

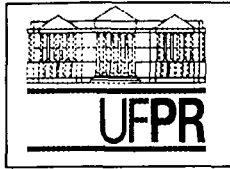
ANDREA APARECIDA WECKERLIN KREFTA

**INFLUÊNCIA DO LODO DE ESGOTO E DA
INTERAÇÃO COM HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES
SOBRE O BANCO DE SEMENTES DO SOLO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências. Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Adelino Pelissari

CURITIBA
ABRIL - 1998



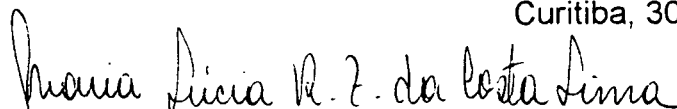
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

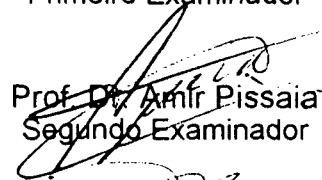
PARECER

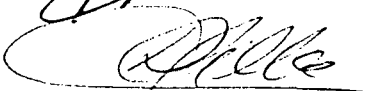
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **ANDREA APARECIDA WECKERLIN KREFTA**, sob o título "**INFLUÊNCIA DO LODO DE ESGOTO E DA INTERAÇÃO COM HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES SOBRE A EXPRESSÃO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação com conceito: (**A**).

Curitiba, 30 de abril de 1998.


Profª Dra. Maria Lúcia R. Z. da Costa Lima
Primeiro Examinador


Prof. Dr. Amílcar Pissaia
Segundo Examinador


Prof. Dr. Luiz Doni Filho
Terceiro Examinador


Prof. Dr. Adelino Pelissari
Presidente da Banca e Orientador

À Adoris Lilian Weckerlin,

Gilmar Francisco Krefta e

Yasnaya Polyana de Fátima Krefta.

DEDICO

Quando Deus criou o mundo e as pessoas que nele viveriam - um trabalho que, de acordo com a ciência moderna exigiu muito tempo - imagino que Ele argumentou consigo mesmo da seguinte forma: ' Se Eu faço tudo previsível. Esses seres humanos, aos quais dei excelentes cérebros, certamente aprenderão a prever tudo, e assim não encontrarão motivo algum para fazer qualquer coisa, pois reconhecerão que o futuro é totalmente determinado e não pode ser influenciado por qualquer ação humana. Se, ao contrário, Eu faço tudo imprevisível, eles aos poucos descobrirão que não há qualquer base racional para tomar decisões e, como no primeiro caso, não terão motivos para agir. Nenhum dos dois esquemas faria sentido. Devo então criar uma mistura dos dois, fazendo algumas coisas previsíveis e outras imprevisíveis. Eles terão então, entre muitas outras coisas, a importante tarefa de reconhecer qual é qual.

E.F.Schumacher, 1975.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo e ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Adelino Pelissari pela orientação constante e amizade.

Ao Professor Dr. Luiz Doni Filho pela co-orientação e cujas amizade e compreensão foram imprescindíveis.

Ao Professor M.Sc. Henrique Soares Koehler pela co-orientação e auxílio paciente na análise e elaboração dos resultados.

Ao Professor Luimar Perly, Diretor do Centro e Estações Experimentais, pelo apoio e recursos alocados,

Aos funcionários do CEEEx-Estação Experimental do Canguiri e do Setor de Ciências Agrárias.

Aos Professores Amir Pissaia, Cícero Deschamps, Edelclaiton Daros, Edilberto Possamai, José Luis Camargo Zambon, Luiz Antônio Biasi, Nerilde Favareto e Pedro Ronzelli Junior, pelas sugestões e amizade.

A Professora Maria Elisabete Doni pelas sugestões.

Aos colegas de curso Sebastião Brasil, Jean Sander Gonçalves, Thamaturgo Guimarães Castro Júnior, Oswaldo Teruyo Ido e Luís Alberto Koslowski que colaboraram na condução do experimento.

A Gianna Maria Círio, Maria Iverly Rosa e Thaís Santos Rosa pela amizade.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 LODO DE ESGOTO.....	4
2.1.1 Composição do lodo de esgoto doméstico.....	4
2.1.2 Sistema de lodo ativado.....	7
2.1.3 Tratamento do lodo de esgoto.....	8
2.2 INTERAÇÃO ENTRE SOLO E RESÍDUOS ORGÂNICOS ADICIONADOS.....	8
2.2.1 Comportamento da microbiota do solo após a adição de lodo de esgoto.....	10
2.2.2 Dinâmica do nitrogênio no solo e no lodo de esgoto.....	12
2.3 INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS: COMPETIÇÃO E ALELOPATIA.....	16
2.4 BANCO DE SEMENTES DO SOLO.....	21
2.4.1 CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS DANINHAS.....	22
2.4.1.1 CAPIM-MARMELADA - <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch.....	22

2.4.1.2	AMENDOIM-BRAVO - <i>Euphorbia heterophylla</i> L.....	22
2.4.2	Distribuição de sementes de plantas daninhas	23
2.4.3	Produção de sementes pelas plantas daninhas.....	25
2.4.4	Dispersão de sementes.....	27
2.4.5	Viabilidade e longevidade.....	27
2.5	FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES.....	30
2.5.1	Fatores endógenos.....	30
2.5.2	Fatores exógenos.....	32
2.5.3	Sanidade.....	41
2.5.4	Compostos químicos que afetam a germinação.....	42
2.6	FATORES QUE INFLUENCIAM A AÇÃO DOS HERBICIDAS ALACHLOR E ATRAZINE APLICADOS EM PRÉ- EMERGÊNCIA.....	46
2.6.1	Processos químicos.....	47
2.6.2	Processos físicos.....	55
2.6.3	Processo microbiano.....	58
2.7	SELETIVIDADE.....	62
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	66
3.1	PROCEDÊNCIA E CARACTERÍSTICAS DO SOLO.....	66
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	67
3.3	HERBICIDAS UTILIZADOS.....	69
3.3.1	ALACHLOR.....	69
3.3.2	ATRAZINE.....	70

3.3.3	ALACHLOR + ATRAZINE.....	71
3.4	PROCEDÊNCIA E CARACTERÍSTICAS DO LODO.....	71
3.5	PREPARO DO SUBSTRATO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	73
3.5.1	Coleta e preparo do substrato.....	73
3.5.2	Adição do lodo de esgoto e das sementes ao substrato.....	74
3.5.3	Aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine.....	78
3.5.4	Manutenção da umidade das unidades experimentais.....	79
3.6	METODOLOGIA UTILIZADA PARA COLETA DOS DADOS.....	80
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	80
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
5	CONCLUSÕES.....	124
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
7	APÊNDICES.....	137

LISTA DE TABELAS

1	Características químicas do solo procedente da Estação Experimental do Canguiri, SCA-UFPR, Pinhais, PR. 1996/1997.....	67
2	Descrição dos tratamentos utilizados com as respectivas doses de lodo de esgoto e tipos de controle, SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	68
3	Características químicas do lodo de esgoto proveniente da ETE-Belém, SANEPAR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	72
4	Características químicas do substrato após a mistura de lodo de esgoto nas doses 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ , SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	77
5	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Brachiaria plantaginea</i> , por m ² , aos 15 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	82
6	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Brachiaria plantaginea</i> , por m ² , aos 30 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	88
7	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Brachiaria plantaginea</i> , por m ² , aos 45 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	90
8	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Brachiaria plantaginea</i> , por m ² , aos 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	91

9	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Euphorbia heterophylla</i> , por m ² , aos 15 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	95
10	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Euphorbia heterophylla</i> , por m ² , aos 30 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	98
11	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Euphorbia heterophylla</i> , por m ² , aos 45 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	101
12	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de <i>Euphorbia heterophylla</i> , por m ² , aos 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	103
13	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 15 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	107
14	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 30 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	109

15	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 45 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	111
16	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	113
17	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 15 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	116
18	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 30 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR 1996/1997.....	117
19	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 45 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.	120
20	Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m ² , aos 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	121

LISTA DE FIGURAS

1	Quarteador tipo “Jones” utilizado para divisão e composição do substrato.....	75
2	Procedimento realizado para mistura de cada dose de lodo de esgoto ao solo.....	76
3	Quantificação das populações de <i>Brachiaria plantaginea</i> nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	93
4	Quantificação das populações de <i>Euphorbia heterophylla</i> nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	104
5	Quantificação do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	114
6	Quantificação da população total de plantas daninhas nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha ⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.....	123

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido em Curitiba, na Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, em casa de vegetação tendo por objetivos verificar a influência de quatro doses de lodo de esgoto sobre a expressão do banco de sementes enriquecido do solo com sementes de *Brachiaria plantaginea* e de *Euphorbia heterophylla* e sobre a eficácia biológica dos herbicidas alachlor e atrazine aplicados isolados e em mistura. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em arranjo fatorial de 4 doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, em base seca) e 4 tipos de controle (sem herbicida; 2,4 kg (i.a).ha⁻¹ de alachlor + 1,4 kg (i.a).ha⁻¹ de atrazine; 3,0 kg. (i.a).ha⁻¹ de atrazine e 3,36 kg (i.a).ha⁻¹ de alachlor). As unidades experimentais consistiram em caixas de madeira de 0,25m x 0,40 m x 0,15 m. Cada unidade recebeu igual volume de um Latossolo Vermelho-amarelo álico previamente peneirado e homogeneizado ao qual foram adicionadas as respectivas doses de lodo de esgoto, proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos -Belém, Curitiba. A seguir foram adicionadas 200 sementes de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* a cada unidade experimental. Após a mistura os herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine foram aplicados em pré-emergência. Foram feitas avaliações, pela contagem e identificação de plantas de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* e as demais espécies foram consideradas em conjunto, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA). A umidade do substrato foi mantida realizando-se chuvas de 30 mm, através de irrigação. A expressão do banco de sementes enriquecido com sementes de *Brachiaria plantaginea* e de *Euphorbia heterophylla*, consideradas as espécies isoladamente e o conjunto total das diferentes espécies, foi maior e estatisticamente diferente nos tratamentos que receberam lodo de esgoto, independentemente da dose utilizada. Estes resultados foram mais evidentes a partir dos 30 DAA. A adição de lodo de esgoto, para todas as doses estudadas, não influenciou a eficácia biológica dos herbicidas alachlor+atrazine, em mistura, no controle destas espécies.

ABSTRACT

The presente work was developed at Curitiba, Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências Agrárias, in a greenhouse and aimed verify the influence of 4 levels of sludge over the expression of the seed bank soil enriched with *Brachiaria plantaginea* and *Euphorbia heterophylla* seeds and efficacy biological of herbicides alachlor and atrazine applied isolated and mixed. It was developed in a two factor completely randomized design of 4 levels of sludge (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, dry basis) x 4 types of control (without herbicide; 2,4 kg (i.a).ha⁻¹ of alachlor + 1,4 kg (i.a).ha⁻¹ of atrazine; 3,0 kg. (i.a).ha⁻¹ de atrazine and 3,36 kg (i.a).ha⁻¹ of alachlor) with 4 replications. At this soil were added 200 seeds of *Brachiaria plantaginea* and *Euphorbia heterophylla*. The experimental units were wooden boxes with the size of 0,25m x 0,40 m x 0,15 m. Each unit received the same volume of Latossolo Vermelho-amarelo álico soil mixed. In this substract were added diferents levels of sludge at Estação de Tratamento de Esgotos-Belém, Curitiba and after 200 seeds of *Brachiaria plantaginea* and *Euphorbia heterophylla* were been mixed. The herbicides alachlor + atrazine, alachlor and atrazine were applied as pré-emergency control. The evatuations were made counting and indentifying plants of *Brachiaria plantaginea* and *Euphorbia heterophylla* individually, the others species were count as only one group, at 15, 30, 45 and 60 days after herbicides application. The substract was kept wet with 30 mm of rainfall. The expression of seed bank soil enriched with seeds of *Brachiaria plantaginea* and *Euphorbia heterophylla* considered the species alone and the total group of species were bigger and statistically different to the units that get sludge. The diferents levels of sludge did not show diferences over plants populations. There was no diference between sludge levels to the biological efficacy of herbicides alachlor + atrazine, mixed, applied.

1 INTRODUÇÃO

Em um sistema agrícola, a meta para atingir o máximo rendimento econômico depende do conhecimento dos problemas da lavoura, que é um processo contínuo e complexo. Os fatores físicos, químicos, biológicos e os planos de manejo devem ser constantemente monitorados e os dados obtidos devem resultar na diagnose dos fatores limitantes, o que auxiliará na tomada de decisões.

No Brasil, a rápida degradação da matéria orgânica do solo tem conduzido inúmeras áreas, anteriormente produtivas, a exaustão e redução da produtividade. Atualmente, a adição de resíduos vegetais e animais apresenta-se como alternativa na reposição da matéria orgânica perdida.

Esta reposição, em países da Europa e da América do Norte, vem sendo praticada há muitos anos utilizando-se o lodo de esgoto. Esta prática é especialmente interessante pela composição orgânica e teores de elementos fertilizantes como nitrogênio e fósforo deste resíduo. O lodo de esgoto pode ser constituído, entre outros, por nitratos, nitritos, clorados, fosfatos,

vitaminas e constituintes orgânicos que podem atuar, direta ou indiretamente, como agentes na quebra de dormência de sementes (STRAUB, 1989).

Assim, no Estado do Paraná, onde a agricultura é intensiva e apresenta extensas áreas de solos com baixos níveis de matéria orgânica, a deposição deste resíduo pode ser uma alternativa para a reposição destes níveis. Por outro lado, existem riscos associados ao uso do lodo de esgoto, em áreas agrícolas, devido a presença de microrganismos patogênicos e metais pesados e inúmeras pesquisas tem sido desenvolvidas, visando solucionar estes problemas.

A adição deste resíduo ao solo pode resultar na modificação do ambiente edáfico, no qual as sementes de plantas daninhas estão depositadas e ao qual os herbicidas pré-emergentes são aplicados. Muito pouco se conhece sobre o efeito da adição de lodo sobre a expressão do banco de sementes do solo e eficácia biológica dos herbicidas aplicados em pré-emergência.

A demanda cada vez maior de alimentos, por uma população sempre crescente de consumidores e decrescente de produtores, destaca a importância do controle de plantas daninhas. Este controle é, cada vez mais, um problema a ser resolvido por meio químico, em razão da constante evasão de mão-de-obra do campo para os grandes centros. Com isso há significativo investimento nas lavouras, sendo que dos quais 70% referem-se ao uso de herbicidas.

O conhecimento da interferência causada pelas plantas daninhas é de grande importância, assim como o método de controle a ser adotado. A

compreensão das interações envolvidas, especialmente com o meio, representa a diferença entre o desempenho eficiente e ineficiente.

Se o banco de sementes do solo é o responsável pela provisão de plantas daninhas em áreas cultivadas e se a adição de diferentes doses de lodo de esgoto ao solo contribui para modificar a germinação destas sementes, então poderá haver uma dose que estimulará a expressão do banco de sementes do solo, porque o lodo pode conter substâncias que, isoladas ou em conjunto, poderão atuar como compostos alelopáticos.

Se a adição de matéria orgânica, aos solos agrícolas, em diferentes doses na forma de lodo de esgoto, pode modificar a eficácia biológica de herbicidas pré-emergentes, então poderão ocorrer diferentes níveis de controle para as plantas presentes no banco de sementes do solo, porque a eficácia biológica de herbicidas pré-emergentes pode ser alterada por processos químicos, físicos e biológicos, os quais podem ser modificados pela adição de diferentes teores de matéria orgânica.

O presente trabalho teve por objetivo verificar: o efeito de diferentes doses de lodo de esgoto, adicionadas ao solo, sobre a expressão do banco de sementes presente no solo, de sementes de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* adicionadas e a eficácia biológica dos herbicidas alachlor, atrazine e alachlor + atrazine no controle de *Brachiaria plantaginea*, *Euphorbia heterophylla* e demais espécies presentes no solo em diferentes tratamentos com lodo de esgoto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LODO DE ESGOTO

A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) embora atue em 600 localidades do Estado atende apenas 28% da população com esgoto sanitário e menos de 10%, das localidades atendidas, contam com algum tratamento para o esgoto coletado (BONNET, 1995). Tais dados são preocupantes, uma vez que, da pequena parcela tratada de esgoto bruto resulta em aproximadamente 80 toneladas, por dia, de lodo de esgoto (CANZIANI et al., 1997).

A SANEPAR juntamente com outras entidades de pesquisa tem procurado alternativas para a deposição final deste composto sendo a deposição em solos agrícolas priorizada.

2.1.1 Composição do lodo de esgoto doméstico

É denominado lodo de esgoto o produto granular ou flocular obtido pelo processo de sedimentação de sólidos em decantadores primários e secundários, após o tratamento básico de esgotos (BONNET, 1995).

O lodo de esgoto, de modo geral, contém 70% de matéria orgânica e 30% de minerais. Os teores de nutrientes primários contidos em lodos de esgoto ativado variaram de 3 a 10% de nitrogênio (N), 1 a 3% de fósforo (P) na forma de P_2O_5 , 0,1 a 0,3% de potássio (K) na forma de K_2O e ainda contém altos teores de carbono orgânico, entre 40 a 80%, parte sob a forma de constituintes húmicos (SANTOS, 1979; ANDREOLI, 1994; BONNET, 1995).

O nitrogênio é o principal componente do lodo de esgoto, em base de peso seco, contendo de 1 a 6% deste elemento em formas orgânicas e inorgânicas NO_3^- , NO_2^- e NH_4^+ (WEBBER ; SHAMESS, 1984).

A concentração de P no lodo é similar a de N. Em resíduos de esgoto doméstico de digestor de Hanover foram encontrados 5,6% de N, 3,4% de P, 0,7% de K, 5% de cálcio (Ca), 1,6% de magnésio (Mg), 400 ppm de cobre (Cu), 1,8% de ferro (Fe), 700 ppm de manganês (Mn), 700 ppm de zinco (Zn) e pH de 7,4 (MALAVOLTA, 1981).

MELO et al. (1993) relataram que a composição do lodo de esgoto, proveniente da Estação de Tratamento de Águas de Vila Leopoldina (SABESP) foi: 31,35% de matéria orgânica, 0,71% de N, 1,34% de P_2O_5 , 0,16% de K_2O , 2,57% de Ca, 0,43% de Mg, 379 ppm de Cu, 26 ppm de Fe, 8 ppm de Mn, 683 ppm de Zn e 39,3% de umidade.

No caso da ETE-Belém, o porcentual médio de NPK, em base seca, após o tratamento de desinfestação com cal virgem, apresenta em torno de 2,5% de N, 0,9% de P e 0,2% de K, desse total estima-se que estejam disponíveis às plantas, no primeiro ano, cerca de 1,25% de N, 0,45% de P e 0,2% de K (CANZIANI et al., 1997). Das análises químicas de lodo de

esgoto, realizadas mensalmente, da ETE-Belém no período de abril a dezembro do ano 1994, BONNET (1995) relata que os valores médios encontrados em base seca, foram 5,15% de N; 3,81% de P_2O_5 ; 0,33% de K_2O , 0,51% de Mg e 1,56% de Ca.

São encontradas, nos lodos de esgotos, concentrações consideráveis de Cu, Fe, Zn e Mn, ocorrendo em menores quantidades elementos como boro (B), molibdênio (Mo) e cloro (Cl). A concentração média de metais pesados, em lodo aeróbio da ETE-Belém, no período entre abril e dezembro de 1994, em $mg.kg^{-1}$ em base seca foi de 1,77 de mercúrio (Hg); 4,5 de cádmio (Cd); 74,25 de chumbo (Pb); 85,3 de níquel (Ni); 86,25 de cromo (Cr); 157,5 de Cu; 564 de Zn, (BONNET, 1995).

Em análises feitas por SANTOS FILHO; TOURINHO (1981) em lodo seco, verificaram teor médio de silte de 82,1%, sendo esta a fração predominante no lodo, relação média de silte/argila de 5,7 e teores médios de argila e areia de 14,3% e 3,6%, respectivamente.

STRAUB (1989), reuniu uma série de trabalhos cujos autores pesquisaram a composição do lodo de esgoto que pode apresentar, em sua composição, substâncias e elementos, que podem ser constituintes inorgânicos como amônia, nitrato, nitrito, borato, clorados, sulfato, sódio, fosfato solúvel, cálcio, uma variedade de vitaminas como tiamina, B12, ácido nicotínico, piridoxina e ácido fólico e constituintes orgânicos como ácidos fórmico, acético, propiônico, cítrico, benzóico e graxos, proteínas, aminoácidos e carboidratos.

As propriedades físicas e os teores de nutrientes e componentes tóxicos do lodo de esgoto variam segundo as características dos esgotos que o geram e da forma de tratamento aplicado aos esgotos e ao lodo após sua produção (MALAVOLTA, 1981; STRAUB, 1989; SEDLAK, 1991; BONNET, 1995).

2.1.2 Sistema de lodo ativado

A ETE-Belém utiliza o processo aeróbio para tratamento de considerável parcela do esgoto da cidade de Curitiba. É um sistema de lodo ativado com tratamento primário e secundário do afluente com eficiência de 95 a 98%, em termos de remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio). Após a remoção dos materiais o afluente é conduzido a dois tanques de aeração prolongado onde se procede à degradação biológica dos esgotos ao longo dos tanques. No final do percurso uma estação elevatória recircula 25% do lodo para os tanques e 75% é conduzido a decantadores para sedimentação e separação final das gorduras. O líquido clarificado é desaguado em um canal efluente até o Rio Iguaçu. O lodo excedente é conduzido a um adensador de lodo. Neste equipamento o lodo é concentrado e transportado por tubulações a tanques de condicionamento, onde é misturado a polieletrólitos flocculantes, em seguida, passa pela prensa desaguadora obtendo-se um produto com 11 a 16% de sólidos (BONNET, 1995).

2.1.3 Tratamento do lodo de esgoto

Para que o lodo de esgoto possa ser aplicado em áreas agrícolas é necessário que passe por processos de tratamento quanto a estabilização, desidratação e desinfecção. Na ETE-Belém o processo de estabilização atual consiste na aeração prolongada.

No Estado do Paraná tem sido priorizado o estudo da calagem que é um método de estabilização e desinfecção química e térmica pela adição e mistura de cal ao lodo, ocorrendo alcalinização brusca do meio e aumento da temperatura em função de reações químicas. A temperatura se eleva a aproximadamente 60°C e o pH atinge de 12 a 12,5. A calagem aumenta o teor de sólidos de lodos pastosos normal de 15% para 25% a 35% e não causa mudanças relevantes na composição química, exceto pelo aumento de cálcio e magnésio, os quais em média são da ordem de 6,5 a 11 vezes o conteúdo inicial, respectivamente (BONNET, 1995).

2.2 INTERAÇÃO ENTRE SOLO E RESÍDUOS ORGÂNICOS ADICIONADOS

O solo pode ser considerado como o conjunto de corpos tridimensionais que ocupam a porção superior da crosta terrestre, capaz de suportar plantas, apresentando atributos internos e externos próprios (LEPSCH et al., 1991).

De modo geral os solos são compostos de ar, água, matéria orgânica e minerais, sendo que estes constituintes variam em tamanho e composição (BRADY, 1983; MALAVOLTA, 1981). Para SIQUEIRA; FRANCO (1988) é ainda uma massa prolífica e cheia de vida, constituindo um sistema dinâmico onde fatores de natureza física, química e biológica interagem continuamente.

A aplicação de produtos químicos e resíduos orgânicos, aos solos, podem afetar a atividade microbiológica e a fertilidade. Podem ocorrer efeitos prejudiciais sobre o desenvolvimento das plantas e sobre o meio ambiente, por outro lado, deve-se considerar que tal material pode ser benéfico à estrutura do solo e crescimento da planta (LYNCH, 1986).

Foi verificado por EPSTEIN; TAYLOR; CHANEY (1976), em estudo sobre os efeitos da adição de 0, 40, 80, 160 e 240 toneladas métricas por hectare de lodo de esgoto digerido anaerobicamente sobre algumas características físicas e químicas de um solo argiloso. O maior teor de umidade foi observado nos tratamentos que receberam 160 e 240 t.ha⁻¹. Foi verificada uma variação de 3,6% a 10% na concentração de dióxido de carbono na dose mais elevada enquanto que o controle variou de 0,3 a 1,7%, em um período de 40 dias. Em doses superiores a 80 t.ha⁻¹ ocorreu aumento da salinidade e a CTC aumentou progressivamente com o aumento das doses de lodo.

MELO et al. (1993) estudaram o efeito de 4 doses de lodo de esgoto sobre a matéria orgânica e a CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. O trabalho foi conduzido em condições de campo e o lodo de esgoto foi submetido a uma digestão anaeróbia e seco ao ar. Os resultados obtidos

mostraram que o lodo de esgoto, na dose de 32 t.ha⁻¹, induziu aumento significativo no teor do C-orgânico e da CTC. A utilização regular de lodo de esgoto aumenta progressivamente o teor de matéria orgânica no solo, aumentando a CTC e estimula o desenvolvimento da biomassa edáfica (BONNET, 1995).

2.2.1 Comportamento da microbiota do solo após a adição de lodo de esgoto

São encontrados no solo todos os tipos conhecidos de microrganismos. As bactérias do solo formam o grupo de microrganismos que apresenta maior abundância e diversidade entre as espécies, enquanto os fungos são os principais contribuintes para a biomassa do solo (LYNCH, 1986; SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

O grupo das bactérias apresenta elevada taxa de crescimento e alta capacidade de decomposição da matéria orgânica e ciclagem dos elementos (LYNCH, 1986).

Em um ambiente tão complexo quanto o solo, onde fatores químicos e físicos interagem, continuamente, influenciando as condições de umidade, temperatura, reação do solo e aeração pode-se perceber que a comunidade é fortemente regida por eles, influenciando sobremaneira a composição microbiana, tanto qualitativa quanto quantitativamente (BRADY, 1983; LYNCH, 1986; SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

O teor de umidade de um solo é responsável por modificações das trocas gasosas e, ao mesmo tempo, pelo transporte de nutrientes utilizados

pelos microrganismos para o seu desenvolvimento. Em solos com teores de 50 a 70% de umidade as bactérias apresentam seu melhor desenvolvimento (TSAI et al., 1992).

O pH não atua de forma isolada, podendo ser diferente para diferentes microrganismos, seu efeito pode ser diretamente sobre o metabolismo, permeabilidade das membranas e absorção, ou indiretamente, sobre a fisiologia, interação com outros organismos, disponibilidade de nutrientes, solubilização de substâncias tóxicas, e adsorção em substratos (SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

A temperatura do solo depende de fatores como cobertura vegetal, tipo de solo e umidade. Considerando as variações diárias sazonais e de acordo com a profundidade, conseqüentemente ocorre também grande diversidade de espécies no perfil do solo (LYNCH, 1986; TSAI et al., 1992).

FADIGAS et al. (1996) estudaram o comportamento da população microbiana de um solo da classe textural areia-franca, com baixos teores de Ca e Mg em função da adição de lodo industrial em duas doses de lodo sólido e líquido ao solo e incubados por 45 dias sob fluxo contínuo de ar, isento de CO₂, com uma umidade de 40% da capacidade de saturação, com análises realizadas diariamente até o décimo primeiro dia e em intervalos de quatro dias até o final da incubação. Foram observadas diferenças entre os teores iniciais e finais de carbono no solo para todos os tratamentos. Foi verificada maior atividade microbiana nos tratamentos com adição de lodo não havendo diferença significativa entre tratamentos com lodo líquido e sólido.

2.2.2 Dinâmica do nitrogênio no solo e no lodo de esgoto

O nitrogênio tem como função compor proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos livres, compostos orgânicos e produtos secundários, de importância fundamental para o desenvolvimento das plantas podendo interferir na germinação de sementes sob diferentes formas (HENDRICKS ; TAYLORSON, 1974; NAKAGAWA; CARVALHO, 1983; COHN; BUTERA; HUGHES, 1983; EGLEY, 1986).

O principal reservatório de nitrogênio é a atmosfera, no entanto, grande quantidade de N ocorre na matéria orgânica e em forma de NH_4^+ fixada nas argilas do solo. Somente 0,04% está na forma combinada, sendo desta parte, 57% na forma orgânica e 43% na forma inorgânica (SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

No solo, a conversão do N orgânico para formas minerais disponíveis se dá em duas etapas pela intervenção de microrganismos autotróficos *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, enquanto a amonificação pode ser feita tanto por microrganismos aeróbios quanto anaeróbios. A nitrificação só é efetuada pelos primeiros (MALAVOLTA, 1981; SEDLAK, 1991).

O N inorgânico na maioria dos solos está nas formas de amônio e nitrato, enquanto que o nitrito, dificilmente é detectado porque a quantidade é geralmente muito pequena quando comparada com os teores de nitrato ou amônio (BREMNER, 1965; MALAVOLTA, 1981; SIQUEIRA; FRANCO, 1988). As estimativas de fixação de N_2 da atmosfera são imprecisas, mas os

microrganismos fixadores tem importância indiscutível no processo (SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

É de conhecimento geral que existe uma conversão contínua de N orgânico a nitrato, sendo esta a principal forma pela qual o nitrogênio é absorvido pelas plantas (BREMNER, 1965; MALAVOLTA, 1981).

Devido a sua carga negativa, igual a carga que predomina nos colóides do solo, se o nitrato não for imediatamente absorvido pelas plantas pode ser perdido por lixiviação (SIQUEIRA; FRANCO, 1988).

A importância da relação C/N está diretamente relacionada a disponibilidade destes elementos para as plantas. Quando os resíduos apresentam uma relação C/N > 30 ocorre uma redução temporária do teor de N mineral do solo, pois estes se encontram imobilizados pelos microrganismos, por outro lado em uma relação < 20 os resíduos são rapidamente decompostos o que resulta na liberação de CO₂ e acúmulo de N (MALAVOLTA, 1981; LYNCH, 1986).

Em águas residuárias, predominantemente domésticas SEDLAK (1991) afirma que a forma prevalescente de N são N orgânico, amônio e nitrato. Nestes esgotos brutos, aproximadamente, 60% do N está na forma orgânica e 40% na forma de amônio, sendo que a decomposição bacteriana de materiais protéicos e hidrólise da uréia transformam o N orgânico em amônio. E, ainda, menos de 1%, do nitrogênio está na forma oxidada de nitrato ou nitrito.

Em experimentos conduzidos por DOUGLAS; MAGDOFF (1991), foram encontrados em lodos de esgotos digeridos aerobicamente de Richmond

e Shelburne, respectivamente, teores de 14,4 e 0,57 g.kg⁻¹ de nitrato, 9,8 e 1,2 g.kg⁻¹ de amônio e 58,2 e 59,8 g.kg⁻¹ de N orgânico. EPSTEIN; TAYLOR; CHANEY (1976) encontraram em lodo de esgoto digerido anaerobicamente 2,29% de N total, 1.200 ppm de amônio e 3,5 ppm de nitrato. Após a mistura do lodo com o solo em doses de 40, 80, 160 e 240 t.ha⁻¹ foi verificado um decréscimo, no tempo, do N total para todos os tratamentos e este foi significativamente maior nas doses de 160 e 240 t.ha⁻¹.

Em experimento conduzido por ANDRÉ et al. (1993), para estudar o lodo de esgoto como fonte de nitrogênio na forma de nitrato, foram feitas misturas com diferentes doses de lodo de esgoto seco ao ar a um latossolo vermelho-escuro, textura média utilizando lisímetros de PVC. A mistura foi colocada nos primeiros 10 cm superiores dos lisímetros que foram divididos em seções de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e irrigados segundo a frequência de chuvas da região. Foram retiradas amostras de terra, imediatamente, após a adição do lodo de esgoto e em períodos de 30 dias até 180 dias, a maior dose (16 t.ha⁻¹) apresentou aumento significativo no teor de amônio trocável, em relação a testemunha, enquanto as doses de 4 a 8 t.ha⁻¹ apresentaram aumentos em apenas algumas épocas. Aos 180 dias não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. As maiores diferenças do nitrato entre tratamentos, foram observadas aos 30 dias após a aplicação, sendo os teores mais elevados observados no tratamento testemunha, o que sugeriu a presença de um inibidor na nitrificação e o acúmulo deste composto ocorreu na camada de 10-20 cm enquanto que, para o amônio observou-se um acúmulo na camada de 0-10 cm.

McCARTHY et al. (1990) afirmaram que os ácidos húmicos e fúlvicos provenientes de lodos de esgoto tem maior quantidade de N e uma razão C/N menor que aqueles do solo, resultando em uma maior disponibilidade de nitrogênio para as plantas. A adição deste composto influencia fortemente os ácidos húmicos e fúlvicos do solo, mas após um período de poucos anos, a influência do lodo na composição de substâncias húmicas é esperada ser mínima mesmo após a adição de grandes quantidades deste resíduo. No entanto BOYD; SOMMERS (1990) relataram menor teor de N, O, metoxil e grupos funcionais ácidos em ácidos húmicos de lodo de esgoto, quando comparados ao solo controle.

As condições do solo que exercem influência sobre a nitrificação são: aeração, temperatura, umidade, calagem ativa, fertilizantes e relação C/N (MALAVOLTA, 1981; BRADY, 1983) .

A nitrificação é um processo de oxidação, portanto, qualquer procedimento que aumente a aeração deverá até certo ponto estimulá-la. Temperaturas entre 26,7 °C e 32,2 °C favorecem o processo e em 51,7 °C a nitrificação praticamente cessa. A nitrificação será retardada se o teor de umidade for muito reduzido ou muito elevado. A presença de grande quantidade de bases permutáveis é exigida pela nitrificação que é estimulada por quantidades pequenas de grande número de sais e mesmo de alguns elementos-traço e grandes quantidades aplicadas de nitrogênio sob a forma amoniacal (BRADY, 1983).

Em esgotos a extensão da nitrificação, depende da extensão para a qual os microrganismos estão presentes, do pH ótimo para a nitrificação, que

varia entre 6 e 7,5, da presença de compostos inibidores, do tempo de retenção de sólidos e da presença de compostos orgânicos. A denitrificação, que é a conversão de nitrato para formas reduzidas como N_2 , N_2O e NO , é conduzida por uma variedade de microrganismos heterótrofos facultativos, os quais, podem utilizar nitrato em lugar do oxigênio como aceptor final de elétrons e depende do pH, da fonte de carbono e da temperatura (SEDLAK, 1991).

2.3 INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS: COMPETIÇÃO E ALELOPATIA

É amplamente conhecido o conceito de planta daninha, o qual refere-se àquelas plantas que estão crescendo onde não são desejadas. As plantas daninhas influenciam adversamente o uso, valor econômico e estético de terras e águas que são infestadas por elas (DEUBER, 1992).

A competição é a busca dos mesmos elementos responsáveis pela produção em uma mesma área. Estes podem ser insuficientes e causarem redução do crescimento daquelas que são menos eficientes ou não estão adaptadas ao meio, que definham e podem chegar a morte. A competição entre plantas pode ocorrer entre as de mesma espécie sendo então chamada de interespecífica e entre as de espécies diferentes, denominada intraespecífica (DEUBER, 1992).

Em uma comunidade diversificada de plantas a espécie mais agressiva usualmente domina. Essa agressividade está associada com hábitos de crescimento, vigor, eficientes mecanismos de dispersão, sistema radicular eficiente em absorver e utilizar nutrientes e umidade do solo (CRAFTS; ROBBINS, 1973; ANDERSON, 1983).

Algumas plantas daninhas suplementam a agressividade liberando, no solo, substâncias tóxicas ou inibidoras do crescimento como exsudatos de raízes, lixiviados foliares e restos vegetais mortos. Molisch em 1937 sugeriu o termo alelopatia para designar este comportamento. No sentido primário a idéia é de uma ação prejudicial, mas há a extensão do significado para uma ação benéfica ou estimulante (ANDERSON, 1983; RICE, 1984; ALMEIDA, 1988; DOLL, 1994).

As substâncias químicas que são produzidas por plantas podem influenciar a germinação de sementes de plantas daninhas no solo. A decomposição de resíduos vegetais pode inibir a germinação de sementes de algumas espécies. Mas em solos os efeitos alelopáticos sobre a germinação das sementes não é muito conhecido porque, usualmente, a concentração dos aleloquímicos necessária para inibição ou germinação é maior que aquelas encontradas no solo (EGLEY, 1986).

Atualmente são conhecidos mais de 10 mil produtos secundários e supõe-se que este número ultrapasse 100 mil. Tem-se tentado classificá-los em grupos químicos. Entre as diversas propostas feitas, DURIGAN; ALMEIDA (1993) os apresentou nas seguintes categorias: gases tóxicos, ácidos orgânicos, aldeídos, ácidos aromáticos, lactonas simples insaturadas,

coumarinas, quinonas, flavonóides, taninos, alcalóides, terpenóides, esteróides e uma última que inclui diversos outros que não se enquadram nas categorias anteriores.

A liberação dos compostos alelopáticos pelas plantas superiores pode se dar por lixiviação dos órgãos aéreos influenciada por chuva, orvalho, volatilização, exsudação das raízes e acumulação de resíduos no solo pela decomposição. A alelopatia pode ocorrer entre plantas cultivadas e plantas daninhas, entre espécies diferentes de plantas daninhas, alelopatia do material vegetal incorporado, alelopatia de coberturas mortas e a auto-alelopatia (ALMEIDA, 1988).

O efeito combinado da competição e alelopatia é denominado “interferência” (DEUBER, 1992). O grau de interferência depende de características da lavoura, tais como, população (densidade e espaçamento), espécie e potencial alelopático; características das plantas daninhas, tais como, população (densidade e distribuição), espécie, potencial alelopático, presença de doenças e insetos; condições ambientais, entre outras de solo e clima; manejo; e período de convivência como época e duração (PITELLI, 1985; DEUBER, 1992; DOLL, 1994).

Em estudos realizados nos Estados Unidos foram observadas perdas, por competição, de 19, 21 e 33% respectivamente, quando oito plantas de *Euphorbia heterophylla* por m² competiram com a cultura da soja durante oito e 12 semanas e todo o ciclo da cultura (DOLL, 1994).

Variedade semi-prostada e ereta de *Vigna sp.* na Nigéria tiveram sua produção reduzida em 25 e 50% respectivamente, quando 10 plantas de

Euphorbia heterophylla por m² competiram com a cultura toda a estação (DOLL, 1994).

BRECKE; TOBOLA (1995) avaliando diversas características da *Euphorbia heterophylla*, em competição com a cultura do amendoim, verificaram redução substancial das plantas de *Euphorbia heterophylla* quando desenvolvidas em monocultura, a largura do dossel foi reduzida em 28%, o número de ramos em 56% e a biomassa seca em 81%.

Estudos realizados por WILLARD et al. (1994) relatam a redução da produção em 9,5% e 18% em 1990 e 1991, respectivamente, quando compararam a cultura da soja convivendo com plantas de *Euphorbia heterophylla* a uma distância entre 0 e 10 cm, em relação a maior distância, que variou de 80 a 100 cm. Em 1991, a largura do dossel e o peso seco de plantas de *Euphorbia heterophylla* foram reduzidos em 57% e 82%, respectivamente, quando comparadas com plantas crescendo sozinhas.

Em trabalho desenvolvido, por MOORE; BANKS; PINNELL-ALISON (1990), com a cultura do amendoim e diferentes herbicidas para o controle de *Euphorbia heterophylla*, foi encontrado que o controle inferior a 92%, após semeadura até 5 semanas, influenciou na redução da produtividade.

BLANCO; OLIVEIRA (1976) relataram perda de produção de 94% para a cultura do algodão quando plantas de *Brachiaria plantaginea* estiveram presentes durante todo o ciclo da cultura e representaram 86% em uma densidade populacional de plantas daninhas de 508 plantas por m².

Para a cultura da alface, competindo com plantas daninhas em uma densidade populacional média de 151 plantas por m², APEZZATTO et al.

(1983) relataram cerca de 50% de redução no peso médio de 15 cabeças de alface em relação ao melhor tratamento que consistia em manter a cultura no limpo até a quinta semana após o transplante das mudas. As principais plantas presentes foram *Digitaria sanguinalis*, *Cyperus rotundus*, *Galinsoga parviflora*, *Galinsoga ciliata* e *Brachiaria plantaginea* e representaram respectivamente 34,2; 26,6; 22,8; 5,4 e 4,7% da população.

CARVALHO (1980) estudando a competição específica de *Brachiaria plantaginea* com a cultura do feijoeiro em densidades de 20, 40 e 60 plantas por m² observou que o peso da matéria seca da parte aérea da cultura aumentou nítida e progressivamente nas três épocas amostradas (30, 50 e 87 dias), independentemente da densidade, e que o valor médio da parcela, sem concorrência, foi significativamente superior.

SOUZA; VELINI (1995) estudando o desenvolvimento de plantas de *Brachiaria plantaginea* na presença e na ausência da cultura do milho. Encontraram uma redução de 51,4% no número de plantas e 30,3% no acúmulo de matéria seca de *Brachiaria plantaginea* quando na presença da cultura de milho.

Para a cultura da cana-de-açúcar foi obtido um aumento de produção de 47% quando ocorreu decréscimo no peso seco médio das plantas daninhas de 21,5 g.m⁻² para 12,5 g.m⁻² (MANN; CHAKOR, 1993).

2.4 BANCO DE SEMENTES DO SOLO

A denominação “banco de sementes” ou “reservatório de sementes”, no solo tem sido utilizada na literatura internacional para descrever o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação, presentes no solo ou nos restos vegetais (CARMONA, 1992).

O tamanho e a composição botânica de bancos de sementes estão relacionados à capacidade das plantas daninhas em produzirem muitas sementes por planta, aliada aos mecanismos de disseminação, longevidade e dormência, que são extremamente variáveis em distintos habitats. A taxa de decréscimo de sementes no solo é também muito variável entre espécies, condições ambientais e práticas culturais estando diretamente relacionada a longevidade e dormência das sementes (BRYANT, 1989; CARMONA, 1992; DOLL, 1994).

A substituição de plantas daninhas que são destruídas por causas naturais ou não, como senescência, doenças e ataque de pragas é assegurada pelo banco de sementes do solo, sendo que este apresenta papel extremamente importante no suprimento de novos indivíduos (CARMONA, 1992).

2.4.1 CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS DANINHAS

2.4.1.1 CAPIM-MARMELADA - *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.

A *Brachiaria plantaginea*, pertence a família *Graminaea*, é uma planta anual, herbácea, entouceirada, ereta, de 50 a 80 cm de altura. Os colmos enraizam nos nós em contato com o solo. Apresenta folhas glabras, de 10-25 cm de comprimento e sua reprodução é por sementes. Sendo uma das plantas daninhas mais frequentes em solos cultivados, infestando todas as culturas das regiões Centro e Sul do país, sendo particularmente importante para culturas anuais como soja e milho. Apresenta elevada agressividade dominando as demais espécies e vegeta apenas no período quente do ano (LORENZI, 1982).

2.4.1.2 AMENDOIM-BRAVO - *Euphorbia heterophylla* L.

Pertencente a família *Euphorbiaceae* a *Euphorbia heterophylla* é originária da América tropical e sub-tropical. Atualmente encontra-se distribuída nos trópicos como uma planta daninha de áreas cultivadas. (WILSON, 1981).

No Brasil ocorre de Norte a Sul havendo bolsões com altos níveis de infestação em lavouras diversas. É uma espécie de características variáveis, especialmente em relação ao formato das folhas, que pode diferir bastante de uma população a outra, dentro de uma mesma população, entre

descendentes de uma planta e mesmo numa única planta. Sua importância econômica está diretamente relacionada a extraordinária capacidade de multiplicação e rapidez de crescimento, sendo uma das plantas infestantes de lavouras mais temidas. Onde ocorrem sombreiam plantas anuais de desenvolvimento mais lento e competem intensamente na absorção de nutrientes do solo (WILSON, 1981; KISSMAN; GROTH, 1991-1992).

Plantas de *Euphorbia heterophylla* podem florescer tão cedo quanto aos 30 dias após a emergência e a reprodução é feita por sementes. A polinização é feita por insetos atraídos pela grande quantidade de nectar produzido. As sementes maduras são formadas 20-25 dias mais tarde e a frutificação é continuada, uma única planta pode ter 100 sementes, podem ocorrer duas ou três gerações no período de um ano e podem ser produzidas 4.500 sementes por planta durante um ciclo (WILSON, 1981; LORENZI, 1982; KISSMAN; GROTH, 1991; DOLL, 1994).

As plantas desenvolvem-se bem em muitos tipos de solo, no entanto solos férteis e bem drenados são os mais adequados. A fotossíntese é realizada pelo ciclo C4 (KISSMAN; GROTH, 1991-1992).

2.4.2 Distribuição de sementes de plantas daninhas

A exata distribuição de sementes no perfil do solo é geralmente desconhecida, devido ao tamanho da semente e às dificuldades encontradas na tentativa de separar a semente das partículas do solo. Algumas sementes

de plantas daninhas são enterradas em grandes profundidades do solo, enquanto outras caem na camada superficial do solo (ANDERSON, 1983).

A *Brachiaria plantaginea*, como todas as gramíneas, apresenta germinação hipógea e os tegumentos das sementes tendem a permanecer na sua posição original durante e após a emergência das plântulas. Assim foi estabelecida uma equação de regressão de alta confiabilidade entre a profundidade das sementes e a distância entre os tegumentos das mesmas e a superfície do solo. Trabalhou-se com 173 plantas de *Brachiaria plantaginea* e as percentagens de plantas cujas estimativas da profundidade de germinação situaram-se em intervalos de 1,1 cm até uma profundidade total de 9,0 cm. Foi encontrado que a maior percentagem de germinação desta planta ocorreu no intervalo de 1,1 a 2,2 cm de profundidade e no intervalo de 8,8 a 9,0 cm não ocorreu germinação (CAVARIANI et al., 1991).

VOLL; GAZZIERO (1991) encontraram para *Brachiaria plantaginea* 30%, 32% e 21% de germinação nas profundidades de zero a 2,5 cm, de 2,5 a 7,5 cm e de 7,5 a 12,5 cm respectivamente.

MACHADO NETO; PITELLI (1988) pesquisando sobre a germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla* relataram que o período de emergência foi do quinto ao décimo quarto dia após a semeadura. As maiores emergências ocorreram nas profundidades de zero e 2 cm no quinto dia; de 4 cm e 6 cm no sexto dia; e de 8 cm e 10 cm no sétimo dia após a semeadura, as sementes depositadas na superfície do solo apresentaram número reduzido de plântulas emergidas, menor índice de

velocidade de emergência e menor percentagem de germinação que foi em média de 21,3%. A profundidade de sementeira não apresentou diferença de germinação, que foi em média de 80%.

BRECKE (1995) trabalhando com sementes de *Euphorbia heterophylla*, relatou a percentagem mais alta de germinação em média 80%, quando as sementes encontravam-se em profundidades de 2 a 4 cm da superfície do solo e 20% para as sementes localizadas em uma profundidade de 14 cm.

A capacidade de germinação em maiores profundidades no perfil do solo constitui fator de agressividade da espécie, de sobrevivência em condições adversas e de resistência aos herbicidas de pré-emergência (MACHADO NETO; PITELLI, 1988).

2.4.3 Produção de sementes pelas plantas daninhas

Uma simples planta produz grande número de sementes, de dezenas a centenas de milhares e estas fogem facilmente a detecção quando disseminadas sobre ou no solo, fazendo com que sua presença seja conhecida somente quando elas germinam e se tornam plântulas (ANDERSON, 1983).

Algumas plantas produzem sementes em abundância enquanto outras não e existe grande variação neste número, por exemplo a *Ipomea sp* produz em média 200 sementes por planta e *Sonchus oleraceus* pode produzir até 400 mil sementes por planta (DEUBER, 1992).

As sementes de plantas daninhas geralmente infestam áreas cultivadas na quantidade de milhões por hectare (KLINGMAN, 1965; CRAFTS; ROBBINS, 1973; ANDERSON, 1983).

Os fatores que influenciam a germinação e o estabelecimento das plantas daninhas são diversos. O número de sementes produzido pelas plantas daninhas é influenciado drasticamente pelas condições sob as quais a planta se desenvolve. A aplicação de químicos ou reguladores de crescimento pode reduzir, aumentar ou não apresentar alterações sobre o campo de sementes de acordo com o produto aplicado, quantidade, espécies e estágio de desenvolvimento (MUZIK, 1970). O manejo de áreas agrícolas e as alterações da vegetação natural podem modificar o fluxo de germinação das sementes dormentes presentes no solo (ANDERSON, 1983).

Poucas espécies de plantas daninhas germinam livremente durante o ano, ao contrário, os requerimentos para germinação são determinados pelas condições existentes em cada estação, ocorrem fluxos de germinação durante o período, o que previne que toda a população que está germinando venha a perecer no caso de surgirem condições adversas, além disso, para o agricultor é de importância prática conhecer esse comportamento para tomada de decisões sobre qualquer procedimento que deseje utilizar para reduzir o grau de interferência das plantas daninhas sobre a cultura (CRAFTS; ROBBINS, 1973).

2.4.4 Dispersão de sementes

As plantas daninhas encontram-se disseminadas nas mais diversas regiões do planeta, e tem origens variadas. É difícil precisar a origem exata de muitas delas. A denominação para plantas originárias da região em que vivem é autóctones e para aquelas que não são originárias da região em que vivem é alóctones (DEUBER, 1992).

Entre elas há aquelas que não possuem meios naturais de dispersão e caem próximas à planta mãe, enquanto outras permanecem dormentes por extensos períodos. Embora um grande número de sementes seja dispersado próximo da planta-mãe, algumas apresentam características morfológicas que possibilitam a disseminação a longas distâncias, sendo os principais meios de dispersão o vento, a água e os animais (KLINGMAN, 1965; CARMONA, 1992; DEUBER, 1992).

2.4.5 Viabilidade e longevidade

Algumas vezes, apesar de todas as condições necessárias existirem para que ocorra a germinação, podem ocorrer falhas na geração de uma nova planta. Esta inabilidade pode ser devido a dormência, que é uma condição temporária ou à perda da viabilidade, que é uma mudança degenerativa irreversível e representa a morte da semente. A viabilidade está diretamente relacionada com a longevidade, uma vez que a perda da

viabilidade pelas sementes ou por um lote de sementes resulta na determinação da sua longevidade (ROBERTS, 1972).

As condições de armazenamento de sementes, tanto no solo quanto em prateleiras influenciam a longevidade das sementes sendo no solo, a deterioração mais rápida (RADOSEVICH, 1984).

Os principais fatores que influenciam a longevidade de sementes estocadas são temperatura, teor de umidade e oxigênio (POPINIGIS, 1985).

As sementes de plantas daninhas permanecem viáveis no solo e em água por períodos de tempo variados, dependendo da espécie envolvida, da profundidade e do tempo de permanência no solo. A longevidade das sementes representa um mecanismo de sobrevivência, para certas espécies, constituindo uma fonte constante de plantas daninhas emergentes em áreas cultivadas (ANDERSON, 1983).

O número e espécies de plantas daninhas germinando em uma área influenciam a composição da mesma como comunidade e o controle a ser realizado, assim como a composição da população após o controle (ANDERSON, 1983; DOLL, 1994).

OLIVEIRA; MASTROCOLA (1984) trabalhando com sementes de *Brachiaria plantaginea* observaram que elas apresentavam dormência e atingiram valor máximo de germinação (84%) aos 14 meses após a colheita.

Sementes de *Brachiaria plantaginea* armazenadas por um período de 30 dias, em temperaturas de 40°C, tiveram sua germinação triplicada enquanto a 4°C não foram observadas diferenças na taxa de germinação (FREITAS; CARVALHO; ALVARENGA, 1990).

As sementes de *Euphorbia heterophylla* são formadas em grande quantidade e, nas condições brasileiras, apresentam pronta viabilidade. Mesmo em frutos de maturação incompleta algumas sementes podem ser viáveis (KISSMAN; GROTH, 1991-1992).

O poder germinativo de plantas de *Euphorbia heterophylla* pode ser mantido por longos períodos. Podem passar pelo trato digestivo de mamíferos e aves mantendo-se intactas. Este último constitui um veículo importante de disseminação (WILSON, 1981; KISSMAN; GROTH, 1991-1992; DOLL, 1994).

O polimorfismo somático é muito difundido entre populações de sementes de plantas daninhas, especialmente das famílias Graminae, Compositae, Chenopodiaceae e Crucifera. Tal polimorfismo entre sementes é visto, geralmente, como um mecanismo para aumentar a sobrevivência da espécie (RADOSEVICH, 1984). A cor de algumas sementes serve para distinguir entre sementes que prontamente germinam e aquelas que são inicialmente dormentes. A posição das sementes no fruto e o tamanho delas podem apresentar comportamento distinto quanto a dormência (ANDERSON, 1983).

2.5 FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

2.5.1 Fatores endógenos

As sementes podem ser dispersadas no espaço e no tempo. A dispersão no tempo envolve o movimento físico das sementes de um local para outro e no tempo refere-se à habilidade das sementes em se manterem em condição de dormência. Assim, o sucesso de uma espécie é incrementado por esta porque a germinação ocorre em uma situação mais favorável para o desenvolvimento da plântula (POPINIGIS, 1985).

As sementes da maioria das espécies germinam prontamente quando as condições ambientais são favoráveis. São ditas “quiescentes” quando não germinam devido a um dos fatores ambientais lhes ser desfavorável. Quando estão sob condições ambientais favoráveis e não ocorre a germinação são denominadas “dormentes” (POPINIGIS, 1985).

São descritos dois tipos de dormência. A primária é inata a semente na ocasião da colheita ou do completo desenvolvimento da semente e é superada após um período de armazenamento. A secundária ocorre quando a semente é mantida em condições desfavoráveis e induzida a entrar em dormência (ROBERTS, 1972; PONIGIS, 1985; BRYANT, 1989).

Pode ser causa de dormência a presença de embrião imaturo. Após o desprendimento da semente da planta mãe é necessário que o embrião sofra modificações morfológicas e anatômicas a fim de completar o seu

desenvolvimento para que ocorra a germinação (KLINGMAN, 1965; POPINIGIS, 1985). É frequentemente associada a presença de inibidores químicos e geralmente atuam em interação com fatores ambientais como temperatura e disponibilidade de oxigênio. As sementes que se enquadram neste tipo de dormência apresentam exigências específicas, para superar a dormência, quanto à luz e resfriamento (POPINIGIS, 1985; BRYANT, 1989).

Sementes com tegumentos rijos podem prevenir a germinação do embrião. A germinação das sementes ocorreria prontamente ao se retirar o tegumento utilizando-se processo mecânico, químico, ou térmico (KLINGMAN, 1965).

Em espécies das famílias Malvaceae, Fabaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Liliaceae e Solanaceae pode ocorrer dormência devido a impermeabilidade do tegumento. Em um mesmo lote pode ocorrer a presença de sementes permeáveis e impermeáveis (POPINIGIS, 1985).

FREITAS; CARVALHO; ALVARENGA (1990) verificaram que sementes de *Brachiaria plantaginea* imersas em ácido sulfúrico concentrado tiveram sua percentagem de germinação aumentada em mais de 400%, o que sugeriu que o fator limitante da germinação era devido à impermeabilidade do tegumento. Sementes que foram imersas por períodos superiores a 60 minutos apresentaram um decréscimo na percentagem de germinação devido aos efeitos destrutivos causados às sementes.

2.5.2 Fatores exógenos

A água desempenha o papel mais importante na germinação. A absorção de água dá início a uma série de processos físicos, bioquímicos e fisiológicos no interior da semente que, na ausência de outro fator limitante, resulta na emergência da plântula (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

A absorção de água pelas sementes se dá em três estágios. O primeiro consiste em um influxo passivo de água (embebição) para dentro da semente, o segundo em uma lenta absorção para formar um patamar e em terceiro existe um novo incremento na absorção que ocorre com a protrusão da radícula e o crescimento ativo da plântula (EGLEY, 1986).

A umidade adequada na quebra da dormência é especialmente importante no período anterior e durante a germinação. A germinação é um período de alta atividade metabólica na semente e altas taxas respiratórias não podem ser mantidas por muitas sementes até que estas atinjam um teor de umidade de 14% (KLINGMAN, 1965).

A absorção da água está relacionada às características das sementes e às propriedades do solo (POPINIGIS, 1985; EGLEY, 1986). A água da chuva pode também aumentar a taxa de germinação pela lixiviação de inibidores solúveis em água (compostos alelopáticos e sais). O teor de umidade pode influenciar tanto a percentagem como a uniformidade de germinação (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977; EGLEY, 1986).

O potencial de tensão do solo, em capacidade de campo, situa-se entre 0,1 e 0,5 atmosferas. Após este ponto, o potencial de água do solo diminui progressivamente a uma velocidade variável e depende de fatores ambientais como textura, temperatura do solo, umidade relativa e movimento do ar (POPINIGIS, 1985).

As sementes que estão abaixo de 5 cm de profundidade encontram-se em um estado de umidade relativamente uniforme. O teor de umidade, próximo a superfície do solo, pode decrescer durante o dia devido a evaporação e então retornar a níveis altos durante a noite (EGLEY, 1986).

De modo geral, as sementes viáveis e não dormentes emergem mais rapidamente quando o teor de umidade do solo está próximo à capacidade de campo. Em solos com baixo teor de umidade a semente tem sua velocidade de emergência reduzida e o período de permanência na fase crítica de suscetibilidade aos fatores adversos do meio como ataque por microrganismos e insetos é aumentado (KLINGMAN, 1965; POPINIGIS, 1985).

Muitas vezes os fatores encontram-se interrelacionados e em muitas sementes dormentes somente a hidratação não resulta em germinação. A amplitude das variações de temperatura diminui em profundidades maiores devido a redução da penetração do calor no solo e alterações térmicas do solo são mínimas em maiores profundidades onde o teor de umidade é menor (EGLEY, 1986). O mesmo autor cita que as flutuações diurnas de umidade se estendem em camadas de dois a 5 cm.

Em camadas de maior profundidade as flutuações de temperatura podem não ser significantes. Repetidos ciclos de hidratação-desidratação podem resultar na quebra de tegumentos impermeáveis e permitir a embebição e germinação.

Sementes de *Euphorbia heterophylla* germinam em ampla faixa de teor de umidade de -0,2 até -0,8 MPa após o que ocorre rápido declínio na germinação das sementes (BRECKE, 1995).

FREITAS; CARVALHO; ALVARENGA (1990) observaram que sementes de *Brachiaria plantaginea* sujeitas a um período de pré-imersão em água e água sanitária apresentaram aumento na percentagem de germinação. A pré-imersão em água sanitária foi substancialmente maior quando comparada a água destilada e atingiu uma percentagem de germinação de aproximadamente 70% permanecendo estável após 12 horas de imersão.

Para sementes de todas as espécies de plantas a influência da temperatura pode ser relatada da seguinte forma: mínima - abaixo da qual não ocorre germinação, máxima - acima da qual não ocorre germinação, letal - a qual provoca a morte das sementes por coagulação das enzimas e proteínas e temperatura ótima - onde a germinação se processa mais rapidamente. As temperaturas inferiores à temperatura ótima reduzem a velocidade de germinação e acima da temperatura ótima, reduzem o poder germinativo (KLINGMAN, 1965; TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

Somente a temperatura não explica totalmente a periodicidade da germinação, frequentemente as sementes apresentam outra forma de

dormência (KLINGMAN, 1965). Os efeitos da temperatura podem ser influenciados pela condição fisiológica da semente (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977; POPINIGIS, 1985). Sementes recém colhidas e em avançado grau de deterioração podem apresentar requerimento de temperatura diferente daquele de uma semente armazenada pois a semente recém colhida apresenta dormência residual. A especificidade em relação a temperatura aumenta e a extensão entre os limites de variação diminui (POPINIGIS, 1985).

Para algumas sementes, especialmente gramíneas forrageiras, temperaturas alternadas, cujo objetivo é simular as flutuações de temperatura que normalmente ocorrem na natureza, são melhores na quebra de dormência (KLINGMAN, 1965; POPINIGIS, 1985).

BRECKE (1995) relatou que a 15 °C não houve germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla* e a 40 °C ocorreu um decréscimo de 60% e a germinação máxima (>95%) foi verificada em temperaturas de 30 ou 35°C. Em larga faixa de pH variando de 2,5 a 10,0 a germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla* foi superior a 96% ocorrendo falha de germinação apenas em pH 12.

O' MAKINWA; AKINYEMIJU (1990) encontraram 33% e 45% de germinação para sementes recém colhidas de *Euphorbia heterophylla* submetidas a secagem em temperatura de 40°C durante 48 horas.

Em solos onde a temperatura é elevada as sementes tem maior necessidade de oxigênio. Por outro lado em baixas temperaturas a exigência em relação aos teores de oxigênio no meio são menores. Isto se

deve ao fato de que, em temperaturas mais baixas, o metabolismo respiratório das sementes é incipiente e também porque o oxigênio se torna mais solúvel (POPINIGIS, 1985).

Temperaturas alternadas, mudanças de temperatura, temperaturas baixas e raramente as altas temperaturas quebram a dormência (BEWLEY; BLACK, 1982).

FREITAS; CARVALHO; ALVARENGA (1990) sugeriram que sementes de *Brachiaria plantaginea* após sofrerem alguns meses de escarificação no solo são mais sensíveis ao aumento da temperatura e estes dois fatores atuando em conjunto, provavelmente, são responsáveis pela germinação no início da época mais quente do ano.

THEISEN; VIDAL; FLECK (1997) verificaram o aumento do número de sementes dormentes de *Brachiaria plantaginea* de 14% para 25% com o incremento de profundidade de dois para 10 cm. Não foram verificadas diferenças na viabilidade das sementes de *Brachiaria plantaginea* entre os tratamentos de 3 e 12 t.ha⁻¹ de palha em cobertura, sendo superior ao tratamento sem palha em 32% e sugeriram que a temperatura e umidade foram os fatores que interferiram no banco de sementes e que são afetados pela cobertura do solo.

EGLEY (1986) relatou que a dormência de algumas sementes é atribuída ao baixo suprimento de oxigênio para o embrião devido aos tegumentos servirem como barreira a difusão de oxigênio ou à deficiência de oxigênio no solo.

As sementes que são impermeáveis ao oxigênio ou ao gás carbônico, não absorvendo o primeiro e não liberando o segundo não conseguem germinar. A entrada de oxigênio é controlada pela presença de compostos fenólicos na casca. Estes compostos agiriam no sentido de fixar o oxigênio e a pequena quantidade que consegue penetrar na semente não é suficiente para que esta germine (NAKAGAWA; CARVALHO, 1983).

A respiração em sementes que estão germinando é muito ativa, dessa forma, grandes quantidades de oxigênio devem estar disponíveis para que a germinação se processe normalmente (KLINGMAN, 1965; TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

O processo germinativo requer um suprimento de energia que é fornecido por reações oxidativas, na presença ou ausência de oxigênio. Em ambos os casos há eliminação de gás carbônico e no caso da respiração aeróbica, também, absorção de oxigênio. A maioria das espécies necessita de aeração. O teor na atmosfera, de 20%, é suficiente para que ocorra a germinação (POPINIGIS, 1985).

A percentagem de oxigênio encontrado no solo é inversamente proporcional a percentagem de gás carbônico (KLINGMAN, 1965). Os níveis de dióxido de carbono no solo são comumente superiores ao nível normal atmosférico (0,03%).

Fatores que favorecem intensa atividade metabólica no solo como altas temperaturas e presença de microrganismos ou raízes de plantas em crescimento reduziriam os níveis de oxigênio em sítios onde estas condições ocorressem. Fatores não biológicos podem também influenciar a

distribuição do dióxido de carbono no perfil do solo. Apesar da alta atividade microbiana e o ativo crescimento de raízes ocorrerem no primeiro centímetro do solo a alta porosidade e a flutuação dos teores de umidade na camada superficial causam elevadas perdas de dióxido de carbono para a atmosfera (EGLEY, 1986). Este mesmo pesquisador relata que, em alguns solos, a quantidade de oxigênio encontrado em profundidades superiores a 15 cm podem estar bem próximas ao teor acima do nível do solo. Sob condições de alagamento, as concentrações de dióxido de carbono no solo podem apresentar faixas de 5 a 15% em contraste com 0,03% do mesmo presente no ar (KLINGMAN, 1965; RADOSEVICH, 1984).

Plantas daninhas que ocorrem em áreas com elevado teor de umidade não são exigentes em elevados teores de oxigênio para germinarem. Aquelas que crescem em solos bem drenados são exigentes em relação aos teores de oxigênio (RADOSEVICH, 1984).

KLINGMAN (1965) estudando 4 espécies de plantas daninhas relatou pouca ou nenhuma germinação para 3 delas em um teor de 5% de oxigênio e a mais alta percentagem de germinação foi encontrada em um teor aproximado de 21% de oxigênio.

EGLEY (1986) relatou que concentrações de 2 a 5% de gás carbônico estimulam a germinação de algumas sementes e concentrações superiores a 5% a inibem. Aparentemente os teores de dióxido de carbono poderiam ser suficientemente altos para influenciar a germinação de sementes de plantas daninhas. É duvidoso que os teores de dióxido de

carbono próximo a superfície do solo, onde a germinação destas sementes ocorreria, podem não ser suficientemente altos para inibir a germinação. Em profundidades maiores de 20 e 30 cm, para alguns tipos de solos, o nível de dióxido de carbono raramente ocorre acima de 10% podendo não ser suficientemente alto para inibir a germinação.

Muitas plantas daninhas necessitam ser expostas à luz para que ocorra a germinação. Algumas sementes germinam melhor na presença de luz, outras no escuro e outras germinam prontamente tanto no escuro como em presença da luz (POPINIGIS, 1985; EGGLEY, 1986; BRYANT, 1989).

Em sementes recém colhidas esta exposição pode não ser necessária para germinarem. A permanência das sementes no solo parece induzir um requerimento de exposição à luz em muitas espécies de plantas daninhas, logo após a dispersão, que são mantidas dormentes por períodos tão longos quanto estão enterradas (RADOSEVICH, 1984)

Sementes de diversas espécies tem sua germinação promovida por uma série de curtas exposições à luz branca ou de baixa energia. Outras necessitam irradiação diária com um certo fotoperíodo, algumas são estimuladas por períodos curtos de exposição e inibidas por um certo espectro de radiação, mas não pela luz branca, e quase todas são sujeitas aparentemente a interações complexas entre temperatura e condições de luminosidade (BEWLEY; BLACK, 1982). A luz pode determinar a posição dentro e sobre o solo onde a germinação ocorre e é também responsável pelo fluxo de germinação o qual segue o preparo do solo. A luz controla a

germinação sob o dossel vegetativo interagindo com a temperatura (BEWLEY; BLACK, 1982; EGLEY, 1986).

É bem conhecido que a maioria das espécies de plantas daninhas são mais abundantes e germinam melhor em profundidades menores de solo (CARMONA, 1992).

A estimulação luminosa da germinação de sementes é conhecida por envolver o sistema fitocromo. Na maioria dos casos é a fitoconversão de Pr (fitocromo que absorve comprimentos de luz na região do vermelho) para Pfr (fitocromo que absorve comprimento de ondas de luz na região vermelho distante) que estimula a germinação, enquanto a fitoconversão na região de vermelho distante de $Pfr \rightarrow Pr$ não estimula a germinação. Gradualmente, no escuro Pfr declina para um nível de energia abaixo daquele necessário para a germinação, deste modo um acréscimo de energia pode ser necessário para aumentar o nível de Pfr para a germinação ocorrer após um prolongado período de enterrio (RADOSEVICH, 1984). Os efeitos mais significativos encontram-se na região da luz vermelha do espectro (600-700 nm) e a máxima inibição ocorreu na região da luz infravermelha (720-760 nm) (POPINIGIS, 1985).

Em adição, para providenciar um potencial germinativo, como um indicador sobre a posição da semente no solo a resposta do fitocromo poderia sugerir o grau de abertura da comunidade e a presença ou ausência de uma cobertura sobre o solo (RADOSEVICH, 1984).

As folhas de uma cobertura transmitem consideravelmente maior quantidade de luz vermelha distante do que luz vermelha, sendo que a

maioria da luz vermelha incidente sobre as folhas seria absorvida ou refletida, enquanto que, uma grande quantidade de luz vermelha distante atingiria a superfície do solo abaixo da cobertura, existindo uma condição Pfr de baixa energia e as sementes não germinariam (RADOSEVICH, 1984).

Em muitas sementes o requerimento pela luz pode ser alterado pelo armazenamento após a colheita, por temperaturas alternadas e por tratamentos com soluções de nitrato de potássio (KLINGMAN, 1965).

FREITAS; CARVALHO; ALVARENGA (1990) observaram que sementes de *Brachiaria plantaginea* são indiferentes à luz.

BRECKE (1995) não encontrou diferenças na percentagem de germinação entre as sementes de *Euphorbia heterophylla* que foram expostas a luz ou mantidas no escuro.

2.5.3 Sanidade

A sanidade das plantas influencia a qualidade da semente, assim como sua capacidade de competição. A deterioração da semente pode ocorrer após esta ter atingido o seu nível de máxima qualidade, sendo inexorável, irreversível e mínima na maturação, e varia entre espécies, lotes de sementes e entre sementes do mesmo lote. A deterioração é dependente de mais de um mecanismo, os quais atuam sob diferentes condições sendo portanto, o resultado da soma de diversas causas (POPINIGIS, 1985).

2.5.4 Compostos químicos que afetam a germinação

Muitos tipos de compostos químicos quando aplicados em sementes dormentes podem estimular sua germinação, entre estes encontram-se os reguladores de crescimento (giberelinas, citocininas, etileno), inibidores respiratórios (azide, cianeto, hidroxilamino), oxidantes (hipoclorito, oxigênio), compostos nitrogenados (nitratos, nitritos, tiourea), compostos sulfídricos, anestésicos (acetona, etanol, etil eter, clorofórmio) e misturas de compostos (dióxido de carbono) (BEWLEY; BLACK, 1982; EGLEY, 1986).

Os nitratos tem sua eficiência, no estímulo da germinação, aumentada quando usado em sequência ou combinados com luz, resfriamento, etileno ou temperaturas alternadas. O nitrito é frequentemente mais estimulante do que o nitrato para germinação de sementes de plantas daninhas e a atividade do nitrato tem sido sugerido ser devido a sua conversão a nitrito dentro das sementes (EGLEY, 1986).

Dentre os compostos nitrogenados, os nitratos e nitritos tem sido largamente reconhecidos para quebra de dormência de sementes de muitas espécies. ROBERT; SMITH⁽¹⁾ listaram 58 espécies de gramíneas e muitas espécies de plantas daninhas dicotiledoneas sensíveis ao tratamento com estas substâncias.

NAKAGAWA; CARVALHO (1983) relataram que o uso do KNO_3 é amplamente recomendado para quebra de dormência pelas Regras de Análise de Sementes. Das 302 espécies citadas, aproximadamente 80 teriam a

dormência quebrada, principalmente gramíneas. A dormência nelas seria essencialmente devido a ocorrência de substâncias fixadoras de oxigênio. Por outro lado, formas reduzida de nitrogênio como amônia, uréia e aminoácidos não tem nenhum efeito sobre a dormência dessas sementes

COHN; BUTERA; HUGHES. (1983) relataram que o nitrito de sódio a 10 milimolar quebrou a dormência de sementes de *Oryza sativa*. O período de germinação foi independente da luz mas, dependente da temperatura. As sementes embebidas previamente em água apresentaram redução na germinação quando foram subseqüentemente transferidas para a solução de nitrito.

HENDRICKS; TAYLORSON (1974) em estudos realizados com sementes de diversas espécies e diferentes substratos de compostos nitrogenados relataram que sementes de *Amaranthus albus* foram sensíveis aos tratamentos com KNO_3 , $NaNO_2$, $NH_2OH.HCl$, NH_4Cl , KCN , KN_3 ; *Barbarea verna* e *Barbarea vulgaris* mostraram-se mais sensíveis ao substrato de NH_4Cl ; a germinação *Phleum pratense* foi inibida quando utilizou-se NH_4Cl a 30°C, sementes de *Echinochloa crusgalli* foram inibidas quando o substrato usado foi o cloreto de amônia, e o substrato de maior potencial estimulatório da germinação foi o KN_3 .

Muitos casos tem sido relatados no qual tanto o nitrito como o nitrato podem atuar como agentes de quebra de dormência sem considerar o pH médio de incubação. Para sementes de arroz vermelho intactas e aquelas que tiveram suas sementes desprovidas da pálea os resultados sugeriram que a

⁽¹⁾ ROBERT; SMITH citados por BEWLEY; BLACK, 1982

forma de entrada dos compostos nitrogenados como agente de quebra de dormência é a forma ácida (COHN; BUTERA; HUGHES, 1983).

TOLEDO; CARVALHO (1990) trabalhando com 3 espécies de *Brachiaria spp* e com 3 níveis de solução de KNO_3 (12, 16 e 20 mL), em laboratório, verificaram que houve redução na germinação das espécies de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria ruziziensis* quando utilizou-se 20 mL de solução de KNO_3 para a primeira e 16 e 20 mL para a segunda, enquanto que para a espécie *Brachiaria decumbens* não houve diferença significativa na germinação de sementes para qualquer um dos níveis de solução de KNO_3 .

MECELIS, SCHAMMASS; DIAS (1991) avaliando os efeitos da escarificação e nitrato de potássio sobre a germinação de sementes de *Paspalum guenoarum* concluíram que na presença de KNO_3 houve decréscimo na germinação a partir dos 9 minutos de escarificação e, na ausência, os valores máximos foram atingidos aos 13 minutos, não sendo significativo nos demais tratamentos.

MARTINS; VELINI; MARTINS (1997) avaliaram diferentes técnicas para quebra de dormência de sementes de *Cenchrus echinatus*, sendo que as técnicas capazes de implementar a emergência em condições de campo foram a escarificação mecânica, retirada do invólucro de brácteas espinhosas e das glumas e a imersão das sementes em KNO_3 (1 e 3%) por 5 minutos.

SILVA, ALVES; PAVANI (1997) trabalhando na quebra de dormência de sementes de *Rottboellia exaltata*, não verificaram diferenças na germinação quando utilizaram KNO_3 1M e períodos de imersão de 1, 2, 4, 8, 16 e 32 minutos.

O etileno é uma substância hormonal conhecida por estimular a germinação de uma variedade de espécies de sementes. Em laboratórios, concentrações de $0,1\mu\text{L.L}^{-1}$ ou menos, são ativos em muitas sementes, nos solos é produzido naturalmente em concentrações suficientemente altas para estimular a germinação de sementes de plantas daninhas (EGLEY, 1986).

BENVENUTI; MACCHIA (1994) estudando a quebra de dormência de sementes de *Datura stramonium* L. encontraram que o etileno foi efetivo em concentrações tão baixas quanto 0,5 ppm (v/v), e que o tempo de exposição foi inversamente proporcional a temperatura.

A difusão do etileno no solo após a sua aplicação foi estudada por BEBAWI, EPLEE; NORRIS (1985) que encontraram este composto até 300 cm horizontalmente e 75 cm verticalmente do ponto onde foi injetado e obtiveram germinações de até 90% para *Striga asiatica*.

SAINI, BASSI; SPENCER (1986) trabalhando com sementes de *Chenopodium album* encontraram um aumento de 70% na percentagem de germinação, quando foi utilizado etileno para quebrar a dormência. A quebra de dormência pelo etileno foi dependente do nitrato.

O nível do teor de etileno no solo é variável, sendo que altos níveis de etileno são favorecidos pela alta umidade, elevado teor de matéria orgânica, altas temperaturas e baixas concentrações de oxigênio (EGLEY, 1986).

2.6 FATORES QUE INFLUENCIAM A AÇÃO DOS HERBICIDAS ALACHLOR E ATRAZINE APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA

Diversos são os fatores que afetam a ação de um herbicida. Aqueles aplicados ao solo são diretamente afetados pelas características do solo enquanto herbicidas aplicados diretamente à folhagem são menos afetados pelas diferenças do solo (KLINGMAN, 1965).

Os herbicidas que são aplicados no solo para o controle das plantas daninhas estão imediatamente sujeitos a uma variedade de processos comuns aos solos. A complexidade das interações solo-clima-planta-herbicida é enorme (KLINGMAN, 1965; ANDERSON, 1983; DEUBER, 1992; SONON; SCHWAB, 1995).

A aplicação de herbicidas em pré-emergência deve ser feita o mais breve possível após a semeadura, a umidade do solo deve estar entre média e elevada permitindo que este seja solubilizado e distribuído nas primeiras camadas do solo, protegendo-o de perdas; o solo deve estar livre de torrões ou restos de cultura, estes podem apresentar áreas sem herbicida e sujeitas a infestação. Os torrões podem conter sementes que ficam protegidas do herbicida por determinado período e, depois germinar. As chuvas sucessivas desmancham os torrões, o herbicida pode ser lixiviado, permitindo a germinação e a emergência das plantas daninhas (DEUBER, 1992).

A taxa de herbicidas no solo, é dependente da sua interação com o meio ambiente do solo e governado por três processos os quais ocorrem no

solo: físico, químico e microbiano. Estes processos influenciam a disponibilidade do fitotóxico para as plantas.

2.6.1 Processos químicos

Os processos químicos são adsorção, troca iônica, decomposição fotoquímica, reações químicas com os constituintes do solo e absorção pelas plantas e microrganismos (ANDERSON, 1983).

A molécula de um herbicida pode unir-se eletrostaticamente aos colóides minerais ou orgânicos do solo ocorrendo então a adsorção. O teor de água no solo, as características físico-químicas das moléculas dos herbicidas, o teor de matéria orgânica, o pH do meio, o tipo de argila e a temperatura envolvida no processo influem no grau de adsorção (DEUBER, 1992).

A adsorção é o fator mais importante no solo pelo qual os herbicidas tornam-se indisponíveis para a absorção pelas plantas e microrganismos. Todo herbicida aplicado ao solo é adsorvido em alguma extensão e sua atividade é reduzida proporcionalmente à quantidade adsorvida (ANDERSON, 1983).

Os herbicidas, de forma geral, são mais fortemente adsorvidos em solos secos do que em solos úmidos (ANDERSON, 1983). Se a molécula do herbicida se encontra na fase líquida, ou seja, na solução do solo, pode ser adsorvida aos colóides, absorvida pela raiz, degradada pelos microrganismos, lixiviada ou reagir quimicamente (DEUBER, 1992).

A maioria dos herbicidas são prontamente disponibilizados dos seus sítios de adsorção nos colóides do solo pela ação competitiva das moléculas de água por estes sítios. Podem também ser disponibilizados pelos íons ou moléculas de carga superior ou similar (ANDERSON, 1983).

Os herbicidas com moléculas com carga positiva são mais facilmente adsorvidos. Se a carga for residual, originada de grupamentos que contenham o átomo de N, a intensidade da adsorção será variável e geralmente não muito grande, podendo ser deslocada pela água ou absorvida por uma raiz que entre em contato com ela. Em casos de carga negativa pode ocorrer alguma retenção pela parte positiva dos colóides orgânicos do solo por apresentarem maior número de cargas em relação aos colóides minerais (DEUBER, 1992).

O húmus é considerado ser o mais importante fator afetando a adsorção nos solos. Os herbicidas adsorvidos em partículas húmicas não são prontamente disponibilizados pela água. Em geral, a adsorção de herbicidas no solo é grandemente aumentada por eventuais pequenos acréscimos no conteúdo de matéria orgânica dos solos (ANDERSON, 1983; DEUBER, 1992).

Um fator que poderia afetar a matéria orgânica do solo e suas propriedades, particularmente sua habilidade para adsorver os herbicidas é a aplicação ao solo de resíduos orgânicos tais como lodos de esgotos municipais. Estes resíduos estão relativamente frescos ou pouco humificados e tem estrutura e propriedades diferentes da matéria orgânica nativa do solo. Os herbicidas aplicados aos solos, que recebem este tipo de matéria orgânica, interagem com uma mistura complexa de matéria orgânica do solo e do lodo de esgoto (SENESI et al., 1994).

Solos argilosos e orgânicos adsorvem quantidades maiores do herbicida em relação aos solos arenosos, em solos com teor de matéria orgânica superior a 8% o uso de herbicidas em pré-emergência ou pré-plantio torna-se inviável (KLINGMAN, 1965; DEUBER, 1992).

Componentes da matéria orgânica como gorduras, óleos, graxas e resinas tem pouca importância na adsorção da atrazine. Os polissacarídeos apresentaram pequena capacidade adsortiva, a albumina e o ácido nucleico de leveduras apresentaram afinidade intermediária e os ácidos húmicos e a lignina mostraram alta afinidade (DUNIGAN; McINTOSH, 1971).

MARTIN NETO et al. (1994) identificaram rápida formação de hidróxi-atrazine, a partir da reação entre atrazine e ácidos húmicos do solo, para amostras em baixo pH, principalmente, abaixo de pH 3. As análises realizadas indicaram que somente mecanismos de fraca adsorção da atrazine com os ácidos húmicos ocorreram, como ligação de hidrogênio, transferência de próton e, provavelmente, ligação hidrofóbica, mas não mecanismos como transferência de carga.

Segundo FUSCALDO, BEDMAR; MONTERUBBIANESI (1997) a persistência da atrazine aumentou a medida que a dose inicial foi aumentada e diminuiu com o aumento do teor de matéria orgânica e pH. WALKER; BLACKLOW (1994) relataram que a adsorção do herbicida atrazine é aumentada com o pH do solo, matéria orgânica e teor de argila.

Para o herbicida atrazine, SONON; SCHWAB (1995) relataram a ausência de correlação entre adsorção e os teores de argila, matéria orgânica

e carbono orgânico para os herbicidas alachlor e atrazine. Dos solos testados aqueles de textura fina apresentaram maior adsorção.

WALKER; BLACKLOW (1994) relataram que a degradação da atrazine variou entre os diferentes tipos de solos estudados e que a meia vida do herbicida teve seu valor incrementado com o aumento do pH do solo. A atrazine foi mais lentamente degradada em solo argiloso seco e próximo ao pH neutro.

WALKER; ZIMDAHL (1981) encontraram que a atrazine apresentou meia-vida de 480 dias para um solo do Colorado, quando este foi mantido a 25 °C e 2,5% de umidade, enquanto que a 35 °C e 17,3% de umidade a meia vida do herbicida foi de 22 dias. Em uma temperatura de 25 °C houve uma redução da meia vida com o aumento do teor de umidade, para os três diferentes tipos de solo estudados. Para um solo podzólico vermelho-amarelo abrupto, a meia vida da atrazine foi de 90 a 100 dias no horizonte A e para os horizontes AB e B a meia vida foi superior a 180 dias (MONTEIRO, DELGADO; QUEIROZ, 1995).

ROCHA et al. (1997 b) coletaram mensalmente amostras de solo de nove pontos, de 0-20 cm de profundidade, em área de cana-de-açúcar. Os solos variaram de arenoso a argiloso e os resultados mostraram variação sazonal significativa no comportamento qualitativo e quantitativo da população microbiana. A atrazine inibiu o crescimento da população no mês de junho e em outubro ocorreu estímulo. O tipo de solo apresentou pequena influência sobre a população de microrganismos e o crescimento de

população homogênea típica com a predominância de bactérias foi promovida, apesar de terem sido detectados fungos e leveduras.

BLUMHORST, WEBER; SWAIN (1990) estudaram a influência de vários parâmetros do solo sobre os herbicidas atrazine e alachlor, entre outros, e concluíram que a atividade do herbicida foi altamente correlatada ao teor orgânico no solo. O teor de matéria húmica foi igualmente ou melhor correlatada com a bioatividade do herbicida do que o teor de matéria orgânica. A correlação entre a percentagem de argila e a eficácia do herbicida foi pobre. A adsorção da atrazine e do alachlor foi mais altamente correlatada com o teor orgânico do solo do que o teor de argila.

FELSOT; DZANTOR (1995) relataram que o alachlor geralmente apresenta uma meia vida de três semanas, e é dependente da temperatura, umidade e características do solo.

ZIMDAHL; CLARK (1982) relataram degradação mais lenta a 20% de capacidade de campo do solo, para o herbicida alachlor, em relação a teores de umidade de 50% ou 80%. Foi relatada uma variação da meia vida do herbicida alachlor de 16 a 83 dias em um estresse hídrico de 5 kPa (capacidade de campo) para 83 a 281 dias em um stress de 1500 kPa (ponto de murcha permanente) por WALKER; MOON; WELCH (1992).

SENESI et al. (1994) estudando a composição da matéria orgânica do solo, do lodo de esgoto e da mistura encontraram que as três amostras de ácidos húmicos examinados diferem significamente uma da outra em sua estrutura química e função, e sugerem uma diferente reatividade e comportamento em sua interação com o herbicida alachlor. A matéria

orgânica do solo apresentou um maior carácter aromático e grau de humificação e a mistura mostrou dados geralmente intermediários entre aqueles do lodo de esgoto e do solo. Estes autores observaram que os ácidos húmicos do solo apresentaram maior adsorção do que os ácidos húmicos do lodo de esgoto para o alachlor em baixa concentração. Por outro lado, o oposto é verdade em concentrações mais elevadas, estes efeitos podem ser atribuídos aos diferentes mecanismos de adsorção que predominam nas várias concentrações do alachlor (menor concentração de 25 mg.L^{-1} até 200 mg.L^{-1} em intervalos de 25 mg.L^{-1}) e depende das diferenças na estrutura e propriedades químicas do ácido húmico adsorvente.

PETER; WEBER (1985) estudando a adsorção do alachlor verificaram maior correlação da adsorção para o teor de matéria orgânica em relação ao teor de argila. A adsorção deste produto pareceu ocorrer primariamente nas frações do ácido húmico e fúlvico e em menor extensão nos colóides de argila. Sugerindo que a magnitude e o mecanismo de adsorção é afetado não somente pela quantidade mas também pela natureza e propriedades da matéria orgânica (SENESI et al., 1994).

Foi sugerido por SETHI; CHOPRA (1975) que a maior adsorção do herbicida alachlor é incrementada pela matéria orgânica, porque possui maior superfície e sítios disponíveis. Além destes, quando se adiciona matéria orgânica ao solo, a sua decomposição produz ácidos orgânicos que podem reduzir a alcalinidade do solo e a hidrólise do alachlor decresceria e a quantidade de alachlor adsorvida seria menor.

SONON; SCHWAB (1995) relataram que o alachlor não apresentou diferenças quanto a extensão da adsorção em solos de diferente textura, profundidade de solo, teores de argila e carbono orgânico.

ZIMDAHL; CLARK (1982) estudando a persistência do alachlor em solos, sob condições de laboratório e campo utilizando como espécies do bioensaio *Sorghum vulgare* e *Lolium multiflorum* concluíram que o alachlor degradou mais rapidamente no solo argiloso do que em solo arenoso e que mudanças de temperatura e teor de umidade tiveram, para cada solo, o mesmo efeito geral e a degradação do alachlor foi mais rápida a 30°C em relação a temperaturas mais baixas.

WALKER; MOON; WELCH (1992) descreveram um efeito marcante da temperatura na taxa de degradação do herbicida alachlor com uma variação na meia vida de 11 a 35 dias a 25°C para 96 a 280 dias em 5°C, em geral um incremento na temperatura de 5°C decresce a meia vida por um fator entre 1,5 a 2,0. Ainda estudando a taxa de degradação do alachlor, observaram que para diferentes tipos de solos, esta foi mais lenta em subsolos do que na superfície do solo.

REINHARDT; NEL (1989) determinaram as relações entre a bioatividade do alachlor e matéria orgânica, teor de argila, capacidade de troca catiônica e pH natural de trinta e quatro solos provenientes de 31 distritos da África do Sul. A ordem de importância para a bioatividade do alachlor foi %C>%argila>CTC>pH do solo. O teor de matéria orgânica foi a característica melhor correlatada com a bioatividade do alachlor.

As trocas iônicas podem resultar na liberação de moléculas e íons de herbicidas adsorvidos dos seus sítios adsortivos; incapazes de movimentarem-se na solução do solo como íons ou moléculas livres (ANDERSON, 1983).

BLUMHORST, WEBER; SWAIN (1990) verificaram que a CTC foi significativamente correlatada para a eficácia dos herbicidas alachlor e atrazine. Embora não fosse esperada uma alta correlação com herbicidas não iônicos como o alachlor, este relacionamento entre a eficácia do herbicida não iônico e CTC foi provavelmente devido ao teor orgânico do solo.

A fotodecomposição é a desativação dos herbicidas que expostos à luz sofrem alterações moleculares devido a reações fotoquímicas. Tais alterações moleculares foto-induzidas são causadas por comprimentos de onda na região do ultra-violeta entre 40-4000Å (ANDERSON, 1983).

MARTIN NETO et al. (1994) em experimentos de fotodegradação de solução pura de atrazine, monitorado através da redução da absorção da luz em 223 nm, indicaram que o uso de radiação ultravioleta leva a uma rápida conversão da atrazine para hidróxi-atrazina, com a iluminação continuada das amostras observaram a provável quebra do anel pirimídico com a completa degradação do composto.

Nenhuma absorção do espectro ultravioleta acima de 2800Å foi observado no alachlor, desde que o comprimento de onda da radiação solar sobre a superfície da terra está limitado para um mínimo de 2900Å, nenhuma fotodecomposição foi verificada (BEESTAMAN; DEMING, 1974).

Em contraste com as reações biológicas envolvendo microrganismos na desativação de herbicidas, reações envolvendo sistemas puramente

químicos no solo são pouco compreendidos (ANDERSON, 1983). Isto se deve à dificuldade de se obter um solo estéril com o qual trabalhar. Sabe-se que os herbicidas reagem com substâncias ou elementos químicos presentes no solo e tais reações ocorrem como resultado de oxido-redução, hidrólise, formação de sais insolúveis em água e formação de complexos químicos (KLINGMAN, 1965; ANDERSON, 1983).

2.6.2 Processos físicos

Os processos físicos envolvem a erosão do solo pelo vento e água, lixiviação e volatilização. A lixiviação e volatilização nos solos resultam em perdas para uma maior ou menor extensão de herbicidas quimicamente não alterados dos solos. A erosão pelo vento e água também contribuem para a perda de herbicidas (ANDERSON, 1983).

A lixiviação é o movimento descendente de uma substância em solução através do solo (KLINGMAN, 1965). É ainda o processo pelo qual os herbicidas pré-emergentes são ativados no solo, o herbicida deverá ser conduzido até o local onde as sementes das plantas daninhas se encontram para que ocorra o controle, este transporte contudo não deverá atingir o lençol freático.

Os herbicidas pré-emergentes são frequentemente aplicados na superfície do solo. A lixiviação dos herbicidas, pode ocorrer quando grande quantidade de água, pelas chuvas, é adicionada ao solo transportando o herbicida para camadas inferiores. A solubilidade do herbicida em água, a

quantidade de água que atravessa o solo e as relações de adsorção entre o herbicida e o solo influenciam a lixiviação (KLINGMAN, 1965).

SIGNORI (1976) estudando a lixiviação da atrazine em três diferentes solos e 2 regimes de chuva (110 mm e 220 mm por semana) relatou que a atrazine foi capaz de eliminar plântulas de alface anteriormente semeadas em até uma profundidade de 6,9 cm, 5,0 cm e 12 cm com 110 mm de chuva e 8,33 cm, 6,92 cm e 13,08 cm com 220 mm para solo argiloso, areno-argiloso e barrento, respectivamente.

GIULIANO; NETO; CRESTANA (1995), utilizando lisímetros com capacidade para coleta de solução do solo em diferentes profundidades, obtiveram concentrações do herbicida atrazine de aproximadamente 0, 25 e 55 ppm a 90, 45 e 30 cm de profundidade respectivamente.

SOUZA; et al. (1994) verificaram intensa lixiviação da atrazine em terra roxa estruturada a qual recebeu calcário para elevar a saturação de bases para 88%, em todo o perfil do solo até 150 cm de profundidade, já na primeira coleta efetuada 7 dias após a aplicação, a parcela que não recebeu calcário a lixiviação verificada foi muito maior.

FELDING (1992) estudando a lixiviação da atrazine de solos da Dinamarca com alta condutividade hidráulica encontrou somente pequenas quantidades, entre 0,01 e 0,05 $\mu\text{g.L}^{-1}$, do herbicida no lençol freático sob o solo sugerindo que estes valores se devem a elevada taxa de mineralização da atrazine, uma vez que o solo havia sido tratado anteriormente com resíduos orgânicos e outras aplicações com atrazine.

BEESTAMAN; DEMING (1974) encontraram menos que 1% do alachlor aplicado à superfície de solo siltoso e argilo-siltoso nos primeiros 4 cm abaixo da superfície, entretanto, a lixiviação não pareceu ser significativa para a dissipação do herbicida no solo.

A ocorrência de maior ou menor lixiviação dos herbicidas no solo provavelmente se deve a maior ou menor solubilidade destes (PETER; WEBER, 1985).

SETHI; CHOPRA (1975) trabalhando com três tipos de solos observaram que para os solos com maior teor de argila a lixiviação do alachlor foi menor e a maior concentração do herbicida foi detectada na camada superior do solo.

Todos os químicos, líquidos ou sólidos, tem uma pressão de vapor. A temperatura afeta diretamente os fenômenos de adsorção. O aumento da temperatura pode provocar instabilidade da molécula diminuindo o poder de adsorção de herbicidas voláteis e o seu poder residual no solo é diminuído (KLINGMAN, 1965; DEUBER, 1992).

A medida que aumenta a temperatura na superfície do solo, que pode chegar a 65°C, registram-se perdas de atividade de herbicidas pré-emergentes tais como carbamatos, tiocarbamatos e triazinas (HERTWIG et al. 1974).

Perdas por volatilização são registrados em maior grau em solos úmidos do que em solos secos (KLINGMAN, 1965; HERTWIG et al. 1974).

A volatilização dos herbicidas está diretamente relacionado com as percentagens de areia e inversamente com as percentagens de argila e matéria

orgânica. A volatilização é diminuída pela força de adsorção dos colóides do solo, aumentada pelas chuvas ou irrigação (HERTWIG et al. 1974).

Mudanças na temperatura de 40 para 5 °C com um teor de umidade de 60% da capacidade de campo incrementou a meia vida da atrazine em um fator de cinco em solo arenoso, enquanto, em um solo argiloso o incremento da meia vida foi de 12,6 de acordo com ROCHA; WALKER (1995).

A volatilização do herbicida alachlor foi pequena em superfícies expostas quando o solo estava seco. Em contraste a taxa de volatilização de solos continuamente umedecidos próximo a saturação foi três a 20 vezes maior. As maiores taxas de volatilização ocorrem durante o intervalo em que o solo tratado está exposto a condições de vento e com elevado teor de umidade (BEESTAMAN; DEMING 1974).

2.6.3 Processo microbiano

Bactérias e fungos são considerados os principais responsáveis pela transformação dos herbicidas no solo. A contribuição da microfauna e microalgas do solo é incerta e tem recebido pouca atenção. Qualquer fator que interfira na vida desses microrganismos como temperatura, pH, teor de oxigênio, teor de umidade, nutrientes minerais e matéria orgânica afetará a atividade dos herbicidas (HERTWIG, et al. 1974; TSAI et al., 1992). Os microrganismos são capazes de usar todos os tipos de matéria orgânica, incluindo herbicidas orgânicos. Alguns destes compostos são facilmente decompostos enquanto outros resistem a decomposição (KLINGMAN, 1965).

No entanto, os agrotóxicos também podem apresentar alguma influência sobre a população do solo e nos processos bioquímicos que ocorrem no solo como a taxa de mineralização, nitrificação e atividade enzimática. Alguns pesquisadores verificaram que apenas 2% de 734 experimentos poderiam ser considerados críticos sobre a população do solo, desta forma somente agroquímicos considerados recalcitrantes (baixa degradabilidade no solo) aplicados em doses extremamente elevadas inibiriam a mineralização ou nitrificação (SIQUEIRA; FRANCO, 1988). Grande parte dos microrganismos fica em dormência aos 5 °C, desenvolvendo-se bem entre 24 °C e 32 °C, as bactérias e actinomicetos são favorecidos por pH neutro ou básico e os fungos predominam em solos com pH 5,5 ou mais ácidos. (KLINGMAN, 1965; HERTWIG et al., 1974).

Existe considerável evidência indicando que os microrganismos do solo podem utilizar compostos s-triazines como fonte de energia. Numerosos microrganismos degradantes das s-triazines tem sido isolados e identificados, sendo eles actinomicetos (*Streptomyces sp.*), bactérias (*Arthrobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, entre outros) ou fungos (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium spp*) (KAUFMAN & KEARNEY, 1970).

ALBUQUERQUE; JOHNSON; WOOD (1996) utilizaram como inóculo uma amostra de solo fresco em meio nutritivo no qual a atrazine era a única fonte de nitrogênio. Foram feitas repicagens em meio nutritivo fresco a cada duas semanas por dois meses, os resultados da análise do desaparecimento da atrazine na segunda e terceira repicagens, após 15 dias de

incubação foram 36 e 38%, respectivamente. Na quarta repicagem, o desaparecimento foi de 42% após sete dias de incubação, no controle (sem microrganismos) o desaparecimento da atrazine foi inferior a 10%.

MELO et al. (1996) identificaram e caracterizaram 29 fungos filamentosos, isolados de solos, pertencentes aos gêneros *Penicillium* e *Eupenicillium* capazes de degradar o herbicida atrazine. Uma linhagem de *Penicillium crustaceum* degradou mais de 90% do herbicida atrazine em apenas 7 dias.

Em solos incubados com atrazine, ROCHA et al. (1997 a) sugerem que há forte influência do teor de matéria orgânica e pH no estímulo ou inibição do crescimento dos microrganismos. Com o aumento do teor de matéria orgânica e acidificação do solo foi verificada a inibição do crescimento microbiano.

MONTEIRO, DELGADO; QUEIROZ (1995) estudando a degradação de ^{14}C -atrazine em amostras de um solo podzólico vermelho-amarelo abrupto, de 0-30, 30-50, 50-60 cm, respectivamente. Os horizontes A, AB e B apresentaram comportamento semelhante até os 16 dias de incubação, com lento desprendimento de $^{14}\text{CO}_2$ ocorrendo um aumento em seguida. A dessorção da atrazine foi alta aos 64 dias, ficando em torno de 27%, 30% e 39% no tempo zero e 38%, 44% e 26% aos 64 dias. Por outro lado os resíduos não extraíveis foram em média 11% no tempo zero e 20% aos 64 dias, havendo maior quantidade de ^{14}C nas frações de ácidos fúlvicos.

BRIGANTE, MARCÃO; BARBIERI (1995), realizaram estudo sobre o número e a diversidade de fungos e bactérias do solo após a aplicação do

herbicida atrazine. O solo foi coletado em 4 intervalos de profundidade (0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm), que foram submetidos ao tratamento com o herbicida atrazine na dosagem comercial de 6 L.ha⁻¹. A população de fungos nos primeiros 10 dias foi menor no tratamento com atrazine do que no solo controle. Após 20 dias de incubação até 40 dias a população no solo com atrazine praticamente equilibrou-se em número a do solo controle. Após 20 dias de incubação o índice de diversidade passou a ser maior na profundidade de 40-60 cm. Já, as bactérias mostraram ser mais resistentes inicialmente ao herbicida aplicado do que os fungos, o seu número populacional aumentou nos solos contaminados até 20 dias após incubação, sugerindo que este grupo usou a atrazine como fonte de energia, aos 40 dias o número populacional dos tratamentos se equilibraram.

WALKER; MOON; WELCH (1992) compararam a taxa de degradação do alachlor em 8 solos. Utilizando a análise de regressão observaram correlação positiva entre a degradação e a biomassa microbiana e entre a taxa de respiração e a matéria orgânica do solo.

Herbicidas como o alachlor podem apresentar uma degradação microbiana de 90% aos 28 dias (FELSOT; SHELTON, 1993).

O alachlor é aproximadamente 50 vezes mais estável em solo esterilizado do que em solos viáveis sob as mesmas condições, assim a decomposição microbiana é o principal meio de degradação do alachlor nos solos (BEESTAMAN; DEMING, 1974).

A adição de aditivos orgânicos como resíduos de plantas ou lodo de esgotos ao solo podem desenvolver a degradação de compostos

cometabolizados biodegradáveis como o alachlor (FELSOT; DZANTOR, 1995).

PETERSEN² et al. relataram que em uma taxa de aplicação de 4,5 kg.ha⁻¹ do herbicida alachlor incorporado corresponderia a aproximadamente 8,6 mg.kg⁻¹ de ingrediente ativo. Em uma concentração inicial de 4 mg.kg⁻¹ a meia vida do alachlor em incubações em laboratório a 24 °C e 33% de umidade foi inferior a 28 dias, embora possa ser tão longa quanto 56 dias sob condições secas e baixas temperaturas. Em estudo realizado por FELSOT; DZANTOR (1995) em solo incubado a a 25 °C e 30% de umidade o tempo necessário para desaparecer 50% de alachlor, na dose de 10 mg.kg⁻¹, foi inferior a 21 dias. Concentrações de alachlor maiores do que 100 mg.kg⁻¹ são significativamente mais persistentes do que 10 mg.kg⁻¹ e concentrações tão altas quanto 1.000 mg.kg⁻¹ não são degradadas em um mês.

2.7 SELETIVIDADE

Seletividade é a ação diferenciada de um herbicida sobre diferentes espécies de plantas e depende de fatores ligados à própria planta, aos fatores externos ou a ambos (DEUBER, 1992).

Um herbicida seletivo é aquele que é mais tóxico para uma planta do que para outra quando aplicado para uma comunidade de plantas. Algumas

podem ser eliminadas e outras podem ser afetadas ligeiramente ou simplesmente não serem afetadas e a seletividade está baseada principalmente nas características morfológicas, fisiológicas, absorção e translocação (KLINGMAN, 1965)

Nas aplicações de herbicidas em pré-emergência são comuns as misturas de dois diferentes herbicidas, buscando-se um controle de maior espectro em relação as espécies presentes na área. São conhecidas variações de tolerância de plantas de espécies diferentes de um mesmo gênero, diferentes variedades e para diferentes híbridos para um mesmo herbicida (DEUBER, 1992).

PETER; WEBER (1985) relataram que o alachlor foi mais efetivo no controle de gramíneas (*Echinochloa crusgalli*) do que plantas daninhas de folha larga (*Ambrosia artemisiifolia* e *Amaranthus retroflexus*).

COSTA et al. (1991), trabalhando com os herbicidas alachlor e atrazine aplicados em pós-emergência, observaram que o atrazine quando em mistura com o alachlor apresentou o controle de maior eficiência para *Brachiaria plantaginea*, enquanto, que isolado ou com espalhante adesivo ofereceu controle de 10 a 30%.

VICENTE (1997) estudando o controle de plantas daninhas na cultura do milho com herbicidas pré-emergentes verificou que atrazine + isoxaflutole, atrazine + metholachlor controlaram, eficazmente, plantas de *Brachiaria plantaginea*, *Sida rhombifolia*, *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla*.

⁽²⁾ PETERSEN et al. citados por FELSOT & DZANTOR, 1995.

A influência da absorção foliar e radicular da atrazina, aplicada em pós-emergência, no controle de plantas de *Brachiaria plantaginea* foi estudada por FARIAS et al. (1997) que concluíram que em solos arenosos e argilosos que visavam somente a absorção via foliar apresentaram um controle de 85% e 83%. Nos tratamentos onde ocorreu apenas absorção via radicular o controle foi de 99% e onde não foi utilizada irrigação o controle reduziu-se para 7,5% em solo arenoso e 43% para solo argiloso.

LACA-BUENDIA; FERREIRA (1995) encontraram um controle de 90% para plantas de *Brachiaria plantaginea* quando foi utilizado o Atrazine SC na dose de 3 kg.ha⁻¹ e para os demais herbicidas estudados um índice superior a 85% foi obtido (Atrazine GrDA, Terbutyzaline SC e Atrazine SC). KARAM, SILVA; ARCHÂNGELO (1995) relataram controle de 74% para plantas de *Brachiaria plantaginea* pelo herbicida atrazine, na cultura do milho.

A mistura dos herbicidas alachlor + atrazine (1,2 e 1,3 kg.ha⁻¹), quando aplicada em pré-emergência, propiciou o melhor controle das plantas daninhas reduzindo de 385,2 plantas por m² para 36,8 plantas por m². O controle de plantas de *Brachiaria plantaginea* foi de 77% 30 dias após a emergência (WELLINGTON et al., 1984)

Foram conduzidos experimentos em 4 solos tendo 4,8; 7,0; 11,9 e 17% de matéria orgânica, por PAROCHETTI (1973), com o objetivo de verificar a influência da matéria orgânica sobre a atividade dos herbicidas alachlor (1,7; 2,4 e 4,4 kg.ha⁻¹) e atrazine (2,6 e 4,4 kg.ha⁻¹) aplicados em pré-emergência. O resultado obtido no controle da gramínea *Setaria viridis*

foi superior a 75% para os diferentes níveis de matéria orgânica. O controle foi estatisticamente menor para o herbicida atrazine, exceto para solos com 7% de matéria orgânica indiferentemente às doses de 2,6 ou 4,4 kg.ha⁻¹.

Para a identificação do tipo de aplicação e o herbicida de maior eficiência para o controle de *Euphorbia heterophylla* O'MAKINWA; AKINYEMIJU (1990) realizaram experimento com três herbicidas e uma mistura em duas doses. Foi observado que herbicidas aplicados em pré-emergência foram mais efetivos no controle do que aqueles aplicados em pós-emergência. A mistura metobromurom mais metolachlor e o herbicida cianazine suprimiram esta planta daninha quando aplicado em dose de 2,5 kg.ha⁻¹, enquanto o alachlor nas doses de 2,5 e 5,0 kg.ha⁻¹ aplicado em pré ou pós-emergência não apresentaram taxas de controle aceitáveis.

Os fatores relacionados às plantas podem ser metabólicos, fisiológicos, anatômicos e morfológicos e os agrônômicos são climáticos, edáficos, de posicionamento e físicos (DEUBER, 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, no Setor de Ciências Agrárias, em Curitiba, PR. Dados sobre a variação de temperatura, a cada 4 dias, no período de 01 de dezembro de 1996 a 31 de janeiro de 1997, encontram-se no apêndice 1.

3.1 PROCEDÊNCIA E CARACTERÍSTICAS DO SOLO

O solo utilizado, classificado como um Latossolo Vermelho-Amarelo álico de textura argilosa (BIGARELLA; SALAMUNI; JADER, 1961), cujas características físicas estão descritas no apêndice 2 e as químicas na tabela 1, para o experimento foi coletado no Centro de Estações Experimentais - Estação Experimental do Canguiri (CEEx- E. E. Canguiri), pertencente ao Setor de Ciências Agrárias (SCA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no Município de Pinhais, Região Metropolitana de Curitiba, PR, entre as

coordenadas 25° 25' de latitude sul e 49°08' de longitude oeste e com altitude entre as cotas 915 e 930 m.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Tabela 1 - Características químicas do solo procedente da Estação Experimental do Canguiri, SCA-UFPR, Pinhais, PR. 1996/1997.

PH	H+Al	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	T	P	C	V	N
CaCl ₂									total
	cmol _c .dm ³				ppm	g.dm ³	%	g.kg ⁻¹
5,5	4,9	15,4	9,8	0,62	20,9	31,0	38,8	76,6	2,2

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos, em número de 16, representam o arranjo fatorial de quatro doses de lodo de esgoto (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) e quatro tipos de controle com herbicidas (ausência de herbicida, alachlor + atrazine, alachlor e atrazine).

A descrição dos tratamentos são apresentados a tabela 2. As unidades experimentais consistiram em caixas de madeira de 0,25 m x 0,40 m x 0,15 m.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados com as respectivas doses de lodo de esgoto e tipos de controle, SCA-UFPR, Curitiba, PR, 1996/1997.

TRAT.	HERBICIDAS	DOSES DE LODO
T ₁	SEM HERBICIDA.....	0 t.ha ⁻¹
T ₂	SEM HERBICIDA.....	3 t.ha ⁻¹
T ₃	SEM HERBICIDA.....	6 t.ha ⁻¹
T ₄	SEM HERBICIDA.....	12 t.ha ⁻¹
T ₅	ALACHLOR + ATRAZINE.....	0 t.ha ⁻¹
T ₆	ALACHLOR + ATRAZINE.....	3 t.ha ⁻¹
T ₇	ALACHLOR + ATRAZINE.....	6 t.ha ⁻¹
T ₈	ALACHLOR + ATRAZINE.....	12 t.ha ⁻¹
T ₉	ALACHLOR.....	0 t.ha ⁻¹
T ₁₀	ALACHLOR.....	3 t.ha ⁻¹
T ₁₁	ALACHLOR.....	6 t.ha ⁻¹
T ₁₂	ALACHLOR.....	12 t.ha ⁻¹
T ₁₃	ATRAZINE.....	0 t.ha ⁻¹
T ₁₄	ATRAZINE.....	3 t.ha ⁻¹
T ₁₅	ATRAZINE.....	6 t.ha ⁻¹
T ₁₆	ATRAZINE.....	12 t.ha ⁻¹

ALACHLOR..... 7,0 L.ha⁻¹... 3,36⁽³⁾ kg (i.a.).ha⁻¹

ATRAZINE..... 6,0 L.ha⁻¹...3,00 kg (i.a.).ha⁻¹

ALACHLOR+ATRAZINE 8,0 L.ha⁻¹... 2,40 + 1,44 kg (i.a.).ha⁻¹

⁽³⁾ kg(i.a).ha⁻¹ - quilograma de ingrediente ativo por hectare

3.3 HERBICIDAS UTILIZADOS⁽⁴⁾

3.3.1 ALACHLOR

Formulação comercial utilizada: Laço CE.

Nome químico: 2-cloro-2',6'-dietil-N-(metoximetil)acetanilida.

Características principais: foi utilizada a formulação concentrado emulsionável, 480 g.L⁻¹. A solubilidade em água é de 242 ppm a 25 °C e a pressão de vapor é de $2,2 \times 10^{-5}$ mmHg a 25 °C. É um herbicida de translocação apo-simplástica, pertencente ao grupo dos inibidores do crescimento, controlando plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas (apêndice 8), sendo absorvido pelo coleoptilo das gramíneas e epicótilo das dicotiledôneas, durante o seu trajeto pela zona do solo onde se encontra o produto. A absorção radicular é reduzida. Indicado em pré emergência das plantas daninhas, no prazo máximo de três dias depois da última gradagem. É recomendado para as culturas de algodão, amendoim, café, cana-de-açúcar, girassol, milho e soja. A sua persistência média no solo às doses recomendadas é de seis a 10 semanas, dependendo da dose aplicada, teor de matéria orgânica do solo e condições climáticas, rapidamente metabolizado pela perda do átomo de cloro, seguida da ruptura dos derivados de anilina. É adsorvido pelos colóides do solo, sendo pouco lixiviável, as perdas por fotodecomposição e/ou volatilização são insignificantes. Sendo degradado

⁽⁴⁾ As citações de nomes ou marcas comerciais de herbicidas neste trabalho, não implicam em qualquer preferência, apenas e unicamente na sua propriedade de conter os ingredientes ativos aqui testados

principalmente pela ação microbiana. A DL_{50} oral aguda, para ratos, é de 930 mg (i.a.). kg^{-1} de peso vivo (RODRIGUES; ALMEIDA, 1995).

3.3.2 ATRAZINE

Formulação comercial utilizada: Gesaprim 500.

Nome químico: 2-cloro-4(etilamino)-6-(isopropilamino)-s-triazina.

Características principais: Foi utilizada na formulação suspensão concentradas 500 $g.L^{-1}$. A solubilidade em água é de 33 ppm a 20 °C, e a pressão de vapor é de $3,0 \times 10^{-7}$ mm Hg a 20 °C. É um herbicida aplicado em pré-emergência ou pós-emergência das plantas daninhas (apêndice 8), de translocação acrópeta, acumulando-se nos cloroplastos e meristemas apicais e das folhas, pertencente ao grupo dos inibidores da fotossíntese, impede a reação de Hill e bloqueio de alguns processos metabólicos. A absorção se dá essencialmente via raiz e moderadamente foliar. É recomendado para as culturas de abacaxi, bananeira, cacau, café, cana-de-açúcar, chá, citros, macieira, mangueira, milho pecã, pessegueiro, pimenta do reino, roseira, seringueira e sorgo. Adsorvido pelos colóides da argila e matéria orgânica e tanto mais quanto maior o seu teor no solo, sendo pouco lixiviado, degradação essencialmente microbiana mas, também química e física, sensível a fotodecomposição. A persistência média nos solos às doses recomendadas é de cinco a sete meses nas condições climáticas tropicais e subtropicais, a atrazina é metabolizada a hidroxiatrazina e aminoácidos; ruptura do anel heterocíclico da hidroxiatrazina, dealquilação da cadeia

lateral e hidrólise do grupo amino. A DL_{50} para ratos na formulação 800 $g.kg^{-1}$ é de 5100 $mg(i.a.).kg^{-1}$, e para a formulação 500 $g.L^{-1}$ é de 3750 $mg(i.a.).kg^{-1}$ de peso vivo (RODRIGUES; ALMEIDA, 1995).

3.3.3 ALACHLOR + ATRAZINE

Formulação comercial utilizada: Boxer.

Características principais: A formulação a ser utilizada é suspensão concentrada, contendo alachlor 300 $g.L^{-1}$ + atrazine 180 $g.L^{-1}$. Aplicado em pré emergência das plantas daninhas, aplica-se logo a seguir a semeadura ou plantio da cultura. Indicado para o controle de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas (apêndice 8). Recomendado para as culturas de café, milho e cana-de-açúcar. DL_{50} oral aguda para ratos é de 2700 $mg(i.a.).kg^{-1}$ (RODRIGUES; ALMEIDA, 1995).

3.4 PROCEDÊNCIA E CARACTERÍSTICAS DO LODO

O lodo de esgoto, aeróbio e calado, proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto - Belém, Curitiba, PR, foi coletado em diferentes pontos com auxílio de pá e homogeneizado. A amostra homogeneizada foi armazenada em câmara fria, em saco plástico vedado. As características químicas do lodo de esgoto encontram-se apresentadas na tabela 3.

Todas as análises foram realizadas pelo Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR).

Tabela 3 - Características químicas do lodo de esgoto proveniente da ETE-Belém, SANEPAR, Curitiba, PR. 1996/1997.

DETERMINAÇÕES	TEORES
Cádmio (Cd).....	9 mg.kg ⁻¹
Cromo (Cr).....	30 mg.kg ⁻¹
Zinco (Zn).....	500 mg.kg ⁻¹
Chumbo (Pb).....	49 mg.kg ⁻¹
Cobre (Cu).....	140 mg.kg ⁻¹
Níquel (Ni).....	40 mg.kg ⁻¹
Mercúrio (Hg).....	1,8 mg.kg ⁻¹
Nitrogênio total (N).....	2,51%
Fósforo (P ₂ O ₅).....	0,65%
Potássio (k ₂ O).....	0,23%
Cálcio (Ca).....	13,1%
Magnésio (Mg).....	7,1%
pH.....	11,3
Umidade (110 ± 5°C).....	1,05%
Cinzas (550 ± 5°C).....	63,00%
Fósforo total (P ₂ O ₅).....	2,15%
Matéria orgânica total.....	36,00%
Carbono orgânico total.....	20,00%
Relação C/N (carbono total/nitrogênio total).....	8:1

3.5 PREPARO DO SUBSTRATO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para o preparo do substrato foi realizado o preparo da área de onde retirou-se o solo. Este trabalho inicial consistiu em uma aração e duas gradagens da área total em uma profundidade média de 20 cm. Para reduzir o número de torrões presentes, na área, foi passada a enxada rotativa, obtendo-se um material friável e homogêneo.

3.5.1 Coleta e preparo do substrato

Foi delimitada uma área de 100 m² (10 x 10 m), da qual foi retirado o solo e peneirado em peneiras com malha de 5 mm, sobre lonas plásticas. A profundidade de coleta foi de aproximadamente 20 cm. O solo peneirado ou substrato foi condicionado em sacos de 50 kg que foram transportados para o SCA. Este material coletado foi depositado sobre uma lona plástica, de forma que cada saco compusesse uma camada sobre a lona. Utilizando-se pás realizou-se a mistura destas camadas visando nova homogeneização.

As caixas de madeira, que compuseram as unidades experimentais, foram dispostas em torno do substrato, de forma aleatória, e preenchidas utilizando-se um volume conhecido. A seguir foram dispostas em grupos de dezesseis e identificadas para os diferentes tratamentos de controle. Foi efetuada uma amostra composta, do solo homogeneizado, para a realização da análise de solo.

3.5.2 Adição do lodo de esgoto e das sementes ao substrato

Após o preenchimento das unidades experimentais com o substrato, foi realizada a adição das diferentes doses de lodo.

A mistura do lodo de esgoto, para a dose 3 t.ha^{-1} foi realizada em uma única etapa para todos os tratamentos herbicidas (ausência de herbicida, alachlor, alachlor + atrazine e atrazine), optou-se por este procedimento devido a dificuldade de manusear pequenas quantidades de lodo de esgoto. Cada tratamento herbicida era composto por quatro unidades experimentais que representavam as repetições. Assim, os quatro tratamentos controle com herbicidas e, cada um destes, com quatro repetições compuseram um total de 16 unidades experimentais ao todo. Destas unidades foi retirado um volume parcial conhecido e igual de substrato. Estas 16 parcelas retiradas das unidades experimentais foram misturadas compondo um único volume. A este volume total foi misturado, manualmente, o lodo de esgoto previamente pesado.

Em seguida foi passado através do quarteador tipo “ Jones” (figura 1) obtendo-se o material homogeneizado. Para retornar este volume para as unidades experimentais fez-se necessário dividir o volume total em 16 partes, novamente. Para dividir o substrato com lodo, utilizando-se o quarteador de solos, este volume total foi dividido em duas partes. A seguir, com o auxílio de uma balança, foi verificado o peso de cada parte obtida pela divisão. Este procedimento foi repetido até que fossem obtidas 16 partes iguais, correspondente as 16 parcelas retiradas das unidades experimentais, estas

parcelas contendo o lodo de esgoto foi devolvido às unidades experimentais aleatoriamente.

Após a adição da mistura, substrato mais lodo, cada unidade experimental foi homogeneizada manualmente. Este procedimento, mistura do lodo ao solo, foi repetido para os tratamentos que receberam as doses 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto. O procedimento utilizado pode ser verificado na figura 2.

Em seguida, sobre a lona plástica foi colocado o quarteador tipo “Jones” e o conteúdo de cada unidade experimental foi passada através deste, sendo então retirada uma amostra de volume igual e conhecido para obtenção de uma amostra composta do solo com o lodo para cada dose utilizada.

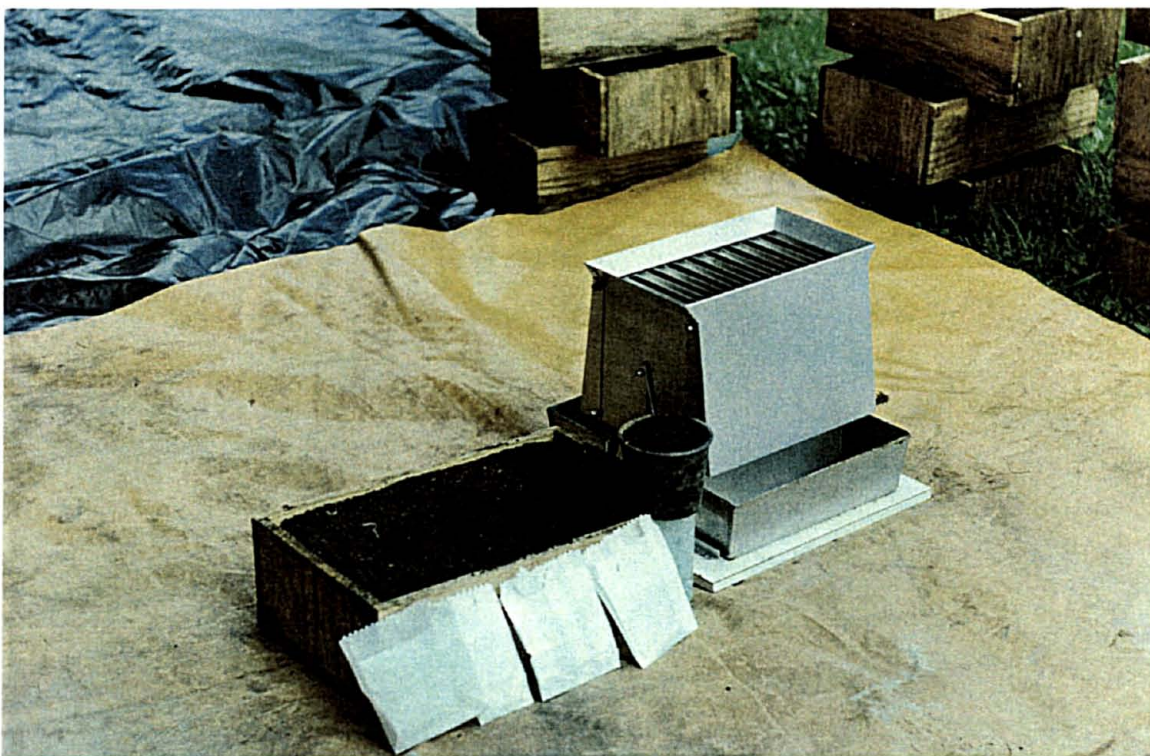
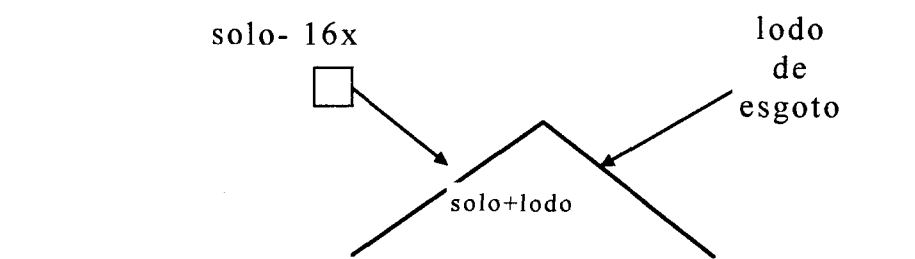


Figura 1 Quarteador tipo “Jones” utilizado para divisão e composição do substrato

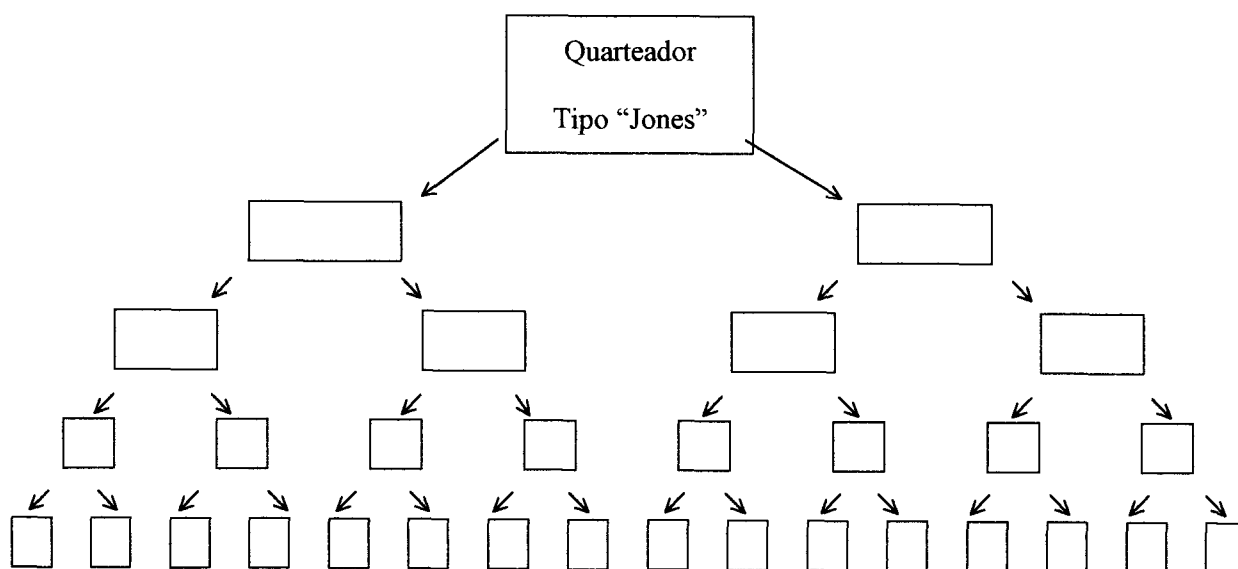
Fase 1. Retirada do solo das unidades experimentais para cada dose estudada, sendo 4 unidades referentes a cada tratamento controle.



Fase 2. Mistura do lodo de esgoto, nas doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ ao substrato



Fase 3. Homogeneização do solo mais lodo e divisão em 16 parcelas.



Fase 4. Reposição das parcelas retiradas às unidades experimentais.



Figura 2. Procedimento realizado para mistura de cada dose de lodo de esgoto ao solo.

Os resultados das análises do substrato com lodo de esgoto, para as características químicas encontram-se descritas na tabela 4 e as características físicas estão descritas no apêndice 3.

Tabela 4 - Características químicas do substrato após a mistura de lodo de esgoto nas doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

dose	pH	H+Al	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	T	P	C	V	N
	CaCl ₂									total
t.ha ⁻¹		cmolc.dm ⁻³				mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³	%	g.kg ⁻¹
3,0	5,7	4,6	16,1	10,1	0,6	21,3	30,0	0,38	78,4	0,22
6,0	5,8	4,6	15,6	9,8	0,6	20,8	30,0	0,36	77,9	0,25
12,0	5,8	4,6	16,6	10,3	0,6	21,8	31,0	0,38	78,9	0,25

O enriquecimento do substrato foi realizado adicionando-se 200 sementes, em cada unidade experimental, de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla*. Os lotes destas espécies foram, previamente, homogeneizados e submetidos ao processo de limpeza para retirada de impurezas. Deste lote homogeneizado e sem impurezas foram contadas 200 sementes de cada espécie e armazenadas em pacotes de papel. A adição das sementes foi realizada após a adição do lodo ao substrato. Este procedimento consistiu em depositar as sementes contadas sobre cada unidade experimental

e em seguida, utilizando-se novamente o quarteador tipo “Jones”, cada unidade experimental foi passada através do quarteador de solo. Sendo este procedimento repetido duas vezes. Todo trabalho foi conduzido sobre uma lona plástica evitando-se assim a contaminação do substrato preparado com possíveis sementes sobre o solo. A seguir o material que estava sobre a lona foi movimentado no sentido transversal duas vezes e no sentido longitudinal uma vez.

Para a reposição da mistura nas unidades experimentais, após a homogeneização sobre a lona, a mistura foi passada uma terceira e última vez através do quarteador. Tão logo as formas iam sendo preenchidas, a mistura era depositada nas unidades experimentais.

3.5.3 Aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine

Após a adição de lodo e das sementes de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla*, as unidades experimentais foram separadas para a aplicação dos herbicidas. Foram utilizados alachlor na dose 3,36 kg (i.a).ha⁻¹, atrazine 3,0 kg (i.a).ha⁻¹ e alachlor 2,40 kg (i.a).ha⁻¹ + Atrazine 1,44 kg(i.a).ha⁻¹. A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal a pressão de 40 lb.pol⁻², volume de calda de 300 L.ha⁻¹, barra com dois bicos tipo leque XR 110.03 VS.

3.5.4 Manutenção da umidade das unidades experimentais

Após a aplicação dos herbicidas todas as unidades experimentais foram irrigadas. A manutenção da umidade das unidades experimentais foi realizada irrigando-se um volume de 30mm de água a cada 4 dias. Este volume foi medido utilizando-se um pluviômetro.

3.6 METODOLOGIA UTILIZADA PARA COLETA DOS DADOS.

Os dados coletados consistiram na contagem das populações de plantas daninhas. As de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* individualmente e a das demais plantas provenientes do banco de sementes do solo em conjunto. As plantas daninhas foram identificadas segundo LORENZI, 1982. Foram realizadas avaliações aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA), em um total de quatro.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos a análise de variância. As variâncias foram avaliadas pelo Teste de Bartlett quanto a homogeneidade. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram os tratamentos avaliados por meio do Teste de F. Quando os resultados revelaram significância ao

nível de 5% de probabilidade as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey no mesmo nível. Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico MSTAT-C, versão 2.11.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de germinação para as sementes, adicionadas ao substrato, de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* foi de 22 e 51%. Não foi verificada a presença de sementes viáveis no lodo de esgoto em ensaios preliminares com o lodo de esgoto

Os resultados das análises de variância obtidos para a variável população de *Brachiaria plantaginea* são apresentados no apêndice 4. O teste de homogeneidade das variâncias dos tratamentos indicou que não houve necessidade de transformação de dados.

Observa-se, pelo apêndice 4, que para todas as épocas avaliadas, os fatores dose de lodo e controle não são independentes, pois sua interação foi significativa ($p < 0,01$). Os fatores principais dose de lodo e controle com herbicidas também, apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Nas tabelas 5, 6, 7 e 8, estão apresentados os resultados da comparação das médias dos tratamentos do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidades, respectivamente, para 15, 30, 45 e 60 DAA. Observa-se pela

tabela 5 que na ausência de herbicidas as doses 3 e 6 t.ha⁻¹ de lodo apresentaram as maiores populações de plantas.

Estes resultados mostram que nas dosagens 3 e 6 t.ha⁻¹ a adição de lodo de esgoto influenciou a expressão do banco de sementes de *Brachiaria plantaginea*. A ação do lodo de esgoto sobre a germinação das sementes e expressão do banco de sementes pode ser direta ou indireta.

Tabela 5 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Brachiaria plantaginea*, por m², aos 15 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	820,0 B b	936,2 A a	865,0 AB b	800,0 B a	855,3
Alachlor + Atrazine	22,5 A c	22,5 A b	27,5 A c	52,5 A b	31,2
Alachlor Atrazine	22,5 A c	17,5 A b	20,0 A c	27,5 A b	21,9
Atrazine	965,0 AB a	887,5 B a	1002,5 A a	780,0 C a	908,8
MÉDIA	457,5	465,9	478,8	415,0	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Assim, o lodo de esgoto da ETE-Belém pode conter substâncias, em quantidade suficiente, que estimulam a germinação ao entrarem em contato com sementes desta espécie, as quais, segundo LYNCH (1986) podem ser modificadas pelos processos naturais presentes no solo, resultando em substâncias promotoras da germinação.

Entre as diferentes substâncias promotoras da germinação estão os nitratos e os nitritos, sendo que o nitrogênio é considerado o principal componente do lodo de esgoto o qual pode estar na forma oxidada de nitrato ou nitrito (WEBBER; SHAMESS, 1984; SANTOS; 1979; STRAUB, 1989; BONNET, 1995). Assim, a adição do lodo de esgoto ao solo, com quantidades suficientes de nitritos e nitratos, ao entrar em contato com as sementes de *Brachiaria plantaginea* poderiam quebrar a dormência destas, estimulando a germinação e influenciando a expressão do banco de sementes. No presente trabalho o teor de N-total foi de 2,51% (tabela 3) e representa muito pouco considerando que menos de 1% de N-total está na forma oxidada de nitrito e nitrato segundo SEDLAK (1991). CANZIANI et al. (1997) cita que apenas 1,25% do N-total estaria disponível para as plantas no primeiro ano sugerindo que os teores de compostos nitrogenados promotores da germinação presentes no solo, possivelmente, seriam insuficientes para quebrar a dormência das sementes.

Apesar da pequena quantidade presente no lodo destes compostos nitrogenados, a transformação do N-orgânico, após a adição do lodo de esgoto ao solo, poderia ocorrer pelo processo de nitrificação (BREMNER, 1965; MALAVOLTA, 1981; LYNCH, 1986, SIQUEIRA; FRANCO, 1988). Este

processo é dependente das condições do solo como aeração, temperatura, umidade, pH, fertilizantes e relação C/N. Nas condições de desenvolvimento deste experimento foram verificadas temperaturas que variaram, no período de 0 a 30 dias, de 20 °C a 44 °C e a temperatura ambiente máxima esteve sempre acima do limite superior ideal para nitrificação de 32,2 °C (BRADY, 1983). Acima deste valor ocorre redução no processo de nitrificação que cessa completamente ao atingir 51,7 °C (BRADY, 1983). ANDRÉ et al., (1993) sugeriram a presença de um inibidor da nitrificação ao observarem, aos 30 dias, que os teores de nitrato no tratamento testemunha era superior aos dos tratamentos que receberam lodo de esgoto. Provavelmente a transformação de N-orgânico para nitrato ou nitrito tenha sido insignificante portanto, a maior expressão do banco de sementes de *Brachiaria plantaginea* se deve, provavelmente, a outros fatores que não a presença de compostos como nitrato ou nitrito.

O etileno pode, em pequenas quantidades, estimular a germinação de uma variedade de sementes, sendo encontrado no solo em quantidades variáveis. O teor de etileno no solo é favorecido pelas altas temperaturas, pelo teor de matéria orgânica e pela baixa concentração de oxigênio (EGLEY, 1986). Nas condições de desenvolvimento deste trabalho as altas temperaturas verificadas, a manutenção do teor de umidade do solo e o estímulo da biomassa edáfica promoveriam maior consumo de oxigênio e liberação de gás carbônico devido a adição do lodo de esgoto, seriam favoráveis ao aumento do teor de etileno no solo.

VOLL; GAZZIERO; KARAM (1995) citam que o estímulo da biomassa edáfica do solo, principalmente de microrganismos consumidores de celulose e hemicelulose, poderia resultar na escarificação do tegumento das sementes de forma semelhante ao ácido sulfúrico. A adição de lodo de esgoto poderia promover o estímulo da população microbiana. Foi sugerido por FREITAS; CARVALHO; ALVARENGA, (1990) que sementes de *Brachiaria plantaginea* apresentaram dormência devido a impermeabilidade do tegumento e que a germinação ocorreria após sofrerem escarificação no solo aliado às altas temperaturas.

A escarificação dos tegumentos de sementes de *Brachiaria plantaginea* pelo aumento da população ou atividade dos microrganismos do solo e do teor de etileno no solo poderiam ter influenciado a expressão do seu banco de sementes.

Quando considerados os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine (tabela 5), o teste revelou não existirem diferenças estatisticamente significantes na população de *Brachiaria plantaginea* entre as dosagens de lodo de esgoto testadas.

Em geral, a adsorção de herbicidas no solo pode ser aumentada significativamente por eventuais pequenos acréscimos no conteúdo de matéria orgânica dos solos (ANDERSON, 1983). Para os herbicidas alachlor e atrazine a correlação entre a adsorção e o teor de matéria orgânica tem sido amplamente relatado (SETHI; CHOPRA, 1975; PETER; WEBER, 1985; REINHARDT; NEL, 1989; BLUMHORST; WEBER; SWAIN, 1990; MARTIN NETO et al., 1994; WALKER; BLACKLOW, 1994; SONON; SCHWAB, 1995).

Porém, os resultados aqui obtidos mostraram que o acréscimo de matéria orgânica pela adição de lodo de esgoto não influenciou a eficácia biológica dos herbicidas alachlor e alachlor + atrazine. Resultados semelhantes foram relatados por PAROCHETTI (1973), que não verificou influência na atividade dos herbicidas alachlor e atrazine em solos com teor de matéria orgânica variando de 4,8% a 17%. Já SONON; SCHWAB (1995) não verificaram correlação entre teor de matéria orgânica e adsorção para o herbicida atrazine.

Entre as diferentes substâncias componentes da matéria orgânica estão os compostos húmicos que apresentam maior grau de adsorção em relação aos demais compostos (DUNIGAN; McINTOSH, 1971). SENESI et al. (1994) relataram diferenças na estrutura química e funcional entre a matéria orgânica do lodo e do solo e que apresentam comportamentos diferenciados em relação a adsorção, isto poderia explicar os resultados aqui obtidos onde a adição de lodo de esgoto não influenciou a eficácia biológica dos herbicidas alachlor e alachlor + atrazine.

Para o herbicida atrazine a ausência de lodo e a dose de 6 t.ha^{-1} foram as que apresentaram maiores populações de plantas. As diferenças estatísticas encontradas para as doses de lodo testadas poderiam ser atribuídas à competição interespecífica entre as plantas do que propriamente à adição do lodo de esgoto

Quando comparados os herbicidas testados, dentro das doses, verificou-se que as menores populações encontradas foram para os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine, que não diferiram estatisticamente, para todas

as doses estudadas. Apesar do herbicida atrazine ser recomendado para o controle de plantas de *Brachiaria plantaginea* (apêndice 11), observa-se que as populações foram numericamente semelhantes ao tratamento sem lodo de esgoto e sem herbicida (tabela 5). Onde conclui-se que o herbicida não foi eficaz no controle desta espécie.

Estes resultados estão de acordo com WELLINGTON et al. (1984) que relataram maior controle para plantas de *Brachiaria plantaginea* quando os herbicidas alachlor e atrazine foram aplicados em mistura.

LACA-BUENDIA; FERREIRA (1995) verificaram um controle de 90% para plantas de *Brachiaria plantaginea* quando utilizaram o Atrazine-SC em pré-emergência. Estes resultados divergem dos obtidos neste trabalho, no qual não se verificou o controle por parte do herbicida atrazine.

Em estudos realizados para investigar a interferência de diferentes densidades populacionais de *Brachiaria plantaginea*, FLECK (1995) constatou redução de 12 a 82% na cultura da soja quando as densidades populacionais variaram de 70 a 780 plantas por m²; BLANCO; OLIVEIRA (1976) relataram perdas de até 94% para a cultura do algodão quando plantas desta espécie estiveram presentes durante o ciclo da cultura. Para densidades de 20, 40 e 60 plantas por m² competindo com a cultura do feijoeiro CARVALHO (1980) não verificou diferenças no efeito competitivo para os períodos amostrados.

O grau de interferência das plantas daninhas depende de características da lavoura, das plantas daninhas, das condições ambientais e do período de convivência (PITELLI, 1985; DOLL, 1994; DEUBER, 1992). É

possível que em condições de campo o controle obtido com os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine não seja suficiente para prevenir perdas de produtividade pela interferência causada por plantas de *Brachiaria plantaginea* remanescentes.

Tabela 6 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Brachiaria plantaginea*, por m², aos 30 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	820,0 B a	1030,0 A a	1105,0 A a	1087,0 A a	1010,5
Alachlor + Atrazine	37,5 A b	37,5 A b	35,0 A c	112,5 A c	55,6
Alachlor	30,0 A b	20,0 A b	32,5 A c	50,0 A c	33,1
Atrazine	842,5 BC a	1052,5 A a	960,0 AB b	815,0 C b	917,5
MÉDIA	432,5	535,0	533,2	516,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se pelas tabelas 6, 7 e 8 que, na ausência de herbicidas, os tratamentos que receberam lodo apresentaram populações de plantas de *Brachiaria plantaginea* maior e estatisticamente diferentes do tratamento sem

lodo. As considerações para os resultados obtidos aos 15 DAA, podem ser ampliadas para os resultados obtidos aos 30, 45 e 60 DAA. Estes resultados mostram que na primeira avaliação a diferença estatística para a maior dosagem utilizada deveu-se provavelmente aos diferentes fluxos de emergência que ocorrem no tempo.

Quando considerados os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine, o teste revelou não existir diferenças estatisticamente significantes nas populações de *Brachiaria plantaginea* para as doses testadas.

Para o herbicida atrazine as dosagens 3 e 6 t.ha⁻¹ de lodo apresentaram as maiores populações de plantas.

Na comparação dentro das doses de lodo, os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine não foram estatisticamente diferentes para todas elas, apresentando sempre as menores populações de plantas. As considerações feitas aos 15 DAA para os resultados obtidos aos 30 DAA são as mesmas.

Observa-se pela tabela 7 que, na ausência de herbicidas, as populações de *Brachiaria plantaginea* não diferiram para as diferentes doses de lodo estudadas e foram superiores ao nível sem lodo.

Os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine não diferiram estatisticamente para todas as doses de lodo estudadas.

Tabela 7 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Brachiaria plantaginea*, por m², aos 45 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	847,5B a	1145,0A a	1140,0A a	1180,0A a	1078,1
Alachlor + Atrazine	55,0A b	57,5A b	50,0A c	92,5A c	63,8
Alachlor	45,0A b	22,5A b	47,5A c	45,0A c	40,0
Atrazine	872,5C a	1127,5A a	997,5B b	810,0C b	917,5
MÉDIA	455,0	588,2	558,8	531,9	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o herbicida atrazine a maior população de *Brachiaria plantaginea* foi verificada na dosagem de 3 t.ha⁻¹.

Para os tratamentos de controle com herbicidas estudados dentro das doses de lodo, os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine não diferiram estatisticamente entre si para nenhuma dosagem testada e apresentaram as menores populações de *Brachiaria plantaginea*.

Pode-se verificar que os resultados obtidos aos 30 DAA foram semelhantes aos verificados para os 45 DAA.

Observa-se na tabela 8 que, na avaliação feita aos 60 DAA, na ausência de herbicidas os tratamentos que receberam lodo de esgoto apresentaram as maiores populações de plantas de *Brachiaria plantaginea* e não diferiram estatisticamente para as doses de lodo de esgoto estudadas, sendo superiores ao nível sem lodo.

Tabela 8 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Brachiaria plantaginea*, por m², aos 60 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	857,5 B b	1145,0 A a	1137,5 A a	1187,5 A a	1081,9
Alachlor + Atrazine	55,0 A c	62,5 A b	57,5 A c	107,5 A c	55,6
Alachlor	42,5 A c	20,0 A b	42,5 A c	52,5 A c	39,4
Atrazine	1005,0 B a	1162,5 A a	1032,5 AB b	842,5 C b	917,5
MÉDIA	490,0	597,5	567,5	547,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine, não diferiram estatisticamente para as diferentes doses estudadas e apresentaram as menores populações de plantas. Para o herbicida atrazine os níveis de 3 e 6 t.ha⁻¹ de lodo não diferiram estatisticamente quanto às populações de *Brachiaria plantaginea* e apresentaram os maiores números de plantas.

Dentro das doses de lodo de esgoto estudadas, o teste de Tukey mostrou que os herbicidas alachlor e alachlor + atrazine não diferiram estatisticamente entre si, em todas as doses, e apresentaram as menores populações de *Brachiaria plantaginea*. Pode-se verificar que os resultados obtidos aos 45 DAA foram semelhantes aos verificados para os 60 DAA.

O comportamento das populações de *Brachiaria plantaginea* para os diferentes tratamentos, nas épocas avaliadas, pode ser observado na figura 3.

Pode-se observar na figura 3, para as dosagens 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, que na ausência de herbicidas, houve aumento significativo das populações de *Brachiaria plantaginea* a partir dos 30 DAA, para todas as dosagens testadas. O lodo de esgoto influenciou a expressão do banco de sementes de *Brachiaria plantaginea*. Nos tratamentos que receberam os herbicidas alachlor + atrazine e alachlor verificou-se o maior controle de *Brachiaria plantaginea* independente das doses de lodo e da época avaliada.

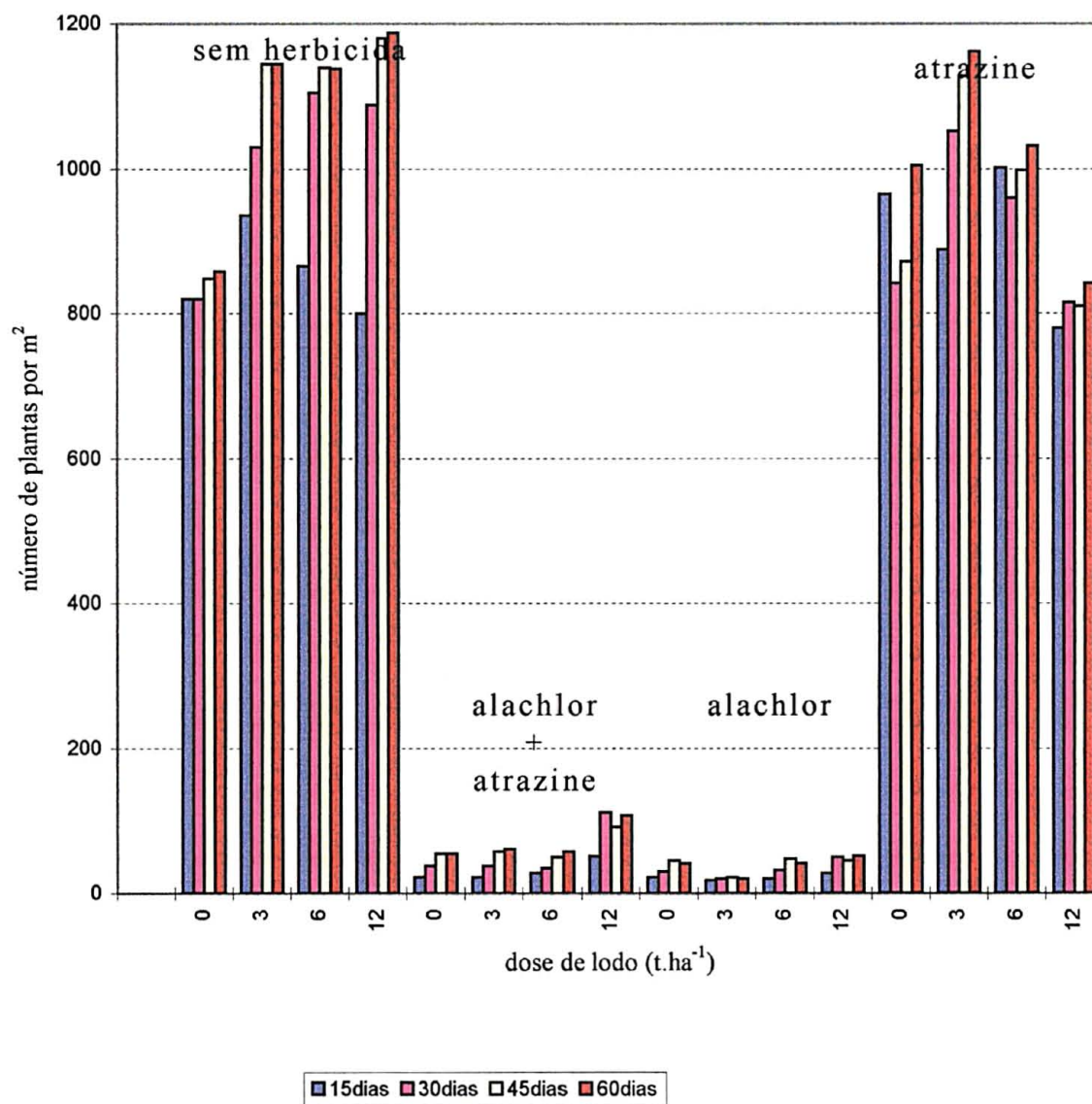


Figura 3 - Quantificação das populações de *Brachiaria plantaginea* nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

Quando comparados os pesos médios da matéria seca (apêndice 8) observa-se que o controle desta espécie é resultante da ação do herbicida alachlor e a redução da quantidade do ingrediente ativo (tabela 2) em mistura apresentou controle inferior ao obtido quando o herbicida é utilizado isolado.

O herbicida atrazine não foi eficaz no controle desta espécie independentemente da dosagem utilizada e da época avaliada.

Considerando o peso da matéria seca (apêndice 8), aos 60 DAA, comparando-se os tratamentos que receberam o herbicida atrazine com os tratamentos sem herbicida, observa-se pelo apêndice 8 que a maior produção de matéria seca ocorreu nos tratamentos que receberam o herbicida. O controle de outras espécies presentes no banco de sementes pelo herbicida poderiam ter favorecido o desenvolvimento das plantas de *Brachiaria plantaginea*.

Os resultados das análises de variância obtidos para a variável população de *Euphorbia heterophylla* são apresentados no apêndice 5.

Observa-se no apêndice 5, para a avaliação realizada aos 15 DAA, que os fatores dose de lodo e controle foram independentes, pois sua interação foi não significativa ($p > 0,01$). Apenas o fator controle com herbicidas, para plantas de *Euphorbia heterophylla*, apresentou diferenças estatisticamente significativas.

O teste de Bartlett revelou não haver necessidade de transformação para nenhuma variável. Os resultados da comparação das médias dos tratamentos por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidades constam nas tabelas 9, 10, 11 e 12, respectivamente para 15, 30, 45 e 60 DAA.

Tabela 9 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Euphorbia heterophylla*, por m², aos 15 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	1080,0	947,5	1182,5	987,5	1049,4 a
Alachlor + Atrazine	127,5	75,0	70,0	102,5	93,8 c
Alachlor	895,0	717,5	800,0	867,5	820,0 b
Atrazine	197,5	235,0	157,5	147,5	184,4 c
MÉDIA	575,0A	493,8A	552,5A	526,2A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A adição de lodo de esgoto não influenciou a expressão do banco de sementes de *Euphorbia heterophylla* (tabela 9). Estes resultados concordam com KISSMAN; GROTH (1991), que relataram pronta viabilidade, portanto ausência de dormência, para sementes de *Euphorbia heterophylla* para as condições brasileiras.

A adição de diferentes doses de lodo de esgoto ao solo não influenciou a eficácia biológica dos herbicidas testados para esta espécie. Embora a matéria orgânica seja o mais importante fator influenciando a adsorção (ANDERSON, 1983; DEUBER, 1992). SENESI et al. (1994)

constataram que um fator que poderia afetar a matéria orgânica do solo e suas propriedades, particularmente sua habilidade em adsorver os herbicidas, seria a aplicação de resíduos orgânicos como lodos de esgotos municipais. Estes resíduos apresentam estrutura e propriedades diferentes da matéria orgânica nativa do solo. Assim os herbicidas aplicados em solos que receberam este tipo de matéria orgânica estariam interagindo com uma mistura complexa de matéria orgânica do solo e do lodo de esgoto. Isto poderia auxiliar no entendimento dos resultados obtidos neste trabalho.

Observa-se (tabela 9) que, na avaliação feita aos 15 DAA, os herbicidas alachlor + atrazine e atrazine não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram o melhor controle de plantas de *Euphorbia heterophylla*. Estes herbicidas são recomendados para o controle desta planta daninha em diferentes culturas (RODRIGUES; ALMEIDA, 1995).

O alachlor não foi eficaz no controle desta planta embora a população de *Euphorbia heterophylla* seja menor e estatisticamente diferente do tratamento sem herbicida. Resultados semelhantes foram obtidos por O'MAKINWA; AKINYEMIJU (1990) quando utilizaram o alachlor, na dosagem de 2,5 kg.ha⁻¹ e 5,0 kg.ha⁻¹, para controlar plantas de *Euphorbia heterophylla*. DOLL (1994) relata que um número tão pequeno quanto oito plantas por m² desta espécie resultam em redução da produção na cultura da soja e para variedades semi-prostrada e ereta de *Vigna sp*, ocorreram perdas de 25 e 50% quando 10 plantas por m² competiram com a cultura durante todo o ciclo. MOORE, BANKS; PINNEL-ALISON (1990)

mostraram que um controle inferior a 92% durante 5 semanas após semeadura resultou em redução na produtividade da cultura do amendoim.

Os resultados da análise de variância apresentados no apêndice 5 revelaram que, aos 30 DAA, os fatores dose de lodo e controle não são independentes, pois a interação foi significativa ($p < 0,01$).

Observa-se pela tabela 10 que, na ausência de herbicida, os tratamentos com lodo apresentaram as maiores populações de plantas de *Euphorbia heterophylla* e foram estatisticamente diferentes do tratamento sem lodo.

A *Euphorbia heterophylla* é considerada uma espécie agressiva. Sua capacidade de germinar em ampla faixa de pH, de profundidades de até 14 cm de profundidade, a viabilidade de sementes mesmo em frutos imaturos mantendo-se viáveis após passarem pelo trato digestivo de aves é relatado por WILSON, 1981; MACHADO NETO; PITELLI, 1988; KISSMAN; GROTH, 1991-1992 e DOLL, 1994. Apesar destas características, observou-se que, aos 30 DAA, ocorreu a redução de aproximadamente 50% das plântulas na ausência do herbicida. As altas temperaturas verificadas, provavelmente, resultaram em estresse térmico das plântulas na fase inicial de desenvolvimento, levando-as à morte.

Tabela 10 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Euphorbia heterophylla*, por m², aos 30 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	510,0 B b	712,5 A a	705,0 A a	672,5 A a	650,0
Alachlor + Atrazine	32,5 A c	37,5 A c	42,5 A b	52,5 A b	41,2
Alachlor	762,5 A a	530,0 B b	605,0 B a	577,5 B a	618,8
Atrazine	142,5 A c	72,5 A c	72,5 A b	82,5 A b	106,2
MÉDIA	361,9	351,9	356,2	346,2	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Aos 30 e 45 DAA (tabelas 10 e 11) a maior população de plantas presentes nos tratamentos que receberam lodo de esgoto, na ausência de herbicida, não deve ser atribuído ao estímulo do banco de sementes. O acréscimo de micro e macronutrientes pela adição do lodo de esgoto pode ter contribuído para o desenvolvimento de plântulas mais resistentes às condições adversas na casa de vegetação para plântulas de *Euphorbia heterophylla* (SANTOS, 1979; MALAVOLTA, 1981; BONNET, 1995).

Quando considerados os herbicidas atrazine e alachlor + atrazine, o teste revelou não existirem diferenças estatisticamente significantes (tabela 11) nas populações de *Euphorbia heterophylla* entre as doses de lodo testadas. As considerações referentes a eficácia biológica de herbicidas, para a avaliação feita aos 15 DAA, podem ser ampliadas para as avaliações realizadas aos 30 e 45 DAA.

Para o herbicida alachlor, os resultados do teste de Tukey mostraram que as doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo (tabela 10) apresentaram populações de plantas de *Euphorbia heterophylla* estatisticamente iguais entre si e menores do que na ausência de lodo. A adição de lodo de esgoto ao substrato poderia promover o aumento da CTC do solo (EPSTEIN; TAYLOR; CHANEY, 1976, MELO et al, 1993) e assim, as moléculas dos herbicidas seriam disponibilizadas pelos íons ou moléculas de carga superior ou similar (ANDERSON, 1983). A maior disponibilização do herbicida do seu sítio de adsorção somado às condições adversas à sobrevivência das plântulas de *Euphorbia heterophylla*, poderiam ter induzido à morte um maior número de plantas em relação ao tratamento sem lodo de esgoto e com o herbicida alachlor. Quando comparados os resultados obtidos aos 45 e 60 DAA, apresentados nas tabelas 11 e 12, pode-se sugerir este efeito como temporário e que esta espécie é mais sensível, ao meio, durante a fase inicial de desenvolvimento.

Observa-se nas tabelas 10, 11, e 12 que, aos 30, 45 e 60 DAA, a população de *Euphorbia heterophylla* foi maior no tratamento que recebeu alachlor em relação ao tratamento testemunha. O herbicida alachlor atuando

sobre as demais espécies presentes no banco poderia ter favorecido o estabelecimento de plântulas de *Euphorbia heterophylla*. Resultados obtidos por BRECKE; TOBOLA (1995) mostraram a redução de 28% na largura do dossel, 56% no número de ramos e 81% na biomassa seca para plantas de *Euphorbia heterophylla* competindo com a cultura do amendoim. WILLARD et al (1994) mostraram reduções de 57% e 82%, para plantas desta espécie, na largura do dossel e peso seco, respectivamente, quando em competição.

Na comparação dentro das doses de lodo, os herbicidas alachlor + atrazine e atrazine apresentaram as menores populações de *Euphorbia heterophylla* para todas as doses. Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por WELLINGTON et al. (1984) e O'MAKINWA; AKINYEMIJU (1990), que relataram para o herbicida alachlor taxas de controle inaceitáveis.

Os resultados apresentados no apêndice 5 mostraram que houve interação entre os fatores dose de lodo e controle aos 45 DAA, os quais não foram independentes entre si, apresentando interação significativa ($p < 0,01$).

Observa-se pela tabela 11 que, na avaliação feita aos 45 DAA, na ausência de herbicidas não houve diferenças estatisticamente significantes para as dosagens 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, e as populações de *Euphorbia heterophylla* foram superiores ao tratamento sem lodo

Tabela 11 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Euphorbia heterophylla*, por m², aos 45 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	472,5B b	642,5A a	662,5A a	660,0A a	609,4
Alachlor + Atrazine	45,0A c	42,5A b	45,0A b	45,0A b	44,4
Alachlor	715,0A a	572,5A a	642,5A a	620,0A a	637,5
Atrazine	140,0A c	145,0A b	75,0A b	87,5A b	111,9
MÉDIA	343,1	350,6	356,2	353,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Observa-se que, aos 45 DAA, ainda ocorreu a morte de plântulas de *Euphorbia heterophylla*, embora em menor escala. As observações feitas para os resultados obtidos aos 30 DAA podem ser consideradas para a influência da adição de lodo de esgoto sobre a expressão do banco de sementes desta espécie.

Quando comparados os herbicidas alachlor, atrazine e alachlor + atrazine, foi verificado que as médias dos tratamentos não foram estatisticamente diferentes para as diferentes doses de lodo estudadas. Isto

sugere que a adição de lodo de esgoto em diferentes doses não influenciou a eficácia biológica, aos 45 DAA, dos herbicidas aplicados em pré-emergência. Na comparação dos herbicidas testados, dentro das doses de lodo, verificou-se que as menores populações de *Euphorbia heterophylla* encontradas foram para os herbicidas atrazine e alachlor + atrazine, que não diferiram entre si.

Os resultados obtidos pela análise de variância e apresentados no apêndice 5 revelaram que não houve interação entre os fatores principais, controle com herbicidas e dose de lodo de esgoto aos 60 DAA.

Observa-se pela tabela 12 que, na comparação entre as médias dos tratamentos, os herbicidas atrazine e alachlor + atrazine não diferiram estatisticamente e apresentaram as menores populações de *Euphorbia heterophylla*. Estes resultados mostram que diferentes espécies de plantas daninhas podem apresentar comportamento diferenciado de suas populações quando o lodo de esgoto é adicionado ao solo. Enquanto as populações de *Brachiaria plantaginea* foram influenciadas em todas as épocas avaliadas, as populações de *Euphorbia heterophylla* o foi apenas aos 30 e 45 DAA.

Tabela 12 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de plantas de *Euphorbia heterophylla*, por m², aos 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	537,5	650,0	665,0	630,0	620,6 a
Alachlor + Atrazine	35,0	47,5	50,0	50,0	45,6 b
Alachlor	725,0	575,0	642,5	642,5	652,5 a
Atrazine	147,5	145,0	67,5	105,0	116,2 b
MÉDIA	361,2A	354,4A	356,2A	363,1A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O comportamento das populações de plantas de *Euphorbia heterophylla* para os diferentes tratamentos, nas quatro épocas avaliadas pode ser observado na figura 4.

Verifica-se nesta figura que o maior número de plantas emergidas de *Euphorbia heterophylla* foi verificada aos 15 DAA para todos os tratamentos. Aos 30 DAA ocorreu o decréscimo das populações devido a morte de plântulas de *Euphorbia heterophylla*, em diferentes intensidades, para todos os tratamentos.

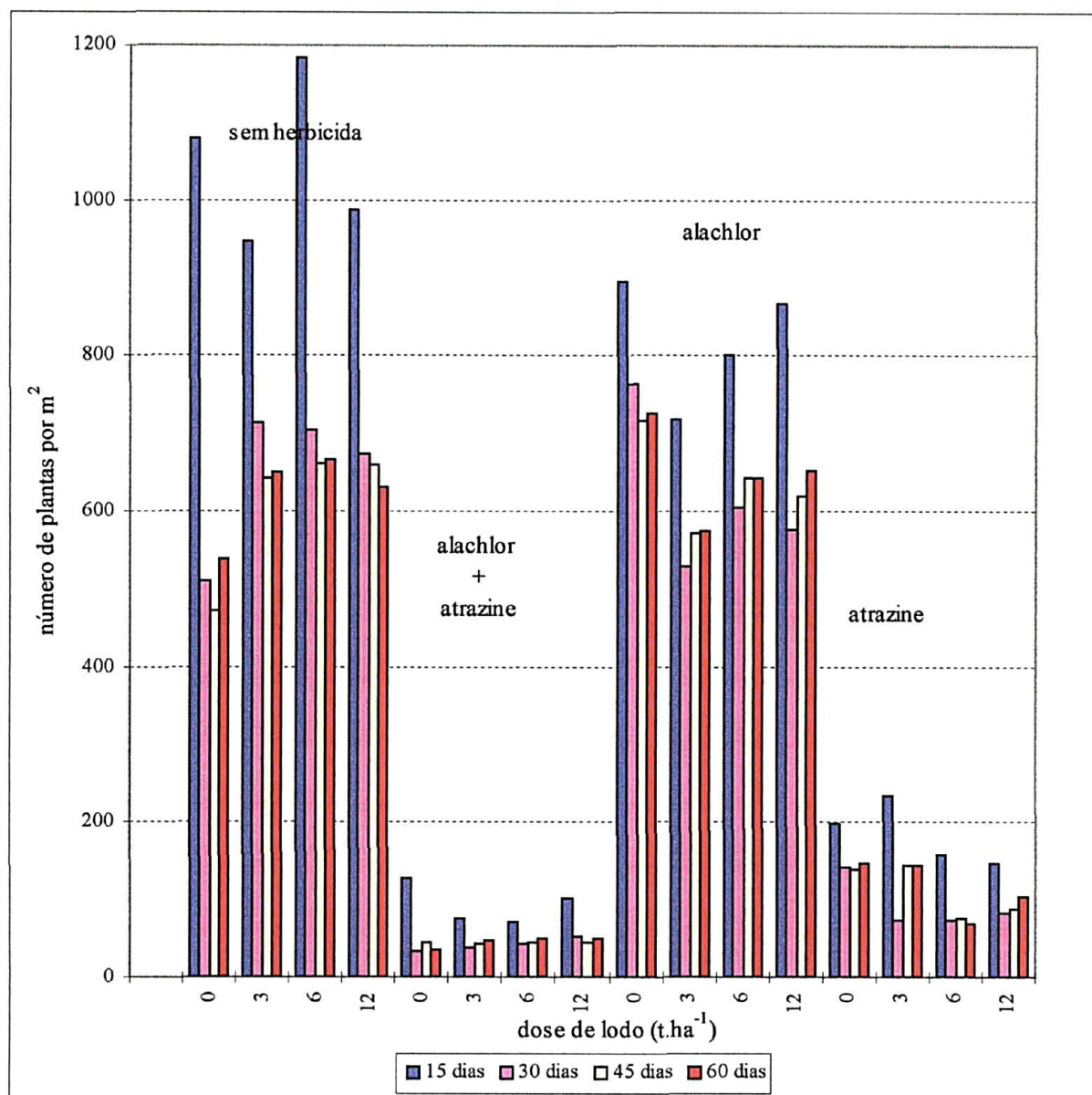


Figura 4 Quantificação das populações de *Euphorbia heterophylla* nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

A redução do número de plantas, na ausência do herbicida, foi mais acentuada para o tratamento sem lodo de esgoto (figura 2).

Os pesos médios da matéria seca, das populações de plantas de *Euphorbia heterophylla*, apresentados no apêndice 9, mostraram que na ausência do herbicida e na presença do herbicida alachlor foram tanto maiores quanto maior a dose de lodo de esgoto aplicada. Aos 60 DAA, não foram verificadas diferenças estatísticas entre a ausência de herbicida e presença de alachlor. Quando os pesos médios da matéria seca são comparados para estes tratamentos, observa-se que na presença do alachlor foi maior do que no tratamento sem herbicida, para todas as dosagens de lodo. Isto sugere que o controle, pelo herbicida alachlor, de outras plantas presentes teria favorecido o desenvolvimento de *Euphorbia heterophylla*, estes resultados estão de acordo com os obtidos por BRECKEL; TOBOLA (1995) E WILLARD et al. (1994).

Foram detectadas as seguintes espécies de plantas daninhas provenientes do banco de sementes do solo: *Raphanus raphanistrum*, *Galinsoga parviflora*, *Bidens pilosa*, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum officinale*, *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica* e *Lolium multiflorum*. O conjunto das populações de plantas daninhas provenientes do banco de sementes do solo e a população total de plantas daninhas, incluindo as espécies *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla a heterophylla*. foram analisados.

O resultado da análise de variância obtido para a variável conjunto de populações de diferentes espécies de plantas daninhas são apresentados no apêndice 6. A homogeneidade das variâncias dos tratamentos foi testada pelo teste de Bartlett, indicando que houve necessidade de transformação para os

dados obtidos na avaliação feita aos 15 DAA. O procedimento adotado foi a transformação do número de plantas por m² (população) em percentagem.

Os resultados da comparação das médias dos tratamentos do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidades estão nas tabelas 13, 14, 15 e 16, respectivamente, para 15, 30, 45 e 60 DAA

Observa-se que para as avaliações feitas aos 15, 30, 45 e 60 DAA, os fatores dose de lodo e controle não são independentes, pois sua interação foi significativa ($p < 0,01$).

Aos 15 DAA (tabela 13) verificou-se que, na ausência de herbicidas, o tratamento sem lodo apresentou a maior população de plantas, DEUBER (1992) afirma que o tamanho e a composição botânica do banco de sementes do solo é dependente, entre outros fatores, do manejo. Assim, MUZIK (1970) relata que, a adição de compostos ao solo modifica o meio edáfico e conseqüentemente, a germinação e o estabelecimento das plantas daninhas podem ser influenciados.

De acordo com BONNET (1995) e FADIGAS et al. (1996) a adição de lodo de esgoto ao solo estimula o aumento da população e a atividade de microrganismos do solo e LYNCH (1986) e SIQUEIRA; FRANCO (1988) relatam que este incremento resulta em maior consumo de oxigênio e maior produção de CO₂. O aumento do teor de CO₂ poderia inibir a germinação das sementes (EGLEY, 1986), o que explicaria em parte as menores populações do conjunto de diferentes espécies emergidas para os tratamentos que receberam lodo de esgoto.

Tabela 13 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 15 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	700,0A a	121,2B a	65,0B a	110,0B a	249,4
Alachlor + Atrazine	0,0A b	5,0 A b	0,0 A a	2,5 A b	2,0 A
Alachlor	0,0 A b	5,0 A b	2,5 A a	5,0 A b	3,1
Atrazine	2,5 A b	5,0 A b	3,5 A a	0,0 A b	2,7
MÉDIA	175,6	34,1	17,7	29,4	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Quando considerados os herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre as doses testadas. A adição de diferentes doses de lodo de esgoto ao solo não influenciou a eficácia biológica dos herbicidas testados. Como discutido anteriormente, a matéria orgânica do lodo pode ser funcional e estruturalmente diferente da matéria orgânica do solo. As propriedades do substrato,

particularmente sua habilidade em adsorver os herbicidas, seriam modificadas pela adição de resíduos orgânicos (SENESI et al., 1994).

Quando comparados os herbicidas testados, dentro das doses de lodo, o teste revelou não existirem diferenças estatisticamente significantes para as doses testadas. O excelente controle obtido aos 15 DAA para as espécies provenientes do banco de sementes está de acordo com o relatado por DEUBER (1992) que afirma que os herbicidas aplicados em pré emergência são mais eficientes em controlar as plantas daninhas na primeira fase de seu ciclo de vida.

Observa-se pela tabela 14 que, na ausência do herbicida, as doses 3 e 6 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto, apresentaram as maiores populações de plantas. Estes resultados sugerem que a ação inibidora do lodo de esgoto, verificada aos 15 DAA, sobre a germinação do banco de sementes do solo foi provavelmente, temporária.

A dosagem de 12 t.ha⁻¹, apresentou população menor e estatisticamente diferente das dosagens de 3 e 6 t.ha⁻¹ é possível que a atividade da biomassa microbiana tenha sido estimulada por um período mais longo, mantendo ainda as condições adversas para a germinação de algumas espécies presentes no solo. EPSTEIN, TAYLOR; CHANEY (1976) verificaram, em um período de 40 dias, uma variação de concentração de dióxido de carbono de 3,6% a 10% na dose mais elevada de lodo enquanto o controle variou de 0,3% a 1,7%.

Tabela 14 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 30 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	642,5 B a	775,0 A a	827,5 A a	653,0 B a	724,5
Alachlor + Atrazine	52,5 A c	100,0 A c	107,5 A c	107,5 A c	91,8
Alachlor	190,0 A b	237,5 A b	255,0 A b	217,5 A b	225,0
Atrazine	205,0 A b	145,0 A c	137,5 A c	132,5 A c	155,0
MÉDIA	272,5	314,7	331,8	277,2	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Quando considerados os herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine, o teste revelou não existirem diferenças estatisticamente significantes na população de diferentes espécies de plantas daninhas entre as doses testadas, embora fosse esperado que a adição de doses crescentes de lodo de esgoto, devido ao teor de matéria orgânica, reduzisse a eficácia biológica dos herbicidas conforme relatado por KLINGMAN, 1965; WALKER; BLACKOW, 1994; BLUMHORST; WEBER; SWAIN, 1990; DEUBER, 1992. As observações

para estes resultados obtidos aqui são similares às da avaliação realizadas aos 15 DAA (tabela 13).

Na comparação dos herbicidas testados dentro das doses de lodo, o menor número de plantas foi verificado no tratamento com o herbicida alachlor + atrazine na ausência de lodo de esgoto, o que está em acordo com DEUBER (1992). O melhor controle obtido com herbicidas em mistura se deve ao maior espectro de ação. Os herbicidas alachlor + atrazine e atrazine não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram as menores populações de plantas de diferentes espécies provenientes do banco de sementes, para as doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹. Para o herbicida alachlor o menor número de plantas foi verificado para a ausência de lodo. O maior ou menor controle químico de plantas daninhas depende da seletividade do herbicida utilizado, das características das espécies presentes no banco e da competição inter e intraespecífica (ANDERSON, 1983; PITELLI, 1985; DEUBER, 1992)

Observa-se pela tabela 15 que, para a avaliação feita aos 45 DAA, na ausência de herbicidas, as doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, apresentaram as maiores populações de plantas daninhas e foram estatisticamente diferentes para o tratamento sem lodo.

Tabela 15 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 45 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	687,5 B a	875,0 A a	812,5 A a	832,5 A a	801,8
Alachlor + Atrazine	122,5 A bc	137,5 A bc	120,0 A b	87,5 A b	116,8
Alachlor	77,5 B c	188,7 A b	140,0 AB b	107,5 AB b	128,4
Atrazine	195,0 A b	87,5 B c	182,5 A b	162,5 AB b	156,8
MÉDIA	270,6	322,1	313,7	297,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Aos 45 DAA o efeito de inibição da germinação das sementes para a dosagem mais elevada não foi mais verificado. Apesar da adição de lodo de esgoto na dose 12 t.ha⁻¹ promover o atraso na germinação deste conjunto de espécies, este não foi um efeito degenerativo das sementes, induzindo-as a morte, porque aos 45 DAA a população de plantas emergidas foi estatisticamente igual a dosagem de 3 t.ha⁻¹.

Quando considerada a mistura alachlor + atrazine, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as doses de lodo testadas. Para o herbicida alachlor, as maiores populações de plantas foram verificadas para as doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, que não diferiram estatisticamente entre si. Para o herbicida atrazine, a menor população de plantas foi verificada para a dose 3 t.ha⁻¹.

Na comparação dentro das doses de lodo o melhor controle foi obtido com o herbicida alachlor na ausência do lodo. As diferenças podem ser atribuídas à seletividade do herbicida e dinâmica das populações das diferentes espécies que se expressaram (KLINGMAN, 1965; ANDERSON, 1983; DEUBER, 1992). Considerações similares foram feitas para a avaliação efetuada aos 30DAA.

Observa-se pela tabela 16 que na avaliação feita aos 60 DAA, na ausência de herbicidas, as doses 3 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto apresentaram as maiores populações de plantas daninhas e não diferiram entre si.

Nas doses de 6 e 12 t.ha⁻¹ houve redução do número de plantas quando comparado a avaliação feita aos 45 DAA. Esta redução pode ser devido à competição intra e interespecífica (PITELLI, 1985; CARMONA, 1992; DOLL, 1994; DEUBER, 1992), sendo que, a espécie mais agressiva usualmente domina (CRAFTS; ROBINS, 1973; ANDERSON, 1983).

Tabela 16 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 60 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	620,0 B a	775,0 A a	585,0 B a	680,0 AB a	664,3
Alachlor + Atrazine	160,0 A b	120,0 A b	107,5 A b	95,0 A b	120,6
Alachlor	77,5 A b	105,0 A b	105,0 A b	87,5 A b	93,7
Atrazine	142,5 A b	115,0 A b	160,0 A b	167,5 A b	146,2
MÉDIA	250,0	278,7	238,7	257,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Quando comparados os herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine, o teste revelou não existirem diferenças estatisticamente significativas entre si, para as doses testadas. Quando comparados os herbicidas testados, dentro das doses, não foram verificadas diferenças significativas entre os controles químicos adotados.

Na figura 5 podem ser observados o comportamento dos conjunto das populações de plantas daninhas de diferentes espécies.

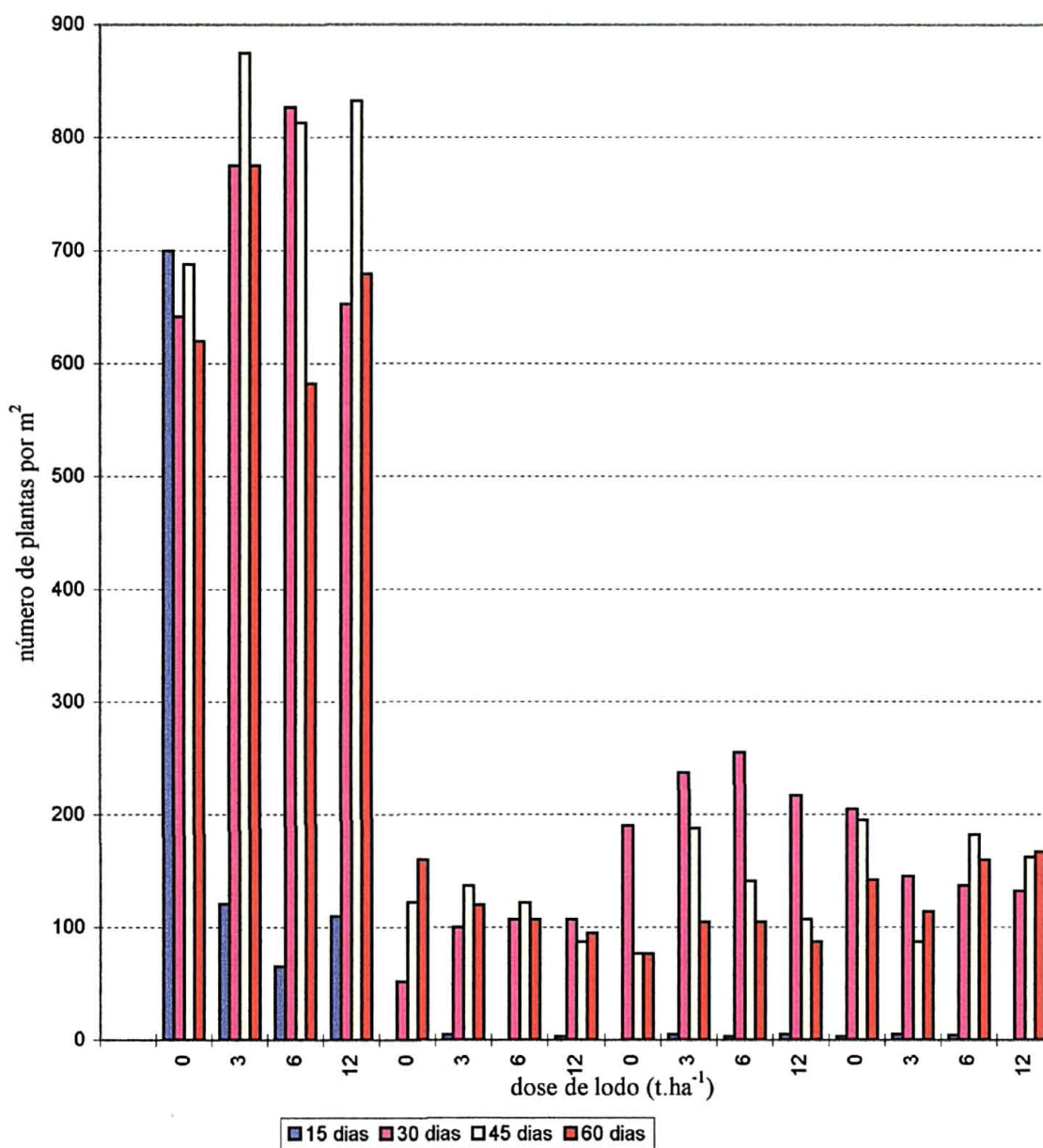


Figura 5 - Quantificação do conjunto das populações de diferentes espécies de plantas daninhas nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

Analisando comparativamente os diferentes tratamentos, nas quatro épocas avaliadas, observou-se que estes não apresentaram comportamento padrão quando considerado um conjunto único.

No tratamento sem herbicida e na ausência do lodo, o maior número de plantas emergidas foi verificado aos 15 DAA, e embora tenha ocorrido a redução das populações, foi pequena. Os tratamentos que receberam 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ apresentaram sua máxima germinação até os 45 DAA.

Os tratamentos com o herbicida alachlor + atrazine, verificou-se, na ausência de lodo, o aumento das populações de plantas daninhas até os 60 DAA.

Nos tratamentos que receberam lodo de esgoto, com o herbicida alachlor + atrazine, as populações apresentaram sua maior expressão até os 45 DAA e redução no número de plantas aos 60 DAA.

Para o herbicida alachlor as populações de plantas daninhas tiveram sua maior expressão aos 30 DAA, independentemente da dose utilizada.

A análise de variância para a população total de plantas daninhas, apresentada no apêndice 7, revelou que os fatores principais controle com herbicidas e dose de lodo não foram independentes para as avaliações feitas aos 30, 45 e 60 DAA ($p < 0,05$) e foram independentes aos 15 DAA ($p > 0,05$).

Os resultados da comparação das médias dos tratamentos por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade estão nas tabelas 17, 18, 19 e 20, respectivamente para 15, 30, 45 e 60 DAA.

Observa-se pela tabela 17 que, na avaliação feita aos 15 DAA, o melhor controle foi obtido com o uso da mistura dos herbicidas alachlor +

atrazine. O controle de maior espectro em relação aos herbicidas foi obtido com a mistura de herbicidas quando comparado aos herbicidas utilizados isoladamente (DEUBER, 1992).

Tabela 17 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 15 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	2060,0	2005,0	2112,5	1897,5	2018,8 a
Alachlor + Atrazine	150,0	102,5	97,5	157,5	126,9 d
Alachlor	917,5	740,0	822,5	900,0	845,0 c
Atrazine	1165,0	1127,5	1162,5	927,5	1095,0 b
MÉDIA	1073,1 A	993,8 A	1048,8 A	970,6 A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A expressão da população total de plantas daninhas, aos 15 DAA, não foi influenciada pela adição de diferentes doses de lodo de esgoto. A eficácia

biológica dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, aplicados em pré-emergência, não foi modificada quando foram adicionadas quantidades diferentes de matéria orgânica ao solo, sob a forma de lodo de esgoto.

Observa-se pela tabela 18 que, aos 30 DAA, na ausência de herbicidas as doses 3 e 6 t.ha⁻¹ apresentam as maiores populações de plantas e não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 18 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 30 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	1972,5C a	2517,5AB a	2637,5A a	2412,5B a	2385,0
Alachlor + Atrazine	122,5A d	175,0A d	185,0A d	272,5A d	188,8
Alachlor	982,5A c	787,5A c	892,5A c	845,0A c	876,9
Atrazine	1190,0AB b	1270,0A b	1170,0A b	1030,0B b	1165,0
MÉDIA	1066,9	1187,5	1221,2	1140,0	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Na tabela 17 observa-se que, na ausência de herbicida e na dosagem 12 t.ha⁻¹, embora não tenham sido verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, verificou-se um menor número de plantas. A menor população de plantas para a dosagem 12 t.ha⁻¹ provavelmente, deveu-se à maior produção de CO₂ no solo, o qual poderia inibir a germinação, pela maior atividade dos microrganismos do solo tendo sido comprovado por EPSTEIN; TAYLOR; CHANEY (1976) que encontraram variações de 3,6% a 10% na dose de 240 t.ha⁻¹ de lodo e no controle de 0,3 a 1,7%. Aos 30 DAA este comportamento pode ainda ser observado para o nível mais elevado de lodo de esgoto quando comparado às dosagens 3 e 6 t.ha⁻¹.

Considerando que, nesta análise, as plantas de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* estão incluídas, estes resultados representam a somatória dos resultados anteriormente obtidos. A liberação ou síntese de substâncias promotoras ou inibidoras da germinação é dependente das interações que ocorrem no solo entre o lodo e os componentes do solo, das condições do meio em que se encontram e das características das espécies presentes. Quando considerados os herbicidas alachlor + atrazine e alachlor, não houve diferenças estatisticamente significantes entre as doses testadas.

Para o herbicida atrazine a maior população de plantas foi verificada para a dose 3 t.ha⁻¹ de lodo. A eficácia biológica do herbicida atrazine foi influenciada pela adição de lodo de esgoto em diferentes doses ao solo, o estímulo da germinação de sementes de *Brachiaria plantaginea* pelo lodo e a baixa eficácia deste herbicida em controlar esta espécie e controlar outras

espécies, poderia favorecer o desenvolvimento da *Brachiaria plantaginea* em um momento ou outro.

Na comparação dentro das doses de lodo, o melhor controle, para todas as doses testadas, foi obtido com a mistura dos herbicidas alachlor + atrazine.

Observa-se pela tabela 19 que, na avaliação feita aos 45 DAA, na ausência de herbicidas, as doses de 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto, apresentaram as maiores populações de plantas daninhas e não diferiram estatisticamente entre si. Novamente o efeito temporário de inibição da germinação é evidenciado.

Quando comparados os herbicidas alachlor + atrazine e alachlor, o teste revelou não existirem diferenças estatisticamente significativas entre as médias das populações de plantas daninhas para as doses de lodo.

Para o herbicida atrazine, as maiores populações de plantas foram observadas para as doses 3 e 6 t.ha⁻¹ de lodo. Ao examinar as tabelas 9, 10, 11 e 12, para plantas de *Brachiaria plantaginea* na maior dose de lodo, observou-se populações menores ou iguais estatisticamente ao tratamento sem lodo. Os resultados presentes, referentes a população total de plantas daninhas, foram influenciado pela espécie *Brachiaria plantaginea*. Apesar deste herbicida não controlar eficazmente esta espécie a adição de lodo de esgoto, na dosagem de 12 t.ha⁻¹, verificou-se um menor número de plantas provavelmente a maior concorrência das substâncias presentes no lodo com as moléculas do herbicida pelos sítios de adsorção.

Tabela 19 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 45 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	2017,5 B a	2662,5 A a	2615,0 A a	2672,5 A a	2491,9
Alachlor + Atrazine	222,5 A d	237,5 A d	217,5 A d	225,0 A d	225,6
Alachlor	837,5 A c	782,5 A c	830,0 ^A c	772,5 A c	805,6
Atrazine	1207,5 AB b	1360,0 A b	1255,0 ^A b	1060,0 B b	1220,6
MÉDIA	1071,2	1260,6	1229,4	1182,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A seletividade demonstrada pelo herbicida alachlor para plantas de *Brachiaria plantaginea* e pelo herbicida atrazine para plantas de *Euphorbia heterophylla* podem explicar os resultados obtidos aqui.

Observa-se pela tabela 20 que, na avaliação feita aos 60 DAA, na ausência de herbicidas, as doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, apresentaram as maiores populações de plantas daninhas e foram estatisticamente diferentes para o tratamento sem lodo.

Quando considerados os herbicidas alachlor + atrazine e alachlor, o teste revelou não existirem diferenças estatisticamente significantes nas

populações de diferentes espécies de plantas daninhas para as doses de lodo testadas.

Quando os níveis de controle foram comparados dentro das doses de lodo, verificou-se que para todas as doses testadas os níveis de controle foram estatisticamente diferentes e o melhor controle foi observado para a mistura alachlor + atrazine. As ponderações feitas para as avaliações realizadas aos 30 e 45 DAA podem ser aplicadas para os resultados obtidos aos 60 DAA.

Tabela 20 - Influência das doses 0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo, por m², aos 60 DAA. SCA- UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

HERBICIDA	DOSES DE LODO DE ESGOTO (t.ha ⁻¹)				MÉDIA
	0	3	6	12	
SEM HERBICIDA	2015,0 B a	2570,0 A a	2385,0 A a	2497,0 A a	2366,9
Alachlor + Atrazine	250,0 A d	230,0 A d	215,0 A d	252,5 A d	236,9
Alachlor	845,0 A c	700,0 A c	790,0 A c	782,5 A c	779,4
Atrazine	1295,0 AB b	1422,0 A b	1260,0 AB b	1115,0 B b	1273,1
MÉDIA	1101,2	1230,6	1162,5	1161,9	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O comportamento das populações de plantas daninhas presentes no banco de sementes do solo pode ser observado na figura 5.

Os resultados do peso médio, apresentados no apêndice 11, da população total de plantas daninhas mostrou que para os tratamentos com lodo de esgoto, independente da dose foram maiores do que na ausência do lodo. Dentro das dosagens testadas os menores pesos médios foram verificados para o tratamento que recebeu os herbicidas alachlor + atrazine.

Na figura 6 observa-se que a adição de lodo de esgoto nas doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹ estimula o banco de sementes do solo, atingindo sua máxima germinação até os 45 DAA.

Ainda na mesma figura, verifica-se para os herbicidas alachlor + atrazine e atrazine o incremento na população de plantas do banco a partir dos 30 DAA. O herbicida alachlor apresentou maior variação na dinâmica de população, quando comparadas as épocas de avaliadas

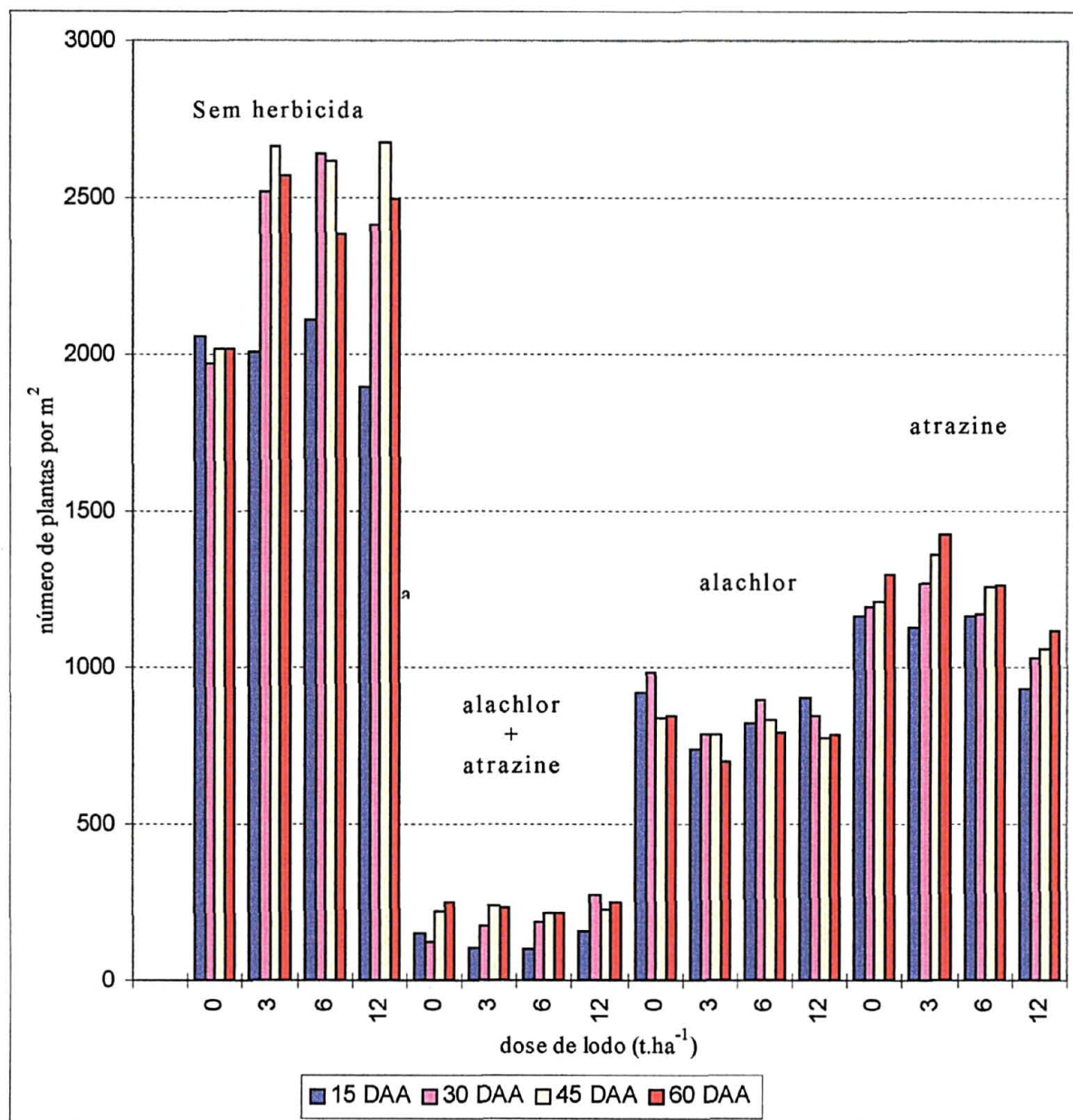


Figura 6 - Quantificação da população total de plantas daninhas nos tratamentos com diferentes doses de lodo (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) após a aplicação dos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine, nas quatro épocas de avaliação 15, 30, 45 e 60 DAA. Curitiba, PR. 1996/1997.

5 CONCLUSÕES

A expressão da população total de plantas daninhas do banco de sementes do solo é influenciada pela adição de lodo de esgoto nas doses estudadas.

A adição de diferentes doses de lodo de esgoto influencia a eficácia biológica do herbicida atrazine no controle da população total de plantas daninhas aos 30, 45 e 60 DAA.

O melhor controle da população total de plantas daninhas é verificado para a mistura dos herbicidas alachlor + atrazine.

A expressão das populações de *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* é influenciada pela adição de lodo de esgoto, independentemente da dose de lodo de esgoto utilizada.

A adição de diferentes doses de lodo de esgoto, não influencia a eficácia biológica dos herbicidas alachlor + atrazine e alachlor no controle da população de plantas de *Brachiaria plantaginea*.

A adição de diferentes doses de lodo de esgoto influencia a eficácia biológica do herbicida atrazine no controle da população de plantas de *Brachiaria plantaginea*.

O herbicida alachlor apresenta a melhor eficácia biológica para *Brachiaria plantaginea*.

A adição de diferentes doses de lodo de esgoto não influencia a eficácia biológica do herbicida alachlor + atrazine e atrazine no controle de plantas de *Euphorbia heterophylla*.

O controle da população de plantas de *Euphorbia heterophylla* pelo herbicida alachlor é influenciado pela adição de diferentes doses de lodo de esgoto ao solo.

O melhor controle de *Euphorbia heterophylla* verifica-se para os herbicidas atrazine e atrazine + alachlor.

A população de outras espécies provenientes do banco de sementes do solo é influenciada pela adição de diferentes doses de lodo de esgoto.

A eficácia biológica dos herbicidas alachlor e atrazine, é influenciada pela adição de lodo de esgoto em diferentes doses, no controle de diferentes espécies de plantas daninhas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALBUQUERQUE, M. A.; JOHNSON, A. C.; WOOD, M. Mineralização de atrazina em meio de cultura de microorganismos obtidos por cultura de enriquecimento do solo. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO (1996 : Campinas). **Anais...** Jaguariúna: EMBRAPA - CNPMA, 1996. p.214.
- 2 ALMEIDA, F. **A alelopatia e as plantas**. Londrina : IAPAR, 1988, 60 p. (Circular, n. 53).
- 3 ANDERSON, W. P. **Weed science: principles**. 2nd. ed. St. Paul : West Publishing, 1983. 655 p.
- 4 ANDRÉ, E. M. et al. Efeito do lodo de esgoto sobre os teores de N-amoniaco e N-nitrato de um latossolo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: Cerrados Fronteira Agrícola no século XXI (24. : 1993 : Goiânia). **Resumos...**Goiânia : SBCS, 1993. v. 3. p.311 - 312.
- 5 ANDREOLI, C. V. et al. Bases para o uso agrícola do lodo de esgoto da ETE Belém. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (4 : 1994 : Florianópolis). **Anais...** Florianópolis: ABES/APRH, 1994. v.1, t.1. p. 389-402.
- 6 APEZZATTO, B. et al. Competição de plantas daninhas com a cultura da alface (*Lactuca sativa* cv. Babá). **Solo**, Piracicaba, v.75, n.2, p. 5-10, jul./dez. 1983.
- 7 BEBAWI, F. F.; EPLEE, R. E.; NORRIS, R. S. The dispersion of backpack-applied ethylene in soil. **Weed Science**, Champaign, v.33, n.1, p. 74-77. 1985.
- 8 BEESTAMAN, G.B.; DEMING, J. M. Dissipation of acetanilide herbicides from soils. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, p. 308-311, Mar./Apr. 1974.

- 9 BENVENUTI, S.; MACCHIA, M. Effect of ethylene on dormancy-breaking imposed by some environmental factors in *Datura stramonium* L. seeds. **Rivista di Agronomia**, Bologna, v. 28, n. 2, p. 96-101. 1994.
- 10 BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds - in relation to germination**. New York : Academic Press , 1982. v.2. 375p.
- 11 BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; ARJADER. Origem e ambiente de deposição da bacia de Curitiba. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 415, p. 71-78. 1961.
- 12 BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. de A. Contribuição para determinação do período de competição das plantas daninhas na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) **O Biológico**, São Paulo, v. 42, p. 201-205, 1976.
- 13 BLUMHORST, M. R.; WEBER, J. B.; SWAIN, L. R. Efficacy of selected herbicides as influenced by soil properties. **Weed Technology**, v. 4, p. 279-283. 1990.
- 14 BONNET, B. R. P. **Diagnóstico de situação e proposição de sistema de monitoramento dos impactos ambientais causados pela reciclagem agrícola do lodo de esgotos**. Curitiba,1995. 73 p. Monografia, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.
- 15 BOYD, S. A.; SOMMERS, L. E. Humic and fulvic acid fractions from sewage sludges and sludge-amended soils. In: McCARTHY, P.; et al. (Eds) **Humic substances in soil and crop sciences: selected readings**. Local : American Society of Agronomy, cap. 9, p.203-220. 1990.
- 16 BRADY, C. N. **Natureza e propriedade dos solos**. 6 ed. Rio de Janeiro : Freitas Bastos, 1983. p. 141-166.
- 17 BRECKE, B. J. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) germination and emergence. **Weed Science**, Champaign, v.43, p. 103-106. 1995.
- 18 BRECKE, B. J.; TOBOLA, P. Growth and development of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) selections in peanut (*Arachis hipogaea*). **Weed Science**, Champaign, v.44, p. 575-578. 1995.
- 19 BREMNER, J. M. Inorganic forms of nitrogen. **Methods of soil analysis chemical and microbiological properties part 2**. In: BLACK, C. A. (Ed.) Madison : American Society of Agronomy, 1965. part 2, p. 1179-1232.

- 20 BRIGANTE, J.; MARCÃO, G. H.; BARBIERI, S. M. Ação do herbicida atrazine sobre o número e a diversidade de fungos e bactérias do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO (25 : 1995 : Viçosa). **Anais...** Viçosa : SBCS, 1995. v. 1, p. 481-483.
- 21 BRYANT, J. A. **Fisiologia da semente**. São Paulo: EPU, 1989. v. 31 86p.
- 22 CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Londrina, v.10, n. 1/2, p.5-17, 1992.
- 23 CAVARIANI, C. et al. Determinação da profundidade de germinação de *Brachiaria plantaginea* e *Cenchrus echinatus* em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS.(18 : 1991 : BRASÍLIA). **Resumos...** Brasília : SBHED, 1991. p. 14 e15.
- 24 CANZIANI, J. R. F. et al. Economicidade do uso do lodo de esgoto da ETE-Belém na cultura do milho da Região Metropolitana de Curitiba. **Projeto Interdisciplinar Para o Desenvolvimento de Critérios Sanitários Agrônômicos e Ambientais para Implantação da Reciclagem Agrícola do Lodo de Esgoto**. Resultados Parciais. PADCT, agosto, 1997. 16p.
- 25 CARVALHO, D. A. Estudo sobre a competição específica de malervas na cultura do feijoeiro I. Efeito competitivo do capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.), em diferentes densidades, sobre o crescimento e nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 171-179, jul./dez. 1980.
- 26 COHN M. A.; BUTERA, D. L.; HUGHES, J. A. Seed dormency in red rice III response to nitrite, nitrate, and ammonium ions. **Plant Physiology**, Bethesda, n. 73, p.381-384. 1983.
- 27 COSTA, F. A. et al. Eficiência biológica de alachlor + atrazine no controle de *Brachiaria plantaginea* em pós-emergência na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS.(18 : 1991 : BRASÍLIA). **Resumos...** Brasília : SBHED, 1991. p. .
- 28 CRAFTS, A. S.; ROBBINS, W. W. **Weed control**. 3rd ed. New Delhi: McGraw-Hill, 1973.p.1-69.
- 29 DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 431p.

- 30 DOLL, J. D. Dynamics and complexicity of weed competition. In: LABRADA, R.; CASELEY, J. C.; PARKER, C. (Eds.) **Weed management for developing countries**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 29-34. 1994.
- 31 DOUGLAS, B. F.; MAGDOFF, F. R. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 20, p. 368-372, Apr./Jun. 1991.
- 32 DUNIGAN, E. P.; McINTOSH, T. H. Atrazine-soil organic matter interactions. **Weed Science**, Champaign, v.19, p. 279-282, May. 1971.
- 33 DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. de. **Noções sobre a alelopatia**. Jaboticabal : FUNEP, 1993. 28p.
- 34 EGLEY, G. H. Stimulation of weed seed germination in soil. **Reviews of Weed Science**, Champaign, n. 2, p. 67-89, 1986.
- 35 EPSTEIN, E.; TAYLOR, J. M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 5, n.4, p.422- 426, 1976.
- 36 FADIGAS, F. S. et al. Avaliação da atividade microbiana em função da adição de lodo industrial ao solo. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO (1996 : Campinas). **Anais...** Jaguariúna: EMBRAPA - CNPMA, 1996. p.228.
- 37 FARIAS, A. et al. Influência da absorção foliar e radicular da atrazina no controle de *Brachiaria plantaginea*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (21 : 1997 : Caxambu) **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997. p. 482.
- 38 FELDING, G. Leaching of atrazine into ground water. **Pesticide Science**, London, n.35, p. 39-43. 1992.
- 39 FELSOT, A. S.; DZANTOR, K. E. Effect of alachlor concentration and an organic amendment on soil dehydrogenase activity and pesticide degradation rate. **Enviromental Toxicology and Chemistry**, Essex, v.14, n.1, p. 23-28, 1995.
- 40 FELSOT, A. S.; SHELTON, D. R. Enhanced biodegradation of soil pesticides: interaction between physicochemical process and microbial ecology. **SSSA Special Publication**, Madison, n.32, p.227-251. 1993.

- 41 FLECK, N. G. Redução da produtividade da soja por interferência de papuã e benefício alcançado através do controle de sua infestação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. (20 : Florianópolis : 1995) **Resumos...** Florianópolis: SBCPD, 1995. p.101-103.
- 42 FREITAS, R. R. de; CARVALHO, D. A. de; ALVARENGA, A. A. de. Quebra de dormência e germinação de sementes de capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch]. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, London, v. 2, n.2, p. 31-35. 1990.
- 43 FUSCALDO, F.; BEDMAR, F.; MONTERUBBIANESI, G. Persistência de metribuzin, simazina y atrazina en dos suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (21 : Caxambu : 1997) **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997. p.482.
- 44 GIULIANO, A. D.; NETO, F. L.; CRESTANA, S. Simulação e verificação experimental do transporte do herbicida atrazina em três solos do estado de são paulo. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado (25 : Viçosa : 1995). **Resumos...** Viçosa : SBCS, 1995, v.1. p. 74-75.
- 45 HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, R. B. Promotion of seed germination by nitrate, nitrite, hydroxylamine, and ammonium salts. **Plant Physiology**, Bethesda, n.54, p.304-309. 1974.
- 46 HERTWIG, K. von et al. Dissipação de herbicidas no solo. **O biológico**, São Paulo, v.40, p. 11-21. 1974.
- 47 KARAM, D.; SILVA, J. B.; ARCHÂNGELO, E. R. Controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura do milho em diferentes épocas de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (20. : Florianópolis : 1995). **Resumos...** Florianópolis : SBCPD, 1995. p. 172 - 173.
- 48 KAUFMAN, D. D.; KEARNEY, P. C.. Microbial degradation of s-triazine herbicides. **Residue Reviews**, Heidelberg, v. 32, p. 235-265. 1970.
- 49 KISSMAN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo : BASF Brasileira., 1991-1992. v. 2, p. 647-652.
- 50 KLINGMAN, G. C. **Weed control: as a science**. 3rd ed. New York : J. Wiley. 1965. 421p.

- 51 LACA-BUENDIA, J. P.; FERREIRA, J. C. Eficácia biológica da atrazine GrDA e SC e do terbutylazine SC no controle pré-emergente de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (20 : Florianópolis : 1995). **Resumos...** Florianópolis : SBCPD, 1995. p. 124 - 125.
- 52 LEPSCH, I, F. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** Campinas : SBCS, 1991. 175p.
- 53 LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Nova Odessa : H. Lorenzi, 1982. p. 180.
- 54 LYNCH, J. M. **Biotecnologia do solo:** fatores microbiológicos na produtividade agrícola. São Paulo : Manole, 1986. 209p
- 55 MACHADO NETO, J. G.; PITELLI, R. A. Profundidade de Semeadura na emergência de amendoim bravo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 23, n. 11, p. 1203-1208. nov. 1988.
- 56 MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola adubos e adubação.** 3.ed. São Paulo : Ceres, 1981. p. 358 - 395.
- 57 MANN, J. S.; CHAKOR, I. S. Weed control in first ratoon of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) under rainfed conditions. Integrated weed management for sustainable agriculture. **Proceedings of an Indian Society of Weed Science International Symposium**, Hisar, India, 18-20 November 1993. 1993, v. 3, p. 192-195.
- 58 MARTIN NETO, L.; et al. Mecanismos de adsorção e degradação do herbicida atrazina por substâncias húmicas do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA (10. : Florianópolis : 1994). **Resumos...** Florianópolis : SBCS, 1994. p. 352 - 353.
- 59 MARTINS, C. C.; VELINI, E. D.; MARTINS, D. Superação da dormência de sementes de capim-carrapicho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. (21. : Caxambu : 1997) **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997. p.482.
- 60 McCARTHY, P. et al. **Humic substances in soil and crop sciences: an overview.** Madison : American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1990. p.266-272.1990.

- 61 MECELIS, N. R.; SCHAMMASS, E. A.; DIAS, L. M. G. S. Efeitos na escarificação, nitrato de potássio e adubação nitrogenada sobre germinação de sementes recém-colhidas e armazenadas de capim-ramirez. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília v.13, n. 1, p. 31-36. 1991.
- 62 MELO, I. S.; et al. Biodegradação do herbicida atrazina por linhagens de *Penicillium* e *Eupenicillium*. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO (1996 : Campinas). **Anais...** Jaguariúna: EMBRAPA - CNPMA, 1996. p. 221.
- 63 MELO, W. J.; et al. Efeito de doses de lodo de esgoto sobre a matéria orgânica e a CTC de um latossolo cultivado com cana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: Cerrados Fronteira Agrícola no século XXI (24. : 1993 : Goiânia). **Resumos...** Goiânia : SBCS, 1993. p.253 - 254.
- 64 MONTEIRO, R.; DELGADO, D.; QUEIROZ, B. P. V. Degradação de 14C atrazina nos horizontes A, AB e B de um solo podzólico vermelho-amarelo abrupto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO (25. : 1995 : Viçosa). **Anais...** Viçosa : SBCS, 1995. p. 2407-2409.
- 65 MOORE, J. D.; BANKS, P. A.; PINNEL-ALISON, C. L. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) control in peanut (*Arachis hypogaea*). **Weed Science**, Champaign, v. 38, n.6, p. 536-540. 1990.
- 66 MUZIK, T.S. Weed dispersal. In:——— **Weed biology and control**. New York : McGraw Hill, 1970. p. 28-40.
- 67 NAKAGAWA, J.; CARVALHO, N. M. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2. ed. Campinas : Fundação Cargill, 1983. 429p.
- 68 OLIVEIRA, P. R. P. de; MASTROCOLA, M. A. Longevidade das sementes de gramíneas forrageiras tropicais. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, n. 41, p. 203-211. 1984.
- 69 O'MAKINWA, R. O.; AKINYEMIJU, O. A. Control of *Euphorbia heterophylla* L. in cowpea with herbicides and herbicide mixtures. **Crop Protection**. v.9, n.3, p. 218-224. Jun. 1990.
- 70 PAROCHETTI, J. V. Soil organic matter effect on activity of acetanilides, CDAA, and atrazine. **Weed Science**, Champaign, v.21, p. 157-160. May. 1973.

- 71 PETER, C. J.; WEBER, J. B. Adsorption, mobility, and efficacy of alachlor and metolachlor as influenced by soil properties. **Weed Science**, Champaign, v. 33, p. 874-881. 1985.
- 72 PITELLI, F. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.11, n. 129, p. 16-27. 1985.
- 73 POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2ed Brasília : Agiplan, 1985. 289p.
- 74 RADOSEVICH, S. Reproduction, dispersal, germination, and survival. **Weed ecology**. p. 43-91. 1984.
- 75 REINHARDT, C. F.; NEL, P. C. Importance of selected soil properties on the bioactivity of alachlor and metolachlor. **South African Journal Plant Soil**, v. 6, n. 2, p. 120-123. 1989.
- 76 RICE, E. **Allelopathy**, New York : Academic Press. 1984. p.1-64.
- 77 ROBERTS, E. H. **Viability of seeds**. Chapman and Hall, 1972. P. 253-360.
- 78 ROCHA, A.; et al. Influência da matéria orgânica, pH e umidade sobre a população microbiana de solos incubados com atrazina e 2,4-D. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (21. : 1997 : Viçosa). **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997a. p.361.
- 79 ROCHA, A.; et al.. Caracterização sazonal do efeito de atrazina e 2,4-D sobre microrganismos de solos da microbacia do Córrego do Espreado, Ribeirão Preto-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (21. : 1997 : Viçosa). **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997b. p.362.
- 80 ROCHA, F.; WALKER, A. Simulation of persistence of atrazine in soil at different sites in Portugal. **Weed Research**, Champaign, v.35, p.179-186, 1995.
- 81 RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S de. **Guia de herbicidas** 3 ed, Londrina : Aa, 1995. 675p.
- 82 SAINI, H. S.; BASSI, P. K.; SPENCER, M. S. Use of ethylene and nitrate to break seed dormancy of common lambsquarters (*Chenopodium album*). **Weed Science**, Champaign, v. 34, n. 4, p. 502-506. 1986.
- 83 SANTOS FILHO, A; TOURINHO, L. C. N. **Caracterização analítica de lodo e interpretação para fins agrícolas**. Curitiba, UFPR, Setor de Ciências Agrárias, 1981.

- 84 SANTOS, H. F. dos. Aplicação do lodo de estações de tratamento de esgotos em solos agrícolas. **Revista DAE**, São Paulo, p. 31-48. 1979.
- 85 SEDLAK, R. **Phosphorus and nitrogen removal from municipal wastewater: principles and practice**. 2.ed. New York : Lewis Publishers. 1991.p. 3-41.
- 86 SENESI, N. et al. Adsorption of alachlor by humic acids from sewage sludge and amended and non-amended soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 157, n. 3, p. 176-184. Mar. 1994.
- 87 SETHI, R. K.; CHOPRA, S. L. Adsorption, degradation and leaching of alachlor in some soils. **Journal of the Indian Society Soil Science**, New Delhi, v.23, n. 2, p. 184-194. 1975.
- 88 SIGNORI, L. H. Lixiviação de trifluralina, atrazina e bromacil em três diferentes solos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS (11. : Londrina : 1976) **Resumos...**Londrina : IBC, 1976. p. 142-143.
- 89 SILVA, C. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D. Efeitos de vários métodos na superação de dormência e armazenamento na germinação de sementes de *Rottboellia exaltata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (21 : 1997 : Viçosa). **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997. p.8.
- 90 SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo** fundamentos e perspectivas. Brasília : MEC, ABEAS, ESAL, FEPE, 1988. 236p.
- 91 SONON, L. S.; SCHWAB, P. Adsorption characteristics of atrazine and alachlor in Kansas soil. **Weed Science**, Champaign, v. 43, p. 461-466. 1995.
- 92 SOUZA, J. R. P.; VELINI, E. D. Avaliação da capacidade de crescimento e produção de sementes de *Brachiaria plantaginea* quando desenvolvido na presença e ausência da cultura do milho (*Zea mays* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (20. : 1995 : Florianópolis). **Resumos...** Florianópolis : SBCPD, 1995. p. 112-113.
- 93 SOUZA, M. D. de et al. B.Movimento da atrazina numa terra roxa estruturada eutrófica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA (10. : Florianópolis : 1994). **Resumos...** Florianópolis : SBCS, 1994. p. 340 - 341.

- 94 STRAUB, C.P. **Practical handbook of environmental control**. Boca Raton : CRC Press, 1989. p. 253-372.
- 95 THEISEN, G; VIDAL, R.A.; FLECK, N. G. Efeito da profundidade de sementes e quantidade de palha no banco de sementes de papuã. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (21 : 1997 : Caxambu). **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997. p. 4.
- 96 TOLEDO, F. F.; CARVALHO, C. S. Quantity of potassium nitrate solution and the germination of brachiaria seeds. **Revista da Agricultura**. Piracicaba, v. 65, fasc. 2. 1990.
- 97 TOLEDO, F. F. de; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo : Ceres, 1977. p.52-56.
- 98 TSAI, M. S.; et al.. M. Efeito de fatores do solo. In. ELKE, J. B. N. (Ed.) **Microbiologia do solo..** Campinas : SBCS. 1992.
- 99 VICENTE, D. Controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays*) com herbicidas pré-emergentes, pós-emergentes precoce e pós-emergentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (21 : 1997 : Caxambu). **Resumos...** Viçosa : SBCPD, 1997. p. 228.
- 100 VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Periodicidade e intensidade de emergência de espécies de plantas daninhas de gramíneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS (18 : Brasília : 1991). **Resumos....** Brasília : SBHED, 1991. p. 16 e 18.
- 101 VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. Sob manejos de solo e de herbicidas 1. Sobrevivência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v, 30, n. 12, p. 1387-1396, Dez. 1995.
- 102 WALKER, A.; MOON, Y. L.; WELCH, S. J. Influence of temperature, soil moisture and soil characteristics on the persistence of alachlor. **Pesticide Science**, London, v. 35, p. 109-116. 1992.
- 103 WALKER, A.; ZIMDAHL, R.L. Simulation of the persistence of atrazine, linuron and metolachlor in soil at different sites in the USA. **Weed Research**, Champaign, v. 21, p. 255-265. 1981.

- 104 WALKER, S. R.; BLACKLOW, W. M. Adsorption and degradation of triazine herbicides in soils used for lupin production in western Australia: laboratory studies and a simulation model. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, n. 32, p. 1189-1205. 1994.
- 105 WEBBER, M. D.; SHAMESS, A. Land utilization of sewage sludge: a discussion paper. Toronto: Expert **COMMITTE** on Soil and Water Management, 1984. 48 p.
- 106 WELLINGTON, J. M et al. Comportamento de herbicidas pré-emergentes na cultura do sorgo sacarino. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO (12 : Pelotas : 1984). **Anais...**Pelotas : UEPAE, 1984. p. 226-230.
- 107 WILLARD, T. S.; et al. Interference of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) with soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**. v.8, n.4, p. 679-683. 1994.
- 108 WILSON, A. K. *Euphorbia heterophylla*: a review of distribution, importance and control. **Tropical Pest Management**, London, v. 27, n. 1, p. 32-38. 1981
- 109 ZIMDAHL, R. L.; CLARK, S.K. Degradation of three acetanilide herbicides in soil. **Weed Science**, Champaign, v. 30, p. 545-548. 1982.

7 APÊNDICES

Apêndice 1- Temperaturas máximas e mínimas obtidas em casa de vegetação, UFPR-SCA, Curitiba, PR. 1996/1997.

DATA	TEMP MAX °C	TEMP MÍN °C
01/12/96	38,0	20,0
05/12/96	44,0	22,0
09/12/96	46,0	22,5
12/12/96	38,0	21,0
16/12/96	36,0,	22,0
20/12/96	44,0	21,0
24/12/96	44,0	23,5
27/12/96	41,0	25,5
01/01/97	39,0	22,0
05/01/97	44,0	19,0
09/01/97	45,0	23,0
11/01/97	42,0	23,0
14/01/97	46,0	25,0
19/01/97	40,5	22,0
23/01/97	40,0	22,0
26/01/97	38,4	22,5

Apêndice 2 - Características físicas do solo proveniente da Estação Experimental do Canguiri, SCA-UFPR, Pinhais, PR. 1996/1997.

Areia fina	Areia grossa	Silte	Argila
.....%			
8,0	10,0	30,0	52,0

Apêndice 3 - Características físicas do solo após a mistura de lodo de esgoto nas doses 3, 6 e 12 t.ha⁻¹, SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

Dose t.há ⁻¹	Areia fina	Areia grossa	Silte	Argila
.....%				
3,0	12,0	10,0	26,0	52,0
6,0	10,0	10,0	26,0	54,0
12,0	12,0	10,0	24,0	54,0

Apêndice 4 - Influência da adição de diferentes doses (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de *Brachiaria plantaginea*, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação. Análise de variância. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS
HERBICIDA	3	3910925**	4535543**	4991260**	5256550**
LODO	3	12202*	37714**	52194**	32892**
LODO x HERB	9	13980**	28529**	41609**	43628**
ERRO	48	2903	3963	3088	2838
χ^2		23.257 ^{ns}	24.025 ^{ns}	18.394 ^{ns}	24.573 ^{ns}
C. V. %		11,86	12,49	10,42	9,67

GL - Graus de Liberdade

C.V- Coeficiente de Variação

ns = Não significativo

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

χ^2 = Teste de Bartlett

Apêndice 5 - Influência da adição de diferentes doses (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de *Euphorbia heterophylla*, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação. Análise de variância. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS
HERBICIDA	3	3538304**	1690139**	1600210**	1662512**
LODO	3	19575 ^{ns}	702 ^{ns}	502 ^{ns}	271 ^{ns}
LODO x HERB	9	19520 ^{ns}	26946**	17445**	11411 ^{ns}
ERRO	48	9768	6498	6648	2838
χ^2		23.306 ^{ns}	21.521 ^{ns}	20.576 ^{ns}	19.997 ^{ns}
C. V. %		18,41	22,77	23,24	20,83

GL - Graus de Liberdade

C.V- Coeficiente de Variação

ns = Não significativo

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

χ^2 = Teste de Bartlett

Apêndice 6 - Influência da adição de diferentes doses (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes de diferentes espécies de plantas, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação. Análise de variância. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS
HERBICIDA	3	5204**	1334202**	1788413**	1191820**
LODO	3	14069**	13206**	8247**	4550 ^{ns}
LODO x HERB	9	15917**	10197**	12614**	9915**
ERRO	48	24	1634	1963	2386
χ^2		19.650 ^{ns}	12.300 ^{ns}	19.549 ^{ns}	23.175 ^{ns}
C. V. %		7,92	13,52	14,72	19,06

GL - Graus de Liberdade

C.V- Coeficiente de Variação

ns = Não significativo

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

χ^2 = Teste de Bartlett

Apêndice 7 - Influência da adição de diferentes doses (0, 3, 6 e 12 t.ha⁻¹) de lodo de esgoto e da aplicação, em pré-emergência, dos herbicidas alachlor + atrazine, alachlor e atrazine sobre a expressão do banco de sementes do solo, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação. Análise de variância. SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS
HERBICIDA	3	9768044**	13461268**	14792073**	13153673**
LODO	3	36085 ^{ns}	71635**	110027**	44710*
LODO x HERB	9	26500 ^{ns}	115738**	119755**	92699**
ERRO	48	16516	11949	8522	10744
χ^2		23.487 ^{ns}	17.478 ^{ns}	18.225 ^{ns}	12.049 ^{ns}
C. V. %		12,58	9,47	7,78	8,90

GL - Graus de Liberdade

C.V- Coeficiente de Variação

ns = Não significativo

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

χ^2 = Teste de Bartlett

Apêndice 8 - Resultados obtidos do peso médio da matéria seca (g.m^{-2}) de plantas de *Brachiaria plantaginea* presentes aos 60 DAA, SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

	0 t.ha ⁻¹	3 t.ha ⁻¹	6 t.ha ⁻¹	12 t.ha ⁻¹
S/H	85,3	127,4	135,8	188,0
ALACHLOR + ATRAZINE	63,1	46,4	56,6	136,6
ALACHLOR	2,7	2,0	6,4	12,0
ATRAZINE	153,0	191,0	210,7	260,7

Apêndice 9 - Resultados obtidos do peso médio da matéria seca (g.m^{-2}) de plantas de *Euphorbia heterophylla* presentes aos 60 DAA, SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

	0 t.ha ⁻¹	3 t.ha ⁻¹	6 t.ha ⁻¹	12 t.ha ⁻¹
S/H	42,9	69,3	87,4	120,9
ALACHLOR + ATRAZINE	34,8	37,4	18,6	38,2
ALACHLOR	126,4	166,3	183,3	226,4
ATRAZINE	13,4	20,6	14,7	36,3

Apêndice 10 - Resultados obtidos do peso médio de matéria seca (g.m^{-2}) da população total de plantas daninhas presentes aos 60 DAA, SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

	0 t.ha ⁻¹	3 t.ha ⁻¹	6 t.ha ⁻¹	12 t.ha ⁻¹
S/H	23,8	6,7	13,8	11,1
ALACHLOR + ATRAZINE	3,6	14,2	54,8	28,2
ALACHLOR	52,9	9,7	14,3	12,6
ATRAZINE	10,6	10,6	10,6	6,0

Apêndice 11 - Resultados obtidos do peso médio de matéria seca (g.m^{-2}) da população total de plantas daninhas presentes aos 60 DAA, SCA-UFPR, Curitiba, PR. 1996/1997.

	0 t.ha ⁻¹	3 t.ha ⁻¹	6 t.ha ⁻¹	12 t.ha ⁻¹
S/H	152,0	203,0	237,0	320,0
ALACHLOR + ATRAZINE	101,5	98,0	130,0	203,0
ALACHLOR	182,0	178,0	204,0	251,0
ATRAZINE	177,0	216,0	236,0	303,0

Apêndice 12 - Principais espécies suscetíveis aos herbicidas alachlor, alachlor + atrazine e atrazine (RODRIGUES; ALMEIDA, 1995).

ALACHLOR	ATRAZINE	ALACHLOR + ATRAZINE
<i>Acanthospermum australe</i>	<i>Acanthospermum australe</i>	<i>Acanthospermum australe</i>
<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Acanthospermum hypsidum</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>
<i>Althernantera tenella</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Althernantera tenella</i>
<i>Amaranthus deflexus</i>	<i>Althernantera tenella</i>	<i>Amaranthus deflexus</i>
<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Amaranthus deflexus</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
<i>Amaranthus spinosus</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Amaranthus spinosus</i>
<i>Amaranthus viridis</i>	<i>Amaranthus spinosus</i>	<i>Amaranthus viridis</i>
<i>Bidens pilosa</i>	<i>Amaranthus viridis</i>	<i>Apium leptophyllum</i>
<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Apium leptophyllum</i>	<i>Bidens pilosa</i>
<i>Brachiaria plantaginea</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Blainvillea rhomboidea</i>
<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Blainvillea rhomboidea</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Brachiaria plantaginea</i>
<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Brachiaria plantaginea</i>	<i>Brassica rapa</i>
<i>Coronopus didymus</i>	<i>Brassica rapa</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>
<i>Croton glandulosus</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	<i>Chenopodium ambrosioides</i>
<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Commelina benghalensis</i>
<i>Digitaria insularis</i>	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	<i>Conyza bonariensis</i>
<i>Echinochloa colonum</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Desmodium tortuosum</i>
<i>Echinochloa crusgalli</i>	<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Digitaria insularis</i>
<i>Echinochloa cruspavonis</i>	<i>Coronopus didymus</i>	<i>Diodia teres</i>
<i>Eleusine indica</i>	<i>Croton glandulosus</i>	<i>Echinochloa colonum</i>
<i>Emilia sonchifolia</i>	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Echinochloa crusgalli</i>
<i>Eragrostis pilosa</i>	<i>Cyperus iria</i>	<i>Echinochloa cruspavonis</i>
<i>Eragrostis plana</i>	<i>Desmodium tortuosum</i>	<i>Eleusine indica</i>
<i>Galinsoga ciliata</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Emilia sonchifolia</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Echinochloa crusgalli</i>	<i>Eragrostis pilosa</i>
<i>Heteranthera limosa</i>	<i>Echium plantagineum</i>	<i>Eragrostis plana</i>
<i>Heteranthera reniformis</i>	<i>Eclipta alba</i>	<i>Galinsoga ciliata</i>

<i>Indigofera hirsuta</i>	<i>Eleusine indica</i>	continuação apêndice 12
<i>Ischaemum rugosum</i>	<i>Emilia sonchifolia</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>
<i>Lolium multiplorum</i>	<i>Eragrostis pilosa</i>	<i>Gnaphalium spicatum</i>
<i>Mollugo verticillata</i>	<i>Eragrostis plana</i>	<i>Heliotropium indicum</i>
<i>Panicum maximum</i>	<i>Erechtites hieracifolia</i>	<i>Heteranthera limosa</i>
<i>Phyllanthus tenellus</i>	<i>Euphorbia heterophylla</i>	<i>Hypochoeris brasiliensis</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Galinsoga ciliata</i>	<i>Hyptis lophanta</i>
<i>Setaria geniculata</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Hyptis suaveolens</i>
<i>Sida cordifolia</i>	<i>Gnaphalium spicatum</i>	<i>Indigofera hirsuta</i>
<i>Sida gaziovii</i>	<i>Heliotropium indicum</i>	<i>Ipomoea grandifolia</i>
<i>Sida spinosa</i>	<i>Heteranthera limosa</i>	<i>Ipomoea purpurea</i>
<i>Spermacoce latifolia</i>	<i>Hypochoeris brasiliensis</i>	<i>Ischaemum rugosum</i>
<i>Stellaria media</i>	<i>Hyptis lophanta</i>	<i>Leonotis nepetaefolia</i>
	<i>Hyptis suaveolens</i>	<i>Leonorus sibiricus</i>
	<i>Indigofera hirsuta</i>	<i>Lepidium virginicum</i>
	<i>Ipomoea hederifolia</i>	<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Ipomoea grandifolia</i>	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>
	<i>Ipomoea purpurea</i>	<i>Malvastrum coromandelianum</i>
	<i>Ischaemum rugosum</i>	<i>Nicandra physaloides</i>
	<i>Leonotis nepetaefolia</i>	<i>Oryza sativa</i>
	<i>Leonorus sibiricus</i>	<i>Panicum maximum</i>
	<i>Lepidium virginicum</i>	<i>Parthenium hysterophorus</i>
	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	<i>Pennisetum setosum</i>
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	<i>Phyllanthus tenellus</i>
	<i>Melampodium perfoliatum</i>	<i>Physalis angulata</i>
	<i>Mollugo verticillata</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Nicandra physaloides</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
	<i>Oryza sativa</i>	<i>Rynchelytrum repens</i>
	<i>Pennisetum setosum</i>	<i>Richardia brasiliensis</i>
	<i>Phyllanthus tenellus</i>	<i>Setaria geniculata</i>
	<i>Physallis angulata</i>	<i>Sida cordifolia</i>
	<i>Poligonum convolvulus</i>	<i>Sida glaziovii</i>
	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Sida rhombifolia</i>
		<i>Sida santaremnensis</i>

		continuação apêndice 12
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Sida spinosa</i>
	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Sida urens</i>
	<i>Rhynchelytrum repens</i>	<i>Sidastrum micranthum</i>
	<i>Richardia brasiliensis</i>	<i>Silene gallica</i>
	<i>Ricinus communis</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
	<i>Rumex acetosella</i>	<i>Solanum americanum</i>
	<i>Senna obtusifolia</i>	<i>Soliva pterosperma</i>
	<i>Senna occidentalis</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Sida cordifolia</i>	<i>Spergula arvensis</i>
	<i>Sida glaziovii</i>	<i>Spermacoce latifolia</i>
	<i>Sida rhombifolia</i>	<i>Stellaria media</i>
	<i>Sida santaremnensis</i>	<i>Wissadula subpeltata</i>
	<i>Sida spinosa</i>	
	<i>Sida urens</i>	
	<i>Sidastrum micranthum</i>	
	<i>Siegesbeckia orientalis</i>	
	<i>Silene gallica</i>	
	<i>Sinapis arvensis</i>	
	<i>Solanum americanum</i>	
	<i>Soliva pterosperma</i>	
	<i>Sonchus oleraceus</i>	
	<i>Spergula arvensis</i>	
	<i>Spermacoce latifolia</i>	
	<i>Stachys arvensis</i>	
	<i>Stellaria media</i>	
	<i>Tridax procumbens</i>	
	<i>Vigna unguiculata</i>	
	<i>Waltheria americana</i>	
	<i>Wissadula subpeltata</i>	
	<i>Xanthium cavanillesii</i>	