

DETERMINAÇÃO DE POTENCIALIDADES ALELOPÁTICAS EM  
AGROECOSSISTEMAS

ANTONIO ROBERTO MARCHESE DE MEDEIROS  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI

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

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Dezembro - 1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da  
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

M488d Medeiros, Antonio Roberto Marchese de  
Determinação de potencialidades alelopáticas em  
agroecossistemas. Piracicaba, 1989.  
92p. ilustr.

Tese - ESALQ  
Bibliografia.

1. Alelopatia 2. Ecologia agrícola 3. Ecossistema agrícola - Alelopatia 4. Leguminosa de inverno - Potencial alelopático I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.3

DETERMINAÇÃO DE POTENCIALIDADES ALELOPÁTICAS EM  
AGROECOSSISTEMAS

ANTONIO ROBERTO MARCHESE DE MEDEIROS

Aprovado em: 15/12/1989

Comissao Julgadora:

Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi	ESALQ/USP
Prof. Dr. Luiz Antonio Rochelle	ESALQ/USP
Prof. Dr. Luiz Eduardo Gutierrez	ESALQ/USP
Prof. Dr. Antonio Roque Dechen	ESALQ/USP
Prof. Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello	ESALQ/USP

  
Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi  
Orientador

Ao Dr. ALAN R. PUTNAM  
pelos ensinamentos iniciais e  
pelo exemplo em pesquisa voltada  
a preservação do agroecossistema.

A minha esposa ÉLI e aos meus  
filhos ANNE, ROLAND E THAÍS,  
com o orgulho que tenho de  
você.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi pela orientação neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Geraldo Victorino França, coordenador do Curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, da ESALQ/USP

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Ao Sr. Paulo René Bosel Porepp, atualmente, Chefe Adjunto Administrativo do Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado - EMBRAPA.

Aos colegas de curso, professores e funcionários do Departamento de Botânica da ESALQ/USP.

A minha esposa e filhos pela dedicação, carinho, estímulo e compreensão com que me acompanharam em mais esta jornada.

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
01	Percentagem de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) no substrato.....	37
02	Comprimento da raiz primária da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) no substrato.....	40
03	Peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) desenvolvidas em substrato com várias concentrações de extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.).....	42
04	Percentagem de germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito de concentrações de extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) no substrato.....	46
05	Comprimento da raiz principal da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) no substrato.....	49

06	Peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) obtidas em substrato com diferentes concentrações de extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.).....	52
07	Porcentagem de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) germinadas em substrato contendo extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) em diferentes concentrações.....	56
08	Influência da concentração do extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) no comprimento da raiz primária da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	59
09	Concentração do extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	61
10	Efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrimum</i> Piper e Tracy) no substrato, na germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	65
11	Influência da concentração do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrimum</i> Piper e Tracy) no comprimento da raiz primária de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	67

12	Concentração do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) no substrato, influenciando no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	70
13	Camada de folhas de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) caídas após 120 dias desde a emergência das plantas.....	76
14	Espécies presentes no canteiro de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) desde o período da emergência das plantas, aos 90 dias.....	77
15	Aspecto do solo abaixo dos resíduos de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) aos 300 dias contados desde a emergência das plantas.....	78
16	Análise química do solo antes e depois de cultivado com mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy).....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Percentagem de germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito da concentração de extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) no substrato.	36
02	Influência da concentração do extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) no comprimento da raiz primária da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	38
03	Influência da concentração do extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	41
04	Percentagem de germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) desenvolvidas em substrato contendo extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) em diferentes concentrações.....	45
05	Efeitos da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) em diferentes concentrações.....	47
06	Influência da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.)	51

Tabela		Página
07	Percentagem de germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) no substrato.....	54
08	Comprimento da raiz primária da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) no substrato.....	57
09	Influência da concentração do extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	60
10	Efeito do substrato contendo diferentes concentrações do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterinum</i> Piper e Tracy) na germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	63
11	Comprimento da raiz primária da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso da mucuna preta ( <i>Stizolobium aterinum</i> Piper e Tracy).....	66
12	Influência da concentração do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterinum</i> Piper e Tracy), contido no substrato, no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	69

13	Número de plantas e peso da matéria seca das espécies presentes no canteiro aos 30 dias após a emergência das plântulas de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy).....	72
14	Número de plantas e peso da matéria seca das espécies presentes no canteiro aos 60 dias após a emergência das plântulas de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy).....	73
15	Número de plantas e peso da matéria seca das espécies presentes no canteiro aos 90 dias após a emergência das plântulas de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy).....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

PMF	- peso da matéria fresca
PMS	- peso da matéria seca
°C	- graus Célsius
C.V.	- coeficiente de variação
g	- grama
mg	- miligrama
Conc.	- concentração
Substr.	- substrato
Mat.	- matéria
M.O. %	- percentagem de matéria orgânica
CTC	- capacidade de troca de cátions
®	- marca comercial
BELDR	- <i>Portulaca oleracea</i> L.
GUANX	- <i>Sida rhombifolia</i> L.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xi
RESUMO .....	xvi
SUMMARY .....	xviii
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	04
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1. Determinações de Laboratório .....	27
3.1.1. Teste de Germinação .....	27
3.1.2. Obtenção do Extrato Aquoso .....	27
3.1.2.1. Determinação da quantidade de água a ser adicionada no pro- cesso de trituração.....	28
3.1.3. Filtragem e Centrifugação .....	28
3.1.4. Diluições .....	29
3.1.5. Semeadura .....	29
3.1.6. Levantamento dos Dados .....	30
3.2. Determinações de Campo .....	31
3.2.1. Amostragem do Solo .....	31
3.2.2. Semeadura .....	32
3.2.3. Levantamento dos dados .....	32
3.3. Delineamento Estatístico.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.1. Resultados Obtidos com Chicharo ( <i>Lathyrus sa-</i> <i>tivus</i> L.) .....	34
4.1.1. Quantidade de água adicionada a maté- ria fresca para obtenção do extrato aquoso .....	34
4.1.2. Efeitos da concentração do extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i>	

L.) sobre a percentagem de germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	35
4.1.3. Efeitos do extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) sobre o comprimento da raiz primária da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	37
4.1.4. Efeito da concentração do extrato aquoso de chicharo ( <i>Lathyrus sativus</i> L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) ..	40
4.2. Resultados obtidos com trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) .....	43
4.2.1. Quantidade de água adicionada a matéria fresca para obtenção do extrato aquoso .....	43
4.2.2. Efeitos do extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) sobre a percentagem de germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	44
4.2.3. Efeito da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) no comprimento da raiz primária de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	46
4.2.4. Efeitos da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha ( <i>Medicago denticulata</i> Willd.) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	50
4.3. Resultados obtidos com ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) .....	51
4.3.1. Quantidade de água adicionada a maté-	

ria fresca para obtenção do extrato aquoso .....	51
4.3.2. Efeitos do extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) na germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.)..	53
4.3.3. Efeitos do extrato aquoso de ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) no comprimento da raiz primária da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	57
4.3.4. Efeito da concentração do extrato aquoso da ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	58
4.4. Resultados obtidos em testes de laboratório com mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) .....	62
4.4.1. Quantidade de água adicionada a matéria fresca para obtenção do extrato aquoso .....	62
4.4.2. Efeitos do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) na germinação de sementes de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	62
4.4.3. Efeitos da concentração do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) no comprimento da raiz primária de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	66
4.4.4. Efeitos da concentração do extrato aquoso de mucuna preta ( <i>Stizolobium aterrinum</i> Piper e Tracy) no peso da matéria seca de plântulas de alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	68

4.5. Dados sobre a mucuna preta ( <i>Stizolobium ater-</i> <i>rinum</i> Piper e Tracy) obtidos no experimento de campo .....	71
4.5.1. Avaliação procedida após 30 dias .....	71
4.5.2. Avaliação procedida após 60 dias .....	72
4.5.3. Avaliação procedida após 90 dias .....	74
4.5.4. Avaliação procedida após 120 dias .....	75
4.5.5. Análise química do solo .....	80
4.6. Considerações gerais .....	82
5. CONCLUSÕES .....	86
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	88

DETERMINAÇÃO DE POTENCIALIDADES ALELOPÁTICAS EM  
AGROECOSSISTEMAS

Autor: ANTÔNIO ROBERTO MARCHESE DE MEDEIROS  
Orientador: Prof. Dr. ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI

RESUMO

Foram determinadas as potencialidades alelopáticas de quatro espécies de plantas leguminosas através de testes de laboratório, utilizando-se extrato aquoso no substrato onde foram colocadas sementes de alface (*Lactuca sativa* L.).

As espécies estudadas foram: chicharo (*Lathyrus sativus* L.), trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.), ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e a mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) cujos testes foram também conduzidos em condições de campo, estudando-se os efeitos sobre a flora infestante e algumas alterações químicas do solo decorrentes do cultivo com esta leguminosa.

Em laboratório, os parâmetros para determinação dos efeitos do extrato aquoso no substrato foram: a influência na germinação das sementes; no comprimento da raiz primária e no peso da matéria seca das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

Observaram-se os efeitos do substrato contendo

diferentes concentrações do extrato aquoso sobre a formação de pelos absorventes nas raízes, na oxidação das coifas, na germinação, no aspecto das folhas cotiledonares e no diâmetro das raízes primárias.

Dentre as quatro espécies testadas, a ervilhaca (*Vicia sativa* L.) foi, potencialmente, a que mostrou maiores reflexos sobre a alface (*Lactuca sativa* L.), destacando-se o fato que, nas concentrações mais elevadas do extrato aquoso (75% e 100%), as sementes morreram, oxidando-se e decompondo os tecidos em curto espaço de tempo. Seguiram-se o trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.), cujos efeitos na germinação das sementes foram mais drásticos nas primeiras 48 horas, diminuindo com o decorrer do tempo e conseqüente degradação do substrato; a mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy), com efeitos leves; e o chicharo (*Lathyrus sativus* L.), sem efeitos sobre o percentual de germinação.

No ensaio de campo, observou-se a dominância da mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) a partir dos 120 dias contados desde a emergência das plântulas, não sendo verificada a presença de nenhuma espécie estranha a cultura.

Os teores de P, K, Ca e Mg diminuíram após o cultivo, a matéria orgânica, expressa em percentagem de nitrogênio (N%), dobrou de valor.

DETERMINATION OF ALLELOPATHIC POTENTIALITIES IN  
AGROECOSYSTEMS

Author: ANTONIO ROBERTO MARCHESE DE MEDEIROS

Adviser: Prof. Dr. ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI

SUMMARY

The allelopathic potential of four species of leguminous plants were determined by laboratory tests utilizing aqueous extrats on the substratum for lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.).

The studied species were: *Lathyrus sativus* L., *Medicago denticulata* Willd., *Vicia sativa* L. and *Stizolobium aterrinum* Piper & Tracy. Tests were also made in field condictions, studying the effects on the weeds and the chemicals alterations of soil after cultivated with *Stizolobium aterrinum* Piper & Tracy.

The laboratory parameters for determination of the effects of the aqueous extracts on the substratum were: influence on the seed's germination, on the lenght and the dry weight of lettuce seedlings.

Effects of different concentrations of aqueous extracts on the absorvents pile formation, on oxidation, of the root caps, on germination, on the aspects of cotyledonary leaves and on the diameter of primary roots were also

evaluated.

Within the four species studied, *Vicia sativa* L. showed most reflexus on lettuce (*Lactuca sativa* L.) in the greatest concentration of the aqueous extract (75% and 100%), seeds died and decomposed rapidly. Next was *Medicago denticulata* Willd. which had more drastic effects on germination in the first 48 hours, decreasing with time and consequent degradation of substratum; *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy, had little and *Lathyrus sativus* L. no effects on germination percentual.

In field conditions *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy dominated since 120 days after emergence of the seedlings, no weeds being observed during that period.

All macronutrient levels decreased with cultivation of the soil, except organic matter expressed in nitrogen percent (N%), which doubled value.

## 1. INTRODUÇÃO

Os primeiros registros sobre a capacidade, que certas espécies de plantas possuem, de interferir na fisiologia de plantas de outras espécies foram feitos por Theophrastus (300 A.C.). Seguiram-se os trabalhos de Plínio (1 D.C.), Culpeper (1633), Browne (1658), Young (1804), De Candolle (1832), Beobachter (1845), Stickney & Hoy (1881), citados por RICE (1984).

O termo alelopatia foi criado em 1937 por Molisch em seu trabalho "*Der Einfluss einer Pflanze auf die andere - Allelopathie*" (A influência de uma planta sobre outra - Alelopatia), (TUKEY, 1969; PUTNAM & DeFRANK 1983; e RICE 1984). Em uso corrente, o termo alelopatia pode ser entendido como qualquer efeito causado direta ou indiretamente por um organismo sobre outro, através da liberação, num ecossistema, de substâncias químicas por ele elaboradas.

Muitos produtos secundários, oriundos de plantas, com ação fitotóxica, têm sido isolados e identificados. A liberação destes compostos num agroecossistema pode ocorrer: a) Por volatilização de substâncias provenientes de plantas em estado vegetativo; b) Por lixiviação, através da chuva ou sereno, de toxinas solúveis em água, da parte aérea ou de tecidos subterrâneos; c) De tecidos vegetais em decomposição; d) Por exsudação do sistema radicular.

Artigos recentes têm sugerido a exploração deste fenômeno como um adicional ao controle das plantas invasoras, (ALTIERI 1978; PUTNAM 1978 e 1983). Uma vez determinada a potencialidade alelopática de uma espécie, através de testes de laboratório, os resultados poderão ser levados a campo, servindo como uma opção a mais a ser utilizada no controle racional das plantas invasoras. Em se tratando de leguminosas de inverno, poderão ser consorciadas a frutíferas de clima temperado, as quais apresentam uma fase de repouso hibernar, período em que a cultura consorciada está em plena vegetação, não competindo com a planta frutífera, melhorando as condições físicas e químicas do solo, além de protegê-lo da erosão.

Neste trabalho testou-se a influência do extrato aquoso obtido de quatro espécies de plantas leguminosas, na germinação, crescimento, desenvolvimento e características

organográficas de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.), em condições de laboratório.

Em condições de campo, estudou-se a influência da mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) sobre a flora infestante e os efeitos em algumas características químicas do solo.

O objetivo principal foi determinar as potencialidades alelopáticas das quatro leguminosas de inverno: Chicharo (*Lathyrus sativus* L.), Trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd), Ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e Mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O termo alelopatia foi criado em 1937 por H. Molisch em seu trabalho "*Der Einfluss einer Pflanze auf die andere - Allelopathie*". (A influência de uma planta sobre outra - Alelopatia), TUKEY, (1969); PUTNAM & DeFRANK, (1983) e RICE, (1984).

Ao longo dos anos, a palavra tem sido redefinida. PUTNAM & DUKE (1978) utilizaram-na para referirem-se aos efeitos injuriosos de plantas superiores de uma espécie (doadora), na germinação, crescimento ou desenvolvimento de plantas de outras espécies (receptoras). Esta definição é diferente da estabelecida por Molisch o qual referiu-se à alelopatia para descrever interações bioquímicas benéficas e prejudiciais entre microorganismos e plantas. Segundo PUTNAM & DUKE (1978), a escolha do termo alelopatia por Molisch, foi tecnicamente errônea, já que o termo foi derivado de duas palavras gregas significando: danos mútuos.

É importante ressaltar com relação a alelopatia, que os efeitos detrimenais dependem dos compostos químicos liberados no ambiente pelas plantas doadoras. Assim sendo, o termo pode ser separado de outros mecanismos de interferência como a competição, a qual envolve a retirada ou redução de algum fator do ambiente que é requerido por outra planta no mesmo ecossistema. Entre estes fatores podem ser incluídos água, nutrientes e luz.

SMITH & SECOY (1977) citam Democritus (500 A.C.) e Theophrastus (300 A.C.) como autores de registros sobre a habilidade das plantas influenciarem no desenvolvimento de outras plantas. Enquanto RICE (1984), relata que Theophrastus (300 A.C.) observou que plantas de *Cicer arietinum* L. não se revigoravam como outras espécies e apresentavam a propriedade de destruir outras espécies.

Plínio (1 D.C.), também citado por RICE (1984), reporta que *Cicer arietinum* L., *Hordeum vulgare* L., *Trigonella foenum-graceum* L., *Vicia ervilia* Willd. e uma espécie de noqueira européia, provavelmente *Juglans regia* L., foram a causa de muita preocupação para os homens e injúrias para as plantas.

De Candolle em 1832, afirmava que o cansaço das terras, decorrentes da monocultura durante anos seguidos, era ocasionado pelo acúmulo de alguma substância exsudada pela cultura, a qual passava a afetar o próprio desenvolvimento, (RICE, 1984).

Evidências indicam que compostos alelopáticos

são liberados das plantas por volatilização, lavados das plantas pela chuva ou sereno, exsudados pelas raízes ou através da decomposição de resíduos de certos vegetais.

Consideráveis pesquisas tem sido conduzidas sobre a liberação de inibidores voláteis pelas plantas. RICE (1984) relata que Elmer (1932) demonstrou que a substância volátil liberada por maçãs e peras, inibia o crescimento de brotos de batata (*Solanum tuberosum* L.). e que Molisch (1937) também se interessou pelo estudo da liberação de substâncias pelas maçãs e peras, tendo demonstrado que as mesmas tinham marcantes efeitos sobre o crescimento de muitas plantas. Posteriormente identificou o composto como sendo o etileno. Foi o interesse por este agente alelopático volátil que o levou a estabelecer o termo alelopatia.

*Artemisia californica* produz compostos voláteis os quais são inibidores de muitas espécies de gramíneas anuais (MULLER et alii., 1964; HALLIGAN, 1973, 1975, 1976).

MULLER et alii (1964) mencionam que *Salvia leucophylla*, *Salvia mellifera*, e *Salvia apiana* produzem inibidores voláteis os quais afetam outras plantas superiores. MULLER & MULLER (1964) identificaram seis terpenos inibidores em extratos de folhas de plantas do gênero *Salvia*. MULLER (1965) identificou mais dois terpenos inibidores: cânfora e 1,8-cineole, na atmosfera ao redor de plantas de *Salvia*, no campo e em casa de vegetação. Os terpenos voláteis são absorvidos pelo solo, conservando sua

atividade inibidora por vários meses.

BACKER (1966) demonstrou que compostos voláteis, produzidos por *Eucalyptus globulus* Labill. são potentes inibidores de crescimento de raízes de plantas do gênero *Cucumis*.

Del MORAL & MULLER (1970) verificaram que folhas frescas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, produzem grandes quantidades de terpenos voláteis, os quais são tóxicos ao desenvolvimento das plantas, sendo dois deles ( $\alpha$ -pinene e 1,8-cineole) encontrados em grandes quantidades no solo, sob as plantas de eucalipto. Em terrenos limpos, adjacentes a "stands" de eucaliptos, são encontradas concentrações destes compostos consideravelmente baixas, porém, facilmente detectáveis, enquanto que nenhum terpeno foi detectado em solos gramados. O gênero *Eucalyptus* é de longa data conhecido como produtor de terpenos voláteis e muitos dos quais têm mostrado serem altamente tóxicos às sementes, interferindo na germinação e no desenvolvimento das plântulas de numerosas espécies.

Várias espécies de plantas têm sido observadas como produtoras de inibidores voláteis afetando outras espécies de plantas ou microorganismos, porém, muitos dos agentes alelopáticos não foram identificados. Aparentemente, os compostos voláteis podem ter maior ação ecológica em condições áridas ou semi-áridas.

Muitos tipos de íons inorgânicos e compostos orgânicos têm sido identificados entre os lixiviados das

folhas de plantas.

O fato de que fitotoxinas têm sido encontradas nos extratos de várias partes das plantas, não significa que possam ser lavadas ou exsudadas. No entanto, toxinas solúveis em água, podem ser lavadas pela chuva ou pelo sereno.

WINTER (1961) demonstrou que diversos compostos alelopáticos lixiviados de resíduos de plantas para o solo, foram absorvidos por plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.), as quais não produziam nenhum dos compostos envolvidos.

RICE (1984) cita que florizina é um potente composto alelopático produzido no sistema radicular das macieiras (*Malus sylvestris* Mill.). Quando foram colocadas raízes de macieiras (*Malus sylvestris* Mill.) sobre a superfície de um solo que não continha florizina, este composto foi prontamente liberado juntamente com floroglucinol, um produto da decomposição da florizina.

O mesmo autor relata que dez inibidores fenólicos foram lavados da liteira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, dentre eles foram identificados: ácido cafeico, clorogênico, p-cumárico, ferrúlico e gálico.

Muitos agentes alelopáticos que ocorrem em plantas vivas ou em resíduos de plantas, podem ser lixiviados pela chuva ou sereno, em quantidades apreciáveis.

Desde as pesquisas de Lyon & Wilson, em 1921, demonstrando que as raízes de muitas plantas cultivadas exsudavam grande quantidade de compostos orgânicos, numerosas

observações detectaram muitos tipos de compostos orgânicos como sendo exsudados por raízes vivas de diversas espécies vegetais. Lundegardh & Stenlid (1944) relatam que o ácido monofosfórico de adenosina, foi o principal composto exsudado em meio estéril, por raízes intactas de plântulas de ervilha (*Pisum sativum* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.) com dois a quatro dias, (RICE, 1984).

Um flavonone foi também identificado como exsudado por plântulas de trigo (*Triticum aestivum* L.). A quantidade de nucleotídeos exsudados em cinco horas, corresponderam de 0,5 a 1% do peso da matéria seca total das raízes.

BONNER & GALSTON (1944) relatam que o ácido cinâmico foi um dos fortes inibidores de plântulas de *Guayule* sp. presentes em áreas com lixiviados ou com raízes vivas da mesma espécie. Sabe-se que este composto ocorre livremente em plantas da citada espécie, tendo sido demonstrado que é proveniente de raízes e não como resultante de atividade microbiana. Muitos derivados do ácido cinâmico têm sido identificados como agentes alelopáticos e, provavelmente, possam ser exsudados pelas raízes das plantas.

O ácido fenilacético e diversos de seus derivados, têm sido identificados como compostos alelopáticos (CHOU & PATRICK, 1976; CHOU & LIN, 1976; TANG & YOUNG, 1982). Por essa razão é que muitos estudos têm demonstrado claramente que alguns derivados do ácido fenilacético são prontamente exsudados por algumas plantas e absorvidos por

plantas adjacentes.

O ácido fenilmetoxiacético é um composto conhecido por sua marcante propriedade de modificar o crescimento das plantas; PRESTON et alii (1954) determinaram que estes compostos moviam-se para fora de raízes tratadas com o citado ácido e que eram absorvidos por raízes de plantas não tratadas. Primeiramente demonstraram que o ácido fenilmetoxiacético não é volátil o suficiente para danificar o crescimento de plantas colocadas em um saco plástico contendo apreciável quantidade de ácido fenilmetoxiacético, mas não em contato com as plantas. Mais tarde aplicaram 100µg de ácido fenilmetoxiacético misturado a 1 parte de Tween 20<sup>®</sup> e 4 partes de lanolina, em uma estreita faixa ao redor do caule de uma planta contida em um vaso, juntamente com outra planta não tratada. Isto foi repetido diversas vezes e em cada caso, ambas plantas mostraram efeitos típicos de ácido fenilmetoxiacético no crescimento, em dois dias. Quando plantas tratadas foram postas em água aerada durante uma semana, repassaram às plantas não tratadas, as quais desenvolveram sintomas característicos no crescimento.

É bastante difícil saber se os inibidores presentes nos ecossistemas formados pela decomposição de resíduos vegetais, são provenientes da liberação do material vegetal em decomposição, ou da ação de microorganismos capazes de transformar compostos não tóxicos em toxinas. É também possível que microorganismos sintetizem inibidores, como a produção de patulina por *Penicillium urticae* Bainer em

resíduos de palha de trigo (*Triticum aestivum* L.). A produção de patulina e um inibidor fenólico pelo fungo *Penicillium expansum* (Link) Thom., também ocorre em resíduos de macieiras (*Malus sylvestris* Mill.), (RICE, 1984).

Inibidores solúveis em água podem ser facilmente lavados de resíduos de plantas durante o processo de decomposição, quando várias membranas perdem sua permeabilidade diferenciada.

McCalla & Duley (1948) citados por RICE (1983), relatam que a cobertura morta originária de restos de cultura, reduziu o "stand" e o crescimento do milho, em determinadas condições climáticas e que o efeito foi mais pronunciado em anos chuvosos. Subsequentemente, os mesmos pesquisadores estabeleceram que a cobertura do solo com palha de trigo, usando-se de 2 a 4 toneladas por ha, reduziu a média de germinação do milho de 92% para 44%. Em trabalho adicional com vários resíduos de culturas, os mesmos autores concluíram que os efeitos inibitórios de várias coberturas mortas, foram resultantes da combinação de toxinas produzidas por microorganismos cujo crescimento é estimulado pelo rico material em decomposição.

Em 1963, Norstadt & McCalla, reportaram-se sobre a produção de patulina, potente inibidor de crescimento do trigo (*Triticum aestivum* L.), produzida por um fungo que se desenvolve em cobertura morta. Dez anos mais tarde, Ellis & McCalla, afirmaram que o mesmo fungo constitui 90% do total da população de fungos no solo onde foram depositados

resíduos de cobertura de trigo. (*T. aestivum* L.), (RICE, 1983).

Pesquisas sobre os efeitos da decomposição de resíduos de culturas, foram desenvolvidas no Estado da Califórnia, no vale do Rio Salinas, USA, por Patrick & Koch, citados por RICE (1983), onde solos contendo resíduos de culturas foram obtidos de campos os quais tinham sido tratados pelos métodos convencionais utilizados pelos agricultores. Em alguns campos, culturas de cobertura como cevada (*Hordeum vulgare* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) ou trigo (*Triticum aestivum* L.), consorciadas ou não com ervilhaca (*Vicia* sp.), foram gradeados ou lavrados. A quantidade de matéria verde foi, em média, de 10 a 15 toneladas por ha. A lavra ou a gradagem foi procedida antes que as plantas obtivessem total desenvolvimento.

Amostras de solo foram coletadas periodicamente e divididas em tres frações: a) Solo e resíduo na proporção estabelecida no campo; b) Solo após total retirada dos resíduos vegetais; c) Resíduos de plantas livres de solo. Foram preparados extratos aquosos de cada fração e testados os efeitos na germinação e no crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

O extrato de solo e resíduo nas proporções estabelecidas no campo e o extrato do solo após a remoção dos resíduos vegetais, mostraram baixa toxicidade, ao passo que o resíduo de plantas livre de solo teve um apreciável efeito depressivo no desenvolvimento das raízes de alface (*Lactuca*

sativa L.).

Cuidadasas observações foram feitas em plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.), em condições de campo, para determinar as causas do crescimento irregular. Ocorreram injúrias em raízes causadas pela decomposição de resíduos de cultura. Raízes em contato ou próximas à fragmentos de culturas em decomposição, geralmente estavam descoloridas ou apresentavam lesões profundas quando em contato com os resíduos. Em muitos casos ocorreu um escurecimento no ápice das raízes, além de outras injúrias. Aparentemente, as toxinas não se movem do lugar de onde são produzidas; a extensão do dano no sistema radicular e o efeito total na nova cultura depende do modo como ocorre o crescimento do sistema radicular e se as raízes encontrarem fragmentos de resíduos nos quais aleloquímicos com efeitos tóxicos estejam presentes, (RICE, 1983).

LUCCHESI & OLIVEIRA (1988), estudando o efeito do extrato de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) na germinação e desenvolvimento de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Cruz), observaram que houve redução no crescimento das plântulas, apresentando-se morfo-fisiologicamente anormais, necessitando maior tempo para o início da germinação.

PATRICK (1971), relatou que a toxicidade do solo atribuída à matéria orgânica, está muitas vezes associada com a densidade, baixa aeração e retenção de água. BONASERA et alii (1979), considerando estas observações,

sugeriram que solos encharcados possam ser um local para se manifestarem interações alelopáticas. Estudaram o potencial alelopático de quatro espécies e três solos de pântanos do Estado de New Jersey, USA.

Foram obtidos extratos de diferentes partes dos vegetais e testados na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) rabanete (*Raphanus sativus* L.) e pepino (*Cucumis sativus* L.).

Extratos de folhas de *Ambrosia trifida* L. e de folhas e pecíolos de *Peltandra virginica* Kunth. diminuíram a germinação e o crescimento do sistema radicular de alface (*Lactuca sativa* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e pepino (*Cucumis sativus* L.). Observaram que os extratos de hastes inibiam o desenvolvimento mas não a germinação. Já o extrato de folhas de *Bidens laevis*, foi, em geral, inibidor; enquanto que o extrato de hastes da citada espécie, impediu somente a germinação e o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.).

Os testes com extrato de folhas de *Typha latifolia* L. mostraram ser responsáveis pela inibição do desenvolvimento e da germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) por um período de 24 horas. Os extratos que apresentaram menor poder inibidor foram os obtidos de raízes e rizomas de *Typha latifolia* L.

Dos solos de pântano, onde predominam as espécies: *Ambrosia trifida* L., e *Typha latifolia* L., e solos com uma vegetação misturada, sem uma espécie dominante, foram

coletadas amostras de 0 a 5 e de 5 a 10 centímetros de profundidade. Nenhuma amostra influiu na germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) e de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Extratos de solos amostrados de 0 a 5 centímetros de profundidade, onde a espécie dominante era *Typha latifolia* L., aumentaram o crescimento do pepino (*Cucumis sativus* L.) em 72 horas e, do rabanete (*Raphanus sativus* L.) em 48 horas.

De todas as espécies utilizadas como planta teste, a alface (*Lactuca sativa* L.) foi a mais sensível, tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.), pouco sensíveis, e pepino (*Cucumis sativus* L.) a menos sensível.

CHOU & LIN (1976) estudando extratos aquosos provenientes da decomposição de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), verificaram, no solo, que estes resíduos inibiam o crescimento das raízes de plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.) e de alface (*Lactuca sativa* L.). Identificaram como aleloquímicos presentes na palha de arroz (*Oryza sativa* L.): ácido p-hidroxibenzóico, ácido p-cumárico, ácido valínico, ácido ferrúlico e ácido o-hidroxifenilacético.

BOKHARI (1978) estudou o efeito de quatro tipos de liteira e três extratos de material fresco de *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag.; *Agropiron smithii* Rydb.; e *Bucchoe dactyloides* (Nutt.) Engelm., sobre a germinação das sementes das três espécies estudadas como fonte de extrato de

material fresco. Os quatro tipos de liteira foram compostos por: testemunha, liteira fertilizada, liteira irrigada e parcelas fertilizadas e irrigadas.

Os resultados indicaram que os extratos de material vegetativo foram mais fitotóxicos que os extratos de liteira. Quantidades obtidas de material vegetativo colhido nos primeiros estádios fenológicos, mostraram maior fitotoxidez do que os coletados em estádios fenológicos avançados.

A composição química da liteira e do material vegetativo indicou que este último continha, comparativamente, mais substâncias fenólicas do que a liteira.

LAWRENCE & KILCHER (1961), relatam que extratos de raízes de *Agropyron cristatum* (Schreb.) Gaertn.; *Elymus junceus* Fish.; *Agropyron intermedium* (Host.) Beauv.; *Agropyron repens* (L.) Beauv.; *Bromus inermis* Leyss.; *Elymus angustus* Trin.; *Hordeum jubatum* L.; *Iva axillaris* Pursh.; *Medicago media* Pers.; *Melilotus officinalis* Lam.; *Phalaris arundinacea* L.; *Phlenuum pratense* L.; *Sorghum alium* Parodi e *Taraxacum officinale* Wigg., em areia quartzosa, foram usados como meio para crescimento e germinação de sementes de doze destas espécies. Extratos de sementes de *Triticum aestivum* L.; *Avena sativa* L. e *Hordeum vulgare* L., também foram testados.

Extratos de raízes de *Elymus junceus* Fisch.; *Agropyron cristatum* (Schreb.) Gaertn.; *Agropyron intermedium*

(Host.) Beauv.; *Bromus inermis* Leyss.; *Phleum pratense* L.; *Phalaris arundinacea* L. e *Hordeum jubatum* L., tiveram muito pouco ou nenhum efeito na germinação das sementes de muitas das espécies testadas. Os extratos de *Elymus junceus* Fisch. e de *Bromus inermis* Leyss. apresentaram pequeno efeito no tamanho das plântulas. Por outro lado, extratos de raiz de *Medicago media* Pers.; *Taraxacum officinale* Wigg.; *Sorghum alnum* Parodi; *Melilotus officinalis* Lam.; *Iva axillaris* Pursh. e *Agropyron repens* (L.) Beauv., mostraram os maiores efeitos inibidores tanto da germinação como do crescimento das plântulas.

BIEBER & HOVELAND (1968) determinaram o potencial fitotóxico de seis espécies cultivadas e quatro espécies invasoras em *Coronilla varia* L. Extratos aquosos de *Lepidium virginicum* L.; *Oenothera biennis* L.; *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. e *Coronilla varia* L., foram os mais tóxicos para a germinação das sementes.

*Festuca arundinacea* Schred. e *Eragrostis curvula* Nees., foram as menos tóxicas. Extratos de partes aéreas foram mais inibitórios do que os obtidos de sistema radicular.

Resíduos de *Lepidium virginicum* L. foram incorporados ao solo dez semanas antes da sementeira de *Coronilla varia* L., mostrando-se tóxicos à germinação das sementes. Já os resíduos de *Lespedeza striata* (Thumb) H. & A. incorporados ao solo, não afetaram a germinação, mas diminuíram o desenvolvimento das plantas.

A germinação das sementes de *Festuca arundinacea* Schreb., e de *Lespedeza striata* (Thumb) H. & A. e *Lespedeza cuneata* (Dumond) G. Don., foi inibida pelo extrato de *Lepidium virginicum* L. A substância tóxica ocorreu em todas as partes da planta e não foi afetada por baixas temperaturas.

O extrato de *Lepidium virginicum* L., foi tóxico a cinco fungos. A fito e fungitoxicidade desta espécie pode ser significativa na competição com outras espécies de plantas.

TUKEY (1969), cita que diversas substâncias, entre elas metabólitos tais como nutrientes minerais, carboidratos, aminoácidos e ácidos orgânicos, e ainda reguladores de crescimento, podem ser lavados de uma grande quantidade de plantas, durante a chuva ou pelo sereno, sendo a quantidade e qualidade das perdas, afetadas por diversos fatores internos e externos. Os materiais lavados de uma planta, podem ter influência no próprio desenvolvimento ou de outras plantas adjacentes.

De acordo com o mesmo autor, interações químicas planta/planta têm sido verificadas na exploração de plantas cultivadas, constituindo a base de muitas práticas culturais. Vem sendo utilizado, na moderna ciência das plantas, o desenvolvimento de bioensaios para detectar a presença de reguladores de crescimento; o uso de porta-enxertos influencia o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo também uma ferramenta utilizada na

detecção e erradicação de doenças.

Um problema comum na agricultura comercial, é o declínio da qualidade de uma cultura quando explorada no mesmo solo, ano após ano. É a antiga questão referida como doença do solo, já discutida por diversos autores desde décadas passadas, na qual substâncias químicas têm um importante papel. Materiais fitotóxicos liberados pelas plantas ou por resíduos destas, podem gradualmente serem acumulados e favorecerem a inibição do desenvolvimento.

Amigdalina, exsudada pelo sistema radicular do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch.), converte-se, no solo, em benzaldeído, o qual é capaz de inibir o desenvolvimento de outra planta posta no mesmo local, (Proebsting e Gilmore 1941 e Patrick, 1955, citados por TUKEY 1969).

Semelhantemente, florizina, produzida nas raízes de macieira (*Malus sylvestris* Mill.) tem causado problemas nos replantes. Entretanto, estes exemplos ilustram somente um aspecto referente a prática de replante de pessegueiros (*Prunus persica* Batsch.) e macieiras (*Malus sylvestris* Mill.), o qual tem sido motivo de preocupação para os fruticultores.

Outra interessante influência de uma planta em outra é quando uma delas é oriunda de enxerto. Em horticultura, é um procedimento comum a técnica da enxertia, utilizando-se uma gema ou um ramo sobre um porta-enxerto, o qual influirá no crescimento do enxerto. São bem conhecidos os porta-enxertos de macieiras (*Malus sylvestris* Mill.),

'East Malling' e 'Malling-Merton', sobre os quais as variedades comerciais são enxertadas. Plantas enxertadas frutificam mais precocemente do que plantas de pé-franco e, devido ao seu menor tamanho (relacionado ao porta-enxerto), as práticas de cultivo como poda, raleio, colheita, pulverizações, são executadas com maior facilidade. A utilização de tais porta-enxertos é muito necessária, tanto que têm sido pesquisados e selecionados para específicos tipos de solo, regiões climáticas em vários portes de plantas.

Em pereiras (*Pyrus communis* L.), uma doença causada por vírus, diminuiu a produção, ameaçando a indústria de conservas norte-americana. O vírus é transmitido por um inseto (*Psyllia pricola* Förster), atacando principalmente o cultivar Bartlett enxertado sobre *Pyrus pyrifolia* Nakai. Porém, quando o citado cultivar for enxertado em *Pyrus communis* L., a combinação mostra-se tolerante ao vírus.

A videira européia (*Vitis vinifera* L.) enxertada sobre a mesma espécie ou desenvolvida de semente (pé-franco), é muito susceptível ao ataque de *Dactylospora vitifoliae* (Fitch), no entanto as videiras americanas (*Vitis labrusca* L.) são resistentes. Assim sendo, cultivares de videiras européias são enxertadas sobre videiras americanas, contornando-se o problema da *Dactylospora vitifoliae* (Fitch).

Uma outra importante utilização da enxertia, também citada por TUKEY (1969), com implicações na

alelopatia, é com referência a fitopatologia, mais precisamente na detecção de doenças. Certas doenças de plantas, particularmente as viróticas, podem contaminar uma planta sem serem reconhecidas por sintomas visuais, particularmente em plantas novas. No entanto, sob certas condições climáticas e culturais, em determinados estádios de desenvolvimento, a doença virótica pode causar severos danos à cultura.

Os fruticultores têm conhecimento que frutos como maçãs e peras, continuam o desenvolvimento após a colheita. Entretanto, se maçãs e peras forem estocadas juntas, o amadurecimento das maçãs é acelerado, com reflexos na perda da qualidade. Estes efeitos são conhecidos como sendo causados pela ação do etileno produzido pelo fruto. As peras produzem grande quantidade de etileno durante o processo de amadurecimento. O controle e a manipulação da produção de etileno durante o armazenamento dos frutos, é a base de muitos procedimentos comerciais.

COUTINHO & HASHIMOTO (1971) citam que eventuais relações alelopáticas entre espécies de cerrado e espécies estranhas, e a microflora dos solos, poderiam ser importantes fatores na sucessão de espécies nos campos cerrados. Esses autores verificaram que a proteção de uma área de vegetação nos cerrados de Emas, em Pirassununga (SP), contra incêndios de pastagens e devastação resultou, após vários anos, num aparente desaparecimento de grande número de espécies herbáceas e subarborescentes comuns em áreas submetidas

ao fogo e, verificaram uma intensa invasão de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), espécie exótica de origem africana. Em áreas próximas, expostas ao fogo frequentemente, o capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) manteve-se restrito.

Os citados autores também observaram que uma planta bastante comum nos campos cerrados (*Calea cuneifolia* DC.), possui pronunciado efeito inibitório sobre a germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), verificando ainda que sementes de *Melinis minutiflora* Beauv. (capim-gordura) são bem mais sensíveis a esse efeito.

RICE (1983) relata que durante a chuva, uma toxina é lavada das folhagens de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.), a qual inibe completamente a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), sendo também um potente inibidor do crescimento e do desenvolvimento do próprio crisântemo (*C. morifolium* Ramat.). Aparentemente devido a isto, esta espécie não deve ser cultivada no mesmo solo por diversos anos.

WHITTAKER & FEENY (1971) reportando-se às interações químicas entre as espécies vegetais, afirmam que tais efeitos aparecem, por exemplo, impedindo o crescimento de uma planta superior por agentes químicos liberados de outra planta superior. *Juglans* spp. produz efeitos alelopáticos através do agente químico juglona, o qual é lavado da superfície das folhas.

Efeitos alelopáticos têm sido observados em

árvores, arbustos e plantas herbáceas, incluindo espécies de cereais e plantas invasoras. Alguns destes efeitos são produzidos por substâncias liberadas de plantas vivas, por exsudação do sistema radicular, ou lavadas pela chuva; outras, resultam da decomposição da liteira e de raízes mortas. Alguns efeitos são indiretos, ácidos fenólicos liberados por *Aristida oligantha*, inibem a fixação de nitrogênio por bactérias e algas azuis-verdes no solo. Baixas concentrações de nitrogênio no solo, são toleradas pela *Aristida*, porém, diminuem a presença e a substituição de comunidades de gramíneas por outras espécies.

A fitotoxicidade dos extratos de raízes e folhas de *Cirsium arvense* (L.) Scop. foi estudada por BENDALL (1975) usando sete espécies de plantas testes. Extratos alcoólicos e aquosos de *Cirsium arvense* (L.) Scop. inibiram a germinação de sementes da própria espécie e de sementes de *Trifolium subterraneum* L.; inibiu também o desenvolvimento de plântulas da própria espécie além de *Lolium perene* L.; *Trifolium subterraneum* L. e *Hordeum distichon* L.. O autor sugere que a presença de fitotoxinas no solo, pode dificultar o estabelecimento de algumas pastagens e de outras culturas em áreas infestadas com *Cirsium arvense* (L.) Scop..

LESLIE & PUTNAM (1985) observaram sintomas de clorose nas folhas e decréscimo na nodulação de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) quando cultivado em solos infestados com *Agropyron repens* (L.) Beauv. Usaram sementes inoculadas de soja (*Glycine max* Merr), ervilha (*Pisum sativa* L.) e

feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), tanto em condições de campo, como em casa de vegetação. A nodulação e o crescimento das plantas foi medida pelo número de nódulos e pelo peso da matéria seca das raízes e da parte aérea antes da floração. A fixação do nitrogênio foi estimada pelo método de redução do acetileno.

Os autores observaram que as leguminosas semeadas em solo onde havia *Agropyron repens* (L.) Beauv., o qual foi ceifado com roçadeira, e em casa de vegetação, onde a espécie foi usada como cobertura morta nas sementeiras, mostraram um decréscimo no número de nódulos, no peso da matéria fresca e na fixação de  $N_2$  quando comparadas a plantas crescidas em solos que não continham *Agropyron repens* (L.) Beauv..

O peso da matéria seca das raízes e da parte aérea também diminuiu significativamente em condições de campo e nos experimentos em casa de vegetação, quando se usou solo que continha *Agropyron repens* (L.) Beauv.. Os autores atribuíram aos efeitos alelopáticos, a diminuição no crescimento e na nodulação das leguminosas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos em condições de campo e no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Campus de Piracicaba.

Testou-se a influência de extratos de chicharo (*L. sativus* L.), trevo carretilha (*M. denticulata* Willd), ervilhaca (*V. sativa* L.) e mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy), na germinação, crescimento e desenvolvimento da alface (*L. sativa* L.).

Em condições de campo foi determinada a ocorrência da flora infestante na cultura da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) e os reflexos desta cultura em algumas características químicas do solo.

### 3.1.DETERMINAÇÕES DE LABORATÓRIO

#### 3.1.1. Teste de germinação

O teste de germinação das sementes foi procedido num germinador regulado a 20°C com luz constante.

Utilizou-se como planta teste a alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar Branca de Boston.

Para germinação das sementes foram utilizadas caixas plásticas transparentes Gerbox<sup>®</sup> contendo uma folha de papel mata-borrão (tipo Germibox<sup>®</sup>) umedecido com 7 ml de extrato aquoso.

Durante o período de permanência no germinador, os substratos perdem água. Quando o substrato é umedecido excessivamente, forma-se uma película de água em torno das sementes, o que é prejudicial por afetar a respiração. A manutenção da umidade foi controlada através de uma bandeja com água na parte de baixo do germinador.

Decorridas 24 horas da colocação das Gerbox<sup>®</sup> contendo as sementes e o substrato no germinador, foi acrescido 1 ml de extrato aquoso em cada caixa.

#### 3.1.2. Obtenção do extrato aquoso

O extrato aquoso das espécies testadas, foi obtido da parte aérea (caules, ramos e folhas). Este material foi triturado com o auxílio de um liquidificador.

Para viabilizar o processo de trituração, houve necessidade de se adicionar água destilada. A quantidade de água dependeu da relação entre o peso da matéria fresca e o peso da matéria seca do material em estudo.

#### 3.1.2.1. Determinação da quantidade de água a ser adicionada no processo de trituração

Coletou-se uma amostra do material a ser testado e determinou-se o peso da matéria fresca (PMF). O material foi posto em estufa a temperatura de 75°C, por um período de 72 horas. Após este intervalo de tempo, foi determinado o peso da matéria seca (PMS).

Da relação PMF/PMS, obteve-se um índice o qual multiplicado pelo peso da matéria fresca, resultou na quantidade, em mililitros de água, a ser utilizada no processo de trituração.

#### 3.1.3. Filtragem e centrifugação

Após triturado, foram separados os fragmentos mais grosseiros utilizando-se um funil de vidro contendo algodão .

O líquido resultante da filtração foi centrifugado a 3.000 RPM, durante um período de 10 minutos. Utilizou-se uma centrífuga Fanem<sup>®</sup> Modelo 208 N.

#### 3.1.4. Diluições

Do extrato aquoso obtido do material vegetal testado, foram estudados os efeitos de quatro concentrações, comparados à água destilada (testemunha), na germinação, crescimento e desenvolvimento das sementes de alface (*L. sativa* L.).

Considerou-se como concentração 100%, o extrato aquoso obtido após a centrifugação.

Foram preparadas diluições com 75%, 50% e 25% de concentração do extrato aquoso.

#### 3.1.5. Semeadura

As sementes foram distribuídas nas Gerbox<sup>®</sup>, em lotes de cinquenta unidades, sem obedecer a um espaçamento uniforme, porém, suficiente para facilitar a avaliação individual.

As caixas transparentes Gerbox<sup>®</sup> foram mudadas

de lugar, no germinador, a cada 24 horas, durante a condução dos experimentos.

### 3.1.6. Levantamento dos dados

As avaliações foram procedidas em intervalos de 24 horas, contados a partir da colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador.

Embora em BRASIL (1980) sejam consideradas anormais plântulas que apresentam, entre outras, as seguintes categorias de anormalidades: a) Raiz primária curta ou engrossada; b) Raiz primária sem pelos absorventes; c) Raiz primária de cor marrom, consideraram-se germinadas as sementes que apresentaram o comprimento da raiz primária igual ou superior ao menor diâmetro da semente.

Os percentuais de germinação foram levantados 24, 48, 72 e 96 horas após as sementes terem sido postas no germinador. Como em nenhum dos testes ocorreu a germinação no período das 24 horas iniciais, este dado foi omitido das Tabelas e Figuras.

Os dados referentes ao comprimento da raiz primária foram obtidos após decorridas 48, 72 e 96 horas da colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador. Devido ao crescimento, as raízes primárias formaram um entrelaçado a partir do quinto dia. Por este motivo, a tomada da medida do comprimento das raízes primárias foi feita até o quarto dia.

Do total de 50 sementes que compunham cada parcela, foram avaliadas 30 sementes para obtenção das médias referentes a percentagem de germinação e comprimento da raiz primária. O peso médio da matéria seca foi obtido de lotes de 30 plântulas, com quatro dias, retiradas das Gerbox<sup>®</sup> e postas em placa de vidro e em estufa a 75°C até peso constante.

### 3.2. DETERMINAÇÕES DE CAMPO

Conduziram-se os trabalhos de campo no município de Piracicaba, Campus da E.S.A. "Luiz de Queiroz", SP, situado a 22.42'30'' de latitude sul, 47.38'00' de longitude oeste e a uma altitude de 537 m.

Segundo RANZANI *et alii* (1966), o solo utilizado está classificado como latossol vermelho-amarelo de textura média.

#### 3.2.1. Amostragem do solo

Antecedendo ao preparo do canteiro, foi retirada uma amostra do solo na profundidade de 0 a 20 centímetros, em dez pontos distribuídos sobre a área.

Foi preparado um canteiro medindo 5 x 2 m revolvendo-se o solo a uma profundidade de 25-30 centímetros.

Em novembro de 1988 foi semeada mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy). Após a conclusão do ciclo vegetativo da cultura implantada, efetuou-se outra amostragem do solo a mesma profundidade da anterior.

As amostras foram analisadas, de acordo com a metodologia descrita por van RAIJ (1985), no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

Não foi procedida a incorporação dos restos da cultura após completar o ciclo vegetativo.

### 3.2.2. Semeadura

A semeadura da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) espaçada de 20 X 20 centímetros, foi executada manualmente, logo após o preparo do canteiro.

### 3.2.3. Levantamento dos dados

Foram feitas avaliações a cada 30 dias desde a emergência das plântulas. Em cada período de avaliação contou-se o número de plantas por espécie presentes na

área experimental. As avaliações foram feitas por amostragem de 5% da área do canteiro, utilizando-se um retângulo de arame medindo 50 x 50 cm, o qual foi jogado, ao acaso, sobre o canteiro. Os dados constam nas Tabelas 13, 14 e 15.

Procedeu-se a identificação botânica das espécies. Foram coletadas dez exemplares de cada espécie, postas em estufa a 75°C até peso constante, obtendo-se o peso da matéria seca.

### 3.3. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada parcela foi composta de 50 sementes. As análises estatísticas foram procedidas com a transformação dos dados em  $\text{arc sen} \sqrt{x/100}$ . A comparação das médias foi feita através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas foram procedidas com a transformação dos dados em  $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ , sendo apresentadas nas Tabelas. Os gráficos de barras constantes de Figuras, foram elaborados com as médias originais.

##### 4.1. RESULTADOS OBTIDOS COM CHICHARO (*Lathyrus sativus* L.)

##### 4.1.1. Quantidade de água adicionada a matéria fresca para obtenção do extrato aquoso

Foram pesados 34,42 gramas de matéria fresca e postos em estufa a 75°C por um período de 96 horas, após o qual foi tomado o peso da matéria seca: 19,90 g.

A relação PMF/PMS foi de 1,73. Para a

obtenção do extrato aquoso foram utilizados 100 g de matéria fresca, aos quais adicionaram-se 173 ml de água destilada.

#### 4.1.2. Efeitos da concentração do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) sobre a percentagem de germinação das sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Na Tabela 1 estão apresentados os dados obtidos nos testes de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) em Gerbox<sup>®</sup>, usando-se como substrato, papel Germibox<sup>®</sup> umedecido com diferentes concentrações de extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.), em diferentes períodos no germinador ajustado à temperatura de 20°C e luz constante.

As médias referentes aos percentuais de sementes germinadas durante os períodos de permanência no germinador, estão ilustradas na Figura 1.

Observou-se que as diferentes concentrações do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) não mostraram efeito sobre o poder germinativo das sementes da planta teste, alface (*Lactuca sativa* L.)

Tabela 1: Percentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob o efeito da concentração o de extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) no substrato.

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	PERÍODO NO GERMINADOR		
	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS
100%	69,338 <sup>a</sup>	72,109 <sup>a</sup>	73,895 <sup>a</sup>
75%	68,936 <sup>a</sup>	72,214 <sup>a</sup>	74,959 <sup>a</sup>
50%	70,297 <sup>a</sup>	73,834 <sup>a</sup>	76,367 <sup>a</sup>
25%	67,626 <sup>a</sup>	70,190 <sup>a</sup>	71,107 <sup>a</sup>
ÁGUA	65,830 <sup>a</sup>	68,748 <sup>a</sup>	71,386 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

Para 48 Horas: C.V.: 3,68 x DMS: 5,51

Para 72 Horas: C.V.: 4,32 x DMS: 6,75

Para 96 Horas: C.V.: 5,06 x DMS: 8,14

Embora sem diferir estatisticamente, em algumas concentrações do extrato aquoso, notou-se um maior percentual de germinação, comparado ao substrato em que foi usada água destilada.

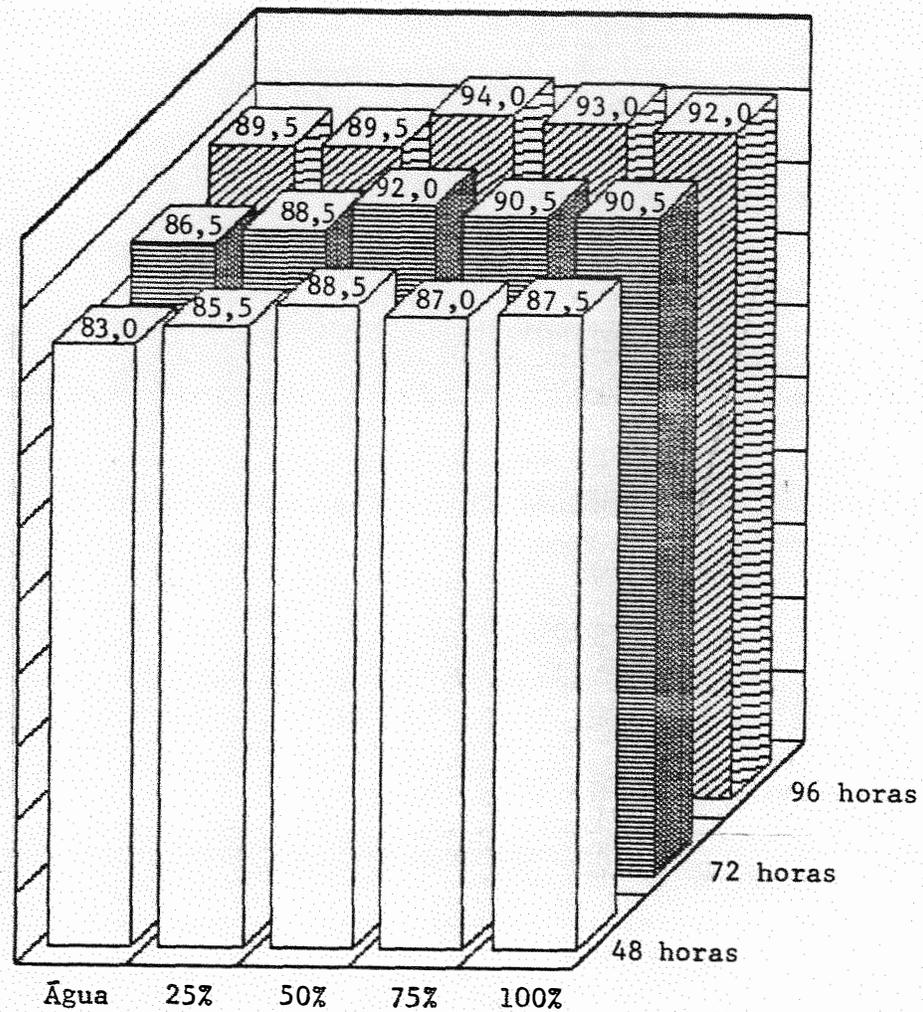


Figura 1: Percentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) no substrato.

#### 4.1.3. Efeitos do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) sobre o comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.).

Os dados sobre o efeito da concentração do extrato aquoso no desenvolvimento do sistema radicular e no comprimento da raiz primária das sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) foram obtidos 72 e 96 horas após a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador, Tabela 2.

Tabela 2: Influência da concentração do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) no comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	COMPRIMENTO DA RAIZ PRIMÁRIA (mm) A 20.C E LUZ CONSTANTE	
	72 HORAS	96 HORAS
100%	13,483 <sup>a</sup>	15,771 <sup>a</sup>
75%	12,392 <sup>c</sup>	16,782 <sup>a</sup>
50%	12,783 <sup>bc</sup>	15,975 <sup>a</sup>
25%	11,562 <sup>d</sup>	16,613 <sup>a</sup>
ÁGUA	13,107 <sup>ab</sup>	17,350 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

Para 72 Horas: C.V.: 2,28 X DNS: 0,63

Para 96 Horas: C.V.: 6,00 X DNS: 2,16

No tratamento em que foi usado extrato concentrado a 100%, observou-se um menor desenvolvimento da raiz primária, não sendo observada a formação de pelos absorventes até o período em que foram feitas as observações (96 horas após a colocação no germinador). Nos demais tratamentos não foram notadas anormalidades no aspecto geral das raízes.

Na avaliação procedida a 72 horas da colocação

das sementes no germinador, observou-se não haver diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos em que foram usados: água destilada e extratos aquosos concentrados a 100% e 50%.

O tratamento em que foi usado extrato aquoso na concentração de 25%, diferiu de todos os demais, apresentando a menor média.

Os efeitos das diferentes concentrações do extrato aquoso, comparados à água destilada, puderam ser observados mais nitidamente nas primeiras 72 horas (Figura 2). Com o decorrer do tempo, ocorreu a degradação do extrato aquoso; esta alteração foi observada visualmente pela mudança na coloração do substrato o qual passou de uma tonalidade inicialmente esverdeada, para uma de coloração cinzenta. Esse processo degradativo afetou o desenvolvimento da raiz primária em menor grau, observando-se uma tendência a haver equiparação dos valores, como mostram os dados levantados a 96 horas após a colocação das sementes no germinador.

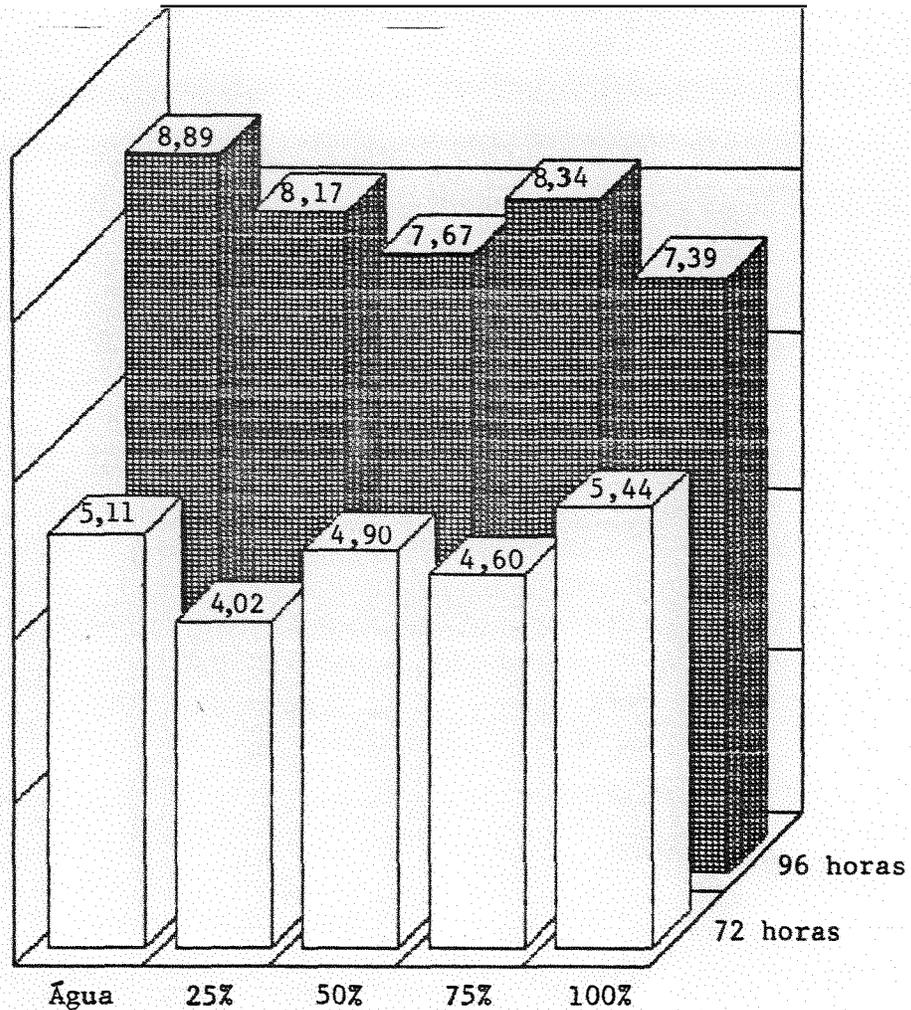


Figura 2: Comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) no substrato.

#### 4.1.4. Efeito da concentração do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.)

A tomada dos dados referentes ao peso da matéria seca foi procedida 96 horas após a colocação das

caixas contendo as sementes, no germinador.

Tabela 3: Influência da concentração do extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	PESO DA MATÉRIA SECA (mg) 96 HORAS
100%	0,860 <sup>a</sup>
75%	0,852 <sup>a</sup>
50%	0,872 <sup>a</sup>
25%	0,836 <sup>a</sup>
ÁGUA	0,829 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

C.V.: 2,68 X DMS: 4,99

Como pode ser observado na Tabela 3, pelo teste de Tukey não houve diferenças estatísticas a nível de 5% de probabilidade, entre os valores do peso da matéria seca das plântulas oriundas de diferentes tratamentos.

O Figura 3 ilustra as médias dos pesos da matéria seca, obtidos 96 horas após a colocação das sementes no germinador e 48 horas de estufa a 75°C.

Observou-se que o sistema radicular, quando injuriado pelo efeito do extrato aquoso, apresentou um aumento do diâmetro, isto fez com que houvesse uma

compensação no peso, comparado às plântulas cujo substrato foi embebido com água destilada.

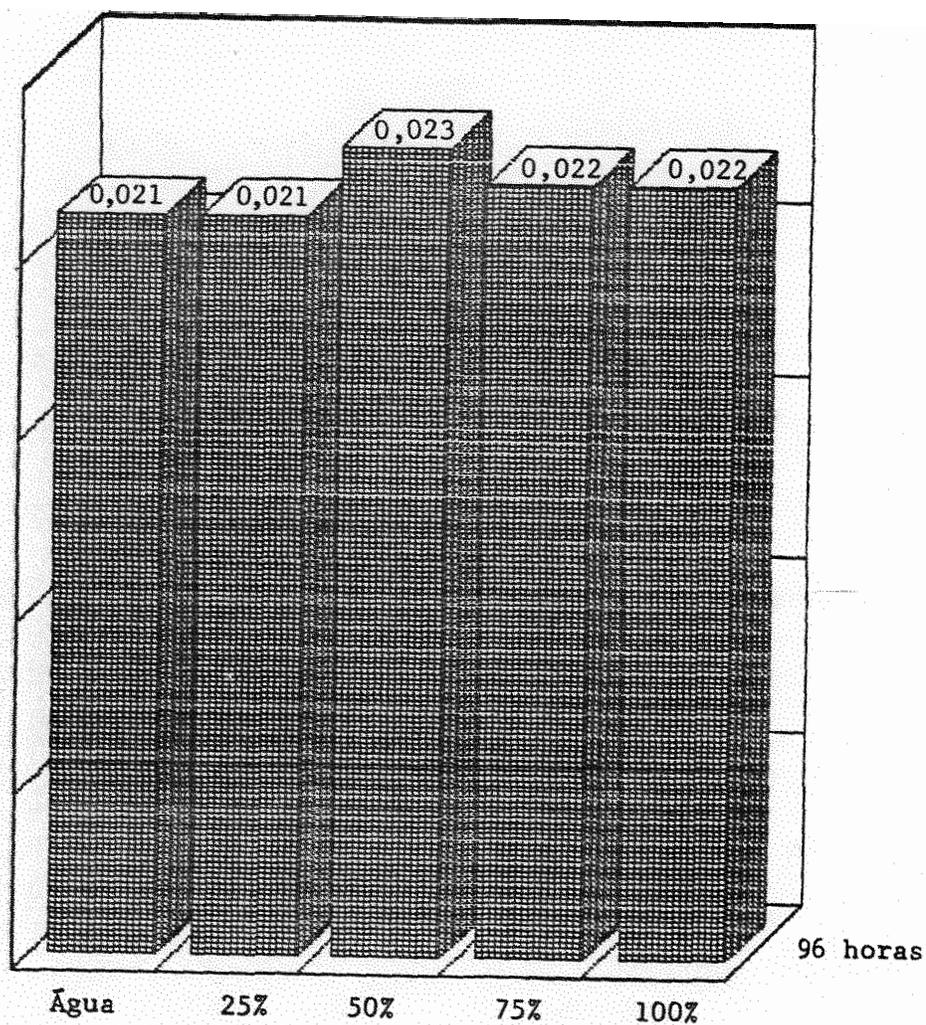


Figura 3: Peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) desenvolvidas em substrato com várias concentrações de extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.).

**4.2. RESULTADOS OBTIDOS COM TREVO CARRETILHA (*Medicago denticulata* Willd.)**

**4.2.1. Quantidade de água adicionada a matéria fresca para obtenção do extrato aquoso**

Pesaram-se 43,50 gramas de material em estado vegetativo, exceto raízes. Esse material foi posto em estufa a 75°C durante um período de 96 horas, decorrido o qual procedeu-se a pesagem da matéria seca: 21,5 g.

A relação PMF/PMS foi de 2,02. Foram utilizados 100 gramas de matéria fresca, aos quais acrescentaram-se 202 ml de água destilada.

#### 4.2.2. Efeitos do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) sobre a porcentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Os levantamentos dos percentuais de sementes germinadas foram levados a efeito em três intervalos de tempo contados a partir da colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador à temperatura de 20°C e luz constante. Os dados obtidos estão na Tabela 4 e ilustrados no Figura 4.

Observou-se que decorridas 48 horas de permanência das sementes no germinador, não germinaram aquelas postas em substrato com 100% do extrato aquoso. As sementes do tratamento com 75% de concentração do extrato aquoso germinaram apenas 4 % o que, estatisticamente, não diferiu daquele com 100% de concentração do extrato.

Tabela 4: Percentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) desenvolvidas em substrato contendo extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) em diferentes concentrações.

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	PERÍODO NO GERMINADOR		
	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS
100%	0,000 <sup>c</sup>	68,616 <sup>b</sup>	69,898 <sup>b</sup>
75%	9,974 <sup>c</sup>	73,791 <sup>ab</sup>	75,356 <sup>ab</sup>
50%	48,475 <sup>b</sup>	76,367 <sup>ab</sup>	77,431 <sup>a</sup>
25%	65,923 <sup>a</sup>	74,194 <sup>ab</sup>	75,919 <sup>ab</sup>
ÁGUA	70,654 <sup>a</sup>	77,720 <sup>a</sup>	78,845 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY.

Para 48 Horas: C.V.: 13,75 x      DMS: 11,72  
 Para 72 Horas: C.V.: 5,13 x      DMS: 8,30  
 Para 96 Horas: C.V.: 3,99 x      DMS: 6,59

Decorridas mais 24 horas, notou-se um considerável aumento de sementes germinadas no tratamento com extrato aquoso concentrado a 100%.

A provável degradação do extrato ocorrida com o tempo de permanência no germinador, refletiu-se no aumento da percentagem de sementes germinadas, porém sem reflexos diretos no crescimento da raiz primária.

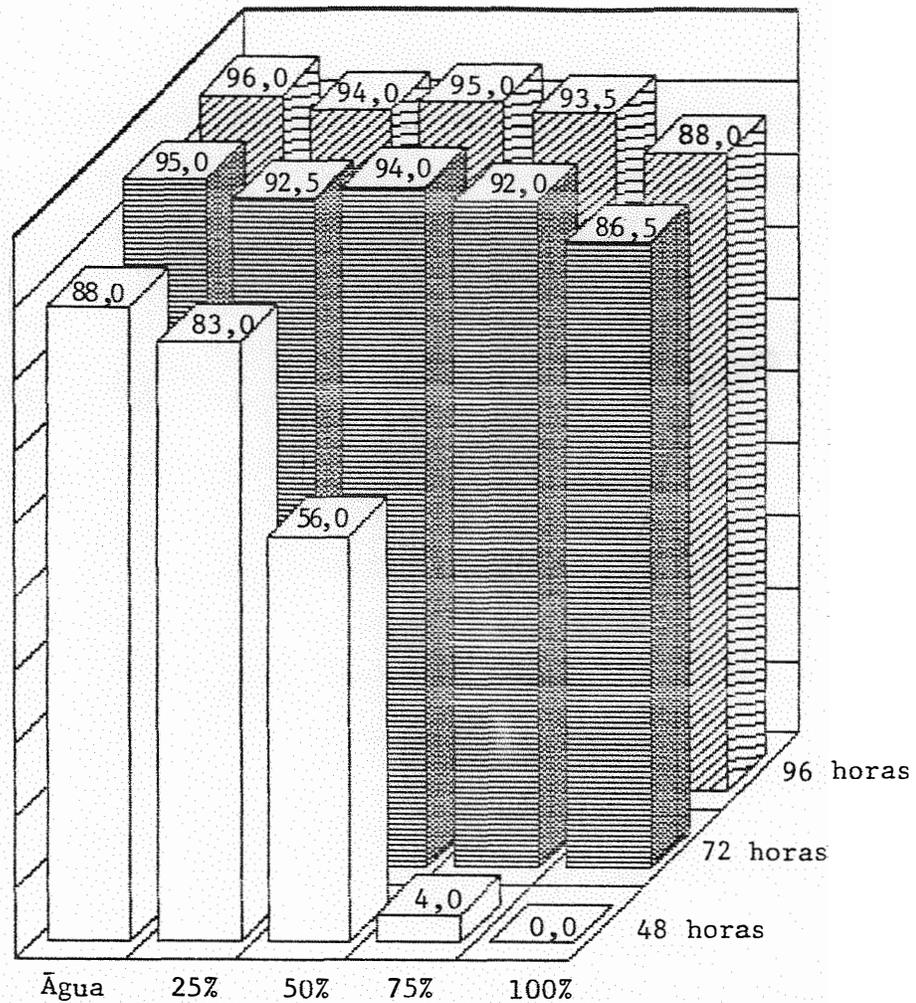


Figura 4: Percentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob o efeito de concentrações do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) no substrato.

#### 4.2.3. Efeito da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) no comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.)

Os efeitos das diferentes concentrações do extrato aquoso do trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) no comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.) foram medidos a partir de 72 horas de permanência

das sementes no germinador. No intervalo de tempo correspondente às 24 horas anteriores, as sementes germinadas apresentavam apenas a radícula, cujo comprimento se igualou ao menor diâmetro da semente, exceto na testemunha. Tabela 5.

Tabela 5: Efeitos da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) no comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	COMPRIMENTO DA RAIZ PRIMÁRIA (mm) A 20°C E LUZ CONSTANTE	
	72 HORAS	96 HORAS
100%	5,980 <sup>d</sup>	6,943 <sup>d</sup>
75%	6,221 <sup>d</sup>	7,118 <sup>d</sup>
50%	8,297 <sup>c</sup>	8,667 <sup>c</sup>
25%	11,221 <sup>b</sup>	11,628 <sup>b</sup>
ÁGUA	13,933 <sup>a</sup>	17,924 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

Para 72 Horas: C.V.: 3,25 % DMS: 0,64

Para 96 Horas: C.V.: 3,16 % DMS: 0,72

Na avaliação levada a efeito após 72 horas da colocação no germinador, os comprimentos das raízes primárias das sementes em contato com extrato concentrado a 100% e daquelas que germinaram em substrato com 75% de concentração do extrato, não diferiram entre si pelo teste de Tukey observando-se diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade, entre os demais tratamentos.

Os dados levantados 24 horas mais tarde

mantiveram as mesmas diferenças estatísticas.

A Figura 5 ilustra os dados sobre o comprimento da raiz principal nos diferentes tratamentos.

No tratamento com 100% de concentração do extrato aquoso, as sementes germinaram, porém, ocorreu apenas a emissão da radícula cuja coifa apresentou uma coloração marrom escuro. O mesmo aconteceu com as sementes postas em substrato com 50% e 75% de concentração do extrato.

Em nenhum dos tratamentos houve a formação de pelos absorventes, exceto na testemunha, cujo desenvolvimento foi normal.

No tratamento em que o extrato aquoso foi concentrado a 25%, as raízes primárias cresceram um pouco mais do que as citadas anteriormente, apresentando as coifas com uma coloração marrom claro.

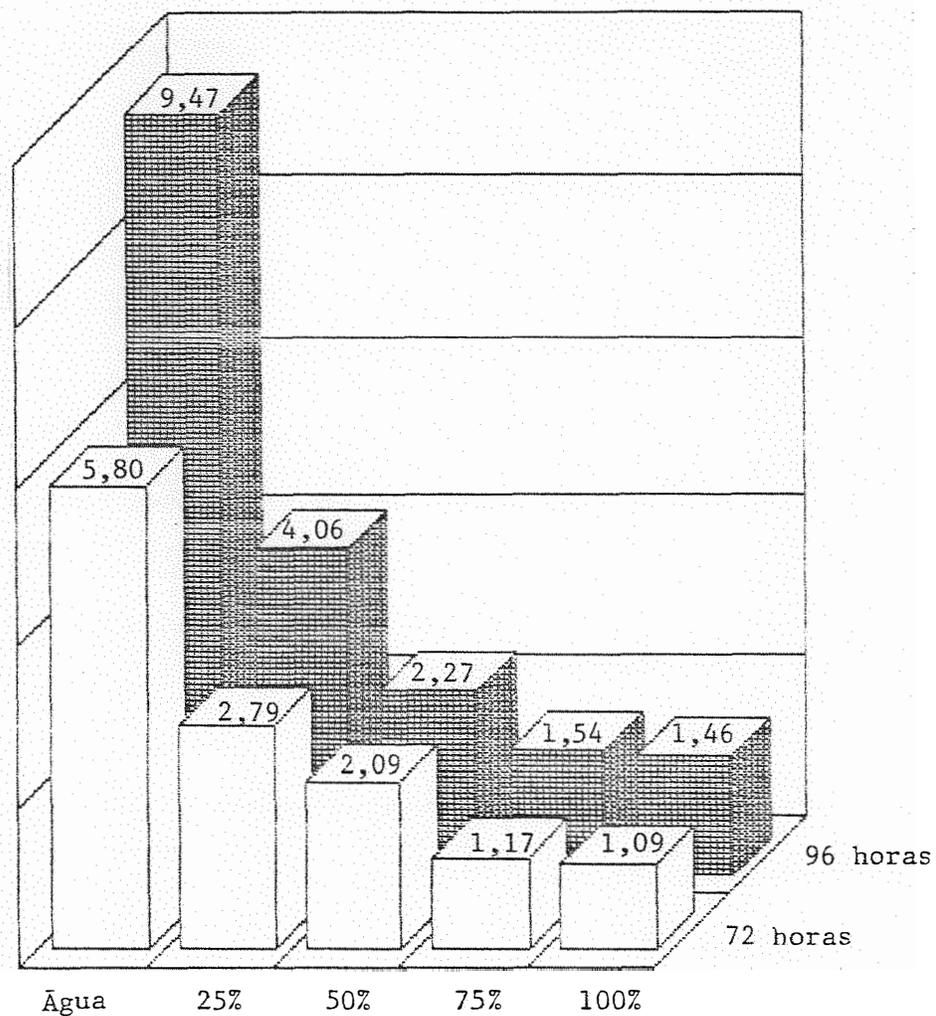


Figura 5: Comprimento da raiz principal da alface (*Lactuca sativa* L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) no substrato.

4.2.4. Efeitos da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.)

O levantamento dos dados referentes ao peso da matéria seca das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) obtidas em substratos com diferentes concentrações do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.), foi efetuado após decorridas 96 horas desde a colocação das sementes no germinador. Para a obtenção do peso da matéria seca, as plântulas foram postas em estufa a 75°C durante um período de 48 horas.

Observou-se não haver diferenças significativas entre os tratamentos, quanto ao peso da matéria seca. Embora diferindo quanto ao comprimento da raiz primária, o peso da matéria seca foi tomado de toda a plântula, havendo uma equiparação de valores para os diferentes tratamentos.

Tabela 6: Influência da concentração do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	PESO DA MATÉRIA SECA (mg)
100%	0,922 <sup>a</sup>
75%	0,916 <sup>a</sup>
50%	0,927 <sup>a</sup>
25%	0,921 <sup>a</sup>
ÁGUA	0,933 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

C. V. : 1,64 %      DMS: 3,31

#### 4.3. RESULTADOS OBTIDOS COM ERVILHACA (*Vicia sativa* L.)

##### 4.3.1. Quantidade de água adicionada a matéria fresca para obtenção do extrato aquoso

Para a determinação da relação entre o peso da matéria fresca (PMF) e o peso da matéria seca (PMS), foram utilizados 50 gramas de material vegetal (exceto raízes) o qual foi posto em estufa a 75°C durante um período de 96 horas. O peso da matéria seca foi de 30 g.

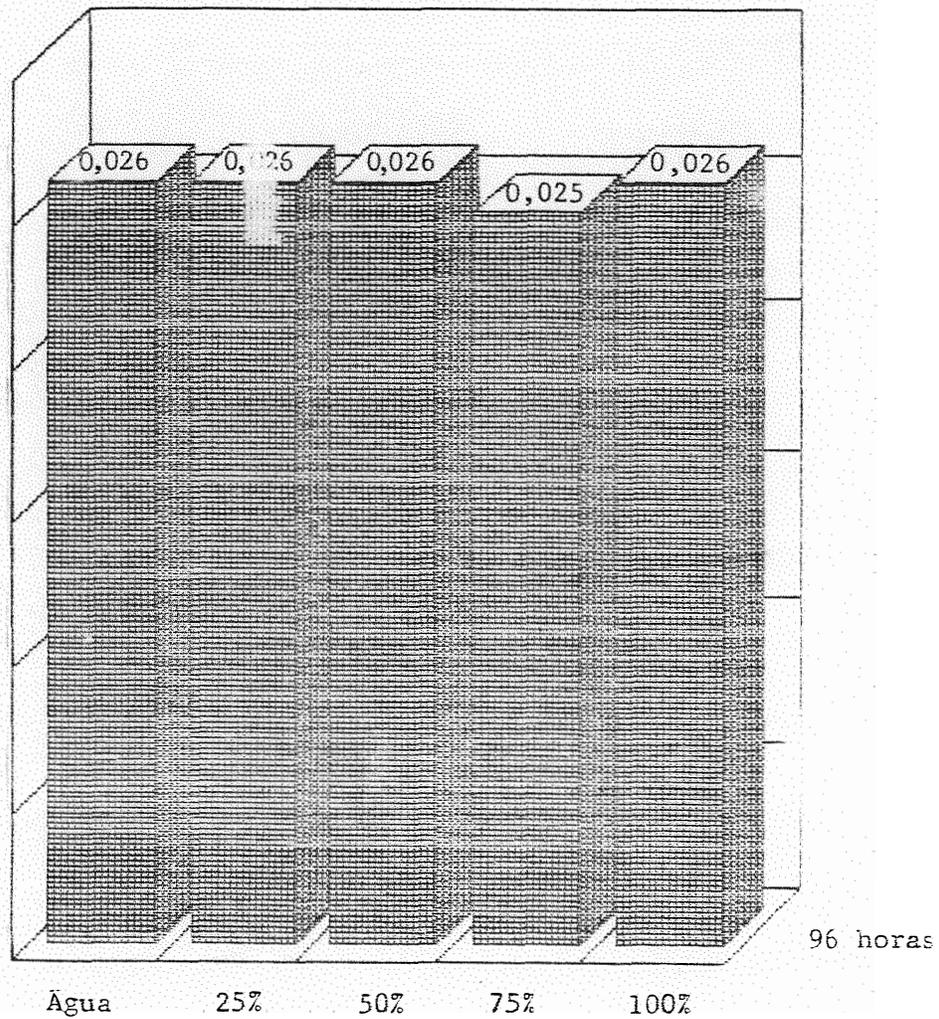


Figura 6: Peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) obtidas em substrato com diferentes concentrações de extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.).

A relação PMF/PMS foi 1,67. Utilizaram-se 60 gramas de matéria fresca, para obtenção do extrato aquoso, aos quais foram adicionados 100 ml de água destilada.

#### 4.3.2. Efeitos do extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

As Gerbox<sup>®</sup> contendo as sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e papel chupão Germibox<sup>®</sup> embebido em extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.), foram postas em germinador à temperatura de 20°C e luz constante. Os efeitos após diferentes períodos de tempo são mostrados na Tabela 7.

Notou-se que as sementes postas em substratos contendo concentrações de extrato aquoso acima de 25%, mostraram-se bastante afetadas.

No tratamento 5 (água destilada) as plântulas foram afetadas provavelmente por gases liberados dos substratos dos demais tratamentos. As plântulas apresentaram 100% das coifas oxidadas e as raízes primárias sem pelos absorventes. O experimento foi repetido, pondo-se as Gerbox<sup>®</sup> deste tratamento numa prateleira abaixo das demais. Não mais foram observados os sintomas.

Tabela 7: Percentagem de germinação de sementes de alface (*L. sativa* L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de ervilhaca (*V. sativa* L.) no substrato.

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	PERÍODO NO GERMINADOR		
	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS
100%	00,000 <sup>b</sup>	00,000 <sup>b</sup>	00,000 <sup>c</sup>
74%	00,000 <sup>b</sup>	00,000 <sup>b</sup>	00,000 <sup>c</sup>
50%	00,000 <sup>b</sup>	00,000 <sup>b</sup>	27,868 <sup>b</sup>
25%	69,839 <sup>a</sup>	72,672 <sup>a</sup>	82,390 <sup>a</sup>
ÁGUA	72,609 <sup>a</sup>	75,057 <sup>a</sup>	75,057 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

Para 48 Horas: C.V.: 9,57 %      DMS: 5,96

Para 72 Horas: C.V.: 7,53 %      DMS: 4,86

Para 96 Horas: C.V.: 9,61 %      DMS: 7,78

Observou-se que no tratamento 4 (25% de concentração do extrato) as folhas cotiledonares das plântulas apresentavam uma coloração verde escura, contrastando com as dos demais tratamentos. As raízes primárias não formaram pelos absorventes e as coifas não foram oxidadas. Houve uma diminuição no diâmetro da raiz primária próximo da coifa.

Quando foi usado substrato contendo 100% do extrato aquoso (tratamento 1), as sementes apenas ficaram entumecidas e adquiriram uma coloração cinza escuro, sem haver emissão da radícula.

No tratamento 2 (75% de concentração do extrato), houve apenas a emissão da radícula, porém esta não chegou a atingir 1 milímetro, apresentando-se totalmente escurecida.

Mesmo decorridas 96 horas desde a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador, observou-se que as sementes não germinaram naqueles tratamentos em que foram usadas concentrações mais altas de extrato aquoso, o que mostra a potencialidade alelopática que a ervilhaca (*Vicia sativa* L.) possui. Embora tenha ocorrido a degradação parcial do substrato, o contato inicial das sementes afetou-as a ponto de, além de impedir a germinação, iniciar-se um processo de decomposição dos tecidos, devido a morte das sementes.

As sementes do tratamento 3 (50% de concentração do extrato) apresentaram uma coloração escura. Passadas 96 horas desde a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador, 27% delas emitiram a radícula porém, em contato com o substrato, ocorreu a oxidação das coifas, o que ocasionou a incapacidade das sementes em continuar seu desenvolvimento, deteriorando-se logo após.

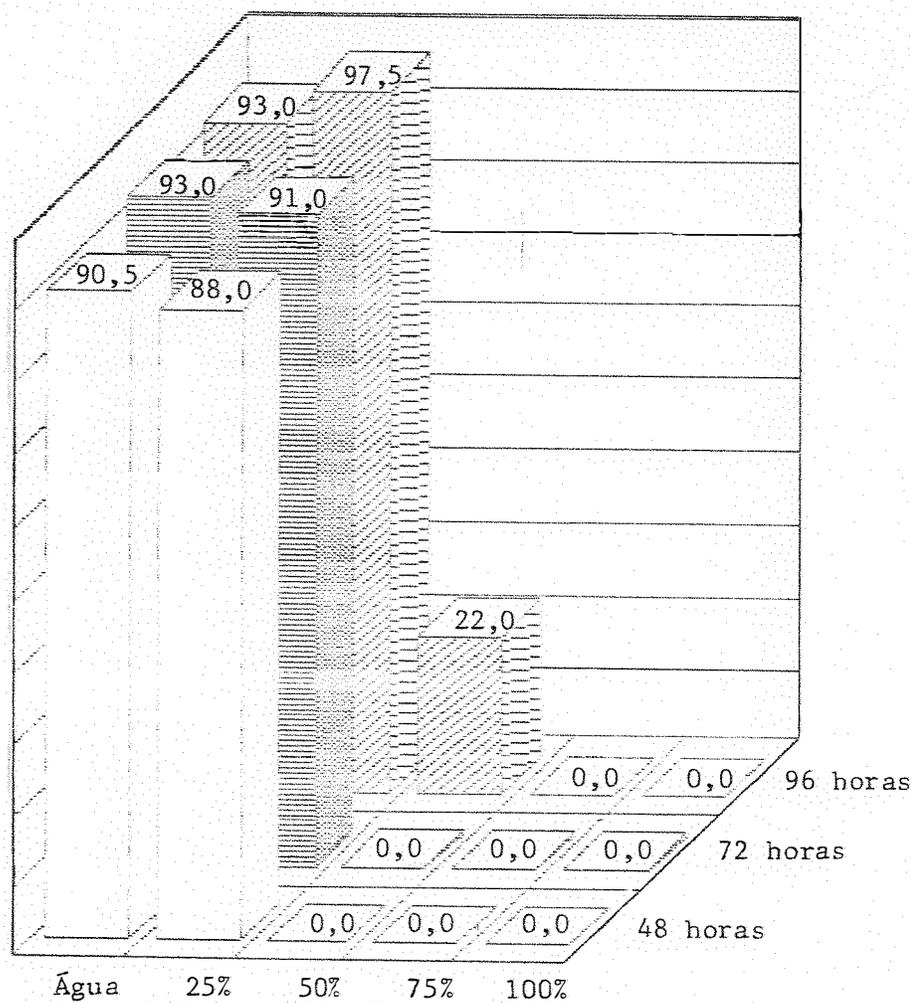


Figura 7: Percentagem de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) germinadas em substrato contendo extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) em diferentes concentrações.

#### 4.3.3. Efeitos do extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.)

Passadas 96 horas desde a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador, foram avaliados os efeitos do substrato contendo extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.).

Tabela 8: Comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.) sob o efeito da concentração do extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no substrato.

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	COMPRIMENTO DA RAIZ PRIMÁRIA (mm) A 20.C E LUZ CONSTANTE	
	96 HORAS	
100%	0,000 <sup>d</sup>	
75%	0,000 <sup>d</sup>	
50%	6,316 <sup>c</sup>	
25%	11,201 <sup>b</sup>	
ÁGUA	12,699 <sup>a</sup>	

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

C.V.: 4,59 % DMS: 0,60

Os dados referidos na Tabela 8 estão ilustrados no Figura 8.

As raízes primárias das plântulas do

tratamento 5 (água destilada) apresentaram um desenvolvimento normal. Já no tratamento 4, em que foi usado 25% de concentração do extrato aquoso, as raízes primárias foram injuriadas pela ação do substrato havendo deformação do hipocótilo e não desenvolvendo pelos absorventes.

No tratamento em que foi usado 50% de concentração do extrato, os danos foram bem mais severos, as raízes primárias só apareceram a partir de 72 horas desde a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador, não se desenvolveram, ocorrendo uma deterioração dos tecidos das sementes com conseqüente morte.

#### 4.3.4. Efeito da concentração do extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no peso da matéria seca de plântula de alface (*Lactuca sativa* L.)

Os dados mostrados na Tabela 9 e no Figura 9 foram obtidos 96 horas após a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador, seguindo-se de mais 48 horas em estufa a 70°C.

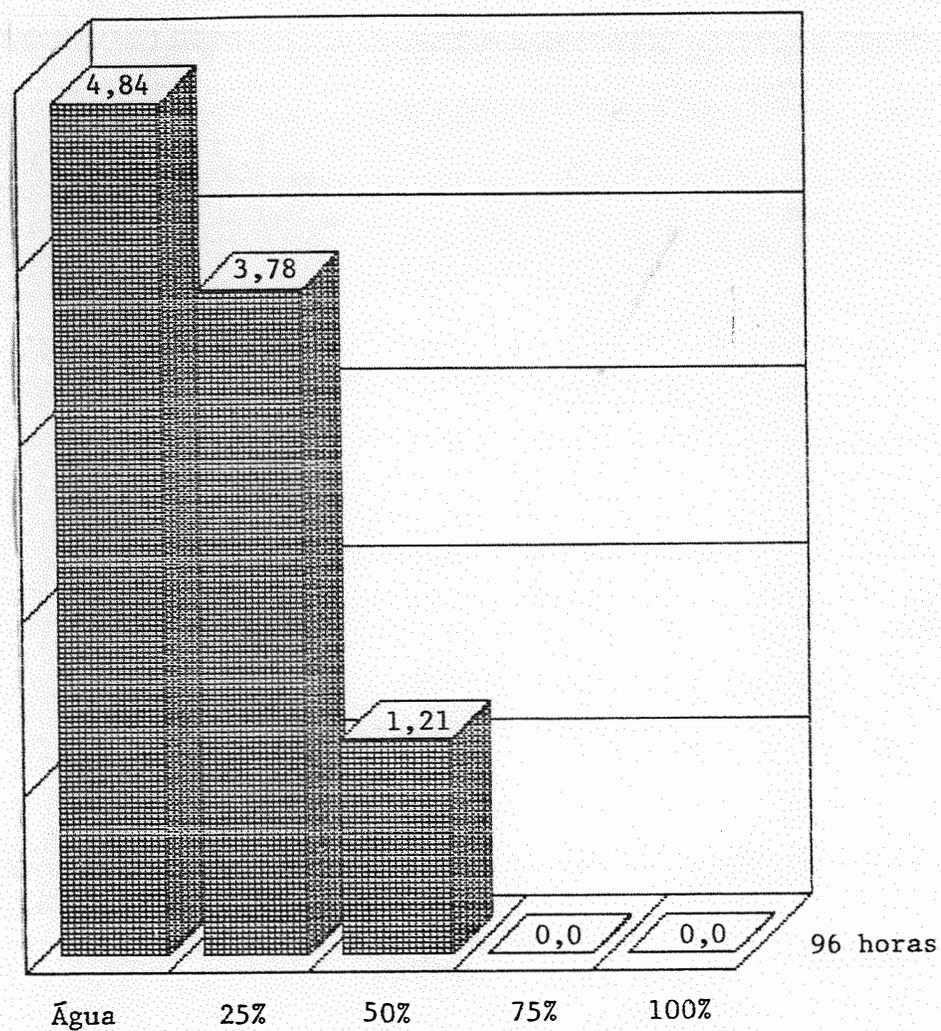


Figura 8: Influência da concentração do extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.).

Tabela 9: Influência da concentração do extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	PESO DA MATÉRIA SECA (mg)
100%	0,975 <sup>a</sup>
75%	0,971 <sup>a</sup>
50%	1,014 <sup>a</sup>
25%	0,997 <sup>a</sup>
ÁGUA	0,979 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

C. V.: 3,58 %      DMS: 7,73

Principalmente nos tratamentos em que foram usadas concentrações mais elevadas do extrato aquoso no substrato, observaram-se anomalias nas plântulas, como resultado do contato com substâncias tóxicas presentes no substrato. Essas anomalias, em alguns tratamentos, manifestaram-se por uma atrofia da raiz primária, aumento do diâmetro do hipocótilo, aumento e espessamento das folhas cotiledonares e ausência de pelos absorventes.

Os efeitos das concentrações do extrato aquoso sobre o comprimento da raiz primária não foram verificados no tocante ao peso da matéria seca. Provavelmente as alterações morfo-fisiológicas ocorridas, tenham causado um aumento de peso naquelas plântulas cujas raízes foram mais alteradas.

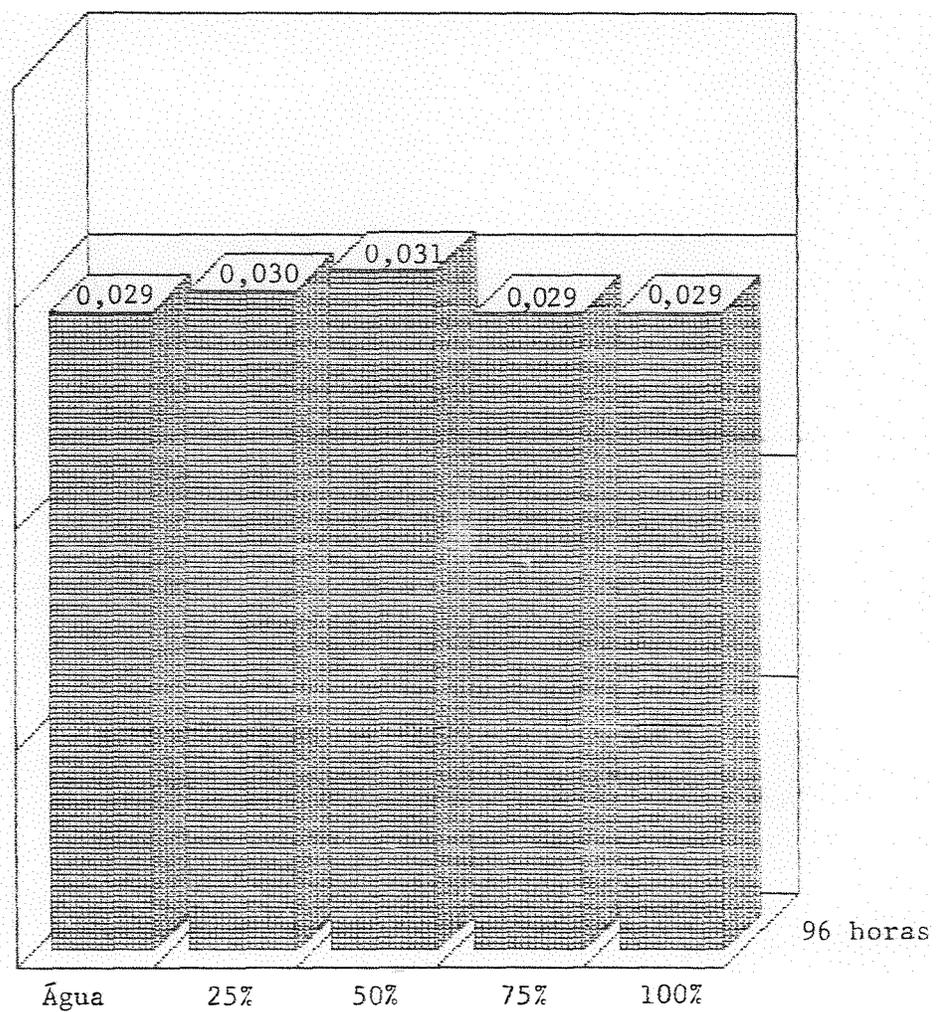


Figura 9: Concentração do extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

#### 4.4. RESULTADOS OBTIDOS EM TESTES DE LABORATÓRIO COM MUCUNA PRETA (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy)

##### 4.4.1. Quantidade de água adicionada a matéria fresca para obtenção do extrato aquoso

Foram pesados 47,20 gramas de material vegetativo de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy). Esse material foi posto em estufa a 75°C por um período de 96 horas. O peso da matéria seca foi de 24,28 g.

A relação PMF/PMS foi 1,94. Para obtenção do extrato aquoso utilizaram-se 100 gramas de material em estado vegetativo, exceto raízes, aos quais foram acrescentados 194 ml de água destilada.

##### 4.4.2. Efeitos do extrato aquoso da mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

A Tabela 10 mostra os dados sobre a germinação das sementes de alface (*L. sativa* L.) posta em substrato umedecido com extrato aquoso de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy). O levantamento dos percentuais foi procedido em três períodos após a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador e estão ilustrados no Figura 10.

Tabela 10: Efeito do substrato contendo diferentes concentrações do extrato aquoso de mucuna preta (*S. aterinum* Piper e Tracy) na germinação de sementes de alface (*L. sativa* L.).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO	PERÍODO NO GERMINADOR		
	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS
100%	8,130 <sup>c</sup>	52,050 <sup>b</sup>	61,450 <sup>b</sup>
75%	6,429 <sup>c</sup>	40,641 <sup>b,c</sup>	45,000 <sup>c</sup>
50%	7,801 <sup>c</sup>	27,114 <sup>c</sup>	40,259 <sup>c</sup>
25%	36,562 <sup>b</sup>	56,342 <sup>b</sup>	72,032 <sup>a,b</sup>
ÁGUA	65,675 <sup>a</sup>	74,696 <sup>a</sup>	84,231 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

Para 48 HORAS: C.V.: 17,06 %      DMS: 9,29

Para 72 HORAS: C.V.: 15,25 %      DMS: 16,72

Para 96 HORAS: C.V.: 11,99 %      DMS: 15,88

Nas primeiras 48 horas, foram mais afetadas as sementes postas em contato com substratos contendo 50 % e acima, de extrato aquoso, embora tenha havido diferença estatística entre o tratamento 4 (25 % de concentração do extrato aquoso) e a testemunha.

No próximo período de avaliação, 72 horas, observou-se um aumento nos percentuais de germinação das sementes postas em substratos com 25 %, 75 % e 100 % de concentração do extrato aquoso, além da testemunha. Esse aumento foi também verificado na avaliação efetuada após 96 horas desde a colocação das Gerbox<sup>®</sup> no germinador, para os mesmos tratamentos.

Mesmo com o decorrer do tempo, as sementes postas em substrato com 50 % de concentração do extrato aquoso, não tiveram condições de germinar.

O extrato aquoso, logo após a centrifugação, apresentou uma coloração vermelho escuro, passando para cinza grafite em poucas horas.

Comparando-se os resultados obtidos com a mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) e os das demais espécies testadas, observou-se que as plântulas de alface (*L. sativa* L.) desenvolvidas sobre substrato contendo extrato aquoso de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy), desenvolveram pelos absorventes em abundância, mesmo nos tratamentos em que o comprimento da raiz primária foi mais prejudicado.

Não foi notada a oxidação da coifa em nenhum dos tratamentos.

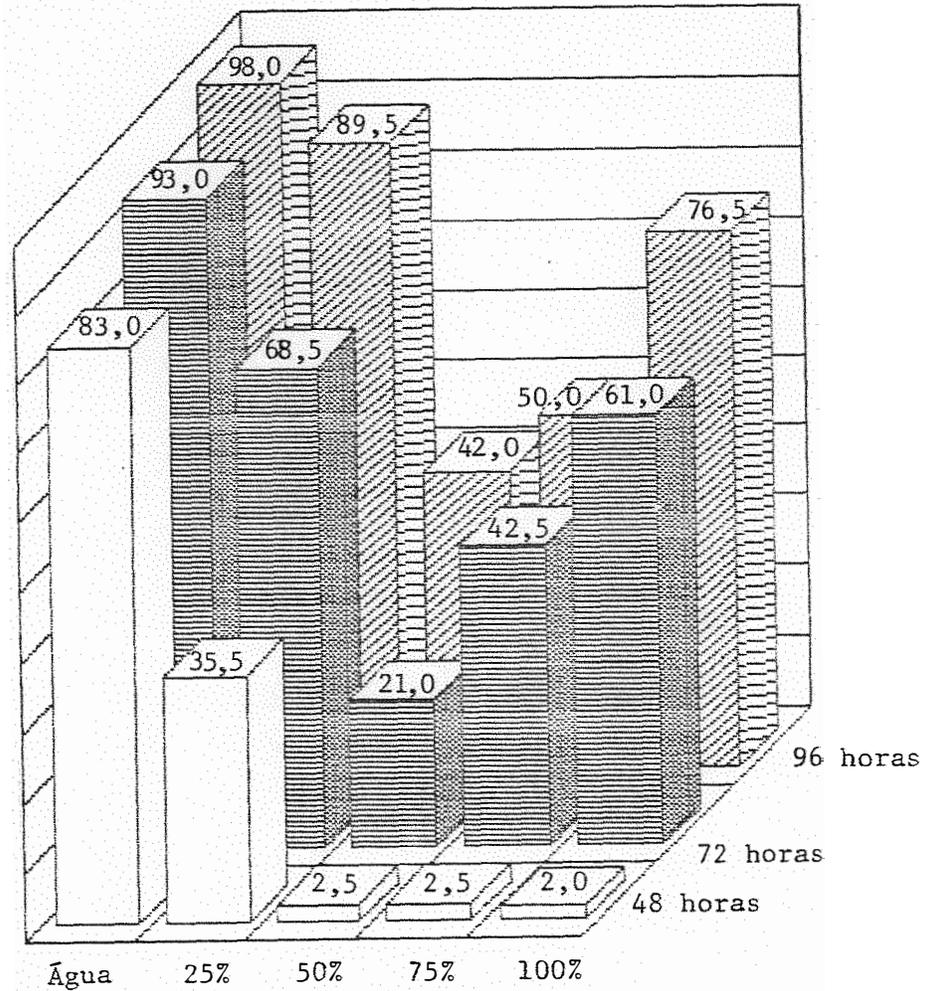


Figura 10: Efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) no substrato, na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.).

4.4.3. Efeito da concentração do extrato aquoso de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) no comprimento da raiz primária de alface (*Lactuca sativa* L.)

As sementes dos tratamentos com maiores concentrações do extrato aquoso no substrato, tiveram o comprimento da raiz primária mais afetado, não havendo diferenças entre os tratamento 1, 2 e 3 (100%, 75% e 50% de concentração do extrato, respectivamente).

Tabela 11: Comprimento da raiz primária da alface (*Lactuca sativa* L.) sob o efeito da concentração do extrato da mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	COMPRIMENTO DA RAIZ PRIMÁRIA (mm) A 20.C E LUZ CONSTANTE	
	72 HORAS	96 HORAS
100 %	9,321 <sup>c</sup>	9,495 <sup>c</sup>
75 %	8,852 <sup>c</sup>	9,034 <sup>c</sup>
50 %	8,431 <sup>c</sup>	8,490 <sup>c</sup>
25 %	11,656 <sup>b</sup>	11,797 <sup>b</sup>
ÁGUA	13,654 <sup>a</sup>	13,831 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

Para 72 HORAS: C.V.: 6,19 %      DMS: 1,40

Para 96 HORAS: C.V.: 6,34 %      DMS: 1,46

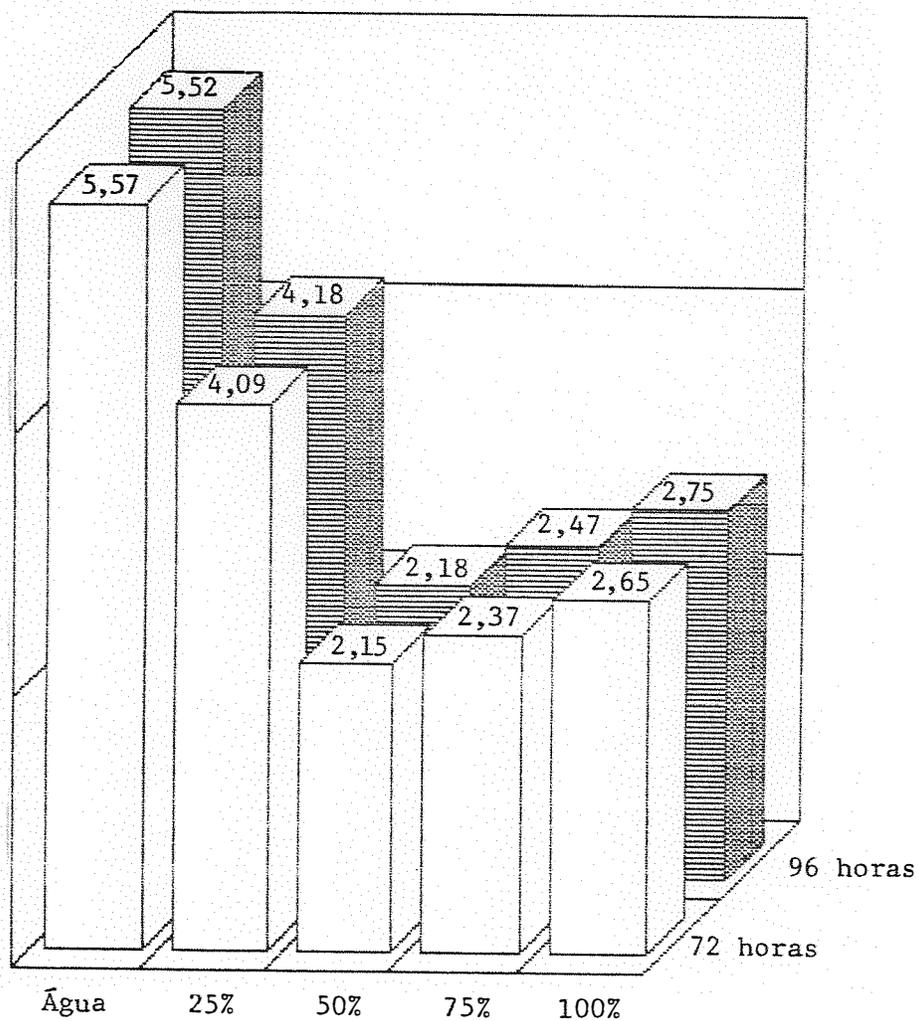


Figura 11: Influência da concentração do extrato aquoso de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) no comprimento da raiz primária de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

A testemunha (água destilada) e o tratamento em que foi usado 25 % de concentração do extrato aquoso, diferiram entre si e de todos os demais tratamentos, tanto após 72 horas como após 96 horas de permanência no germinador. Estes dados estão ilustrados no Figura 11.

**4.4.4. Efeitos da concentração do extrato aquoso de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.)**

O peso da matéria seca foi obtido de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) cujas sementes foram postas à germinar 96 horas antes. As plântulas foram postas em estufa a 75°C durante um período de 48 horas.

Tabela 12: Influência da concentração do extrato aquoso de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy), contido no substrato, no peso da matéria seca de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.).

CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	PESO DA MATÉRIA SECA (0.0001 mg)
100 %	1,169 <sup>a</sup>
75 %	1,170 <sup>a</sup>
50 %	1,250 <sup>a</sup>
25 %	1,162 <sup>a</sup>
ÁGUA	1,184 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letra iguais não diferem entre si, ao nível de significância de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.

C.V.: 4,10 % DMS: 0,10

O Figura 12 ilustra os dados obtidos sobre o peso da matéria seca de plântulas de alface (*L. sativa* L.) desenvolvidas em substrato com diferentes concentrações de extrato aquoso de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy).

Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos no tocante ao peso da matéria seca.

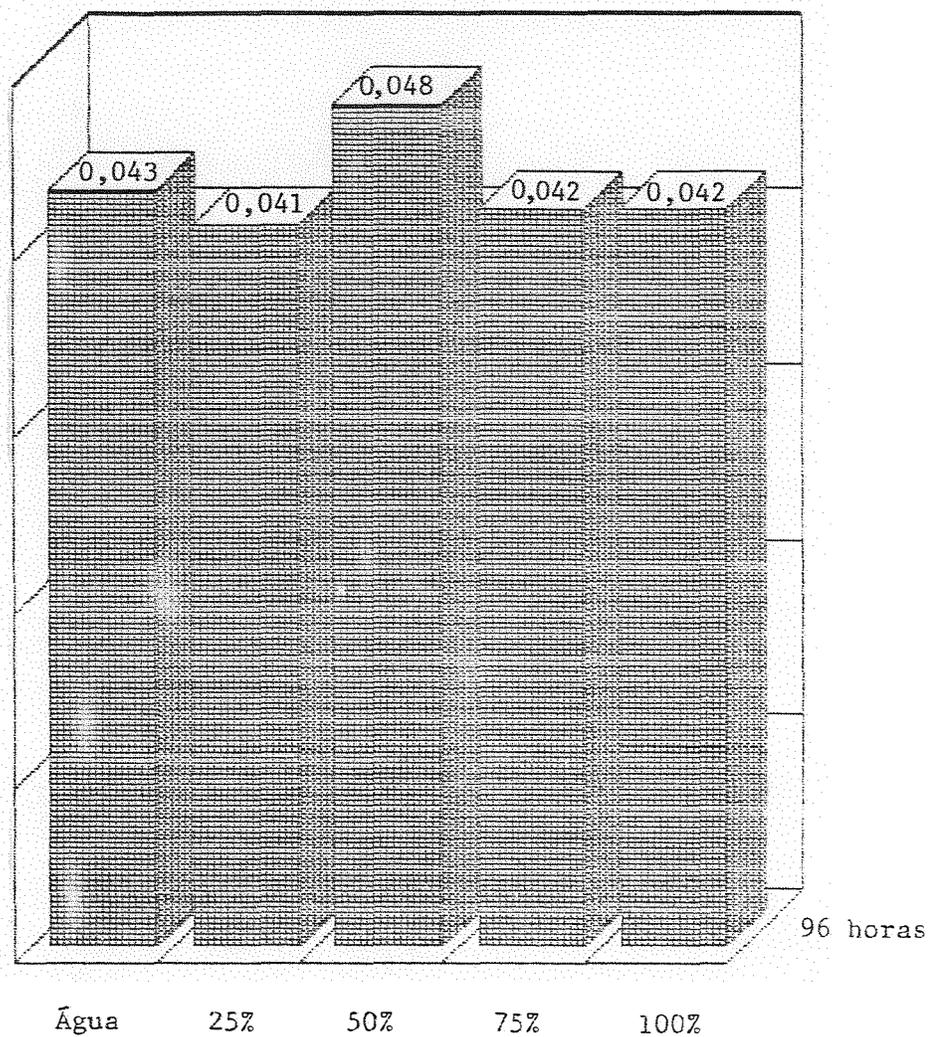


Figura 12: Concentração do extrato aquoso de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) no substrato influenciando no peso da matéria seca de plântulas de alface (*L. sativa* L.).

Como foi observado nos experimentos de laboratório, em nenhuma das espécies testadas, os dados relativos ao peso da matéria seca das plântulas de alface (*L. sativa* L.) mostraram serem influenciados significativamente pelas diferentes concentrações do extrato aquoso contido no substrato.

#### 4.5. DADOS SOBRE A MUCUNA PRETA (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) OBTIDOS NO EXPERIMENTO DE CAMPO

##### 4.5.1. Avaliação procedida após 30 dias

Decorridos 30 dias da emergência das plântulas de mucuna preta (*S. aterrimum* Piper & Tracy) foram contadas, identificadas e obtido o peso da matéria seca das espécies presentes no canteiro, Tabela 13.

Observou-se que as espécies com maior número de exemplares foram a milhã (*Digitaria horizontalis* L.), seguindo-se do caruru (*Amaranthus deflexus* L.) e da poaia (*Richardia brasiliensis* Gomez).

Tabela 13: Número de plantas e peso da matéria seca das espécies presentes no canteiro aos 30 dias após a emergência das plântulas de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy).

ESPÉCIE	N° DE PLANTAS	PESO DA MATÉRIA
		SECA/PLANTA (g)
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	35	0,0391
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	38	0,0648
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	81	0,0374
<i>Portulaca oleracea</i> L.	16	0,0652
<i>Sida rhombifolia</i> L.	13	0,0418
<i>Spergula arvensis</i> L.	6	0,0143

#### 4.5.2. Avaliação após 60 dias

Passados 60 dias da emergência das plantas de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) efetuou-se o segundo levantamento cujos dados constam da Tabela 14.

Tabela 14: Número de plantas e peso da matéria seca das espécies presentes no canteiro aos 60 dias após a emergência das plântulas de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy).

ESPÉCIE	Nº DE PLANTAS	PESO DA MATÉRIA SECA/PLANTA (g)
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	37	0,0692
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	31	0,0482
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	37	0,0826
<i>Portulaca oleracea</i> L.	13	0,0750
<i>Sida rhombifolia</i> L.	28	0,0225
<i>Spergula arvensis</i> L.	19	0,0313

Nesta avaliação observou-se uma redução no número de plantas de milhã (*Digitaria horizontalis* Willd.) e de caruru (*Amaranthus deflexus* L.) observando-se, nestas últimas, sintomas de crescimento anormal - as plantas apresentaram um aumento desproporcional na altura -. Nas plantas de beldroega (*Portulaca oleracea* L.) observou-se o aparecimento de tecido necrosado na borda das folhas, quando em contato com as folhas da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy).

Em área próxima ao canteiro existiam, em abundância, as espécies *Richardia brasiliensis* Gomez, *Digitaria horizontalis* Willd. e *Portulaca oleracea* L.

#### 4.5.3. Avaliação após 90 dias

Sucedidos 90 dias desde a emergência da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy), as plantas desta espécie apresentavam-se bastante desenvolvidas ocupando totalmente a área do canteiro e estendendo-se além deste.

Tabela 15: Número de plantas e peso da matéria seca das espécies presentes no canteiro, aos 90 dias após a emergência das plântulas de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy).

ESPÉCIE	N° DE PLANTAS	PESO DA MATÉRIA SECA/PLANTA (g)
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	3	0,9534
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	9	0,1208
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	37	0,4700
<i>Sida rhombifolia</i> L.	25	0,1214

Não foram encontrados exemplares de beldroega (*Portulaca oleracea* L.) e de gorga (*Spergula arvensis* L.) nesta avaliação.

Com exceção da poaia (*Richardia brasiliensis* Gomez), houve um acentuado decréscimo no peso da matéria seca das demais espécies, em relação a avaliação anterior.

Observou-se também a redução no número de plantas das espécies remanescentes, exceto na milhã (*Digitaria horizontalis* Willd.).

Nesta época, já haviam muitas folhas de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) caídas sobre o canteiro, iniciando o processo de decomposição. É provável que, além da competição por luz no ecossistema, as plantas das espécies presentes no canteiro, tenham sido afetadas por compostos liberados pelas plantas em desenvolvimento e das folhas em decomposição.

#### 4.5.4. Avaliação após 120 dias

Neste período não foram observadas espécies estranhas ao canteiro da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy). Aquelas que estavam presentes na avaliação anterior morreram, provavelmente, pela ação alelopática da citada espécie. Observou-se que a camada de folhas mortas, caídas das plantas de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy), aumentou de espessura (Figura 13).

A Figura 14 ilustra o número de espécies/5000 cm<sup>2</sup> presentes no canteiro.

Foi dada continuidade às avaliações no canteiro de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) até o fim do ciclo vegetativo da cultura, não sendo verificada a presença de espécies botânicas estranhas.

Decorridos 270 dias da emergência das plântulas de mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy), as vagens iniciaram o processo de deiscência. A totalidade das

vagens secaram após 300 dias, nesta época foi coletada a segunda amostra de solo.



Figura 13: Camada de folhas de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) caídas após 120 dias desde a emergência das plantas.

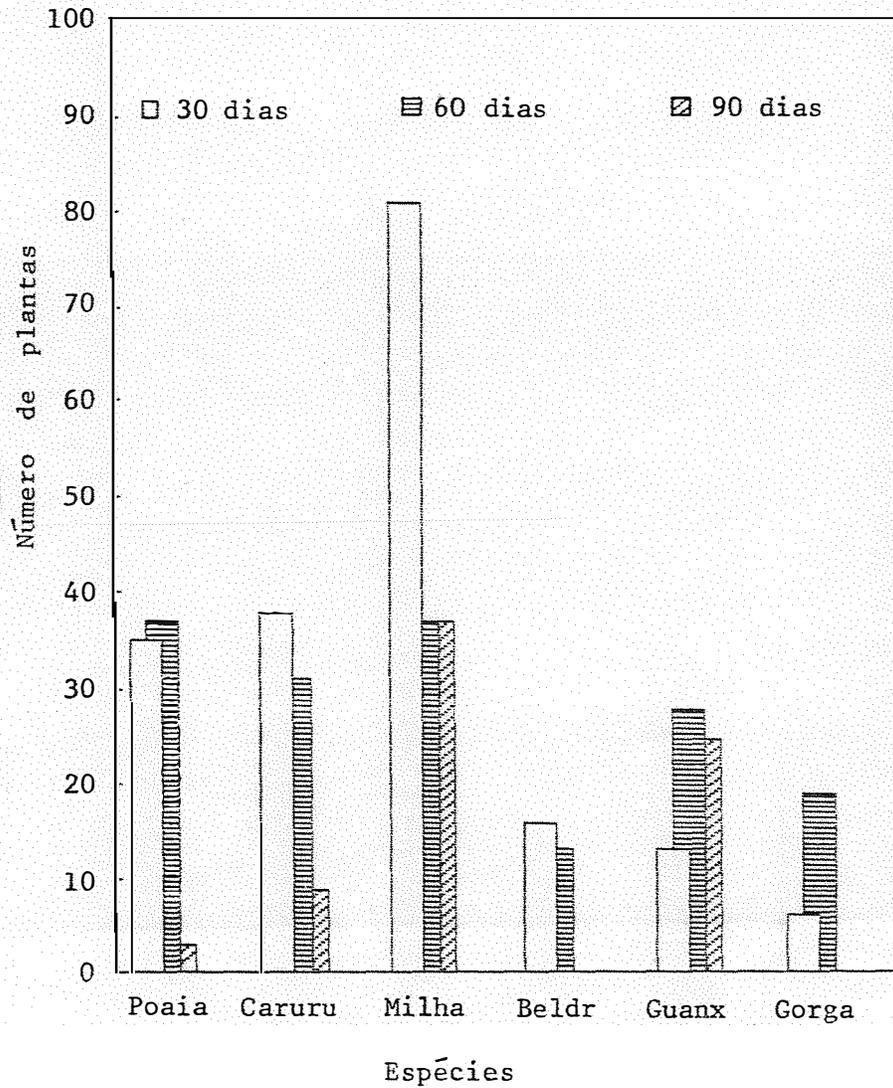


Figura 14: Espécies presentes no canteiro de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) desde o período da emergência, aos 90 dias.

A Figura 15 mostra o aspecto do solo sob os resíduos vegetais da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy). Nota-se a formação de grumos indicando alta atividade biológica.



Figura 15: Aspecto do solo abaixo dos resíduos de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) aos 300 dias contados desde a emergência das plantas.

Os materiais liberados das plantas para o solo, podem ser absorvidos diretamente pela própria planta da qual foi liberado ou por plantas adjacentes, da mesma espécie ou de espécies diferentes, via absorção radicular.

MECKLENBURG & TUKEY (1964) usando radioisótopos, mostraram que cátions, inorgânicos ou orgânicos, assim como a matéria orgânica, podem ter ciclos planta/planta da mesma maneira.

Os materiais lixiviados também podem ser interceptados antes de atingirem o solo, pelo tronco, galhos e folhagem da própria planta ou de plantas adjacentes. Pela parte aérea, como relata TUKEY (1969), as plantas podem absorver eficientemente os nutrientes. As plantas adjacentes, liberando metabólitos, os quais são similares a outros nutrientes, são translocados para as partes aéreas com grande atividade metabólica, podendo exercer funções no crescimento das plantas.

Os microorganismos do solo são capazes de metabolizar nutrientes produzindo compostos secundários os quais podem ter ações inteiramente diferentes nas plantas, comparadas a substância original. Os metabólitos lixiviados podem afetar diretamente os microorganismos do solo, os quais possuem importância no que se refere a alelopatia, influenciando, inclusive, na suscetibilidade das plantas ao

ataque de patógenos e no poder germinativo das sementes, RICE (1964).

#### 4.5.5. Análise química do solo

A primeira amostragem do solo foi feita em outubro de 1988, antecedendo a semeadura; a segunda amostragem foi executada em agosto de 1989, portanto, 300 dias após. Os resultados da análise do solo estão na Tabela 16.

ANTES DO CULTIVO										
ppm			----- meq/100cm <sup>3</sup> -----							
P res	M.O.%	pH	CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
15,3	1,75	4,25		0,46	0,36	0,34	4,7	1,2	5,9	19,8
APÓS O CULTIVO:										
ppm			----- meq/100cm <sup>3</sup> -----							
P res	M.O.%	pH	CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V%
7,9	2,38	4,10		0,14	0,28	0,01	2,13	0,4	2,6	16,8

Antes do plantio	{	C %: 1,02 (1)	Após o plantio	{	C %: 1,38 (1)
		N %: 0,16 (2)			N %: 0,35 (2)
		C/N: 6,38			C/N: 3,94

(1)- Determinado usando Dicromato de Potássio + Ac. Sulfúrico  
 (2)- Obtido por digestão sulfúrica + catalizadores

Tabela 16: Análise química do solo (van RAIJ, 1985), antes e depois de cultivado com mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy).

Para o cultivo da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) não foi adicionado ao canteiro, nenhum tipo de adubo mineral ou orgânico. Observou-se um decréscimo nos teores de nutrientes, exceto M.O.%, destacando-se o Mg, o qual era de 0,34 meq/100cm<sup>3</sup>, considerado baixo antes do plantio; sendo reduzido para 0,01 meq/100cm<sup>3</sup>.

Em termos de P e de K, os teores antes de plantio eram considerados médios e alto, respectivamente, passando, após o plantio, a serem considerados baixos.

Os teores de Ca eram considerados baixos antes do plantio, observando-se uma diminuição nos valores.

Observando-se os valores de T, o qual representa a CTC, e S (soma da bases), verifica-se que também foram reduzidos após o cultivo. Os valores da CTC ocupado pelas bases trocáveis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>), expressos em percentagem, ou seja, o índice de saturação de bases (V %), também foi reduzido.

A mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) produz uma exuberante massa verde, sendo uma espécie bastante competitiva com as demais. Como foi visto nos testes de laboratório, em determinadas concentrações, o extrato aquoso obtido da parte aérea em estado vegetativo, é tóxico o suficiente para impedir a germinação das sementes de alface (*L. sativa* L.). Este fato faz com que a mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) seja considerada uma espécie com propriedades alelopáticas.

A decomposição dos restos vegetais da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy) depositados sobre o solo e a intensa atividade biológica, observada pela formação de grumos sob os resíduos, provavelmente tenham sido responsáveis pelo aumento na percentagem de matéria orgânica, verificado na segunda análise do solo, ou seja, 300 dias após o plantio.

#### 4.6. Considerações Gerais:

Embora no presente trabalho não se tenha objetivado a identificação dos aleloquímicos responsáveis pelos efeitos causados através dos substratos nas sementes e plântulas de alface (*L. sativa* L.), a metodologia adotada, mostra as diferenças entre a potencialidade alelopática das quatro espécies testadas.

Observou-se que o extrato aquoso de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) não mostrou praticamente nenhuma interferência na germinação das sementes da planta teste, ocorrendo inclusive, um aumento no percentual de germinação em comparação à testemunha (água destilada).

É possível que substâncias com propriedades reguladoras de crescimento das plantas, as quais, atuam em pequenas quantidades, possam ter sido liberadas das plantas

durante o processo de obtenção do extrato aquoso. Este fato é de considerável importância, tendo sido demonstrado que substâncias como as giberelinas podem ser lixiviadas pela chuva ou sereno e que a quantidade, aparentemente está em função do estágio de desenvolvimento, condições fisiológicas e condições de crescimento das plantas. De acordo com TUKEY (1969), nem todas as substâncias liberadas pelas plantas são inibidoras, podendo, ao contrário, serem estimulantes, citando como exemplos os nutrientes minerais, aminoácidos e ácidos orgânicos, carboidratos e reguladores de crescimento.

No experimento com trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.), verificou-se haver uma interferência bem mais pronunciada sobre a percentagem de germinação das sementes, principalmente nas primeiras 48 horas de permanência no germinador. Com o passar do tempo, observou-se um aumento no percentual de germinação das sementes, provavelmente isto tenha ocorrido devido a degradação do substrato durante este período.

Como pode ser observado na Figura 4, houve um aumento no percentual de germinação quando foi diminuída a concentração do extrato aquoso de trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) e aumentado o tempo de permanência das sementes no germinador. Embora com reflexos negativos no desenvolvimento do sistema radicular, houve um aumento no número de sementes germinadas com a degradação do substrato.

No experimento com ervilhaca (*Vicia sativa*

L.), observou-se que, mesmo com o passar do tempo não ocorreu a recuperação do poder germinativo das sementes submetidas às maiores concentrações de extrato aquoso. As sementes foram drasticamente afetadas pelo substrato, observando-se uma rápida degradação dos tecidos os quais se apresentavam amolecidos.

Nos testes com mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) observou-se que o poder germinativo das sementes de alface (*L. sativa* L.) foi mais afetado quando as sementes se desenvolveram em substrato contendo concentrações do extrato aquoso mais elevadas. Com o decorrer do tempo, houve um aumento no percentual de germinação das sementes do tratamento 1 (100 % de concentração) o que, estatisticamente, passou a não diferir apenas do tratamento 4 (25 % de concentração), Figura 10.

Muitas vezes a semeadura de uma espécie em terreno anteriormente ocupado por uma cultura com propriedades alelopáticas, apresenta sintomas os quais podem, erroneamente, serem confundidos com fitotoxicidade causada por aleloquímicos remanescentes no solo. É sempre prudente que se proceda uma análise do solo afim de se evitar possíveis diagnósticos errados.

Considerando-se os teores de P, K, Ca, Mg e MO %, após o cultivo da mucuna preta (*S. aterrinum* Piper e Tracy), Tabela 16, é muito provável que o cultivo sucedente venha a apresentar sintomas de deficiência nutricional, caso

não seja efetuada uma adubação adequada às exigências nutricionais da espécie a ser cultivada.

RICE (1984) cita que existem muitos casos nos quais os significantes mecanismos alelopáticos são conhecidos, porém, em muitos deles não se conhecem as toxinas envolvidas.

Não há dúvidas sobre a importância da identificação dos inibidores/promotores, como também em que espécie foram localizados. Geralmente os aleloquímicos que têm sido identificados são aqueles que, como os compostos fenólicos, são facilmente detectados em cromatogramas.

O aumento do uso da cromatografia gasosa em conjunto com a espectrometria de massa, está tornando possível a identificação de muitos tipos de aleloquímicos. O conhecimento destes compostos é muito importante nos métodos de determinação de vias de liberação, quantidades presentes no ambiente e quantidade absorvida pelos organismos afetados.

## 5. CONCLUSÕES

- O extrato aquoso obtido de chicharo (*Lathyrus sativus* L.) não influenciou o poder germinativo das sementes de alface (*Lactuca sativa* L).
  
- Obteve-se do trevo carretilha (*Medicago denticulata* Willd.) um extrato aquoso que na concentração de 100 %, inibiu totalmente a germinação das sementes no período das 48 horas iniciais do processo, havendo um aumento do número de sementes germinadas em períodos posteriores.
  
- O extrato aquoso de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) nas concentrações de 50 %, 75 % e 100 %, impediu a germinação das sementes, causando a morte das mesmas com rápida oxidação e degradação dos tecidos.

- As sementes postas em substratos contendo concentrações de 50 %, 75 % e 100 % do extrato aquoso de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy) tiveram o processo de germinação reduzido nas primeiras 48 horas, havendo um aumento do número de sementes germinadas nos períodos posteriores.

- O cultivo da mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy), dobrou o teor de nitrogênio do solo ao final do ciclo vegetativo.

- Nos testes com extratos aquosos, as sementes germinadas desenvolveram plântulas defeituosas, exceto com o do chicharo (*Lathyrus sativus* L.) nas concentrações de 50 % e 25 %.

- O peso da matéria seca das plântulas não foi um bom indicativo para se avaliar a potencialidade alelopática das espécies estudadas, ao contrário, o comprimento da raiz primária e o percentual de sementes germinadas, foram bons parâmetros para a referida avaliação.

- A partir de 120 dias, contados desde a emergência das plântulas de mucuna preta (*Stizolobium aterrinum* Piper e Tracy), não foram encontradas espécies estranhas à cultura, demonstrando o efeito alelopático sobre a flora infestante.

## 6. LITERATURA CITADA

ALTIERI, M.A. & DOLL, J.D. The potential of allelopathy as a tool for weed management in crop fields. PANS 24(4):495-502. 1978.

BAKER, H.G. Volatile growth inhibitors produced by *Eucalyptus globulus*. Madroño 18: 207-210. 1966.

BENDALL, G.M. The allelopathic activity of Californian thistle [*Cirsium arvense* (L.) Scop.] in Tasmania. Weed Research. 15:77-81. 1975.

BIEBER, G.L. & HOVELAND, C.S. Phytotoxicity of plant material on seed germination of crownvetch (*Coronilla varia* L.). Agronomy Journal. 60:185-188. 1968.

BOKHARI, U.G. Allelopathy among prairie grasses and its possible ecological significance. Ann. Bot. 42:308-313. 1978.

- BONASERA, J., LYNCH, J. & LECK, M.A. Comparison of the allelopathic potencial of four march species. Bulletin of the Torrey Botanical Club. Vol. 106, N.3 p.217-222. 1979.
- BONNER, J. & GALSTON, A.W. Toxic substances from the culture media of *guayule* which may inhibit growth. Bo. Gaz. (Chicago) 106: 185-198. 1944.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, LANARV/SNAD/MA, 118P. 1980.
- CHOU, C.H. & LIN, H.J. Autointoxication mechanisms of *Oriza sativa*. I. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. J. Chem. ecol. 2: 353-367. 1976.
- CHOU, C.H. & PATRICK, Z.A. Identification and phytotoxic activity of compounds produced during decomposition of corn and rye residues in soil. J. Chem. ecol. 2: 369-387. 1976.
- COUTINHO, L.M. & HASHIMOTO, F. Sobre o efeito inibitório da germinação de sementes produzido por folhas de *Calea cuneifolia* DC. Ciência e Cultura, São Paulo, 23(6):759-64. 1971.
- Del MORAL, R. & MULLER, C.H. The allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis*. Am. Midl. Nat. 83: 254-282. 1970.
- HALLIGAN, J.P. Bare areas associated with shrub stands in grassland: The case of *Artemisia californica*. BioScience 23 : 429-432. 1973.

- HALLIGAN, J.P. Toxic terpenes from *Artemisia californica*.  
Ecology 56: 999-1003. 1975.
- HALLIGAN, J.P. Toxicity of *Artemisia californica* to four  
associated herb species. Am.Midl.Nat. 95: 406-421.  
1976.
- LAWRENCE, T. & KILCHER, M.R. The effect of fourteen root  
extract upon germination and seedling length of fifteen  
plant species. Canada Jour. Plant Science, 42:308-313.  
1961.
- LESLIE A.W. & PUTNAM, A.R. Inhibition of growth, nodulation,  
and nitrogen fixation of legumes by quackgrass. Crop.  
Sci, 25(3). p.561-565. 1985.
- LUCCHESI, A.A. & OLIVEIRA, R.F. Efeito inibitório na germi-  
nação, induzido pelo extrato de couve (*Brassica oleracea*  
L. var. *acephala* DC.). Anais da Escola Superior de Agri-  
cultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, v.45 (parte 1):167-  
178. 1988.
- MECKLENBURG, R.A. & TUKEY, H.B.Jr. Influence of foliar  
leaching on root-uptake and translocation of calcium-45  
to stems of foliage of *Phaseolus vulgaris*. Plant Phy-  
siol. 39:533-536. 1964.
- MULLER, C. H. Inhibitory terpenes volatilized from *Salvia*  
shrubs. Bull. Torrey Bot. Club 92: 38-45. 1965.

- MULLER, C.H.; MULLER, W.H.; HAINES, B.L. Volatile inhibitors produced by shrubs. *Science* 143: 471-173. 1964.
- MULLER, W.H. & MULLER, C.H. Volatile inhibitors produced by *Salvia* species. *Bull. Torrey Bot. Club* 91: 327-330. 1964.
- PATRICK, Z.A. Phytotoxic substances associated with the decomposition in soil of plant residues. *Soil Science* 111: 13-18. 1971.
- PRESTON, W.H.Jr.; MITCHELL, J.W.; REEVE, W. Movement of alpha-methoxyphenylacetic acid from one plant to another through their root systems. *Science* 119: 437-438. 1954.
- PUTNAM, A.R. & DeFRANK, J. Use of Allelopathic Cover Crops to inhibit weeds. *Proc. Sym. Int. Congr. Plant Prot. Minneapolis, Minn.* Published for the Congress by Burgess Pub. p.580-582. 1981.
- PUTNAM, A.R. & DUKE, W.B. Allelopathy in agroecosystems. *Ann. Rev. Phytopathol.* 16:431-51. 1978.
- PUTNAM, A.R. Allelopathy: A Breakthrough in Weed Control ? *American Fruit Grower, Ohio*, 103(6):10. 1983.
- RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A. HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI Jr, R.; DECHEN, A.R. TRANI, P.E. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Inst. Agrônomo, 107 p. 1985. (Boletim Técnico, 100).

- RANZANI, G.; FREIRE, O e KINJO, T. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/Centro de Estudos de Solos, 86 p. 1966.
- RICE, E.L. Inhibition of nitrogen-fixing and nitrifying bacteria by seed plants. *Ecology* 45:824-837. 1964.
- RICE, E.L. Pest control with nature's chemicals. Univ. Oklahoma Press, Norman. 224 p. 1983.
- RICE, E.L. Allelopathy. Academic Press Inc. (London) Ltd. 1984.
- SMITH, A.M. & SECOY, D.M. Pest controls of the ancients. *FURROW*, N. 27. 1977.
- TANG, C.S. & YOUNG, C.C. Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root system of bigalita (*Hemarthria altissima*). *Plant Physiol.* 69: 155-160. 1982.
- TUKEY, H.B.Jr. Implications of allelopathy in agricultural plant science. *The Bot. Rev.* V.35:1-16. 1969.
- WINTER, A.G. New physiological and biological aspects in the interrelationships between higher plants. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 15: 229-244. 1961.
- WHITTAKER, R.H. & FEENY, P.P. Allelochemicals: Chemical interactions between species. *Science* vol 171(39-73). 1971.