7	79	26,6	15,7	21,2
10	2001	JUN	7,1	0,0	76	26,8	15,8	21,3
11	2001	JUN	8,6	0,0	76	26,4	15,3	20,9
12	2001	JUN	8,2	0,0	73	25,9	12,3	19,1
13	2001	JUN	7,0	0,0	72	27,0	10,6	18,8
14	2001	JUN	6,8	0,0	72	27,5	12,5	20,0
15	2001	JUN	7,9	0,0	63	28,4	12,7	20,6
16	2001	JUN	4,4	0,0	57	28,7	14,7	21,7
17	2001	JUN	2,6	0,0	73	26,9	14,2	20,6
18	2001	JUN	0,0	0,0	97	18,6	15,8	17,2
19	2001	JUN	1,6	0,0	91	22,2	11,6	16,9
20	2001	JUN	0,1	0,0	91	14,9	12,0	13,5
21	2001	JUN	8,8	0,0	68	18,3	4,5	11,4
22	2001	JUN	4,2	0,0	76	19,9	4,7	12,3
23	2001	JUN	7,5	0,0	72	25,5	9,4	17,5
24	2001	JUN	5,3	0,0	80	26,1	11,1	18,6
25	2001	JUN	8,0	0,0	66	29,4	12,7	21,1
26	2001	JUN	0,5	19,2	93	22,3	12,8	17,6
27	2001	JUN	9,2	0,0	76	18,6	4,8	11,7
28	2001	JUN	1,4	0,0	83	19,8	5,4	12,6
29	2001	JUN	4,7	0,0	81	21,4	8,2	14,8
30	2001	JUN	7,3	0,0	75	25,4	8,5	17,0
MEDIA			5,7	0,7	77	25,1	11,9	18,5
TOTAL			170,2	19,9	2296	754,0	357,1	555,6
DESVIO PADRAO			2,9	3,4	8	4,0	3,4	3,3
VARIANCIA			8,6	11,9	72	16,3	11,4	11,0
VALOR MAXIMO			9,2	19,2	97	30,6	15,8	22,7
VALOR MINIMO			0,0	0,0	57	14,9	4,5	11,4
DIAS DE CHUVA:			2					

APÊNDICE 7. Dados meteorológicos diários referente ao mês de julho do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO-LACAO h/d	PRECIPITACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	JUL	7,6	0,0	68	26,3	9,0	17,7
2	2001	JUL	7,5	0,0	69	29,4	8,9	19,2
3	2001	JUL	8,0	0,0	73	29,3	10,6	20,0
4	2001	JUL	9,5	0,0	65	30,1	10,2	20,2
5	2001	JUL	9,3	0,0	65	30,2	10,0	20,1
6	2001	JUL	7,3	0,0	73	26,5	9,8	18,2
7	2001	JUL	7,2	0,0	67	26,2	10,3	18,3
8	2001	JUL	6,8	0,0	69	27,1	11,3	19,2
9	2001	JUL	6,6	0,0	66	27,1	13,2	20,2
10	2001	JUL	9,7	0,0	66	28,4	10,5	19,5
11	2001	JUL	8,8	2,8	58	29,2	10,4	19,8
12	2001	JUL	0,0	0,3	92	17,6	10,8	14,2
13	2001	JUL	7,8	0,0	76	21,4	9,2	15,3
14	2001	JUL	7,8	0,0	73	25,3	7,0	16,2
15	2001	JUL	5,1	0,0	77	27,2	10,2	18,7
16	2001	JUL	8,6	0,0	59	29,1	12,8	21,0
17	2001	JUL	9,7	0,0	54	28,7	11,3	20,0
18	2001	JUL	9,7	0,0	50	30,8	11,4	21,1
19	2001	JUL	2,5	0,0	78	26,8	12,4	19,6
20	2001	JUL	3,7	0,0	41	31,1	13,6	22,4
21	2001	JUL	6,7	0,0	56	30,4	14,9	22,7
22	2001	JUL	0,0	10,7	86	21,8	13,9	17,9
23	2001	JUL	2,3	0,7	84	20,9	13,6	17,3
24	2001	JUL	5,6	0,0	83	25,9	10,4	18,2
25	2001	JUL	2,6	0,0	88	25,4	10,4	17,9
26	2001	JUL	0,0	1,9	92	23,0	13,5	18,3
27	2001	JUL	2,2	6,0	92	25,1	17,2	21,2
28	2001	JUL	0,0	4,8	90	13,5	7,7	10,6
29	2001	JUL	2,5	0,0	67	22,4	4,2	13,3
30	2001	JUL	9,7	0,0	71	29,1	9,1	19,1
31	2001	JUL	7,8	0,0	73	29,0	9,5	19,3
MEDIA			5,9	0,9	72	26,3	10,9	18,6
TOTAL			182,6	27,2	2221	814,3	337,3	575,8
DESVIO PADRAO			3,3	2,3	13	4,0	2,5	2,5
VARIANCIA			10,6	5,2	160	16,0	6,1	6,3
VALOR MAXIMO			9,7	10,7	92	31,1	17,2	22,7
VALOR MINIMO			0,0	0,0	41	13,5	4,2	10,6
DIAS DE CHUVA:		7						

APÊNDICE 8. Dados meteorológicos diários referente ao mês de agosto do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	AGO	9,7	0,0	61	29,4	11,3	20,4
2	2001	AGO	9,8	0,0	54	29,2	10,4	19,8
3	2001	AGO	7,8	0,0	57	28,4	9,7	19,1
4	2001	AGO	7,9	0,0	55	29,1	12,0	20,6
5	2001	AGO	7,5	0,0	57	28,4	10,0	19,2
6	2001	AGO	8,3	0,0	61	30,2	9,3	19,8
7	2001	AGO	8,0	0,0	54	30,2	9,5	19,9
8	2001	AGO	7,7	0,0	64	28,2	10,3	19,3
9	2001	AGO	8,3	0,0	61	27,6	9,4	18,5
10	2001	AGO	6,8	0,0	65	26,2	9,4	17,8
11	2001	AGO	7,9	0,0	64	26,7	11,0	18,9
12	2001	AGO	7,8	0,0	63	27,3	13,0	20,2
13	2001	AGO	9,6	0,0	56	28,6	11,1	19,9
14	2001	AGO	9,9	0,0	54	27,6	10,0	18,8
15	2001	AGO	9,7	0,0	51	27,8	10,0	18,9
16	2001	AGO	9,9	0,0	53	28,6	10,4	19,5
17	2001	AGO	8,5	0,0	50	27,0	10,2	18,6
18	2001	AGO	9,0	0,0	50	28,7	10,3	19,5
19	2001	AGO	8,2	0,0	53	30,0	12,1	21,1
20	2001	AGO	6,8	0,0	65	30,8	14,7	22,8
21	2001	AGO	6,8	1,2	70	29,1	14,3	21,7
22	2001	AGO	8,0	4,6	84	25,4	14,6	20,0
23	2001	AGO	0,0	12,0	97	18,4	13,6	16,0
24	2001	AGO	1,4	2,9	88	24,2	15,8	20,0
25	2001	AGO	8,9	0,0	66	29,2	14,0	21,6
26	2001	AGO	4,2	0,0	76	26,6	16,1	21,4
27	2001	AGO	5,1	0,0	74	28,9	17,0	23,0
28	2001	AGO	5,0	23,5	79	29,4	16,9	23,2
29	2001	AGO	0,4	0,0	91	25,2	17,4	21,3
30	2001	AGO	9,7	0,0	68	30,9	15,8	23,4
31	2001	AGO	9,2	0,0	63	30,8	16,2	23,5
MEDIA			7,3	1,4	65	28,0	12,4	20,2
TOTAL			227,8	44,2	2004	868,1	385,8	627,0
DESVIO PADRAO			2,6	4,6	12	2,4	2,7	1,7
VARIANCIA			6,9	21,4	151	5,8	7,2	2,9
VALOR MAXIMO			9,9	23,5	97	30,9	17,4	23,5
VALOR MINIMO			0,0	0,0	50	18,4	9,3	16,0
DIAS DE CHUVA:			5					

APÊNDICE 9. Dados meteorológicos diários referente ao mês de setembro do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO-LACAO h/d	PRECIPITACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	SET	8,1	0,0	57	31,5	16,1	23,8
2	2001	SET	7,2	0,0	57	31,2	16,4	23,8
3	2001	SET	10,1	0,0	55	32,2	15,6	23,9
4	2001	SET	10,8	0,0	54	33,0	16,0	24,5
5	2001	SET	10,3	0,0	67	29,3	16,3	22,8
6	2001	SET	6,8	0,0	70	26,9	15,2	21,1
7	2001	SET	7,7	0,0	64	26,9	15,8	21,4
8	2001	SET	8,3	0,0	62	30,6	12,5	21,6
9	2001	SET	7,3	0,0	51	31,8	16,5	24,2
10	2001	SET	10,0	0,0	53	34,2	15,8	25,0
11	2001	SET	5,5	0,0	77	25,5	17,2	21,4
12	2001	SET	9,8	0,0	62	27,6	12,1	19,9
13	2001	SET	9,4	10,0	62	33,1	11,2	22,2
14	2001	SET	0,0	27,4	99	20,6	13,2	16,9
15	2001	SET	1,0	5,6	87	25,1	17,4	21,3
16	2001	SET	9,7	0,0	55	22,9	10,1	16,5
17	2001	SET	10,5	0,0	66	20,9	7,7	14,3
18	2001	SET	10,6	0,0	66	24,1	10,9	17,5
19	2001	SET	10,4	0,0	56	27,1	9,8	18,5
20	2001	SET	7,4	0,0	58	28,9	10,9	19,9
21	2001	SET	7,6	0,0	62	27,6	12,6	20,1
22	2001	SET	1,3	2,2	87	22,4	16,1	19,3
23	2001	SET	7,3	0,0	74	28,2	14,9	21,6
24	2001	SET	8,0	0,0	64	31,2	16,1	23,7
25	2001	SET	2,6	0,4	78	30,0	18,0	24,0
26	2001	SET	3,7	0,0	76	29,0	18,9	24,0
27	2001	SET	0,4	2,8	89	23,7	18,8	21,3
28	2001	SET	8,0	0,0	74	30,3	16,4	23,4
29	2001	SET	6,8	0,0	75	27,5	16,8	22,2
30	2001	SET	9,1	0,0	58	31,0	16,6	23,8
MEDIA			7,2	1,6	67	28,1	14,7	21,4
TOTAL			215,7	48,4	2015	844,3	441,9	643,1
DESVIO PADRAO			3,2	5,2	12	3,6	2,8	2,6
VARIANCIA			10,2	27,2	143	13,2	8,1	7,0
VALOR MAXIMO			10,8	27,4	99	34,2	18,9	25,0
VALOR MINIMO			0,0	0,0	51	20,6	7,7	14,3
DIAS DE CHUVA:			6					

APÊNDICE 10. Dados meteorológicos diários referente ao mês de outubro do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MES	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	OUT	0,0	56,3	84	29,2	21,2	25,2
2	2001	OUT	3,7	1,6	92	26,2	19,7	23,0
3	2001	OUT	10,9	0,0	71	27,2	13,2	20,2
4	2001	OUT	10,8	0,0	53	29,6	12,8	21,2
5	2001	OUT	8,9	0,0	54	30,6	16,0	23,3
6	2001	OUT	8,6	0,0	59	28,9	15,1	22,0
7	2001	OUT	7,3	9,7	67	28,8	15,5	22,2
8	2001	OUT	0,0	16,8	98	21,6	16,3	19,0
9	2001	OUT	2,4	0,0	90	26,8	16,8	21,8
10	2001	OUT	4,1	26,8	88	28,6	18,7	23,7
11	2001	OUT	7,9	6,3	79	30,6	19,1	24,9
12	2001	OUT	9,5	0,0	74	29,5	16,8	23,2
13	2001	OUT	8,2	0,0	70	29,8	16,7	23,3
14	2001	OUT	5,6	0,0	65	28,1	15,2	21,7
15	2001	OUT	8,5	0,0	64	30,6	15,8	23,2
16	2001	OUT	10,4	0,0	68	30,3	15,4	22,9
17	2001	OUT	4,4	23,4	82	29,5	15,8	22,7
18	2001	OUT	9,3	0,0	76	29,6	16,6	23,1
19	2001	OUT	3,3	14,7	82	28,7	17,4	23,1
20	2001	OUT	7,9	2,4	79	27,1	17,0	22,1
21	2001	OUT	6,7	15,3	81	29,1	16,1	22,6
22	2001	OUT	8,1	0,0	77	27,6	17,1	22,4
23	2001	OUT	8,6	0,0	64	29,1	16,8	23,0
24	2001	OUT	11,3	0,0	60	29,4	13,8	21,6
25	2001	OUT	11,2	0,0	62	30,8	13,1	22,0
26	2001	OUT	11,2	0,0	53	30,4	13,9	22,2
27	2001	OUT	11,6	0,0	55	30,4	13,4	21,9
28	2001	OUT	10,8	0,0	53	31,7	14,6	23,2
29	2001	OUT	10,9	0,0	44	34,8	15,8	25,3
30	2001	OUT	11,2	0,0	48	35,3	16,6	26,0
31	2001	OUT	10,7	0,0	54	33,7	17,3	25,5
MEDIA			7,9	5,6	69	29,5	16,1	22,8
TOTAL			244,0	173,3	2146	913,6	499,6	706,6
DESVIO PADRAO			3,3	11,8	14	2,5	1,9	1,5
VARIANCIA			11,0	140,0	194	6,2	3,6	2,2
VALOR MAXIMO			11,6	56,3	98	35,3	21,2	26,0
VALOR MINIMO			0,0	0,0	44	21,6	12,8	19,0
DIAS DE CHUVA:		10						

APÊNDICE 11. Dados meteorológicos diários referente ao mês de novembro do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MES	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	NOV	9,8	0,0	66	31,4	17,5	24,5
2	2001	NOV	7,8	0,0	69	30,0	17,1	23,6
3	2001	NOV	1,2	0,0	78	23,8	15,9	19,9
4	2001	NOV	0,0	5,5	96	20,4	15,5	18,0
5	2001	NOV	11,0	0,0	68	29,9	14,6	22,3
6	2001	NOV	11,6	0,0	52	33,4	15,1	24,3
7	2001	NOV	10,4	0,0	45	35,1	16,6	25,9
8	2001	NOV	10,2	0,0	51	34,5	20,5	27,5
9	2001	NOV	4,7	0,0	66	33,3	19,0	26,2
10	2001	NOV	7,3	0,0	64	33,7	19,7	26,7
11	2001	NOV	0,0	38,9	89	29,7	19,4	24,6
12	2001	NOV	0,0	0,8	96	25,4	20,0	22,7
13	2001	NOV	2,4	42,0	87	28,9	19,2	24,1
14	2001	NOV	4,7	8,5	87	28,9	19,2	24,1
15	2001	NOV	0,5	2,7	87	27,1	20,5	23,8
16	2001	NOV	3,9	0,0	82	28,1	20,2	24,2
17	2001	NOV	3,3	2,0	81	29,1	18,3	23,7
18	2001	NOV	7,8	0,0	71	29,9	18,8	24,4
19	2001	NOV	8,7	3,1	60	32,4	17,6	25,0
20	2001	NOV	11,4	0,0	63	31,7	19,0	25,4
21	2001	NOV	11,5	0,0	55	33,5	17,8	25,7
22	2001	NOV	8,4	2,5	50	32,9	19,5	26,2
23	2001	NOV	7,4	12,9	64	31,4	19,7	25,6
24	2001	NOV	9,5	0,0	46	32,3	20,2	26,3
25	2001	NOV	10,5	0,0	39	33,2	20,6	26,9
26	2001	NOV	11,8	0,0	44	34,0	20,0	27,0
27	2001	NOV	7,5	0,7	51	34,1	19,0	26,6
28	2001	NOV	5,0	29,6	72	33,0	21,5	27,3
29	2001	NOV	9,5	0,2	71	33,0	18,8	25,9
30	2001	NOV	3,0	3,0	85	26,5	19,9	23,2
MEDIA			6,7	5,1	68	30,7	18,7	24,7
TOTAL			200,8	152,4	2035	920,6	560,7	740,7
DESVIO PADRAO			3,9	11,1	16	3,4	1,7	2,1
VARIANCIA			15,2	122,8	259	11,6	3,0	4,3
VALOR MAXIMO			11,8	42,0	96	35,1	21,5	27,5
VALOR MINIMO			0,0	0,0	39	20,4	14,6	18,0
DIAS DE CHUVA:			14					

APÊNDICE 12. Dados meteorológicos diários referente ao mês de dezembro do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MES	INSO- LACAO h/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA Grau C
1	2001	DEZ	11,5	1,7	71	25,5	16,9	21,2
2	2001	DEZ	12,1	0,0	66	27,9	13,3	20,6
3	2001	DEZ	10,9	0,0	59	31,4	14,9	23,2
4	2001	DEZ	10,0	0,0	65	32,0	15,5	23,8
5	2001	DEZ	2,8	3,1	70	31,9	18,4	25,2
6	2001	DEZ	0,0	4,0	95	25,2	20,4	22,8
7	2001	DEZ	7,5	8,5	78	30,7	20,9	25,8
8	2001	DEZ	6,8	0,1	79	30,9	19,7	25,3
9	2001	DEZ	3,3	11,4	81	30,1	18,8	24,5
10	2001	DEZ	2,8	4,0	89	31,8	18,9	25,4
11	2001	DEZ	0,7	0,0	86	30,3	19,8	25,1
12	2001	DEZ	0,0	4,9	86	29,5	19,8	24,7
13	2001	DEZ	0,0	7,6	90	27,3	20,3	23,8
14	2001	DEZ	1,6	11,0	96	24,0	20,0	22,0
15	2001	DEZ	3,1	17,4	88	27,6	19,2	23,4
16	2001	DEZ	5,1	23,3	90	29,6	19,4	24,5
17	2001	DEZ	11,4	0,0	74	32,0	19,0	25,5
18	2001	DEZ	11,5	0,0	71	32,5	20,7	26,6
19	2001	DEZ	11,8	0,0	73	34,1	20,5	27,3
20	2001	DEZ	2,9	0,0	83	30,7	21,5	26,1
21	2001	DEZ	3,6	0,6	84	29,3	20,6	25,0
22	2001	DEZ	2,0	14,0	97	30,0	20,6	25,3
23	2001	DEZ	1,3	5,8	98	27,8	17,9	22,9
24	2001	DEZ	2,9	0,0	84	24,1	16,2	20,2
25	2001	DEZ	5,2	0,0	79	26,5	16,5	21,5
26	2001	DEZ	9,0	0,0	80	29,4	17,8	23,6
27	2001	DEZ	6,9	14,6	88	31,3	17,1	24,2
28	2001	DEZ	5,7	49,8	91	29,5	19,0	24,3
29	2001	DEZ	0,0	22,4	100	24,3	18,8	21,6
30	2001	DEZ	4,8	0,0	91	28,3	19,4	23,9
31	2001	DEZ	11,0	0,0	81	30,5	18,3	24,4
MEDIA			5,4	6,6	83	29,2	18,7	24,0
TOTAL			168,2	204,2	2563	906,0	580,1	743,1
DESVIO PADRAO			4,1	10,4	10	2,6	1,9	1,7
VARIANCIA			16,8	108,9	105	6,8	3,6	3,0
VALOR MAXIMO			12,1	49,8	100	34,1	21,5	27,3
VALOR MINIMO			0,0	0,0	59	24,0	13,3	20,2
DIAS DE CHUVA:		18						

APÊNDICE 13. Dados meteorológicos diários referente ao mês de janeiro do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	JAN	0,30	42,30	95,00	28,20	19,60	23,90
2	2002	JAN	10,30	0,00	90,00	30,50	18,80	24,65
3	2002	JAN	11,40	0,00	77,00	32,60	19,50	26,05
4	2002	JAN	8,60	0,00	76,00	31,70	19,40	25,55
5	2002	JAN	7,30	0,00	84,00	31,70	19,60	25,65
6	2002	JAN	7,60	18,30	88,00	31,80	19,70	25,75
7	2002	JAN	0,80	3,90	100,00	26,00	20,60	23,30
8	2002	JAN	5,00	44,00	96,00	31,00	20,30	25,65
9	2002	JAN	1,00	8,50	98,00	28,80	18,50	23,65
10	2002	JAN	0,80	0,00	88,00	29,00	18,40	23,70
11	2002	JAN	0,80	0,00	92,00	25,70	19,70	22,70
12	2002	JAN	1,10	33,20	96,00	27,70	19,20	23,45
13	2002	JAN	2,00	28,10	100,00	25,10	19,00	22,05
14	2002	JAN	2,30	6,40	98,00	28,20	20,70	24,45
15	2002	JAN	2,20	2,40	97,00	27,40	20,20	23,80
16	2002	JAN	3,40	0,00	87,00	24,50	19,00	21,75
17	2002	JAN	8,80	0,00	80,00	28,00	13,80	20,90
18	2002	JAN	5,70	0,00	82,00	26,90	16,60	21,75
19	2002	JAN	2,80	2,70	92,00	25,30	16,70	21,00
20	2002	JAN	1,80	2,00	99,00	28,30	19,00	23,65
21	2002	JAN	6,50	0,00	82,00	32,90	19,90	26,40
22	2002	JAN	5,70	1,80	81,00	33,40	20,00	26,70
23	2002	JAN	4,10	2,30	84,00	30,10	19,70	24,90
24	2002	JAN	7,00	0,00	84,00	32,70	20,10	26,40
25	2002	JAN	2,20	12,00	88,00	31,00	19,90	25,45
26	2002	JAN	8,40	9,80	81,00	32,00	19,40	25,70
27	2002	JAN	4,80	20,50	88,00	32,30	19,90	26,10
28	2002	JAN	6,90	65,00	93,00	33,30	20,00	26,65
29	2002	JAN	5,80	17,00	97,00	31,30	19,00	25,15
30	2002	JAN	3,80	0,00	93,00	32,30	21,30	26,80
31	2002	JAN	8,00	0,00	91,00	33,20	21,60	27,40
MEDIA			4,75	10,33	89,58	29,77	19,33	24,55
TOTAL			147,20	320,20	2777,00	922,90	599,10	761,00
DESVIO PADRAO			3,09	16,04	6,99	2,72	1,44	1,78
VARIANCIA			9,57	257,19	48,82	7,40	2,08	3,18
VALOR MAXIMO			11,40	65,00	100,00	33,40	21,60	27,40
VALOR MINIMO			0,30	0,00	76,00	24,50	13,80	20,90
DIAS DE CHUVA:			18					

APÊNDICE 14. Dados meteorológicos diários referente ao mês de fevereiro do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	FEV	0,40	44,40	95,00	29,00	21,60	25,30
2	2002	FEV	5,90	0,20	81,00	29,50	20,80	25,15
3	2002	FEV	10,00	0,00	73,00	27,40	17,10	22,25
4	2002	FEV	10,00	0,00	65,00	28,80	15,40	22,10
5	2002	FEV	11,00	0,00	64,00	30,70	15,70	23,20
6	2002	FEV	10,00	40,60	75,00	32,80	15,00	23,90
7	2002	FEV	1,80	12,20	91,00	26,50	19,00	22,75
8	2002	FEV	1,20	18,60	95,00	27,00	19,70	23,35
9	2002	FEV	0,00	17,10	96,00	24,30	18,90	21,60
10	2002	FEV	6,10	0,20	89,00	28,60	17,80	23,20
11	2002	FEV	9,80	0,00	72,00	31,50	19,00	25,25
12	2002	FEV	8,30	4,10	78,00	32,40	18,60	25,50
13	2002	FEV	6,60	0,00	81,00	31,80	18,60	25,20
14	2002	FEV	0,30	4,00	96,00	24,50	19,90	22,20
15	2002	FEV	8,20	0,00	76,00	29,80	16,50	23,15
16	2002	FEV	4,50	1,30	85,00	30,40	19,80	25,10
17	2002	FEV	4,30	0,10	75,00	29,20	19,70	24,45
18	2002	FEV	8,80	0,00	64,00	29,80	18,30	24,05
19	2002	FEV	6,50	0,00	69,00	29,80	18,40	24,10
20	2002	FEV	0,00	9,80	91,00	27,00	19,40	23,20
21	2002	FEV	0,80	17,60	97,00	27,80	21,20	24,50
22	2002	FEV	1,30	11,30	96,00	27,70	21,40	24,55
23	2002	FEV	3,00	2,80	84,00	28,30	20,60	24,45
24	2002	FEV	6,80	0,20	75,00	30,20	19,50	24,85
25	2002	FEV	10,90	0,00	68,00	30,40	18,10	24,25
26	2002	FEV	2,50	0,20	86,00	30,20	17,50	23,85
27	2002	FEV	0,00	0,30	91,00	25,80	19,40	22,60
28	2002	FEV	3,70	2,90	93,00	31,30	20,30	25,80
MEDIA			5,10	6,71	82,18	29,02	18,83	23,92
TOTAL			142,70	187,90	2301,00	812,50	527,20	669,85
DESVIO PADRAO			3,79	11,54	10,82	2,16	1,72	1,14
VARIANCIA			14,33	133,23	117,00	4,66	2,94	1,31
VALOR MAXIMO			11,00	44,40	97,00	32,80	21,60	25,80
VALOR MINIMO			0,00	0,00	64,00	24,30	15,00	21,60
DIAS DE CHUVA:			19					

APÊNDICE 15. Dados meteorológicos diários referente ao mês de março do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	MAR	9,30	0,00	76,00	32,00	17,30	24,65
2	2002	MAR	6,10	0,00	80,00	31,10	18,20	24,65
3	2002	MAR	5,60	27,50	83,00	31,50	19,80	25,65
4	2002	MAR	9,80	0,00	77,00	32,60	17,80	25,20
5	2002	MAR	9,70	14,80	66,00	33,90	17,70	25,80
6	2002	MAR	9,70	0,00	74,00	33,50	19,00	26,25
7	2002	MAR	8,40	0,00	71,00	34,40	19,20	26,80
8	2002	MAR	8,70	0,00	70,00	33,70	20,00	26,85
9	2002	MAR	9,40	0,00	67,00	33,40	19,50	26,45
10	2002	MAR	9,70	0,00	65,00	33,30	20,50	26,90
11	2002	MAR	10,70	0,00	67,00	34,20	20,00	27,10
12	2002	MAR	8,90	0,00	66,00	35,00	19,80	27,40
13	2002	MAR	9,40	1,70	68,00	35,20	20,40	27,80
14	2002	MAR	1,90	33,40	80,00	31,20	20,20	25,70
15	2002	MAR	8,80	0,00	77,00	30,30	19,50	24,90
16	2002	MAR	8,90	0,00	73,00	32,60	19,60	26,10
17	2002	MAR	7,60	36,20	77,00	31,70	20,40	26,05
18	2002	MAR	9,80	0,20	75,00	33,00	21,40	27,20
19	2002	MAR	9,30	0,00	78,00	32,70	21,40	27,05
20	2002	MAR	8,60	34,00	72,00	32,50	22,10	27,30
21	2002	MAR	4,00	0,00	77,00	26,80	21,40	24,10
22	2002	MAR	9,30	0,00	69,00	29,80	17,80	23,80
23	2002	MAR	7,70	1,80	73,00	30,40	18,60	24,50
24	2002	MAR	0,30	97,40	94,00	27,70	21,00	24,35
25	2002	MAR	4,40	19,20	88,00	29,70	20,90	25,30
26	2002	MAR	8,90	0,00	77,00	31,80	18,20	25,00
27	2002	MAR	7,50	6,20	87,00	33,00	18,20	25,60
28	2002	MAR	7,80	0,00	75,00	31,30	19,40	25,35
29	2002	MAR	8,20	0,00	71,00	31,60	20,20	25,90
30	2002	MAR	8,70	0,00	65,00	31,10	18,70	24,90
31	2002	MAR	8,40	0,00	66,00	32,20	17,30	24,75
MEDIA			7,92	8,79	74,32	32,04	19,53	25,79
TOTAL			245,50	272,40	2304,00	993,20	605,50	799,35
DESVIO PADRAO			2,35	19,73	7,04	1,88	1,29	1,07
VARIANCIA			5,53	389,15	49,51	3,55	1,67	1,15
VALOR MAXIMO			10,70	97,40	94,00	35,20	22,10	27,80
VALOR MINIMO			0,30	0,00	65,00	26,80	17,30	23,80
DIAS DE CHUVA:			10					

APÊNDICE 16. Dados meteorológicos diários referente ao mês de abril do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	ABR	9,00	0,00	70,00	33,70	18,70	26,20
2	2002	ABR	9,50	0,00	65,00	33,20	18,90	26,05
3	2002	ABR	7,60	17,80	79,00	34,40	20,20	27,30
4	2002	ABR	9,60	0,00	76,00	31,30	18,40	24,85
5	2002	ABR	9,30	0,00	73,00	29,70	17,30	23,50
6	2002	ABR	8,40	5,30	71,00	30,00	17,70	23,85
7	2002	ABR	8,30	0,00	81,00	30,00	17,00	23,50
8	2002	ABR	10,20	0,00	68,00	30,20	16,40	23,30
9	2002	ABR	10,40	0,00	70,00	30,20	16,40	23,30
10	2002	ABR	9,80	0,00	69,00	31,00	16,40	23,70
11	2002	ABR	8,50	0,00	72,00	32,20	16,70	24,45
12	2002	ABR	9,70	0,00	56,00	32,80	17,20	25,00
13	2002	ABR	7,30	0,00	72,00	30,40	18,50	24,45
14	2002	ABR	9,30	0,00	68,00	30,60	18,30	24,45
15	2002	ABR	9,70	0,00	70,00	32,30	18,80	25,55
16	2002	ABR	10,10	0,00	70,00	33,00	18,00	25,50
17	2002	ABR	10,00	0,00	67,00	33,80	18,30	26,05
18	2002	ABR	9,30	0,00	85,00	34,00	18,40	26,20
19	2002	ABR	8,30	0,00	68,00	31,20	19,40	25,30
20	2002	ABR	8,20	0,00	67,00	31,90	16,90	24,40
21	2002	ABR	6,40	0,00	70,00	30,90	17,50	24,20
22	2002	ABR	9,70	0,00	71,00	31,70	19,30	25,50
23	2002	ABR	9,80	0,00	72,00	31,50	16,20	23,85
24	2002	ABR	9,80	0,00	68,00	32,40	16,40	24,40
25	2002	ABR	9,10	0,00	61,00	33,00	16,50	24,75
26	2002	ABR	7,30	0,00	64,00	32,10	15,50	23,80
27	2002	ABR	7,40	0,00	75,00	31,50	15,80	23,65
28	2002	ABR	8,00	0,00	73,00	30,80	17,00	23,90
29	2002	ABR	7,50	0,00	65,00	32,50	16,40	24,45
30	2002	ABR	4,20	4,10	64,00	30,90	19,00	24,95
MEDIA			8,72	0,91	70,00	31,77	17,58	24,68
TOTAL			261,70	27,20	2100,00	953,20	527,50	740,35
DESVIO PADRAO			1,33	3,35	5,64	1,29	1,19	1,00
VARIANCIA			1,77	11,24	31,80	1,66	1,42	1,00
VALOR MAXIMO			10,40	17,80	85,00	34,40	20,20	27,30
VALOR MINIMO			4,20	0,00	56,00	29,70	15,50	23,30
DIAS DE CHUVA:		3						

APÊNDICE 17. Dados meteorológicos diários referente ao mês de maio do ano de 2001 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	MAI	5,70	0	76,00	28,20	18,60	23,40
2	2002	MAI	7,00	3,6	67,00	31,10	14,60	22,85
3	2002	MAI	2,50	11,5	82,00	28,50	18,50	23,50
4	2002	MAI	3,30	1,1	85,00	26,40	17,90	22,15
5	2002	MAI	7,00	11,8	74,00	28,60	17,10	22,85
6	2002	MAI	6,80	0,30	79,00	29,10	18,00	23,55
7	2002	MAI	8,40	0,00	77,00	29,40	17,00	23,20
8	2002	MAI	5,00	0,00	80,00	28,80	16,80	22,80
9	2002	MAI	2,00	0,00	80,00	26,00	16,80	21,40
10	2002	MAI	8,90	0,00	72,00	27,80	14,90	21,35
11	2002	MAI	8,60	0,00	74,00	28,70	15,80	22,25
12	2002	MAI	8,20	0,00	71,00	29,50	16,50	23,00
13	2002	MAI	9,50	0,00	67,00	30,80	14,60	22,70
14	2002	MAI	9,50	0,00	68,00	30,70	14,20	22,45
15	2002	MAI	9,50	0,00	59,00	31,40	14,80	23,10
16	2002	MAI	2,50	1,40	74,00	26,00	14,40	20,20
17	2002	MAI	8,20	1,10	71,00	27,90	15,80	21,85
18	2002	MAI	5,70	0,50	76,00	29,90	15,90	22,90
19	2002	MAI	0,00	19,70	98,00	19,90	15,70	17,80
20	2002	MAI	3,00	20,70	94,00	28,80	15,70	22,25
21	2002	MAI	0,50	40,70	90,00	23,00	16,00	19,50
22	2002	MAI	7,00	0,00	80,00	21,40	15,90	18,65
23	2002	MAI	9,00	0,00	68,00	23,00	12,00	17,50
24	2002	MAI	4,30	0,00	69,00	22,00	12,50	17,25
25	2002	MAI	8,30	0,00	70,00	23,40	8,30	15,85
26	2002	MAI	8,20	0,00	70,00	24,50	8,30	16,40
27	2002	MAI	8,30	0,00	82,00	25,10	9,00	17,05
28	2002	MAI	8,20	0,00	84,00	25,90	8,30	17,10
29	2002	MAI	5,30	0,00	87,00	25,40	11,80	18,60
30	2002	MAI	6,40	0,00	86,00	26,50	11,20	18,85
31	2002	MAI	1,00	0,00	91,00	24,30	12,70	18,50
MEDIA			6,06	3,63	77,45	26,84	14,50	20,67
TOTAL			187,80	112,40	2401,00	832,00	449,60	640,80
DESVIO PADRAO			2,86	8,72	8,87	3,01	2,97	2,49
VARIANCIA			8,16	75,96	78,63	9,05	8,85	6,21
VALOR MAXIMO			9,50	40,70	98,00	31,40	18,60	23,55
VALOR MINIMO			0,00	0,00	59,00	19,90	8,30	15,85
DIAS DE CHUVA:			11					

APÊNDICE 18. Dados meteorológicos diários referente ao mês de junho do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	JUN	7,20	0,00	71,00	27,10	14,10	20,60
2	2002	JUN	8,10	0,00	71,00	27,20	13,10	20,15
3	2002	JUN	8,30	0,00	67,00	28,20	12,20	20,20
4	2002	JUN	8,50	0,00	69,00	28,60	11,80	20,20
5	2002	JUN	9,50	0,00	65,00	30,00	11,60	20,80
6	2002	JUN	4,50	0,00	67,00	29,20	13,20	21,20
7	2002	JUN	8,40	0,00	67,00	28,70	12,20	20,45
8	2002	JUN	7,80	0,00	59,00	30,10	12,50	21,30
9	2002	JUN	7,60	0,00	61,00	29,00	12,90	20,95
10	2002	JUN	6,70	0,00	72,00	30,20	16,30	23,25
11	2002	JUN	7,50	0,00	72,00	29,20	15,00	22,10
12	2002	JUN	6,30	0,00	67,00	30,00	14,80	22,40
13	2002	JUN	7,00	0,00	68,00	29,50	14,80	22,15
14	2002	JUN	7,40	0,00	75,00	30,30	13,60	21,95
15	2002	JUN	6,70	0,00	75,00	25,60	14,50	20,05
16	2002	JUN	6,30	0,00	75,00	26,60	12,20	19,40
17	2002	JUN	9,50	0,00	84,00	30,20	12,90	21,55
18	2002	JUN	8,70	0,00	69,00	28,60	12,00	20,30
19	2002	JUN	8,80	0,00	65,00	29,80	12,20	21,00
20	2002	JUN	7,50	0,00	66,00	28,30	12,70	20,50
21	2002	JUN	6,40	0,00	64,00	27,20	11,20	19,20
22	2002	JUN	5,00	0,00	71,00	24,70	12,30	18,50
23	2002	JUN	7,00	0,00	76,00	23,80	12,40	18,10
24	2002	JUN	8,40	0,00	70,00	26,50	10,70	18,60
25	2002	JUN	8,50	0,00	71,00	25,40	10,80	18,10
26	2002	JUN	6,60	0,00	66,00	25,60	9,40	17,50
27	2002	JUN	7,00	0,00	66,00	28,00	10,80	19,40
28	2002	JUN	7,40	0,00	59,00	24,70	12,80	18,75
29	2002	JUN	6,90	0,00	55,00	26,80	11,20	19,00
30	2002	JUN	6,80	0,00	59,00	28,50	12,70	20,60
MEDIA			7,41	0,00	68,07	27,92	12,63	20,28
TOTAL			222,30	0,00	2042,00	837,60	378,90	608,25
DESVIO PADRAO			1,14	0,00	5,92	1,86	1,46	1,39
VARIANCIA			1,29	0,00	35,06	3,45	2,13	1,93
VALOR MAXIMO			9,50	0,00	84,00	30,30	16,30	23,25
VALOR MINIMO			4,50	0,00	55,00	23,80	9,40	17,50
DIAS DE CHUVA:			0					

APÊNDICE 19. Dados meteorológicos diários referente ao mês de julho do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	JUL	9,00	0,00	69,00	29,00	12,10	20,55
2	2002	JUL	8,10	0,00	71,00	26,40	12,00	19,20
3	2002	JUL	8,00	0,00	73,00	27,60	11,30	19,45
4	2002	JUL	7,00	0,00	66,00	28,50	12,10	20,30
5	2002	JUL	5,70	0,00	64,00	26,90	13,00	19,95
6	2002	JUL	3,40	0,00	63,00	26,20	12,80	19,50
7	2002	JUL	0,00	0,00	78,00	22,00	11,00	16,50
8	2002	JUL	7,10	0,00	66,00	19,10	6,20	12,65
9	2002	JUL	7,30	0,00	66,00	21,50	4,70	13,10
10	2002	JUL	4,70	0,00	63,00	23,40	6,00	14,70
11	2002	JUL	0,00	3,20	97,00	17,00	7,50	12,25
12	2002	JUL	1,40	0,40	94,00	18,90	11,80	15,35
13	2002	JUL	2,30	2,40	79,00	19,70	10,40	15,05
14	2002	JUL	7,40	0,00	70,00	21,70	7,60	14,65
15	2002	JUL	8,70	0,00	61,00	25,20	6,20	15,70
16	2002	JUL	6,70	0,00	66,00	25,40	5,90	15,65
17	2002	JUL	9,30	0,00	59,00	24,10	5,80	14,95
18	2002	JUL	8,00	0,00	70,00	23,50	8,30	15,90
19	2002	JUL	6,00	0,00	61,00	25,40	8,90	17,15
20	2002	JUL	5,80	0,00	60,00	27,70	11,20	19,45
21	2002	JUL	0,00	2,50	84,00	21,40	14,80	18,10
22	2002	JUL	0,20	2,10	86,00	22,60	14,80	18,70
23	2002	JUL	7,50	0,00	68,00	27,00	15,40	21,20
24	2002	JUL	9,40	0,00	60,00	30,60	10,00	20,30
25	2002	JUL	9,70	0,00	50,00	31,20	10,50	20,85
26	2002	JUL	8,10	0,00	60,00	28,00	10,00	19,00
27	2002	JUL	7,80	0,00	56,00	29,90	10,00	19,95
28	2002	JUL	6,80	0,00	59,00	25,50	12,40	18,95
29	2002	JUL	8,50	0,00	62,00	26,50	8,80	17,65
30	2002	JUL	8,80	0,00	60,00	30,20	9,40	19,80
31	2002	JUL	4,00	12,80	65,00	29,40	15,00	22,20
MEDIA			6,02	0,75	67,94	25,21	10,19	17,70
TOTAL			186,70	23,40	2106,00	781,50	315,90	548,70
DESVIO PADRAO			3,03	2,36	10,58	3,70	2,94	2,68
VARIANCIA			9,19	5,58	112,00	13,70	8,63	7,18
VALOR MAXIMO			9,70	12,80	97,00	31,20	15,40	22,20
VALOR MINIMO			0,00	0,00	50,00	17,00	4,70	12,25
DIAS DE CHUVA:			6					

APÊNDICE 20. Dados meteorológicos diários referente ao mês de agosto do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	AGO	0,00	37,50	98,00	22,70	17,10	19,90
2	2002	AGO	0,00	11,60	95,00	20,20	15,80	18,00
3	2002	AGO	0,40	4,30	81,00	21,80	16,10	18,95
4	2002	AGO	7,30	2,40	70,00	27,60	12,40	20,00
5	2002	AGO	8,50	0,00	59,00	32,20	15,30	23,75
6	2002	AGO	6,80	3,00	77,00	30,40	16,30	23,35
7	2002	AGO	9,80	0,00	59,00	32,20	15,50	23,85
8	2002	AGO	9,50	0,00	52,00	32,40	15,20	23,80
9	2002	AGO	6,60	0,00	44,00	31,10	17,20	24,15
10	2002	AGO	6,90	0,00	68,00	28,20	15,30	21,75
11	2002	AGO	5,80	0,00	74,00	30,00	11,30	20,65
12	2002	AGO	7,50	0,00	52,00	31,60	13,20	22,40
13	2002	AGO	7,00	0,00	54,00	31,80	13,80	22,80
14	2002	AGO	8,80	0,00	60,00	32,40	15,20	23,80
15	2002	AGO	9,00	0,00	67,00	30,80	14,60	22,70
16	2002	AGO	6,60	0,00	56,00	29,10	14,00	21,55
17	2002	AGO	8,30	0,00	50,00	28,40	13,80	21,10
18	2002	AGO	8,70	0,00	53,00	28,90	13,90	21,40
19	2002	AGO	10,00	0,00	52,00	29,80	13,60	21,70
20	2002	AGO	9,50	0,00	54,00	28,80	12,80	20,80
21	2002	AGO	7,50	0,00	50,00	29,80	12,50	21,15
22	2002	AGO	4,00	0,00	53,00	30,50	15,00	22,75
23	2002	AGO	8,30	0,00	52,00	30,90	14,50	22,70
24	2002	AGO	9,00	0,00	48,00	30,30	14,40	22,35
25	2002	AGO	9,40	0,00	48,00	30,20	12,80	21,50
26	2002	AGO	8,50	0,00	55,00	30,20	13,50	21,85
27	2002	AGO	10,00	0,00	57,00	30,20	12,40	21,30
28	2002	AGO	9,50	0,00	48,00	30,20	12,40	21,30
29	2002	AGO	2,00	13,50	76,00	28,20	13,50	20,85
30	2002	AGO	2,80	2,10	77,00	23,40	16,20	19,80
31	2002	AGO	0,30	5,20	90,00	22,60	14,20	18,40
MEDIA			6,72	2,57	62,23	28,93	14,32	21,62
TOTAL			208,30	79,60	1929,00	896,90	443,80	670,35
DESVIO PADRAO			3,16	7,15	14,44	3,25	1,46	1,58
VARIANCIA			10,01	51,08	208,56	10,59	2,14	2,49
VALOR MAXIMO			10,00	37,50	98,00	32,40	17,20	24,15
VALOR MINIMO			0,00	0,00	44,00	20,20	11,30	18,00
DIAS DE CHUVA:		8						

APÊNDICE 21. Dados meteorológicos diários referente ao mês de setembro do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	SET	8,60	0,00	42,00	21,60	13,30	17,45
2	2002	SET	8,50	0,00	48,00	20,00	7,30	13,65
3	2002	SET	9,50	0,00	46,00	24,90	3,50	14,20
4	2002	SET	8,00	0,00	48,00	27,80	7,00	17,40
5	2002	SET	3,30	0,00	62,00	27,50	10,50	19,00
6	2002	SET	6,70	9,70	51,00	32,70	16,20	24,45
7	2002	SET	0,00	2,40	72,00	25,50	15,00	20,25
8	2002	SET	3,40	0,00	68,00	21,90	13,60	17,75
9	2002	SET	6,20	0,00	72,00	29,40	12,40	20,90
10	2002	SET	9,50	0,00	64,00	30,80	13,60	22,20
11	2002	SET	9,30	0,00	57,00	30,50	14,80	22,65
12	2002	SET	9,30	0,00	34,00	32,30	15,00	23,65
13	2002	SET	0,00	0,00	65,00	27,70	19,40	23,55
14	2002	SET	0,80	1,30	76,00	26,80	17,40	22,10
15	2002	SET	8,20	0,00	63,00	29,20	13,90	21,55
16	2002	SET	0,60	0,90	83,00	30,40	16,40	23,40
17	2002	SET	9,60	0,00	56,00	32,40	14,20	23,30
18	2002	SET	6,60	3,40	56,00	32,60	16,50	24,55
19	2002	SET	7,60	3,80	42,00	32,50	16,80	24,65
20	2002	SET	0,00	21,60	87,00	25,10	19,20	22,15
21	2002	SET	0,00	0,60	85,00	19,10	12,30	15,70
22	2002	SET	0,50	0,00	74,00	19,50	11,60	15,55
23	2002	SET	1,10	0,00	77,00	23,80	13,60	18,70
24	2002	SET	0,10	0,00	71,00	20,90	15,20	18,05
25	2002	SET	8,30	0,00	61,00	27,20	11,20	19,20
26	2002	SET	9,90	0,00	59,00	28,40	11,20	19,80
27	2002	SET	10,50	0,00	60,00	28,60	12,90	20,75
28	2002	SET	10,20	0,00	54,00	30,00	13,10	21,55
29	2002	SET	10,00	0,00	44,00	32,00	14,60	23,30
30	2002	SET	7,00	1,90	39,00	34,50	17,30	25,90
MEDIA			5,78	1,52	60,53	27,52	13,63	20,58
TOTAL			173,30	45,60	1816,00	825,60	409,00	617,30
DESVIO PADRAO			3,92	4,20	13,91	4,35	3,42	3,22
VARIANCIA			15,39	17,65	193,58	18,96	11,67	10,37
VALOR MAXIMO			10,50	21,60	87,00	34,50	19,40	25,90
VALOR MINIMO			0,00	0,00	34,00	19,10	3,50	13,65
DIAS DE CHUVA:		9						

APÊNDICE 22. Dados meteorológicos diários referente ao mês de outubro do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	OUT	0,90	1,80	87,00	23,20	18,50	20,85
2	2002	OUT	9,90	0,00	59,00	29,50	16,80	23,15
3	2002	OUT	6,50	0,00	48,00	32,30	13,50	22,90
4	2002	OUT	7,00	0,00	56,00	32,30	20,20	26,25
5	2002	OUT	8,50	0,00	47,00	34,40	17,60	26,00
6	2002	OUT	5,10	0,20	54,00	34,70	17,80	26,25
7	2002	OUT	10,30	0,00	44,00	35,60	19,80	27,70
8	2002	OUT	9,60	0,00	43,00	36,60	19,80	28,20
9	2002	OUT	10,80	0,00	37,00	38,00	19,80	28,90
10	2002	OUT	8,50	0,00	38,00	37,90	20,00	28,95
11	2002	OUT	8,50	0,00	33,00	36,80	19,30	28,05
12	2002	OUT	8,20	0,00	45,00	36,80	22,20	29,50
13	2002	OUT	8,10	2,00	52,00	37,20	19,20	28,20
14	2002	OUT	9,80	0,00	38,00	37,90	18,80	28,35
15	2002	OUT	8,50	0,00	33,00	36,60	17,90	27,25
16	2002	OUT	8,40	0,00	28,00	37,00	15,00	26,00
17	2002	OUT	3,00	0,00	62,00	30,30	21,80	26,05
18	2002	OUT	5,60	0,00	63,00	32,60	21,20	26,90
19	2002	OUT	4,60	0,00	49,00	33,00	19,70	26,35
20	2002	OUT	6,60	0,20	40,00	35,20	19,50	27,35
21	2002	OUT	7,30	8,70	63,00	38,40	21,70	30,05
22	2002	OUT	9,20	0,00	66,00	30,50	19,30	24,90
23	2002	OUT	10,30	0,00	63,00	29,20	15,60	22,40
24	2002	OUT	10,00	0,00	53,00	35,00	15,50	25,25
25	2002	OUT	4,90	8,40	72,00	34,50	18,50	26,50
26	2002	OUT	7,80	0,60	61,00	32,40	19,40	25,90
27	2002	OUT	9,10	0,00	53,00	32,20	18,40	25,30
28	2002	OUT	8,40	0,00	60,00	35,40	17,20	26,30
29	2002	OUT	9,50	26,80	63,00	35,80	18,90	27,35
30	2002	OUT	0,30	0,70	85,00	29,00	20,20	24,60
31	2002	OUT	4,40	0,00	86,00	27,20	19,30	23,25
MEDIA			7,41	1,59	54,23	33,79	18,79	26,29
TOTAL			229,60	49,40	1681,00	1047,50	582,40	814,95
DESVIO PADRAO			2,64	5,06	15,04	3,57	1,96	2,13
VARIANCIA			6,97	25,61	226,30	12,76	3,85	4,55
VALOR MAXIMO			10,80	26,80	87,00	38,40	22,20	30,05
VALOR MINIMO			0,30	0,00	28,00	23,20	13,50	20,85
DIAS DE CHUVA:			9					

APÊNDICE 23. Dados meteorológicos diários referente ao mês de novembro do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	NOV	8,20	0,00	79,00	30,10	17,60	23,85
2	2002	NOV	10,80	0,00	70,00	31,20	17,80	24,50
3	2002	NOV	11,30	0,00	63,00	33,00	16,50	24,75
4	2002	NOV	0,20	1,30	82,00	29,60	17,40	23,50
5	2002	NOV	0,60	0,00	90,00	29,80	19,80	24,80
6	2002	NOV	6,50	0,00	76,00	23,80	16,20	20,00
7	2002	NOV	10,20	0,00	76,00	26,70	12,40	19,55
8	2002	NOV	10,60	0,00	66,00	28,00	14,50	21,25
9	2002	NOV	11,00	0,00	53,00	33,50	13,40	23,45
10	2002	NOV	3,90	6,20	75,00	33,90	19,40	26,65
11	2002	NOV	0,20	0,70	95,00	26,90	19,50	23,20
12	2002	NOV	1,20	0,50	83,00	29,20	20,00	24,60
13	2002	NOV	0,50	3,80	96,00	26,50	17,90	22,20
14	2002	NOV	4,60	27,70	88,00	30,00	17,20	23,60
15	2002	NOV	7,10	0,70	87,00	30,50	18,30	24,40
16	2002	NOV	7,40	0,00	83,00	33,10	18,70	25,90
17	2002	NOV	6,40	0,20	83,00	32,70	18,90	25,80
18	2002	NOV	5,90	35,90	85,00	35,30	20,50	27,90
19	2002	NOV	9,20	0,00	81,00	31,50	19,20	25,35
20	2002	NOV	10,00	0,00	75,00	34,10	19,80	26,95
21	2002	NOV	7,60	0,00	73,00	34,70	21,80	28,25
22	2002	NOV	5,50	0,00	86,00	29,60	21,50	25,55
23	2002	NOV	7,00	0,40	79,00	31,70	20,00	25,85
24	2002	NOV	5,40	0,00	78,00	31,30	21,50	26,40
25	2002	NOV	3,50	26,30	85,00	33,20	22,80	28,00
26	2002	NOV	0,00	6,20	100,00	24,90	20,20	22,55
27	2002	NOV	7,80	13,20	91,00	32,20	21,20	26,70
28	2002	NOV	6,00	52,40	84,00	32,50	20,50	26,50
29	2002	NOV	3,40	0,90	85,00	31,30	19,50	25,40
30	2002	NOV	0,20	0,00	86,00	26,70	20,90	23,80
MEDIA			5,74	5,88	81,10	30,58	18,83	24,71
TOTAL			172,20	176,40	2433,00	917,50	564,90	741,20
DESVIO PADRAO			3,62	12,55	9,70	2,91	2,40	2,14
VARIANCIA			13,12	157,53	94,16	8,49	5,75	4,60
VALOR MAXIMO			11,30	52,40	100,00	35,30	22,80	28,25
VALOR MINIMO			0,00	0,00	53,00	23,80	12,40	19,55
DIAS DE CHUVA:			15					

APÊNDICE 24. Dados meteorológicos diários referente ao mês de dezembro do ano de 2002 coletados na ESALQ/USP.

DIA	ANO	MÊS	INSO- LACAO H/d	PRECIPI- TACAO mm	UMIDADE RELATIVA %	TEMPER. MAXIMA grau C	TEMPER. MINIMA grau C	TEMPER. MEDIA grau C
1	2002	DEZ	6,30	7,70	85,00	33,00	20,70	26,85
2	2002	DEZ	0,70	0,00	92,00	29,80	21,40	25,60
3	2002	DEZ	3,80	0,00	87,00	31,40	21,40	26,40
4	2002	DEZ	10,00	38,20	83,00	34,80	20,70	27,75
5	2002	DEZ	5,50	2,00	90,00	33,30	19,50	26,40
6	2002	DEZ	6,60	9,20	91,00	31,90	19,80	25,85
7	2002	DEZ	5,80	0,00	84,00	31,70	21,50	26,60
8	2002	DEZ	0,20	5,20	98,00	27,10	20,30	23,70
9	2002	DEZ	0,80	0,00	92,00	27,30	20,20	23,75
10	2002	DEZ	3,40	0,00	87,00	29,00	18,50	23,75
11	2002	DEZ	0,40	0,00	97,00	27,50	20,10	23,80
12	2002	DEZ	8,00	0,00	84,00	31,10	20,40	25,75
13	2002	DEZ	2,50	6,30	85,00	29,30	19,80	24,55
14	2002	DEZ	5,80	38,60	85,00	30,80	18,70	24,75
15	2002	DEZ	2,10	36,30	94,00	27,70	19,60	23,65
16	2002	DEZ	3,40	7,20	97,00	28,70	19,30	24,00
17	2002	DEZ	5,50	1,30	90,00	31,90	20,20	26,05
18	2002	DEZ	10,00	0,00	69,00	31,80	19,50	25,65
19	2002	DEZ	7,80	0,70	86,00	34,40	16,50	25,45
20	2002	DEZ	8,80	0,80	83,00	32,60	21,20	26,90
21	2002	DEZ	8,00	0,70	88,00	32,40	20,60	26,50
22	2002	DEZ	9,10	0,00	86,00	32,00	20,20	26,10
23	2002	DEZ	6,90	0,70	89,00	33,40	21,20	27,30
24	2002	DEZ	6,80	4,20	87,00	32,20	21,30	26,75
25	2002	DEZ	0,40	5,60	97,00	27,00	19,30	23,15
26	2002	DEZ	5,40	0,00	86,00	28,20	17,90	23,05
27	2002	DEZ	10,00	0,00	79,00	31,00	17,40	24,20
28	2002	DEZ	10,00	0,00	75,00	31,90	16,10	24,00
29	2002	DEZ	10,60	0,00	67,00	33,70	17,90	25,80
30	2002	DEZ	11,50	0,00	72,00	34,30	18,00	26,15
31	2002	DEZ	9,80	0,00	72,00	34,30	20,80	27,55
MEDIA			6,00	5,31	85,71	31,15	19,68	25,41
TOTAL			185,90	164,70	2657,00	965,50	610,00	787,75
DESVIO PADRAO			3,40	10,94	7,94	2,34	1,42	1,36
VARIANCIA			11,57	119,71	63,04	5,47	2,02	1,86
VALOR MINIMO			0,20	0,00	67,00	27,00	16,10	23,05
DIAS DE CHUVA:			16					