

CRISTINA BARCIK

**PROCESSOS AUTOALELOPÁTICOS NA CULTURA
DA ALFAFA (*Medicago sativa* L. CV. CRIOULA)
EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração Ciência do Solo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de mestre.

CURITIBA
1999



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-CIÊNCIA DO SOLO
C.P. 2959, FONE 041-350-5648, FAX 041-2523689 CURITIBA PR 80.035
E-mail: pgcisol@agrarias.ufpr.br

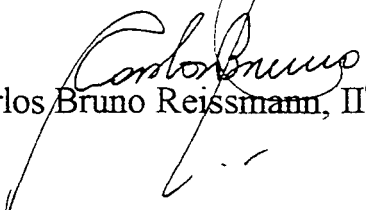
PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **CRISTINA BARCIK**, com o título: "Processos autoalelopáticos na cultura da alfafa (**Medicago sativa L.** cv. crioula), em solos de diferentes texturas" para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de Parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação com média 9,9 - conceito "A" completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 22 de março de 1999.


Prof. Dra. Beatriz Monte Serrat Prevedello, Presidente.


Prof. Dr. Luis Roberto de Andrade Rodrigues, I^o Examinador.


Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, II^o Examinador.

*EU CANTO UMA VEZ MAIS
A CONTÍNUA EPOPÉIA DO SOLO
A FENAÇÃO E A COLHEITA
O AMANHO DO SOLO E A LAVOURA
EU FALO DA TERRA E DO ESTERCO
E DOS MEIOS DE AQUEBRANTAR
A FORÇA CRUEL DA ARGILA.*

V.SACKVILLE.LONDON

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos que colaboraram para a realização deste trabalho, em especial as seguintes instituições e pessoas:

À Universidade Federal do Paraná, e ao Departamento de Solos pela oportunidade concedida.

À Capes pela concessão da bolsa de estudos durante a realização do curso.

À professora Beatriz Monte Serrat Prevedello, pela orientação, confiança e incentivo à pesquisa.

À professora Clarice Azevedo de Luna Freire pela co-orientação e ao professor Jonathan Biele e as alunas Gisele Carla Bohn e Sônia Regina Muchinski pelo apoio estatístico.

Aos professores do curso de pós-graduação e em especial à professora Nerilde Favaretto, pelas valiosas sugestões no trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Solos, por todo o apoio e amizade durante os trabalhos.

À toda atenção recebida dos funcionários da biblioteca do Setor de Ciências Agrárias.

Aos valiosos amigos encontrados no decorrer do curso, por todo apoio e incentivo, em especial aos que me “aguentaram” nos momentos mais críticos.

Obrigada, Sandra, Ionete, Wagner, Luiz Tessaro, Silma, Roseli, Carla, Margit, Betânia, Edson, Solange, Iolanda.

Um agradecimento muito especial aos amigos e profissionais, Jorge Kusdra e Maria Alice Consalter e Paulo César de Faccio Carvalho por todo apoio ao trabalho.

Aos professores e amigos ligados ao Departamento de Fitotecnia, Adelino Pelissari e Luiz Doni Filho, por todo incentivo.

Ao Departamento de Química em especial ao Prof. Antônio Mangrich, pela utilização do Laboratório de Química Orgânica.

Ao Laboratório de Nutrição Animal, em especial ao Prof. Rodrigo Távora Mira, que realizou as análises de espectrofotometria de refletância.

Ao Professor Luís Roberto de Andrade Rodrigues, da UNESP de Jaboticabal, pelas sugestões no trabalho e principalmente pelo incentivo.

À minha família, pela compreensão e paciência, em especial a minha irmã Vergínia, por todo apoio na digitação.

Finalmente à todas as forças positivas, que me permitiram chegar até aqui!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 ALELOPATIA.....	4
2.2 AUTOALELOPATIA EM VEGETAIS SUPERIORES.....	7
2.3 A PLANTA DE ALFAFA E SEU COMPORTAMENTO ALELOPÁTI- CO.....	9
2.4 COMPOSTOS QUÍMICOS IDENTIFICADOS COMO AGENTES ALELOPÁTICOS.....	12
2.5 SÍNTESE E LIBERAÇÃO DE COMPOSTOS.....	14
2.6 AÇÃO DE ALELOQUÍMICOS NA PLANTA.....	15
2.6.1 Interferência alelopática na absorção de nutrientes.....	17
2.7 FATORES QUE INFLUENCIAM A ALELOPATIA.....	19
2.7.1 Concentração de inibidores.....	19
2.7.2 Atividade microbiana e decomposição.....	21
2.7.3 Textura do solo e matéria orgânica.....	23
2.7.4 pH do solo.....	25
2.7.5 Temperatura ambiente.....	26
2.8 FATORES EXPERIMENTAIS QUE INFLUENCIAM A ALELOPATIA..	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	29
3.2 SOLO.....	29

3.3 COLETA DA ALFAFA A SER UTILIZADA COMO RESÍDUO E NO PREPARO DO EXTRATO AQUOSO CONCENTRADO.....	31
3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	33
3.4.1 Plantio da alfafa.....	33
3.4.1.2 Tratamentos e delineamento estatístico.....	34
3.4.1.3 Aplicação do resíduo.....	36
3.4.1.4 Preparo, diluição e aplicação do extrato.....	36
3.4.1.5 Medidas de condutividade elétrica e pH.....	38
3.5 AVALIAÇÕES.....	38
3.5.1 Produção de matéria seca da parte aérea.....	38
3.5.2 Análises de Laboratório.....	38
3.5.3 Determinação dos teores de minerais presentes na matéria seca..	38
3.5.4 Química do solo.....	40
3.6 EXPERIMENTOS EM LABORATÓRIO DE GERMINAÇÃO.....	41
3.6.1 Influência do extrato aquoso da parte aérea de plantas de alfafa sobre a germinação de sementes de alfafa.....	41
3.6.1.1 Local e condução.....	41
3.6.1.2 Tratamento e delineamento estatístico.....	43
3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA.....	45
4.2 TEORES DE MINERAIS NA PARTE AÉREA E NO SOLO DO EXPERIMENTO.....	52
4.2.1 RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS ANALISADOS.....	65
4.3 EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO.....	66
4.3.1 Teste de germinação de sementes de alfafa com 4 doses de extratos em 4 substratos.....	66
4.4 MEDIDAS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E pH.....	68

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
6 CONCLUSÕES.....	71
ANEXOS.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

LISTA DE FIGURAS

1: VISÃO GERAL DO EXPERIMENTO QUATRO MESES APÓS A INSTALAÇÃO.....	34
2: ASPECTO DAS PLANTAS DE ALFAFA NA OCASIÃO DO TERCEIRO CORTE.....	37
3: ASPECTO DA GERMINAÇÃO NOS TRATAMENTOS COM EXTRATO SOBRE PAPEL FILTRO INLAB.....	42
4: REPRESENTAÇÃO DE 3 CORTES DE ALFAFA E A SUA DEPENDÊNCIA ENTRE AS MEDIDAS DE UMA MESMA UNIDADE EXPERIMENTAL NOS FATORES EXTRATO E RESÍDUO PARA SOLO ARGILOSO.....	46
5: REPRESENTAÇÃO DE 3 CORTES DE ALFAFA E A SUA DEPENDÊNCIA ENTRE AS MEDIDAS DE UMA MESMA UNIDADE EXPERIMENTAL , NOS FATORES EXTRATO E RESÍDUO PARA SOLO ARENOSO.....	47
6 : PARÁBOLAS AJUSTADAS CORRESPONDENDO A JUNÇÃO DOS FATORES COM RESÍDUOS E EXTRATOS.....	48
7: PRODUÇÕES DE MATERIA SECA AO LONGO DE TRÊS CORTES EM FUNÇÃO DO FATOR EXTRATO.....	50
8: VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE K NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E EXTRATO.....	54

9: VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE K NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E SOLO.....	55
10: VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE N NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E SOLO.....	56
11: VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Ca NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE SOLO E EXTRATO.....	57
12: VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Mg NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E EXTRATO	58
13: VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE B NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DOS FATORES SOLO E EXTRATO E RESÍDUO.....	59
14: VARIAÇÃO DAS MÉDIAS DE MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DO QUARTO CORTE DE ALFAFA, RELATIVOS AOS FATORES SOLO, EXTRATO E RESÍDUO.....	60
15: VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE B NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E SOLO.....	61
16: CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE A MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA E TEOR DE BORO NA MATÉRIA SECA.....	62
17: MODELO HIPERPLANO AJUSTADO PARA MÉDIAS DE TEORES DE BORO EM MATÉRIA SECA, EXTRATO AQUOSO E SOLO ARGILOSO SEM RESÍDUO DE ALFAFA.....	63
18: MÉDIAS DE TEORES DE GERMINAÇÃO PELA INTERAÇÃO ENTRE AS DOSES DE EXTRATO E OS SUBSTRATOS EMPREGADOS..	67

LISTA DE TABELAS

1 : CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS SOLOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS.....	30
2 : ANÁLISE QUÍMICA DA PARTE AÉREA DE ALFAFA COLHIDA PARA PREPARO DO EXTRATO E RESÍDUO.....	32
3 : RELAÇÃO DE TRATAMENTOS NO EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	35
4 : DATAS DOS CORTES E APLICAÇÕES DOS EXTRATOS.....	37
5 : TRATAMENTOS ESTABELECIDOS NO TESTE DA INFLUÊNCIA DO EXTRATO AQUOSO DE PLANTAS DE ALFAFA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFAFA EM QUATRO SUBSTRATOS..	43
06: RESUMO DOS RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DOS TESTES (VALOR-P) PARA OS TEORES MINERAIS NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA.....	53

RESUMO

Com o objetivo de avaliar as interferências autoalelopáticas de plantas de alfafa foi conduzido experimento em casa de vegetação e laboratório de germinação, ambos no Setor de Ciências Agrárias da UFPR. No experimento de casa de vegetação aplicou-se em plantas adultas de alfafa cv. Crioula, extrato aquoso nas concentrações de 5, 10 e 15 g 100ml⁻¹ e resíduos com 0,6 g 100g⁻¹ (grama de resíduo/ grama de solo) de plantas da mesma espécie, coletadas com 20 cm de altura em estágio vegetativo, em um alfafal de 3 anos. Os solos utilizados no experimento foram um CAMBISSOLO álico e LATOSSOLO VERMELHO ESCURO distrófico de caráter argiloso e arenoso respectivamente. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 16 tratamentos e 5 repetições, perfazendo 80 unidades experimentais (vasos). O experimento teve duração de 7 meses onde realizaram-se avaliações de matéria seca de 3 cortes nos períodos de julho/97 a outubro/97. As avaliações de matéria seca não apresentaram resultados depressivos em relação a produção desta, que possam estar ligados a autoalelopatia, apresentando acréscimo com a presença de resíduo ao longo dos três cortes e efeito nulo dos extratos. As análises dos teores minerais presentes na matéria seca de parte aérea foram realizadas com material do último corte e demonstraram diferenças significativas com médias crescentes para os teores de K, e B pela aplicação de extrato e resíduo. Nas análises de solo aumentaram os valores de carbono, CTC e V% à medida que cresceram os tratamentos com resíduo e extrato. Concluiu-se que nas condições de casa de vegetação não ocorreram efeitos autoalelopáticos prejudiciais de compostos de alfafa em plantas adultas com aplicação de tratamentos com resíduos e extratos da própria planta. Nas avaliações de germinação em germinador testaram-se os mesmos extratos e solos da casa de vegetação avaliando-se o número de plantas germinadas, constatando que essa foi afetada com a presença dos extratos de maneira progressiva, sendo esses efeitos mais acentuados no solo arenoso.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate certain autoallelopathic factors on the growth of ALFALFA, grown in a greenhouse and at the Germination Laboratory of the Agrarian Sciences Sector of the Federal University of Paraná . At the greenhouse experiment, the ALFALFA's aqueous extraction (5, 10 and 15 g / 100 ml) and residue (0.6 g / 100g of soil) were applied to adult plants of ALFALFA. The extract and residue were made from three year-old ALFALFA of height 20 cm. The CAMBISSOLO ALICO (clay texture) and LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO (sandy texture) were used for this experiment. A completely randomized experimental design was used with sixteen treatments and five replications per treatment. The experiment was carried out for seven months and the evaluation of dry matter was done three times, from July to October of 1997. The observed weights of dry matter did not decrease over time, as was expected due to autoallelopathy. The weights increased even more over three months, with the presence of the residue. At the last evaluation of the dry matter, mineral content of the aerial parts were analyzed. The contents of K, and B increased significantly, with increase of the extract and residue. The levels of content of organic carbon(C) cation exchange capacity (CEC) and base saturation (V%) also increased with the application. It concluded that there was no autoallelopathic effect of ALFALFA under the greenhouse conditions. To investigate the effect on germination, the same treatments were applied at the Germination Laboratory. The application of the extract and residue increased the germination rate. This effect was larger with sandy soil, than with the clay soil.

1 INTRODUÇÃO

A especialização dos sistemas de pecuária criou a necessidade de aprimorar as formas de cultivo, de maneira a alcançar níveis, que viabilizem economicamente as produções e exigiu técnicas de conservação do solo de forma a preservar o agroecossistema. Com a adoção de tais técnicas como o plantio direto e o cultivo mínimo surgiu também a necessidade de um maior entendimento dos processos que se desencadeiam nas relações solo-planta, incluindo entre eles a alelopatia. Fenômeno que resulta na liberação de químicos fitotóxicos ou estimulatórios durante o crescimento das plantas e na decomposição de resíduos (RICE, 1984). Segundo PUTNAM e TANG (1986), quando ocorre entre indivíduos da mesma espécie, a toxicidade intraespecífica é denominada autoalelopatia, onde uma espécie de planta inibe ou reduz a própria germinação.

Dentro deste contexto selecionou-se para estudo a alfafa *Medicago sativa* L. que de acordo com MILLER (1996), contém substâncias solúveis em água, tanto autotóxicas como inibidoras para outras espécies, em suas partes vegetativas e raízes, na qual observou-se liberação dessas em campo, casa de vegetação e estudos de laboratório.

A alfafa se destaca entre as culturas de forrageiras pelo elevado valor de proteína e concentração de energia digerível possuindo um potencial de produção a ser desenvolvido.

No Brasil os cultivos concentram-se nas regiões Sul e Sudoeste, impulsionados pela pecuária leiteira que é exigente na qualidade dos volumosos.

Na região sul entre os anos de 1987 a 1996 as áreas de plantio de alfafa reduziram-se em cerca de 45% passando de 10300 a 5800 há em dez anos, de acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 1980 e 1995-1996), estando entre as causas da redução da exploração dessa forrageira, a falta de uma tecnologia adequada de produção ligada a problemas de instalação e manejo da cultura, reduzindo a duração do stande.

No entanto para KATZNELSON (1972) o fenômeno de redução de produções com a idade de pastagens cultivadas que normalmente é atribuído a progressiva infestação de ervas que nela se verifica, pode ser inverso ou seja a infestação aumenta pela redução do vigor vegetativo da pastagem, diminuindo sua capacidade competitiva.

Estando a alelopatia relacionada a esse tipo de comportamento, o presente trabalho teve por objetivo determinar a importância do fenômeno autoalelopático em plantas adultas e na germinação em solos com diferentes texturas. Para tanto levantou-se a hipótese de trabalho partindo-se do princípio que:

Plantas adultas de alfafa *Medicago sativa* L. var. Crioula sofram redução de crescimento com a adição de resíduo e extrato aquoso da parte aérea de alfafa e que essa influência seja distinta conforme a textura do solo em experimentos de casa de vegetação.

A germinação de sementes de alfafa é reduzida na presença de doses crescentes de extrato aquoso da parte aérea de plantas de alfafa e que essa seja distinta conforme o substrato, em experimentos de germinação em laboratório.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ALELOPATIA

Nas comunidades de organismos muitas espécies parecem controlar o crescimento de outras por produzir e liberar atrativos químicos, estimuladores ou inibidores de crescimento, fenômeno que recebe o nome de alelopatia. (PUTNAM e TANG,1986), conceitos esses fundamentados em MOLISCH que em 1937 definiu o termo como todas interações bioquímicas tanto inibitórias quanto estimulatórias, entre todos tipos de plantas, inclusive microorganismos (PUTNAM e DUKE,1978 e RICE 1984).

RIZVI et al. (1984) e DORNBOS et al. (1990) consideram a alelopatia como a atuação de biomoléculas, na maioria metabólitos secundários, produzidas por uma planta e liberadas ao ambiente, subseqüentemente influenciando o crescimento e o desenvolvimento de outras plantas vizinhas.

Buscando uma explicação e considerando o fato da alelopatia poder regular a densidade e a distribuição das espécies, PUTNAM e DUCKE (1974) levantaram a hipótese que antecessoras das plantas que atualmente fazem parte de nossa cadeia de produção, poderiam possuir substâncias alelopáticas que permitem a competição na comunidade nativa.

Também WHITTAKER e FEENY (1971) partem do princípio que o metabolismo de certas espécies produz resíduos que não fazem parte dos processos normais, ocorrendo uma mutação quando selecionados genes

determinantes. Assim, essas plantas poderiam ser selecionadas pela falta de palatabilidade aos animais e redução no consumo, passando a planta a ser protegida por substâncias secundárias, resultando na intensidade das diferenças metabólicas e nos problemas de autotoxicidade.

Em pastagens KELSEY e EVERETT (1995) consideram que a alelopatia afeta a produtividade por reduzir o estabelecimento e a sobrevivência das plantas, podendo alterar a composição e a distribuição espacial dentro da comunidade durante uma única estação de crescimento.

Concomitante com o fenômeno alelopático encontra-se a competição, que com o primeiro constitui um fator de interferência.

Para RICE (1984), a maioria se não todos os componentes orgânicos são inibidores em algumas concentrações e estimuladores de alguns processos. Sendo que a crucial diferença entre competição e alelopatia é que essa última depende de um componente químico adicionado ao ambiente, enquanto a competição envolve a remoção ou redução de alguns fatores requeridos por outras plantas que compartilham o mesmo ambiente.

Ao contrário, WEIDENHAMER (1996) sugere que alelopatia pode ser distinguida por caracterizar respostas de crescimento através da densidade de plantio, de forma que efeitos de fitotoxicidade são maiores com baixas densidades, de uma maneira inconsistente com estudos de competição.

Em condições naturais é difícil distinguir as duas interferências em virtude de se desencadearem simultaneamente, confundindo a sintomatologia provocada por uma com a provocada pela outra (ALMEIDA 1991).

Um dos maiores problemas na identificação da alelopatia segundo WILLIAMSON (1990), é de como separar os agentes alelopáticos à partir de outros fatores. Tal estudo requer a aplicação de componentes suspeitos sob condições naturais de campo, verificando se os sintomas se reproduzem quando a planta que os produz estiver ausente.

Além de que para RICE (1984) as pesquisas realizadas com alelopatia variam grandemente em seus efeitos alelopáticos, pelas diferenças nos microhabitats e nas condições de stresse, podendo a genética empregar um importante papel na determinação da soma de inibidores produzidos por uma dada planta, assim como a sensibilidade aos fatores de stresse.

No entanto para PUTNAM e TANG (1986), sob condições controladas de casa de vegetação, os fatores de competição são segregados e é possível considerar que interações químicas sejam totalmente ou parcialmente responsáveis pela interferência observada.

De qualquer forma o aprofundamento do conhecimento dos mecanismos alelopáticos das plantas por meio de sinais químicos e a influência ambiental segundo NELSON (1996), possibilitam aplicações na agricultura incluindo interações das produções e plantas daninhas, seqüência de culturas, compatibilidade de misturas gramíneas e leguminosas e expansão do potencial genético na produção de plantas. Comentário valorizado por PUTNAM e DUKE (1978), que consideram como principal função dos produtos secundários a de proteção dos organismos que os produzem.

2.2 AUTOALELOPATIA EM VEGETAIS SUPERIORES

Para CHOU et al. (1984)¹, citado por PUTNAM E TANG (1986), a auto regulação da densidade de plantas pela autoredução e plasticidade fenotípica, é um importante mecanismo adaptativo, de maneira que a alelopatia pode mudar com a coexistência de plantas e a estrutura da comunidade, rendendo um modo de seleção difusa, podendo esses fatores serem o resultado da complexidade de respostas encontradas.

Em estudo com plantas da família das poáceas e dicotiledôneas NEWMAN e ROVIRA (1975) verificaram que as espécies que mais se auto inibiram foram tanchagem (*Plantago lanceolata*) e almeirão do cafezal (*Hypochoeris radicata*) que são encontradas em pastagens como indivíduos isolados, sugerindo que estes cresçam melhor em uma mistura com outras espécies, do que em um estande puro, concluindo que a autointoxicação por exudatos pode ser um processo chave no controle da diversidade de espécies.

Em plantações de café (*Coffea arabica*) CHOU e WALLER (1980) verificaram que estas tornaram-se menos produtivas com a idade, e atribuíram o fato ao fenômeno de autotoxicidade cujo problema pode estar relacionado a plantas que produzem cafeína.

Também YOUNG (1984) e SHAFFER e GARRISON (1986) cultivando plantas de aspargo (*Asparagus officinales*) verificaram que exudatos de raízes

1 CHOU, C.H., and M.L. LEE, and H.I. Oka. 1984. Bot Bull. Academia Sinica. 25:1

afetaram plantas da mesma espécie, estando essas significativamente menores durante os estágios iniciais de crescimento, sugerindo que plantas de aspargo contêm componentes hetero e autoalelopáticos que são inativados com o tempo de permanência no solo, podendo ser dependentes desse.

COELHO (1986) concluiu que o capim anoni (*Eragrotis plana* Nees) libera substâncias fitotóxicas ao ambiente, existindo a possibilidade dessas exercerem atividade intraespecífica, prejudicando a germinação e o crescimento, verificando-se de maneira nítida no campo, com touceiras separadas umas das outras por espaços vazios, onde as sementes do capim que germinam morrem antes de atingir a maturidade.

De acordo com PUTNAM e TANG (1986), em Taiwan, pangola (*Digitaria decumbens*) apesar de promover uma alta produtividade em pastagens, após vários anos de crescimento apresenta declínio atribuído à autotoxicidade que pode atuar em espécies perenes, particularmente como um mecanismo promotor da expansão de propágulos vegetativos.

Em adição ao papel negativo dos componentes implicados na autotoxicidade, pode-se empregar um papel positivo deste na natureza, por manter o espaço do indivíduo, prevenindo a instalação de predadores, fungos e bactérias patogênicas, assim como promover o autocruzamento de indivíduos (AUGSPURGER, 1983).

2.3 A PLANTA DE ALFAFA E SEU COMPORTAMENTO ALELOPÁTICO

Botanicamente a alfafa é descrita como uma planta perene, pertencente a família Leguminosae. Apresenta raiz pivotante que atinge de 2 até 7 m, conferindo-lhe grande resistência à seca. O caule é herbáceo e ereto, saindo dele uma coroa lenhosa, na qual se encontram as gemas que originam novos caules, à medida que os primeiros envelhecem ou são cortados. O número de afilhos provenientes da coroa depende da idade e do vigor da planta; os talos da alfafa são muito ramificados e delgados, possuindo folhas compostas trifoliadas; os folíolos são lineares, oblongos ou ovalados oblongos dentados até o ápice; as flores são em número de cinco a quinze, pequenas e de cor violácea, dispostas em racemos abertos; o fruto é um legume constituído de uma a cinco espirais com várias sementes riniformes e pequenas (GROVE e CARLSON, 1972).

Segundo PUTNAM e KALLENBACH (1997), a alfafa é um importante componente na produção leiteira, não somente por causa do alto valor da proteína, mas também pela alta concentração da energia digerível, proporcionando desta maneira um alimento de excelente qualidade.

Para NUERNBERG et al. (1992), o estabelecimento de bons níveis de produção dessa leguminosa exigem práticas de manejo baseadas em conhecimentos de morfologia e fisiologia da planta, especialmente no que se refere a rebrota, que é interrompida à cada período de corte ou pastejo, determinando a intensidade do acúmulo de reservas. Sendo esses fatores importantes para se prever a longevidade e o rendimento do alfafal.

De acordo com observações de campo há uma tendência à redução da densidade de plantas em estandes de alfafa com o passar do tempo, sugerindo a existência de uma inibição intraespecífica, abrindo espaço à invasoras com maior capacidade competitiva. Esse tipo de inibição foi confirmado também por FISCHER et al.(1984) que verificaram que uma menor população de alfafa na consorciação com paspalum (*Paspalum guenoarum* Arech.), foi compensada por uma maior produção de matéria seca por planta de alfafa, ocorrendo uma redução intra-específica maior que a competição inter-específica.

Segundo WEBSTER et al. (1967) e MILLER (1982) apesar da alfafa ser uma espécie agrícola perene de alta produção e qualidade, apresenta uma natureza autoalelopática que limita a produtividade ao longo do tempo, comportamento esse comprovado através de experimentos com solos coletados em áreas de plantio de alfafa cujo crescimento apresentou-se deficiente, reduzindo também o crescimento de plantas de alfafa em casa de vegetação.

Para DORNBOS e SPENCER (1990) as características alelopáticas da alfafa estão ligadas a um mecanismo dinâmico de biossíntese e liberação que opera, de forma que plantas adultas são capazes de adaptar-se ecologicamente para prover uma vantagem competitiva sobre plântulas próximas, inclusive as da própria espécie, por componentes essenciais como água, luz e nutrientes.

De acordo com MILLER (1982;1996), HALL e HENDERLONG (1989) e HEGDE e MILLER (1992) substâncias fitotóxicas inibem a germinação e o crescimento de plântulas, causando dificuldades no estabelecimento de novos estandes de alfafa, atribuindo a variação na performance à fatores fitotóxicos originados de prévios cultivos. CHUNG e MILLER (1995 b) acrescentam ainda ser

o efeito inibidor maior em experimentos em casa de vegetação quando o solo é coletado no estágio reprodutivo da planta, sugerindo que compostos autotóxicos possam se acumular durante a fase de crescimento das plantas.

Entretanto testando o efeito alelopático no restabelecimento da alfafa à partir de um estande arado, TESAR (1993) chegou a conclusão que essa pode ser restabelecida sem autotoxicidade se a semeadura for feita após duas semanas da incorporação dos resíduos ou 3 semanas após a aplicação de glifosate, independente da idade do estande.

Além das características *autoalelopáticas* verifica-se também o efeito alelopático da alfafa sobre outras espécies vegetais.

RAHMAN-ABDUL e HABIB (1989) conduziram experimentos de laboratório e casa de vegetação para investigar o potencial alelopático de alfafa e a decomposição de resíduos de raízes no solo, sobre sapé (*Imperata cylindrica* L. Beauv.) e observaram uma redução em 56% na germinação de sapé, bem como redução de parte aérea e raízes de plântulas, quando ambas cresceram juntas em solução nutritiva.

Verificando o efeito alelopático de saponinas de raízes de alfafa sobre o crescimento de plântulas de trigo (*Triticum sativum*) e a degradação destas no solo, OLESZEK e JURZYSTA (1987) constataram em vasos que essas inibiram o crescimento de plântulas de trigo, com poucos danos aos caulículos e severos danos às raízes quando o material seco foi incorporado ao solo em concentrações similares as de campo.

GUENZI et al. (1964) também observaram as propriedades fitotóxicas de extratos de alfafa, determinadas pelas medidas dos efeitos sobre a germinação e o crescimento de plântulas de milho, observando maior fitotoxicidade sobre as raízes, com maior atuação dos extratos preparados à partir do estágio vegetativo.

2.4 COMPOSTOS QUÍMICOS IDENTIFICADOS COMO AGENTES ALELOPÁTICOS

A maioria das investigações sobre agentes alelopáticos os classifica como compostos secundários, provenientes de interações bioquímicas da planta, variando as classes de componentes e as justificativas quanto a função dos mesmos.

Segundo TUCKEY (1970) e ALMEIDA (1988) lixiviados de espécies vegetais contêm substâncias orgânicas e inorgânicas que tanto podem ser tóxicas, tais como alcalóides, terpenóides, ácidos orgânicos e fenólicos ou inócuas e estimulantes que são açúcares, aminoácidos, substâncias pécticas, fitohormônios e vitaminas. Ainda um mesmo organismo pode produzir diversos aleloquímicos, com os sintomas determinados pelo conjunto de seus efeitos, tornando-se difícil mesmo depois de identificados, estabelecer qual deles os provoca.

Com relação a alfafa DORNBOS e SPENCER (1990) isolaram por cromatografia gasosa o elemento medicarpim, como um agente produzido pela planta e presente no solo à partir e um estande de alfafa em declínio, exercendo um efeito fitotóxico transitório.

RAHMAN-ABDUL e HABIB (1989) analisando exudatos de raízes e resíduos de alfafa encontraram os ácidos cafeíco, clorogênico, isoclorogênico, p-hidróxibenzóico como componentes tóxicos para o crescimento da parte aérea e das raízes da própria alfafa.

PEDERSEN (1975) e OLESZEK e JURZYSTA (1987) por sua vez constataram inibição da germinação de plântulas e crescimento de fungos, por extratos e saponinas de raízes de alfafa, indicando como principal agente inibidor, os glicosídeos do ácido medicagênico.

Segundo HOWARTH (1988) as saponinas tem uma ampla extensão de efeitos biológicos e fisiológicos caracterizados pela natureza bipolar das suas moléculas de maneira que a molécula de saponina é constituída por substâncias hidrofílicas que são os carboidratos e hidrofóbicas constituídas pelas sapogeninas. Fato esse confirmado por OLESZEK et al. (1992) e NOWACKA et al. (1994) que evidenciaram ainda que as saponinas da alfafa estão envolvidas no fenômeno alelopático, classificando-as como triterpenóides pentacíclicos originados à partir do esqueleto oleano e que dependendo da substituição nesse esqueleto, podem ser reconhecidos como soiasapogenol a, b, hederagim e ácido medicagênico.

MILLER (1982) por sua vez não encontrou evidências que suportem que saponinas sejam responsáveis pela autotoxicidade apesar de considerar ainda que as mesmas possam ser alelopáticas para outras espécies.

De qualquer forma JURZYSTA (1982)² citado por OLESZEK et al.(1992) considera complicado o isolamento e a identificação de glicosídeos individuais à

² JURZYSTA, M. Investigation of saponins of native Lucerne populations (*Medicago sativa* Pers.) R (170), IUNG, Pulawy, Poland. P.64, 1982.

partir de materiais de planta de alfafa devido as múltiplas formas que se apresentam, sendo que algumas partes das plantas como folhas, contém cerca de trinta componentes individuais, com polaridades similares cuja separação torna-se extremamente difícil.

2.5 SÍNTESE E LIBERAÇÃO DE COMPOSTOS

Para DALTON et al. (1983), ALMEIDA (1988), e HEPPELRY et al. (1992), os aleloquímicos são adicionados ao solo através de processos de exudação radicular e decomposição de matéria orgânica em função da biomassa das plantas, densidade, concentração e solubilidade dos aleloquímicos. Por outro lado, sendo removidos por lixiviação, processos químicos, quebra microbiológica e absorção pelas plantas, bem como imobilização pela matéria orgânica do solo e argilas.

As substâncias metabólicas e alelopáticas provenientes da alfafa, de acordo com TUCKEY (1970), WHITTAKER e FEENY (1971), e CHUNG e MILLER (1995 c), estão potencialmente envolvidas nas interações químicas na planta sendo liberadas à partir da abscisão de folhas e outras partes, por volatilização e exudação radicular.

O grau de classificação de toxicidade dos extratos de material de alfafa em ordem decrescente de acordo com PEDERSEN (1975) e CHUNG e MILLER (1995c), ocorre na seguinte ordem: folha, semente, planta toda, solo e raízes estando os aleloquímicos nessas últimas concentradas na camada mais externa do córtex, talvez protegendo as raízes de organismos sensíveis a saponina.

2.6 AÇÃO DE ALELOQUÍMICOS NA PLANTA

PUTNAM e DUKE (1978) consideram a ação de aleloquímicos não muito específica, de maneira que uma mesma substância possa atuar sobre várias funções, dependendo mais da concentração, translocação e destoxicação, do que da própria composição química, além de que para ALMEIDA (1988) a mesma substância pode dar origem a diferentes produtos químicos com características de toxicidade diversa.

De maneira geral, os efeitos dos compostos alelopáticos estão relacionados a processos fisiológicos na planta. Sabe-se que alguns agentes alelopáticos são inibidores da germinação e do crescimento, pois interferem na divisão celular, na permeabilidade de membranas, na ativação de enzimas e na produção de hormônios na planta. Outros, como os ácidos fenólicos, chegam a inibir a absorção de fósforo e de potássio. (RODRIGUES et al. 1992)

Para se definir a natureza da interação entre fenólicos do solo e o crescimento de plantas GLASS (1973), (1974) e PUTNAM e TANG (1986), consideram que se deva examinar o sítio primário de interações entre plantas e ambiente, a membrana celular e suas atividades e particularmente o fenômeno de transporte iônico, de maneira que a transferência de minerais através das membranas poderia ser inibida por alterações na permeabilidade. No entanto BAZIRAMAKENG et al. (1997), afirmam que até o momento não surgiram evidências conclusivas de que a membrana plasmática seja o primeiro sítio de ação dos ácidos fenólicos.

Analisando o comportamento de substâncias alelopáticas no crescimento de soja PATTERSON (1981) observou uma redução na taxa de fotossíntese e conteúdo de clorofila da folha, que inibiu significativamente a produção de matéria seca em uma extensão de 75% para ácido ferúlico e 98% para p-cumárico, estando associadas a uma significativa diminuição na condutividade estomatal, confirmada por BAZIRAMAKENG et al. (1997) que constataram ainda que a absorção de P foi reduzida também por estes ácidos.

DEMOS et al. (1975) examinaram os efeitos de ácido p-cumárico, tânico e gentísico sobre feijão (*phaseolus vulgaris*) verificando uma inibição no crescimento de hipocótilo, quando incubados à mitocôndria isolada e que estes inibiram também a respiração, e o transporte de cálcio e fósforo.

Em extratos aquosos preparados à partir de pastagens, culturas e plantas invasoras aplicados sobre plantas da família das leguminosas HALSALL et al. (1995), constataram que a inibição da germinação ocorreu especificamente na radícula emergente mostrando uma marcante redução no comprimento, lento desenvolvimento, poucas raízes laterais e pêlos radiculares de aparência distorcida.

Com relação a alfafa OLESZEK et al. (1992) verificaram que embriões separados à partir de sementes pré-imersas em água e em soluções de saponinas de alfafa tiveram taxas de respiração idênticas sugerindo que o sítio de ação dessas esteja localizado não no embrião mas no recobrimento das sementes, com efeito similar ao expresso por soluções aquosas de surfatantes comerciais.

Também RAMESH e MILLER (1992) testando extratos aquosos de alfafa verificaram que esses inibiram o alongamento da radícula e a germinação de forma

autoalelopática, afetando o crescimento em nível celular, com redução na densidade e comprimento de pêlos radiculares, sugerindo um efeito adverso do princípio autoalelopático relacionado a nutrição de plantas.

De maneira geral, para ALMEIDA (1988) os sintomas alelopáticos caracterizam-se por atrofia de crescimento, inibição no desenvolvimento de raízes primárias e incremento das secundárias além de clorose, abscisão prematura de folhas, retardamento da maturação, deficiência de reprodução e inibição da germinação de sementes, sintomas esses que de acordo com KELSEY e EVERETT (1995) são manifestações da interferência nos processos metabólicos à nível celular.

2.6.1 Interferência alelopática na absorção de nutrientes

Quando se verifica a interferência alelopática na absorção de nutrientes deve-se considerar a relação existente entre fertilidade de solo, matéria orgânica, e decomposição influenciando o comportamento de aleloquímicos sejam eles liberados pelas plantas ou fruto de decomposição.

A influência de exudados de espécies com características alelopáticas, e a absorção de nutrientes foi estudada por NEWMAN e ROVIRA (1975), FALES e WARKFIELD (1981), YOUNG (1984), e BHOWMIK e DOLL (1984) não encontrando correlação entre análises foliares de N, P e K e o efeito alelopático, sugerindo que os lixiviados teriam maior atuação no crescimento do que sobre a absorção de nutrientes.

Apesar de que NORBY e KOZLOWSKI (1980) testaram a influência de extratos de plantas daninhas sobre o crescimento de plântulas de pinus (*Pinus resinosa Ait.*) e verificaram que essas apresentaram menores concentrações de fósforo, sugerindo que os aleloquímicos possam ter influência na absorção de íons, como efeito secundário na inibição da fosforilação oxidativa ou redução no volume de raízes.

De acordo com KATZNELSON (1972) a autotoxicidade em cultivos de trevo (*Trifolium alexandrinum L.*) é correlacionada com distúrbios na absorção de fósforo, apresentando pobres ramificações e morte das plantas, com declínio das produções à partir da segunda colheita, com aumento do número de plantas invasoras.

GLASS (1973) verificou que em solos com altas concentrações de P o efeito inibidor de ácidos fenólicos é menos pronunciado na inibição da absorção de fosfato por raízes de cevada (*Hordeum vulgare L.*), através de alterações das propriedades da membrana pela solubilidade lipídica destes componentes fenólicos.

Quando JOBIDON et al. (1989) testaram o potencial alelopático de palha de cevada (*Hordeum vulgare L.*), aveia (*Avena sativa*) e trigo (*Triticum sativum*), para prevenir o estabelecimento de espécies competidoras, principalmente framboesa (*Rubus idacus*) verificaram que essa teve uma significativa redução no conteúdo de N-foliar, não havendo diferenças para outros nutrientes, resultando na inibição do crescimento.

Em plantas de girassol (*Helianthus annuus, L.*) DEAR e ARONOFF (1965) sugeriram que a causa da necrose em folhas seja resultado da deficiência de boro

caracterizada pelo aumento na taxa de ácido cafeíco e ácido clorogênico, sugerindo que as necroses resultem à partir de um excesso de ácidos fenólicos.

Investigando extratos de folhas de fumo (*Nicotina tabacum*, var. one Sucker) deficientes em boro, WATANABE et al. (1961), também verificaram um significativo acúmulo de um componente identificado como um glicosídeo de escopoletina, havendo um aumento de cerca de vinte vezes na concentração do glicosídeo presente nos tecido de tais folhas, comparado as plantas normais nos teores de B.

Assim pode-se constatar que as interferências alelopáticas relacionadas a absorção de nutrientes são muito específicas, tornando-se delicada a construção de um conceito único sobre o assunto. Além disso, pode-se sugerir apenas que a presença e a intensidade de tais interferências possam estar ligadas a fatores ambientais inerentes a cada situação.

2.7 FATORES QUE INFLUENCIAM A ALELOPATIA

2.7.1 Concentração de inibidores

Para DALTON et al. (1989) e CHUNG e MILLER (1995 c) uma questão relevante relacionada a alelopatia é a concentração de aleloquímicos no solo capaz de provocar a inibição de plântulas. Fato confirmado por GUENZI e MCCALLA (1966) que concluíram que a liberação de ácidos fenólicos nos arredores do resíduo em decomposição podem resultar em áreas de concentração localizada, podendo ser suficientemente elevada para afetar o crescimento das plantas.

Também ALMEIDA (1988) considera as substâncias químicas liberadas dos resíduos vegetais da cobertura morta encontram-se na camada superficial tendo uma ação mais pronunciada, enquanto na incorporação tem comportamento diferenciado, ficando diluídas no volume de solo correspondente a profundidade a que foram enterradas.

Estudando o efeito de resíduos de plantas e extratos de tiririca (*Cyperus esculentus* L.) sobre o crescimento de milho (*Zea mays* L.) e soja, (*Glycine max* L.) DROST e DOLL (1980), e SHANN e BLUM (1987), observaram que o efeito alelopático foi proporcional à concentração de resíduo aplicado, aumentado pelo contato desse com as sementes da cultura, fato confirmado também por COELHO (1986) e HEGDE e MILLER (1992) que afirmam ainda, que baixas concentrações exercem efeitos estimulatórios, ou tendem a estimular o crescimento.

Em relação a concentração de aleloquímicos na planta SIMPSON et al. (1991) e CHUNG e MILLER (1995 c) testando a atividade de saponinas de raízes de alfafa sobre o desenvolvimento do fungo **Trichoderma viride* Pers. Fr. concluíram que o tipo de saponina e a quantidade em raízes de alfafa apresentam mudanças com o tempo, sendo possível que a variação genética entre cultivares de alfafa esteja envolvida na concentração e propriedades das substâncias tóxicas produzidas.

* *Trichoderma viride* está entre os mais comuns fungos saprófitas, encontrando-se dentro da subdivisão Deuteromycotina, sendo encontrado próximo a solos agrícolas e outros ambientes, possuindo habilidades para utilizar complexos substratos, não dependendo completamente das plantas no seu ciclo de vida. JONES, Richard, H. *Longitudinal Data with serial correlation approach*. Edit. Chapman & Hall, 1983.

2.7.2 Atividade microbiana e decomposição

Na alelopatia parece haver uma fusão nos estudos que envolvem a liberação de aleloquímicos pelas plantas e aqueles resultantes da decomposição de tecidos pela influência que a atividade microbiana exerce em ambas situações.

Quando um material é incorporado ao solo, inicia-se a decomposição através de agentes bióticos e abióticos, liberando-se simultaneamente substâncias alelopáticas contidas nas células, incluindo as que se encontram imobilizadas e as que fazem parte da membrana celular (ALMEIDA, 1988).

Segundo KAMINSKI e MULLER (1977) e KELSEY e EVERETT (1995) a decomposição é a forma de liberação de aleloquímicos que possui o maior potencial para produção de altas concentrações de fitotoxinas, iniciando quando as células morrem e as membranas são decompostas, ocorrendo a fragmentação química e biológica das membranas e polímeros estruturais. Posteriormente, as fitotoxinas são lixiviadas ou absorvidas por pêlos radiculares, podendo ou não estarem envolvidas na ação de microorganismos.

Também MARTIN et al. (1990), KACZMARKOWA-WEYMAN e WOJTKOWIAK-WÓJCIK (1991) analisando resíduos de produções de milho, atribuíram a resposta alelopática desses à produção anaeróbica de produtos microbianos ou a direta liberação de componentes orgânicos à partir dos resíduos.

KUO et al. (1981) constataram que a decomposição de resíduos de couve chinesa (*Brassica campestris* spp. *Pekinensis*), influenciou o crescimento de feijão mungo verde (*Vigna radiata* L.) e o crescimento de plântulas durante os primeiros

40 dias, não encontrando nenhuma toxicidade em extratos aquosos das partes aérea e radicular de couve chinesa fresca. Verificaram ainda que a fitotoxicidade foi causada por substâncias produzidas pela decomposição das folhas ou por microorganismos associados a mesma.

Em relação a planta de alfafa RAHMAN-ABDUL e HABIB (1989) detectaram uma maior soma de componentes alelopáticos em resíduos de raízes de alfafa após seis meses de decomposição no solo, estando o efeito alelopático relacionado à liberação de substâncias fitotóxicas durante a decomposição. Resultados semelhantes foram obtidos por CHUNG e MILLER (1995 c).

Porém, HALL e HENDERLONG (1989) observaram que o componente autotóxico da alfafa estava contido dentro da fração do extrato aquoso e não como resultado direto da atividade microbiana, podendo essa aumentar a dissipação dos componentes.

Para BLUM et al. (1987) e ALMEIDA (1988) a atividade de lixiviados no solo é normalmente transitória, uma vez que estão sujeitos à adsorção pelos colóides, degradação, inativação e transformação por microorganismos.

Pois para OLESZEK e JURZYSTA (1987) a degradação das saponinas de alfafa ocorre pela hidrólise gradual da cadeia de açúcar do glicosídeo de açúcar que é rapidamente solúvel em água passando a glicosídeos simples hidrofóbicos e transformando-se finalmente em puros ácidos medicagênicos não solúveis e prontamente utilizáveis pelos microorganismos.

Para PATRICK et al. (1963) e PATRICK (1971) e COCHRAN et al. (1977) a decomposição de resíduos de plantas são processos contínuos e requerem rápidos

e sensíveis métodos de análise para que possam ser detectados durante o intervalo de produção e desaparecimento, sendo que efeitos contraditórios possam ser obtidos por substâncias altamente tóxicas, não tóxicas e estimulatórias, refletindo diferenças no tempo e grau de inibição de acordo com as taxas de decomposição.

2.7.3 Textura do solo e matéria orgânica

Segundo JENNINGS e NELSON (1998) diferenças nas propriedades do solo tais como textura podem influenciar a expressão alelopática em plantas explicando desta forma a ampla variação nas recomendações dos intervalos na rotação entre uma cultura e outra.

BLUM et al. (1991) e DALTON et al. (1983) sugerem ser a matéria orgânica o maior agente envolvido na retenção irreversível de ácidos fenólicos nos solo, estando os componentes minerais ,inorgânicos e a mineralogia pouco atuantes.

JENNINGS e NELSON (1998) trabalhando com extratos de alfafa, verificaram maior presença de autotoxicidade em solos arenosos e concluíram que os inibidores de alfafa, tiveram pouca afinidade química por partículas de solo sendo as diferenças devido ao tamanho e volume do poro, permanecendo por períodos menores na zona radicular do que nas texturas argilosas, reduzindo desta forma a duração do problema, não considerando os efeitos da matéria orgânica e população microbiana.

Também DROST e DOLL (1980) , BHOWMIK e DOLL (1982) e (1984), JESSOP e STEWARTWL (1983) verificaram que resíduos culturais aplicados em

areia produzem maior efeito inibidor em relação ao solo aumentando quando os mesmos foram incorporados, do que quando aplicados na superfície.

MARQUES (1992) também avaliou o potencial alelopático do caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.) na germinação e crescimento inicial de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.) concluindo que o efeito do caruru sobre a germinação foi maior nos solos arenosos sob condições ácidas.

LOVETT e LEVITT (1984) observaram a influência do solo através de alcalóides lixiviados à partir de sementes de trombeteira (*Datura stramonium*) e verificaram que essas persistiram por 8 semanas em solos com argilosos do tipo montmorilinitas, e por 20 semanas em argilas não expandidas tais como caulinita e illita, modificando desta forma a soma de fitotoxinas livres no solo.

HUANG et al. (1977) mostraram que a adsorção de ácidos fenólicos por componentes hidróxi-Al não cristalino e componentes de hidróxi-Fe são mais reativos do que minerais de argila como caulinita, illita e vermiculita, atribuindo-se a isso reatividade de suas cargas positivas em direção as cargas negativas dos grupos carboxil e hidroxifenólicos.

Como pode-se verificar as características texturais do solo alteram a intensidade da alelopatia, influenciada pelas cargas químicas do solo, textura, e presença de matéria orgânica, podendo esta última ser empregada como um meio de amenizar o fenômeno.

2.7.4 pH do solo

De acordo com SHANN e BLUM (1987) em solos agronômicos, a adição de componentes que possam vir a reduzir a acidez da solução do solo poderiam ser usados para proteger plantas à partir de efeitos inibidores de agentes alelopáticos, em um estágio crítico de crescimento da produção ou em períodos de alta produção de ácidos fenólicos.

Pois DALTON et al. (1983), e SHANN e BLUM (1987), usando vários solos, verificaram que a retenção irreversível do ácido ferúlico foi maior em pH 7,5, estando estas diferenças relacionadas a saturação de íons Ca.

Segundo EDWARDS e BREMMER (1967) o ácido ferúlico pode estar ligado ao cálcio das partículas de argila através de uma ponte de cátion, favorecendo a polimerização, que de acordo com DALTON et al. (1983) é considerada como um passo intermediário a sua retenção irreversível.

Também para HARPER e BALKE (1981) a redução do pH aumenta a absorção de ácido salicílico pelas plantas, atribuindo-se isto ao estado não dissociado e permeável dos ácidos fenólicos. Ao contrário com o aumento do pH, mais ácidos são carregados aniônicamente e como tal parece menos provável que movam-se através da parede e membrana celular.

Este fato é confirmado por JALAL e READ (1982) ,que trabalharam com *Calluna vulgaris*, planta que possui fenólicos livres e componentes de ácido graxo de alta potencialidade fitotóxica e verificaram que os solos dominados por esta espécie

freqüentemente tem pH na faixa de 3 a 4, com a presença de ácidos orgânicos em um potencial máximo de fitotoxicidade.

2.7.5 Temperatura ambiente

Os bioensaios envolvendo respostas alelopáticas podem revelar-se diferentes em função de variações de temperatura que atuam sobre as soluções do solo e decomposição através da atividade microbiana.

LEATH et al. (1972), estudando a interferência de saponinas de alfafa em fungos patógenos verificaram que muitos constituintes químicos são capazes de alterar o crescimento de organismos, sendo que fatores como a temperatura podem ser seletivos ou limitar seu efeito inicial.

No estabelecimento ou replantio de culturas podem ocorrer problemas de alelopatia, que segundo WESTON (1996) são minimizados quando ocorrem no solo elevadas temperaturas e umidade durante o crescimento no campo, podendo estas condições aumentarem a decomposição e a atividade microbiana, especialmente se o resíduo for incorporado ao solo.

Também BLUM et al. (1991) constataram que ácidos fenólicos tais como ferúlico, p-cumárico e vanílico geralmente são de lenta dissolução em água a temperatura ambiente, sendo que a velocidade com que os mesmos se solubilizam e a quantidade que permanece em solução pode aumentar pela elevação do pH ou temperatura da solução.

2.8 FATORES EXPERIMENTAIS QUE INFLUENCIAM A ALELOPATIA

Buscando-se uma explicação para a divergência entre os estudos alelopáticos de campo e aqueles desenvolvidos em laboratório passou-se a considerar as metodologias de preparo de extratos para que essas fossem as mais próximas possíveis da realidade de campo. Como fatores relacionados a essas diferenças destacam-se a concentração dos extratos, alterando desta maneira a condutividade elétrica e o pH das soluções. À partir desses fatores uma série de pesquisas enfocaram tais situações.

Analisando os valores de pH e a concentração de íons na utilização de extratos aquosos em estudos de alelopatia, PATTERSON (1981) e SOUZA FILHO (1995) não os consideraram como fatores de variação, pois os mesmos não influenciaram nos testes de germinação.

Com relação a condutividade elétrica MELKANIA (1992) concordando com KIMBER (1967) quando investigou o potencial alelopático de artemigem (*Artemisia vulgaris*) e (*Salvia lantana*), usando extratos de partes de plantas e solos, verificou que o pH e a condutividade elétrica não tiveram relação com grau de inibição, sendo que em alguns casos os extratos com alta condutividade (superiores a 5,5 dSm^{-1}) expressaram até mesmo baixa inibição (inferiores a 3 dSm^{-1}) comparada com os de baixa concentração.

COCHRAN et al. (1977) e BHOWMIK e DOLL (1982), analisando a salinidade e a toxicidade durante a decomposição de resíduos vegetais, verificaram que essa

esteve indiferente em bioensaios com plântulas de trigo, milho e soja, com presença de toxicidade somente após condições de crescimento microbiano.

PATRICK et al. (1963) no entanto, sugerem que sais que acumulam-se nos tecidos das plantas podem ser liberados quando os tecidos se decompõem pois a condutividade elétrica de extratos de solo de campo com resíduos de cevada de 2 % e 5 % apresentaram condutividade de 1,7 e 4,5 dSm^{-1} respectivamente, após 23 dias de decomposição.

Investigando a salinidade em culturas irrigadas de alfafa, BROWN e HAYWARD (1956) obtiveram resultados com alta tolerância a sais, com a condutividade da água de irrigação chegando a 16 dSm^{-1} , onde a pressão osmótica da solução do solo e a tensão foram fatores significativos na redução das produções sobre substratos salinos. Considerou-se os valores de 6,7, 8,2 e 9,9 dSm^{-1} como condutividades em que as plantas mostraram-se tolerantes. Ainda de acordo com SHANNON (1997) a alfafa é uma espécie intermediária em tolerância entre forrageiras estando o ponto ideal entre 2,0 dSm^{-1} e 7,3 dSm^{-1} .

SANDERSON et al. (1997) e BOWER et al. (1969) também verificaram que o aumento dos níveis de salinidade geralmente reduzem a germinação de sementes e a emergência de plântulas de alfafa, onde condutividades maiores que 4,3 dSm^{-1} inibem fortemente a emergência, apesar das sementes apresentarem um potencial de germinação em 28 dSm^{-1} .

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos e no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, ambos no Setor de Ciências Agrárias, (UFPR) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

3.2 SOLO

Foram utilizados nos experimentos 2 tipos de solo, classificados como CAMBISSOLO álico, com características texturais argilosas, coletado na Fazenda Experimental do Canguiri, município de Pinhais-PR e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico (LEd), com características texturais arenosas, coletado na Fundação ABC, município de Castro-PR. Adotou-se como critério de escolha dos solos, as características texturais distintas, optando-se no trabalho pela terminologia argiloso para o CAMBISSOLO álico e arenoso para o LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico. Ambos solos apresentaram históricos de área de plantio semelhantes, tendo como cultura antecessora o milho, de acordo com recomendação de MILLER (1982).

Para coleta do solo procedeu-se a eliminação da vegetação superficial, sendo os mesmos retirados da camada arável de 0 a 20 cm e posteriormente peneirados (peneira em malha de 4 mm).

Após este processo retirou-se uma amostra de cada solo, para análise. Estas amostras foram destorroadas e levadas à secagem em estufa com circulação de ar a uma temperatura de cerca de 60° C, até permanecerem a peso constante. Posteriormente as amostras foram moídas, peneiradas (peneira 2 mm) e analisadas nos laboratórios de química e física do Departamento de Solo do mesmo setor. O resultado das análises é mostrado na Tabela 1.

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS SOLOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS

Solos	pH		AL	H+AL	Ca	Mg	K	T	P	C	V	m	Areia	Silte	Argila
	SMPC	Ca Cl ₂cmolc/dm ³mg/dm ³ g/dm ³%												
Argiloso	5,2	5,00	0,4	9,0	5,7	3,9	0,10	18,7	11,0	32,2	51,9	4,0	24,0	22,0	54,0
Arenoso	6,2	5,40	0,0	4,3	2,4	2,3	0,14	9,1	20,0	10,6	53	0,0	70,0	10,0	20,0

De acordo com a análise de solo procedeu-se a correção da fertilidade, de forma a atingir pH 6.5, índice SMP, recomendado para o cultivo da alfafa segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (1989), a qual correspondeu às quantias de corretivo equivalentes a 11,3 t/ha e 2,0 t/ha, para os solos argiloso e

arenoso respectivamente, tendo como fonte o calcário Filler com um PRNT,(poder relativo de neutralização total), de 104,5%.

Por ocasião da semeadura os solos foram adubados com fósforo, potássio e micronutrientes. O fósforo foi aplicado na dose de 200 mg kg^{-1} , adotando-se como fonte os fertilizantes Super Fosfato Simples + Termofosfato na proporção de 50% de cada um; o K foi aplicado na forma de cloreto de potássio na dose de 150 mg kg^{-1} ; para os micronutrientes empregaram-se quantias de 5 mg kg^{-1} de Fe, 5 mg Kg^{-1} de Zn; $1,5 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Cu; $0,5 \text{ mg Kg}^{-1}$ de B e $0,1 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Mo. A adubação potássica foi parcelada em 3 aplicações, que ocorreram aos 30, 60 e 90 dias após o plantio (MALAVOLTA, 1980).

Como fonte de N, procedeu-se a prévia inoculação de sementes com a bactéria *Rhizobium melliloti*, específica para alfafa, na quantidade de 40 g de inoculante turfoso (NITRAL), por kg de semente.

Para controle fitossanitário do solo, segundo WEBSTER et al. (1967), realizou-se uma vaporização, na qual ambos solos permaneceram por período de 6 horas recebendo vapor em forno de esterelização, atingindo uma temperatura de 80°C às 5 horas do início da vaporização.

3.3 COLETA DA ALFAFA A SER UTILIZADA COMO RESÍDUO E NO PREPARO DO EXTRATO AQUOSO CONCENTRADO

O corte da parte aérea das plantas de alfafa utilizadas na preparação dos extratos aquosos e resíduo, ocorreu no mês de abril/1997, à altura de de 5cm do colo, quando as plantas encontravam-se a uma altura de 20 cm, no final da fase

vegetativa, em um alfafal com aproximadamente 3 anos de idade, localizado no Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

Após o corte procedeu-se uma separação do material para retirada de plantas daninhas seguida por uma lavagem em água corrente e desionizada afim de retirar as impurezas retidas nas folhas. Na seqüência foram levadas à estufa onde permaneceram por um período de 48 horas sob a temperatura de 65° C, segundo metodologia adaptada de GUENZI et al (1964).

Posteriormente, as plantas de alfafa foram trituradas em moinho tipo martelo e acondicionadas em sacos de papel recobertos por plástico e armazenadas em geladeira sob a temperatura de 8° C até o momento da utilização como resíduo ou na preparação do extrato de alfafa. Deste material retirou-se uma amostra para análise de teores de tecido, conforme Tabela 2, sendo a mesma realizada juntamente com a avaliação dos teores minerais da matéria seca do 4° corte, no final do período experimental.

TABELA 2 - ANÁLISE QUÍMICA DA PARTE AÉREA DE ALFAFA COLHIDA PARA PREPARO DO EXTRATO E RESÍDUO.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Matéria seca(g kg ⁻¹).....				(mg kg ⁻¹).....				
Parte aérea de alfafa	42,4	2,7	38,5	4,81	3,1	31,3	28,8	8,8	27,5	243

3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Optou-se pela realização do experimento em condições de casa de vegetação e laboratório de germinação, pois de acordo com PUTNAM e TANG (1986), estes locais possibilitam a segregação dos fatores de competição, sendo possível considerar que interações químicas sejam total ou parcialmente responsáveis pelas interferências alelopáticas observadas.

3.4.1 Plantio da alfafa

A cultivar de alfafa utilizada no plantio foi Crioula, cujas sementes apresentaram um poder germinativo de 89 % e análise de pureza de 99,1 %.

A semeadura foi realizada no mês de maio/97 em vasos de plástico de polietileno, sobre pratos do mesmo material, dispostos em mesas apropriadas na casa de vegetação, de acordo com a Figura 1.

Cada vaso continha 5,5 Kg de solo e recebeu 15 sementes inoculadas. Ao 20º dia do plantio realizou-se um desbaste permanecendo 6 plantas por vaso, constituindo este uma unidade experimental.

As irrigações foram realizadas de forma a proporcionarem umidade constante.

FIGURA 1: VISÃO GERAL DO EXPERIMENTO QUATRO MESES APÓS A INSTALAÇÃO



3.4.1.2 Tratamentos e delineamento estatístico

Neste experimento utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial envolvendo 2 tipos de solos, 4 níveis de extrato, e 2 níveis de resíduos, com 5 repetições, perfazendo 80 vasos. Os níveis foram baseados na produção de matéria seca por área ao longo de um ano.

Na Tabela 3 encontram-se a combinação de fatores empregados nos tratamentos:

TABELA 3 – RELAÇÃO DE TRATAMENTOS NO EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO

SOLO	Argiloso								Arenoso							
RESÍDUO g 100g ⁻¹ *	0				0,6				0				0,6			
EXTRATO g100mL ⁻¹ **	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15

* gramas de resíduo de alfafa, aplicados por 100 gramas de solo

** gramas de resíduos diluídos em 100 mL água

Os tratamentos foram iniciados em julho/1997, aos 60 dias da sementeira, após o 1º corte da parte aérea da alfafa, a altura de 5 cm do solo. Esse primeiro corte não foi empregado nas avaliações e sim utilizado para padronizar os vasos, pois foram instalados 16 vasos excedentes justamente para serem descartados através da discrepância entre os pesos da matéria seca desse corte, conferindo uma maior uniformidade nas unidades experimentais.

Simulando uma condição de campo a longo prazo optou-se pela aplicação em plantas adultas de extrato aquoso e resíduo seco na tentativa de diagnosticar a ação das fontes causadoras de inibição e suas interações nas condições em que se desenvolveu o experimento.

3.4.1.3 Aplicação do resíduo

A aplicação do resíduo de alfafa foi realizada em agosto/97, uma única vez na superfície dos vasos sob a forma de pó, de acordo com o tratamento, na proporção resíduo/solo de $0,6 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e incorporado uniformemente ao solo com uma espátula a profundidade de cerca de 2 cm. Sobre a superfície dos vasos foi aplicada uma fina camada de sílica como forma de se evitar o aparecimento de fungos, pela deposição do material SOUZA (1994).

3.4.1.4 Preparo, diluição e aplicação do extrato

Inicialmente foi preparado o extrato concentrado, adicionando-se sobre o material de alfafa na forma de resíduo seco e água desionizada na concentração de $15 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ (15 g de pó para 100 mL de água) permanecendo em repouso durante um período de 10 horas. Posteriormente esta solução foi filtrada em filtro de tecido e o resíduo prensado em espremedor manual (de batata), originando o extrato. Para se obter as concentrações de extrato de 10 e 5 $\text{g } 100 \text{ mL}^{-1}$ de acordo com os tratamentos estipulados, o extrato concentrado, foi diluído em água desionizada de acordo com metodologia adaptada de GUENZI et al. (1964).

Cada unidade experimental recebeu, de acordo com os tratamentos, 150 mL da solução do extrato a 5, 10 e $15 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ e o tratamento 0 de extrato recebeu 150 mL de água desionizada, sendo que as aplicações foram realizadas após cada corte. As datas dos cortes e aplicações encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4: DATAS DOS CORTES E APLICAÇÕES DOS EXTRATOS.

Atividades	julho/97	agosto/97	setembro/97	outubro/97
	1°	2°	3°	4°
Corte/alfafa-dia	29	27	29	28
Aplicação/extrato-dia	31	28	30	

No momento do corte as plantas encontravam-se no estágio vegetativo, conforme Figura 2.

FIGURA 2: ASPECTO DAS PLANTAS DE ALFAFA NA OCASIÃO DO 3° CORTE



3.4.1.5 Medidas de condutividade elétrica e pH

Em cada preparo e aplicação de extrato aquoso foram coletadas amostras das três concentrações e congeladas. No final do período experimental foram realizadas medidas de condutividade dos extratos em aparelho Micronal B-331 (constante eletrodo c, 1,44). Partindo-se das mesmas amostras realizou-se as medidas de pH dos extratos, também das três concentrações em potenciômetro E-350-b Metrohm Herisau.

3.5 AVALIAÇÕES

3.5.1 Produção de matéria seca da parte aérea

Foi avaliada a produção da matéria seca por vaso referente ao 2° 3° 4° corte. Após cada corte o material de alfafa foi seco a 60° C em estufa com ventilação forçada de ar e posteriormente pesado.

3.5.2 ANÁLISES DE LABORATÓRIO

3.5.3 Determinação dos teores de minerais presentes na matéria seca

Com uma amostra de cada unidade experimental, utilizando-se material proveniente do 4° corte, foram realizadas as análises químicas dos teores de elementos presentes na matéria seca, junto com a amostra do material do item 3.3,

no Laboratório de Nutrição de plantas do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

O material coletado foi devidamente lavado em água de torneira e água desionizada, e seco em estufa a 60° C, sendo posteriormente moído e acondicionado em frascos plásticos.

Utilizou-se digestão via seca descrita em PERKIN-ELMER (1973), onde os elementos, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, foram solubilizados em HCl 3 M. A determinação dos elementos Ca, Mg, e micronutrientes foi feita por espectrofotometria de absorção atômica. O P foi medido por colorimetria com molibdato-vanadato de amônio em espectro de 463 nm, com colorímetro Zeiss, PL-4. O K foi determinado por fotometria de emissão em comprimento de onda de 766,5 nm.

A análise do B realizou-se segundo BASSON (1969), pelo método azomethine-H por digestão via seca e solubilização em HCL a 1N e leitura em colorímetro Zeiss, PL-4 na faixa de 405nm.

O teor de N foi determinado no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do mesmo setor, pelo método de espectrofotometria de refletância no infra- vermelho proximal, em espectro de 700 a 2400 nm, de acordo com metodologia descrita por NORRIS et al. (1976)

3.5.4 Química do solo

Após o último corte, procedeu-se à coleta de solo para análise química, utilizando-se trado calador de 2 cm de diâmetro.

Esta foi realizada conforme a rotina do Laboratório de Solos do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, segundo metodologia proposta por PAVAN et al. (1991) adaptada a situações particulares do departamento, conforme descrito à seguir:

O solo coletado foi seco em estufa a 60°C, moído e peneirado (peneira malha 2mm).

Determinou-se o pH em solução de CaCl_2 0,001M em potenciômetro. Para H+Al utilizou-se solução tampão SMP, determinado também por leituras potenciométricas.

Os elementos Ca, Mg e Al foram extraídos por solução de KCl 1N, sendo que o Ca e Mg foram determinados por complexometria, titulando-se com solução EDTA 0,0125M e o Al foi medido por titulação com NaOH 0,025N.

Para P e K utilizou-se como extrator a solução de Mehlich 1 (HCl 0,05N + H_2SO_4 0,025N) com relação 1:10; usando para determinação do K, fotômetro de chama e para P o método colorimétrico e leitura através de espectrofotômetro.

O C orgânico foi obtido mediante o método colorimétrico através da oxidação por dicromato de sódio, e leitura em espectrofotômetro.

3.6 EXPERIMENTOS EM LABORATÓRIO DE GERMINAÇÃO

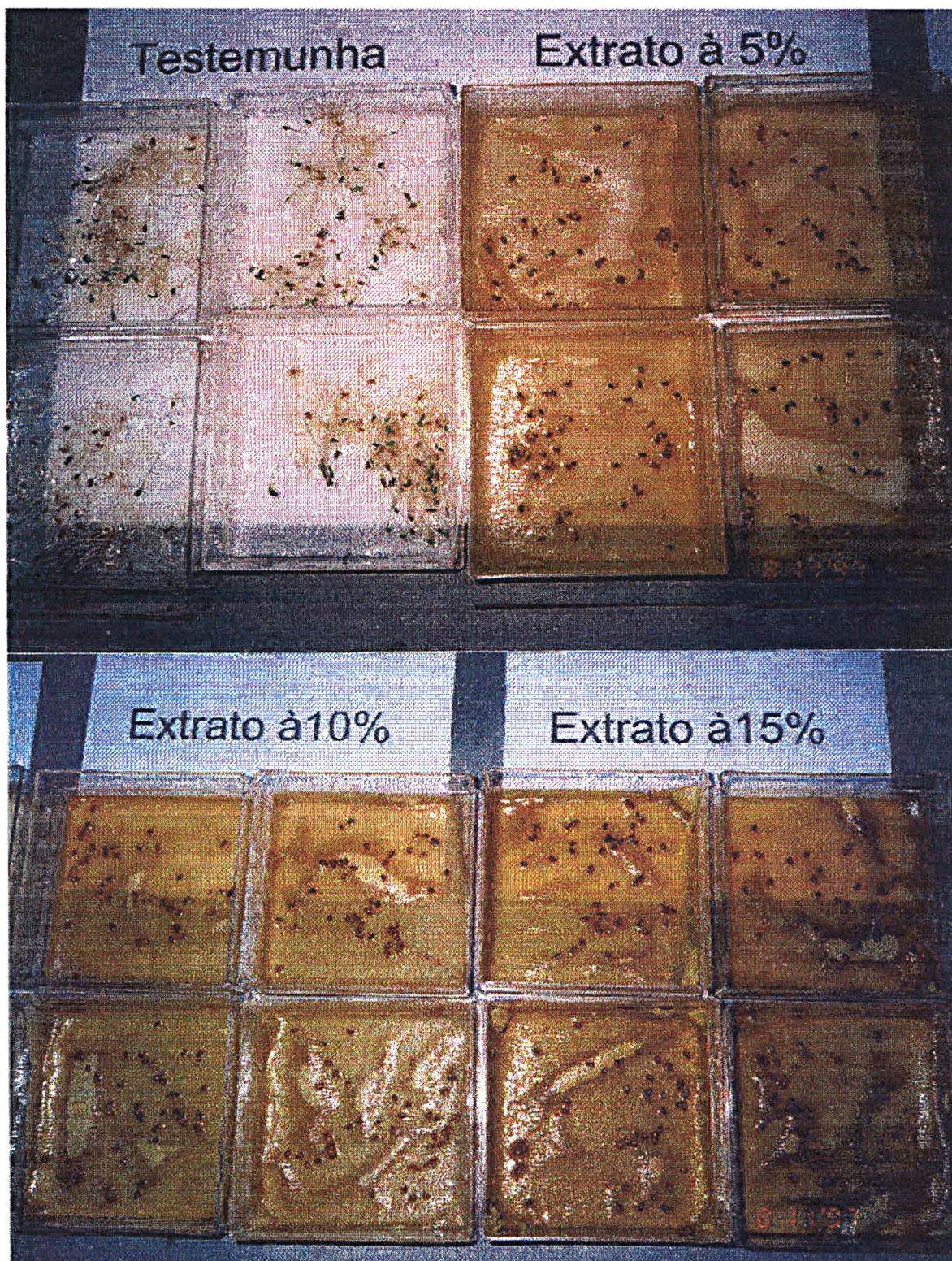
3.6.1 Influência do extrato aquoso da parte aérea de plantas de alfafa sobre a germinação de sementes de alfafa

3.6.1.1 Local e condução

O teste de germinação de sementes de alfafa, segundo metodologia adaptada de GUENZI et al. (1964), utilizando extrato aquoso da planta, foi realizado em setembro/97 na sala de germinação do Departamento de Fitotecnia, em germinador tipo "Mangelsdorn", ajustados a uma temperatura de 20°C.

Os substratos utilizados foram papel filtro INLAB, sílica moída (quartzo, livre de nutrientes) e os 2 solos originais do experimento de casa de vegetação, conforme Tabela 1, foram colocados em caixa plástica própria para testes de germinação, conforme Figura 3, e no caso dos substratos com sílica e solo utilizou-se 70 g do material por caixa, constituindo a unidade experimental. Em cada substrato depositou-se 50 sementes de alfafa cv. "Crioula" recebendo em seguida 10 mL dos mesmos extratos aplicados no experimento em vaso ou seja 0, 5, 10 e 15 g 100mL⁻¹ conforme item 3.4.1.4. As unidades experimentais receberam antecipadamente uma solução de 4 mL do fungicida Nistatina a 2% (SOUZA FILHO,1995).

FIGURA 3: ASPECTO DA GERMINAÇÃO NOS TRATAMENTOS COM EXTRATO SOBRE PAPEL FILTRO INLAB.



Obs: Onde lê-se testemunha corresponde a 0 de extrato e doses 5,10 e 15% corresponde à g100 mL⁻¹

3.6. 1. 2 Tratamento e delineamento estatístico

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial constituído por 4 doses de extrato, em 4 substratos. Os tratamentos foram estabelecidos com 4 repetições, conforme se constata na Tabela 5:

TABELA 5 - TRATAMENTOS ESTABELECIDOS NO TESTE DA INFLUÊNCIA DO EXTRATO AQUOSO DE PLANTAS DE ALFAFA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFAFA EM QUATRO SUBSTRATOS.

SOLO	Papel filtro				Sílica moída				Solo argiloso				Solo arenoso			
EXTRATO (g100mL ⁻¹)	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15

Nos tratamentos estabelecidos com 0 de extrato, foram aplicados 10 mL de água desionizada, a fim de uniformizar os teores de umidade nas unidades experimentais.

As avaliações consistiram na contagem do número de plantas com germinação normal e germinação irregular, aos 4 e 10 dias, segundo regra de análise de sementes do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1976).

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os parâmetros avaliados nos experimentos foram analisados estatisticamente da seguinte forma:

Para a matéria seca ajustou-se o modelo linear misto (modelo de Laird-Ware), JONES (1993), que descreveu os cortes ao longo do tempo.

Nas avaliações dos teores foliares dos elementos N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, e Zn dos parâmetros de solo e das avaliações na germinação, procedeu-se a ANOVA para verificar se houve diferenças significativas entre os tratamentos.

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

À seguir apresentam-se e discutem-se os parâmetros avaliados nos experimentos de casa de vegetação e laboratório, relativos à produção de matéria seca, teores de nutrientes na parte aérea da planta, análise de solo e germinação.

4.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Os valores de matéria seca dos três cortes avaliados encontram-se nos Anexos 1, 2 e 3.

Procedeu-se a análise estatística dos referidos dados em uma etapa preliminar analisando-se a produção de matéria seca em cada corte isoladamente, que revelou apenas diferenças significativas entre os fatores ou seja, a presença ou não de resíduo, o tipo de solo e a utilização do extrato. Não houve evidências de interações entre os fatores, em nenhum dos cortes, (Anexo 4).

Para análise definitiva adotou-se um modelo que considera simultaneamente os três cortes ao longo do tempo e a dependência entre as medidas de uma mesma unidade experimental. Tal análise é a regressão linear mista, através do modelo de LAIRD-WARE, no qual as curvas foram ajustadas tratando-se de maneira distinta os solos empregados, a aplicação de resíduo e os níveis de extrato. A Figura 4 para o solo argiloso e Figura 5 para o solo arenoso apresentam os valores observados de matéria seca, sendo os pontos de uma mesma unidade conectados por linhas. Por exemplo, o primeiro gráfico retrata o tratamento com extrato 0 e ausência de resíduo ao longo dos três cortes, onde cada linha representa uma repetição do tratamento,

totalizando cinco linhas ou repetições. Nesta Figura pode-se observar também uma variação inerente às unidades experimentais.

FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DE 3 CORTES DE ALFAFA E A SUA DEPENDÊNCIA ENTRE AS MEDIDAS DE UMA MESMA UNIDADE EXPERIMENTAL, NOS FATORES EXTRATO E RESÍDUO PARA SOLO ARGILOSO.

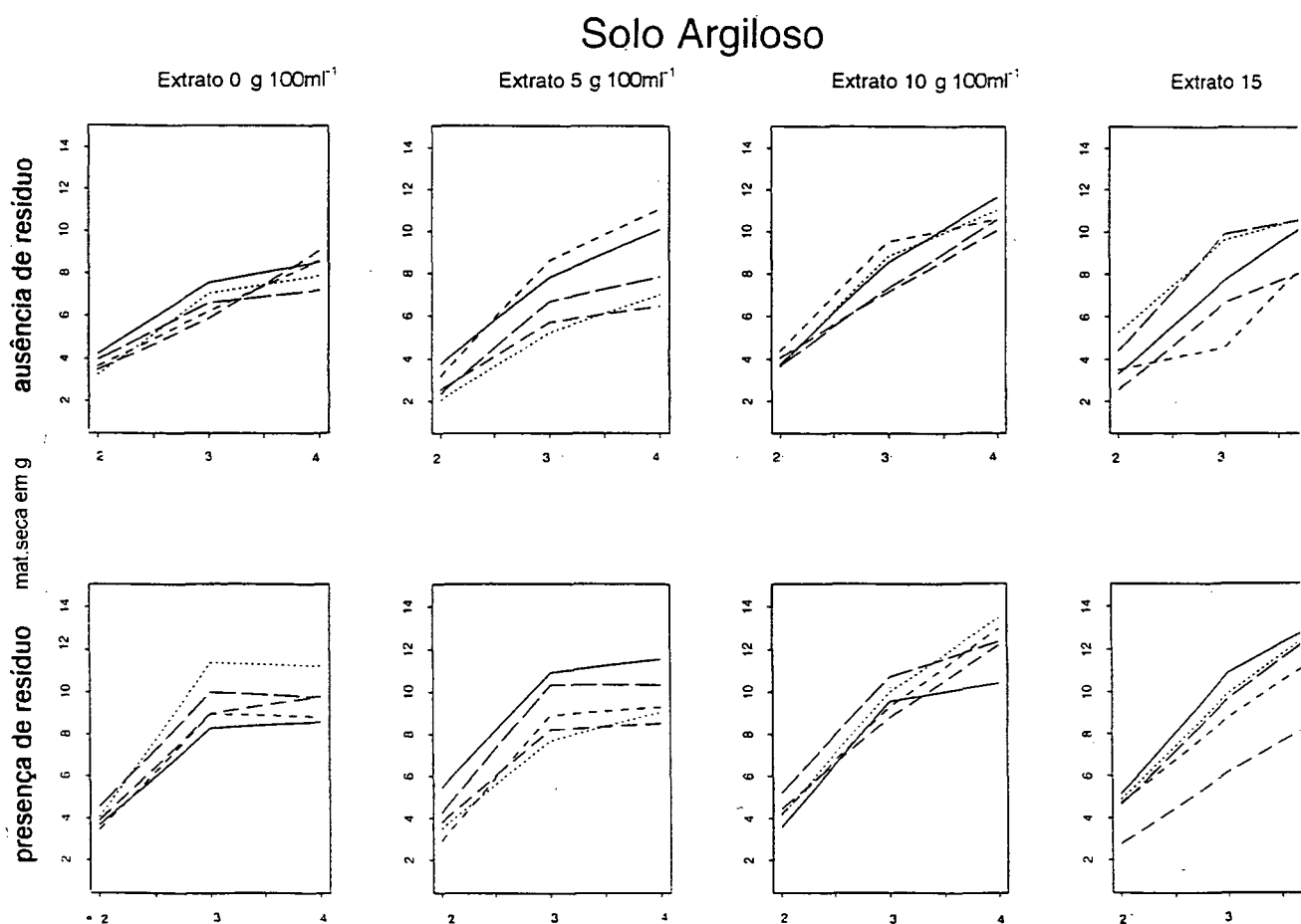
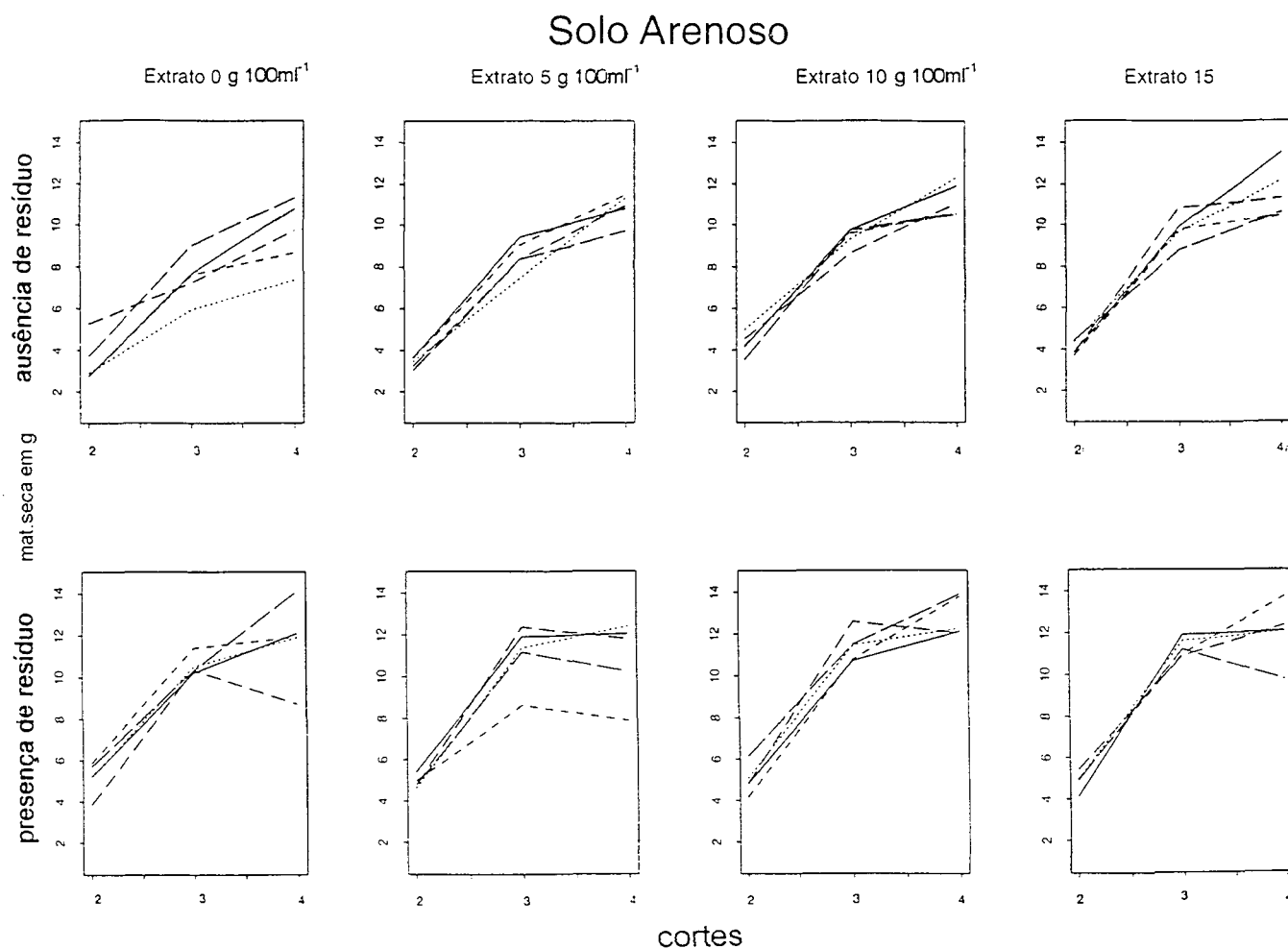


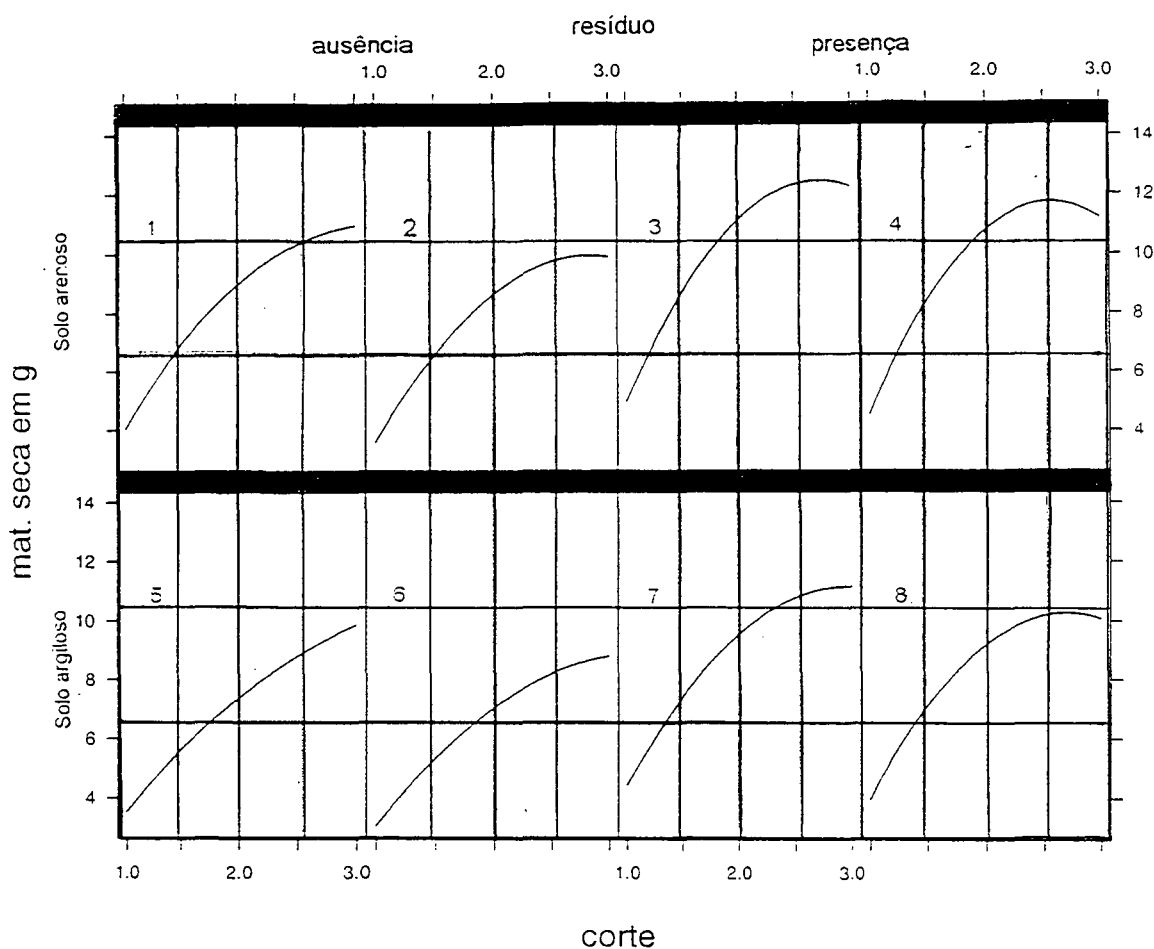
FIGURA 5 – REPRESENTAÇÃO DE 3 CORTES DE ALFAFA E A SUA
DEPENDÊNCIA ENTRE AS MEDIDAS DE UMA MESMA UNIDADE
EXPERIMENTAL, NOS FATORES EXTRATO E RESÍDUO PARA
SOLO ARENOSO



Pode-se notar ainda nas Figuras 4 e 5 que a presença de resíduos de alfafa aumentou a produção de matéria seca em ambos os solos em relação a ausência, demonstrada também pelas parábolas representadas na Figura 6. Nessa Figura pode-se observar também o efeito dos extratos, de maneira que as doses 0, 10 e

15g 100mL⁻¹ foram consideradas iguais estatisticamente, diferindo apenas da 5 g 100mL⁻¹ que apresentou curvas de produção menores em relação as primeiras, conforme se observa no primeiro par de curvas (1) e (2), para o solo arenoso.

FIGURA 6 - PARÁBOLAS AJUSTADAS CORRESPONDENDO A JUNÇÃO DOS FATORES COM RESÍDUOS E EXTRATOS.



- 1- Solo Arenoso, R=0 e 0=10=15 g 100mL⁻¹
 2- Solo Arenoso, R=0 e 5 g 100mL⁻¹
 3- Solo Arenoso, R=0,6 g 100g⁻¹ e 0=10=15 g 100mL⁻¹
 4- Solo Arenoso, R=0,6 g 100g⁻¹ e 5 g 100mL⁻¹

$$y=4,13+10,312x-2,19x^2$$

$$y=5,637+11,784x-2,1831x^2$$

$$y=6,154+13,526x-2,4966x^2$$

$$y=7,661+14,998x-22,9397x^2$$

- 5- Solo Argiloso, R=0 e 0=10=15 g 100mL⁻¹
 6- Solo Argiloso, R=0 e 5 g 100mL⁻¹
 7- Solo Argiloso, R=0,6 g 100g⁻¹ e 0=10=15 g 100mL⁻¹
 8- Solo Argiloso, R=0,6 g 100g⁻¹ e 5 g 100mL⁻¹

$$y=1,6966+5,906x-6830x^2$$

$$y=3,203+7,378x-1,126x^2$$

$$y=3,72+9,22x-1,4396x^2$$

$$y=5,227+10,6692x-1,8827x^2$$

Utilizando-se o ajuste das curvas conforme Figura 6 , encontrou-se uma produção de matéria seca inicial inferior. Nos cortes subsequentes houve um aumento de matéria seca com aparente estabilidade. Portanto, para todos os tratamentos empregados, não se evidenciou redução na produção de matéria seca no decorrer do tempo.

As Figuras 4, 5 e 6 revelam ainda um aumento progressivo na produção com variações semelhantes para os dois solos, com resultados que contrariam a hipótese deste trabalho.

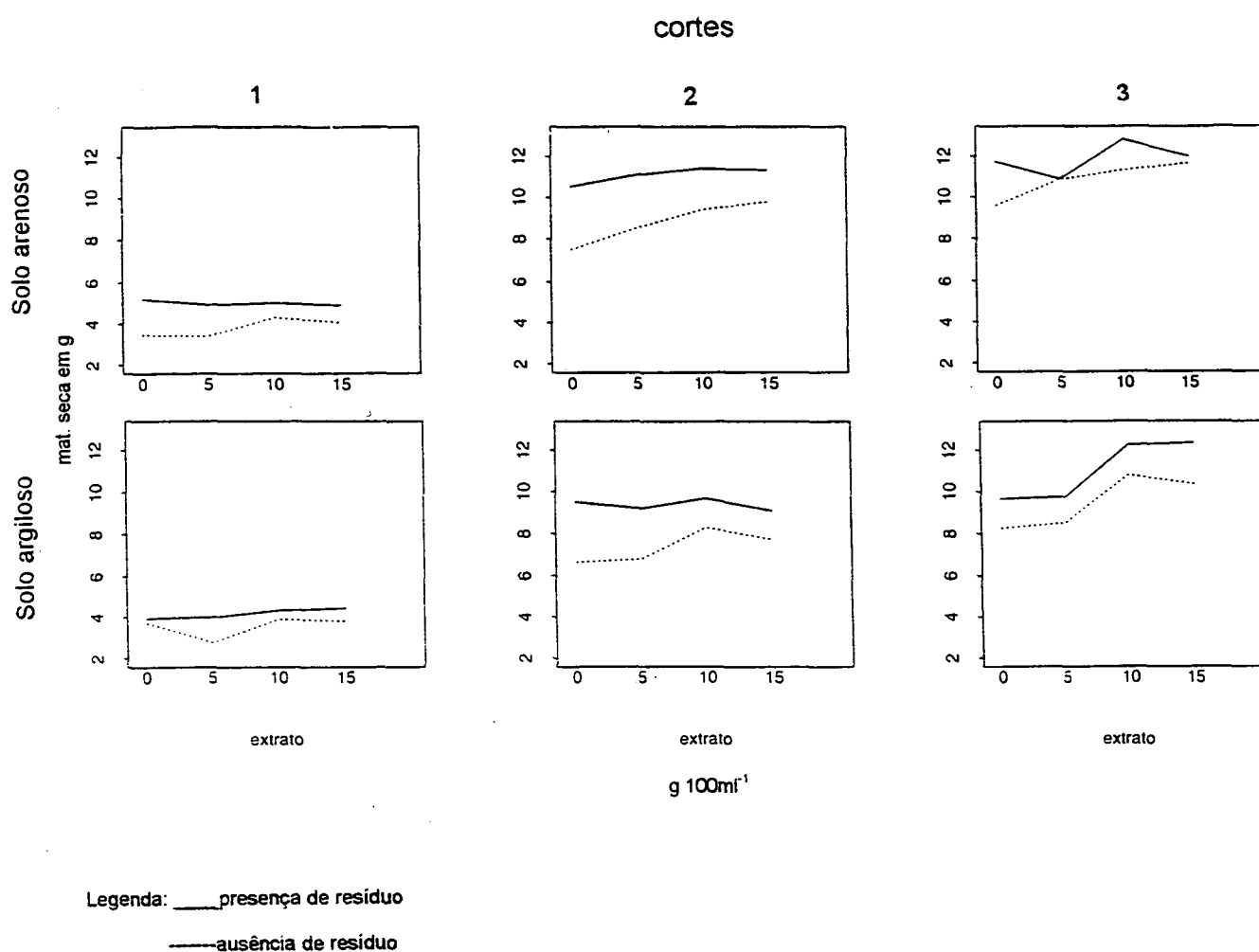
Observando o fator extrato, isolado dos demais fatores que compõem os tratamentos, verifica-se na Figura 7 ,que o extrato 5 g 100 mL⁻¹ apresentou médias inferiores em relação aos demais extratos

Vários fatores podem sugerir a obtenção de tais resultados, pois para RICE (1984) as pesquisas realizadas com alelopatia em plantas da mesma espécie, variam grandemente em seus efeitos alelopáticos, pelas diferenças nos microhabitats e nas condições de estresse, além de que segundo CHUNG e MILLER (1995a) os resíduos de alfafa possuem efeitos contrastantes em decorrência da solubilidade de aleloquímicos presentes.

Também ligada à ausência de autoalelopatia pode estar a duração do experimento, pois apesar das aplicações de resíduo e extrato simularem uma condição de acúmulo de inibidores, essas não retratam condições de campo, onde as plantas passam longos períodos de tempo em contato com agentes inibidores de maneira que o fenômeno autoalelopático possa manifestar-se com maior intensidade

pois para KATZNELSON (1972), o vigor vegetativo de uma pastagem decai com a idade.

FIGURA 7 – PRODUÇÕES DE MATÉRIA SECA AO LONGO DE 3 CORTES EM FUNÇÃO DO FATOR EXTRATO.



O fato de não se ter um conhecimento concreto dos reais motivos que levam uma planta a produzir aleloquímicos dá margem para discussão da possibilidade da planta produzir tais compostos somente em situações específicas, considerando

as afirmativas de TUCKEY (1970), WHITTAKER e FEENY (1971) e CHUNG e MILLER (1995 c) de que essas substâncias metabólicas estão envolvidas em interações químicas na planta e são liberadas à partir da abscisão de folhas e outras partes, por volatilização e exudação radicular. Não implicando desta forma que as mesmas estejam sempre presentes nos tecidos, em quantidades inibidoras podendo ser sintetizadas mais intensamente em situações específicas.

A resposta alelopática pode também estar diretamente ligada à concentração de agentes inibidores e à idade da planta (YOUNG, 1984). De maneira que os níveis de resíduo e extratos podem não atuar alelopaticamente em plantas adultas que, por sua vez, estão numa fase de desenvolvimento em que as respostas ao fenômeno são mais difíceis, apresentando até mesmo um efeito estimulador.

Portanto, a gama de agentes atuantes sobre o fenômeno resulta na dificuldade de obtenção de conclusões precisas, necessitando uma busca constante da identificação química ou constatação da presença dessas substâncias realizadas através de testes de germinação, garantindo que os sintomas presentes sejam provenientes de alelopatia.

Na tentativa de elucidar melhor a ausência de um sintoma alelopático e a estimulação encontrada, procurou-se tendências que pudessem justificar a rejeição da hipótese do trabalho.

Uma das questões sugeridas foi a de que o elevado teor foliar do elemento B (243 mg kg^{-1}) de acordo com Tabela 2, presente na parte aérea do material no extrato e resíduo, possa ter interferido nos tratamentos, amenizando desta maneira o efeito alelopático. Pois, aliando-se ao resultado de DEAR e ARONOFF (1965) que constataram que as deficiências do elemento são caracterizadas pelo aumento das

taxas de ácido cafeíco e ácido clorogênico pode-se sugerir que o material aplicado como resíduo e extrato, com este nível de B, estaria livre de agentes causadores de inibição, podendo esse ter uma relação inversa com a presença de autoalelopatia.

Também WATANABE et al. (1961) concordam que ocorre aumento de glicosídeos em plantas mal supridas em B, situação essa que pressupostamente não ocorreu nas plantas utilizadas na preparação de extratos e resíduos e que na presente situação estariam com baixos níveis de aleloquímicos.

Sugere-se portanto que o elemento boro além de ter contribuído para um perfeito equilíbrio nutricional das plantas usadas como fonte alelopática possa ter causado a ausência de aleloquímicos, e promovido uma suplementação de boro às plantas das unidades experimentais, através dos tratamentos.

4.2 TEORES DE MINERAIS NA PARTE AÉREA E NO SOLO DO EXPERIMENTO

Os teores de minerais presentes na matéria seca, referentes ao 4º corte de alfafa, são apresentados no Anexo 5 e enquadraram-se nos parâmetros normais para a cultura.

À partir dos elementos analisados realizou-se a análise de variância para verificar se houve diferenças entre as médias dos parâmetros, encontrando-se a mesma nos Anexos 6 a 15.

Ao mesmo tempo, sugerimos a Tabela 6, com resumo dos resultados do valor (p) de cada teste, proporcionando uma maior visualização para interpretação dos parâmetros estudados.

A maioria dos elementos presentes na parte aérea diferiram estatisticamente com relação ao fator solo, com médias de teores de maneira geral maiores no solo argiloso. Atribuí-se esse resultado as características químicas relativas às cargas elétricas das argilas e matéria orgânica, proporcionando diferenças na disponibilização dos elementos para absorção e conseqüentemente nos teores encontrados na parte aérea.

TABELA 6 – RESUMO DOS RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DOS TESTES (VALOR-p) PARA OS TEORES MINERAIS NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA.

	Fatores Isolados			Interação			
	RESÍDUO	EXTRATO	solo	Resíduo X Extrato	Resíduo X solo	Extrato X Solo	Extrato X Solo X Resíduo
N	-	-	0.0057	-	0.0594	-	-
P	-	-	0.000	-	-	-	-
K	-	0.000	0.000	0.000	0.0059	-	-
Ca	-	-	0.000	-	-	0.04104	
Mg	-	-	0,000	0.02066	-	-	-
Cu	-	-	0.000	-	-	-	-
Zn	-	-	0,000	-	-	-	-
Mn	0.0029						
Fe	-	-	-	-	-	-	-
B	0,0000	0,0002	0,0000	-	0,01206	-	-

Não tendo ocorrido interferências alelopáticas dos tratamentos, não cabe a discussão do comportamento das substâncias inibidoras influenciando os teores foliares.

Passa-se portanto a apresentar com mais detalhes os elementos cujos teores variaram em função das interações estatísticas entre fatores.

Para o K houve interações significativas entre os fatores resíduo e extrato e entre resíduo e solo, admitindo-se haver ocorrido diferenças na absorção de acordo

com a Figura 8, de maneira que na presença de resíduo o teor médio de K aumenta suavemente com o aumento na dose do extrato. Destaca-se ainda que sem o resíduo e extrato na dosagem 0, teor de K foi mais baixo.

Com relação a Figura 9 verifica-se que os teores médios de K não parecem diferir quanto ao solo. Porém, com o uso de resíduo, o teor aumentou no solo argiloso e diminuiu no arenoso.

FIGURA 8 - VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE K NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E EXTRATO

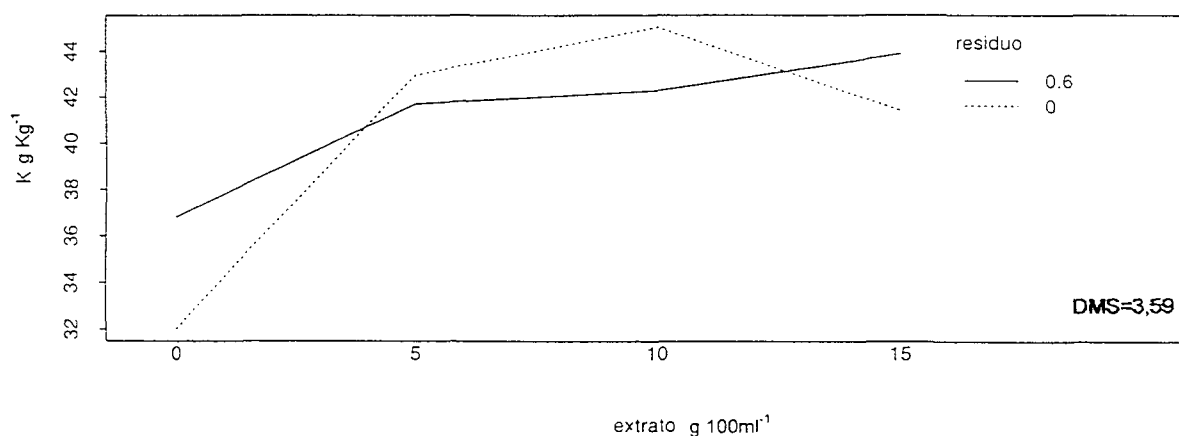
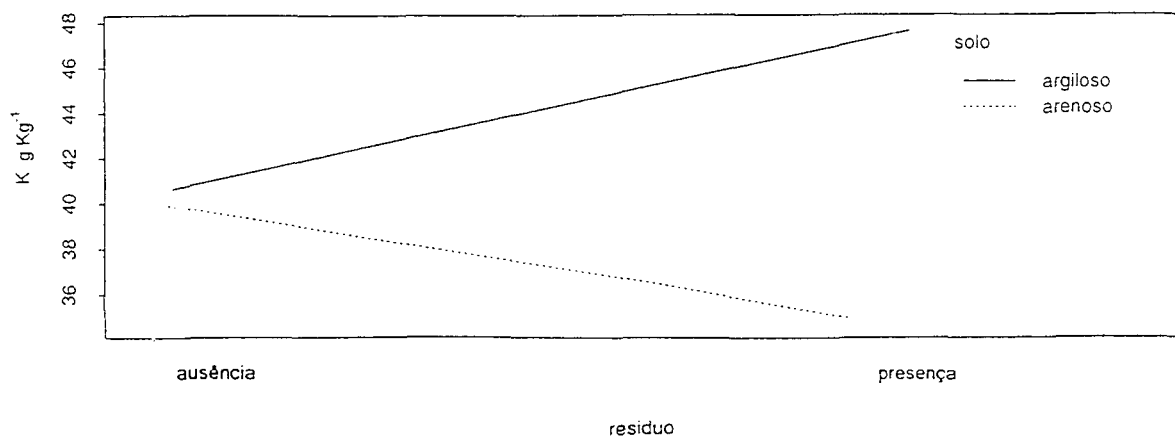


FIGURA 9 – VARIAÇÃO DOS TEORES TEORES MÉDIOS DE K NA MATÉRIA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E SOLO



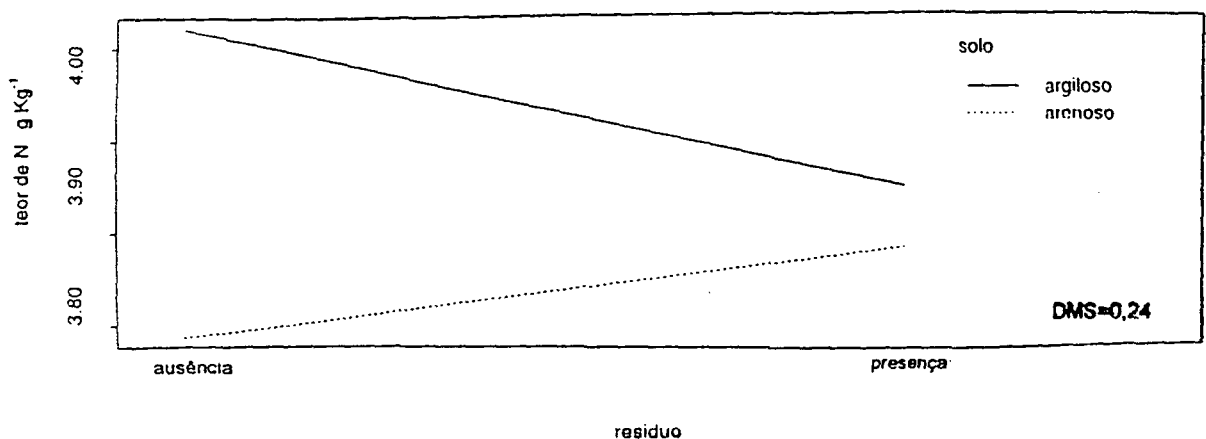
Na ausência de resíduo os teores médios de K não parecem diferir por tipo de solo. Porém, com o emprego do resíduo, o teor do elemento aumentou no solo argiloso e diminuiu no solo arenoso.

Aliando-se o resultado dos teores minerais da matéria seca da parte aérea aos da análise do teor de solo, verificou-se significância estatística para a interação solo e extrato com um aumento progressivo do teor de K em ambos os solos, na presença de tratamento com extrato e resíduo (Anexo 21). Esses dados estão em consonância com a tendência das médias de teores da matéria seca de parte aérea.

Para o teor de N na matéria seca da parte aérea houve interação entre os fatores solo e resíduo conforme Figura 10, de maneira que na presença de resíduo o teor médio de N não parece diferir conforme o tipo de solo. No entanto, sem resíduo a média de N no solo argiloso parece maior, podendo esse comportamento

estar relacionado a variação da relação C:N no solo e conseqüentemente a imobilização do elemento na decomposição de maneira a disponibilizá-lo em menores quantidades.

FIGURA 10 – VARIÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE N NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E SOLO

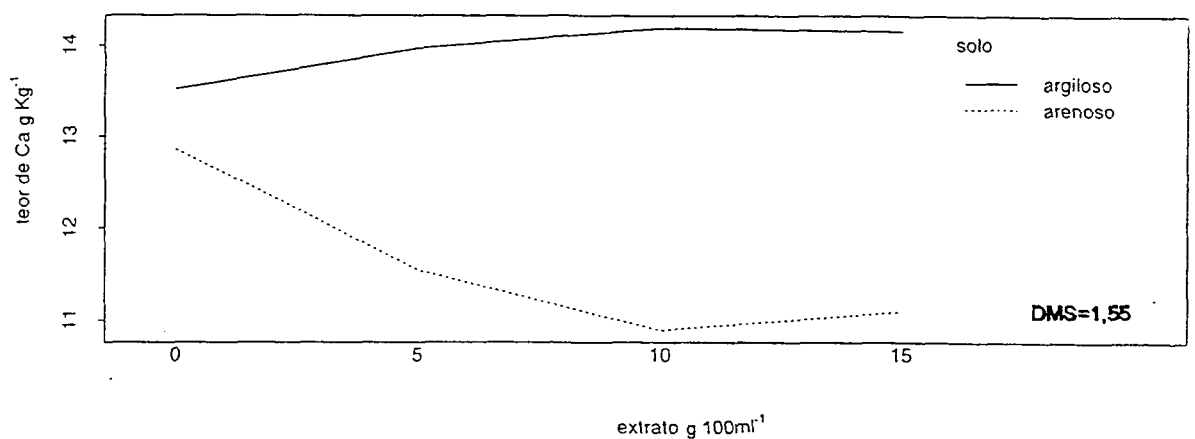


A análise do teor de C no solo (Anexo 24) também mostrou significância estatística. De fato o teor de C aumentou na presença do tratamento com resíduo, justificando mais uma vez a redução de N na parte aérea da matéria seca.

Tal resultado pode ter ainda contribuído para o aumento da CTC e conseqüentemente do valor V%, que aumentaram significativamente na presença de resíduo e extrato (Anexos 25 e 26), uma vez que o C está ligado a matéria orgânica e conseqüentemente a formação de cargas através dos grupos carboxílicos proporcionando maior retenção de bases.

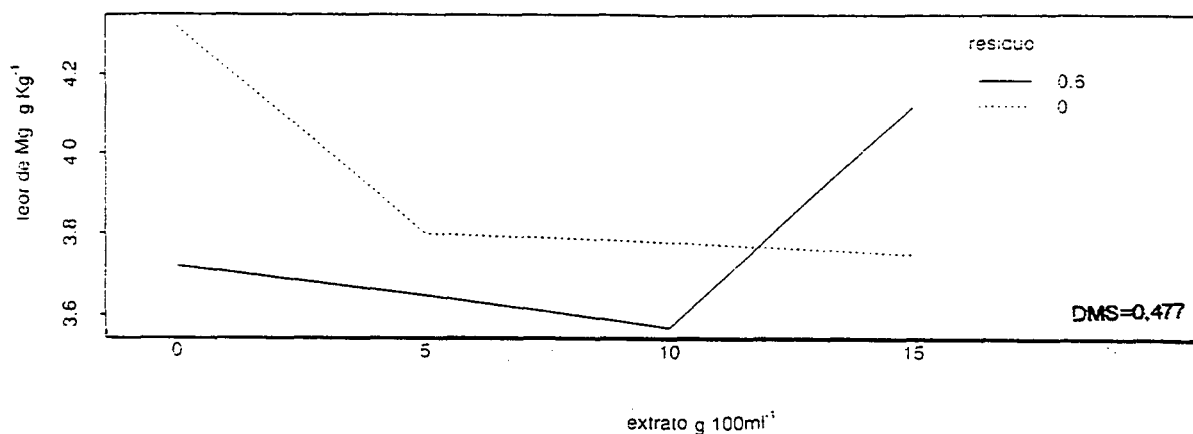
Em relação ao elemento Ca houve interação entre o tipo de solo e o extrato (Figura 11), sendo que no solo argiloso, o teor médio de Ca não parece variar em função da dosagem de extrato, sendo que o solo arenoso as médias de teores foram menores, verificando-se uma redução na absorção partindo-se das doses 5 g 100mL⁻¹ com aparente estabilidade entre 10 e 15 g 100mL⁻¹, apesar de enquadrarem-se nos níveis de normalidade.

FIGURA 11 – VARIÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Ca NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE SOLO E EXTRATO



Os teores de Mg foram afetados pela interação entre os fatores extrato e resíduo conforme Figura 12. Na presença de resíduo e extrato as médias dos teores de Mg foram menores, demonstrando também uma redução em relação as doses de extrato 5 e 10 g 10 mL⁻¹, tanto na presença quanto na ausência de resíduo.

FIGURA 12 – VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE Mg NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E EXTRATO



Os teores de P, Cu e Zn foram afetados apenas pelo tipo de solo solo, (Anexos 8,13 e 14).

Apesar de não haver interação estatística entre os demais fatores pode-se notar que o teor da maioria dos elementos analisados aparentemente diminuiu com o aumento da dose de extrato de 5 g 100mL⁻¹ para 10 g 100mL⁻¹ com exceção dos elementos potássio e boro.

Para o elemento B procedeu-se uma análise mais aprofundada, haja vista a significância estatística, apresentada no Anexo 15, além dos fatores já inferidos no item 4.1 referente ao fato do boro estar relacionado à presença de efeitos alelopáticos. Preliminarmente, observando as médias dos níveis dos fatores observa-se através da Figura 13, o comportamento diferenciado dos mesmos, o que é confirmado pela ANOVA. Ao observar-se simultaneamente a Figura 14 que

relaciona as médias da matéria seca nos fatores solo, resíduo e extrato para o 4º corte, com a Figura 13 nota-se uma semelhança entre as Figuras, independente das escalas. Ocorrendo apenas uma acentuada diferença na dose de extrato 5 g 100mL⁻¹, para produção da matéria seca, mantendo-se abaixo da linha central.

FIGURA 13 – VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE B NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DOS FATORES SOLO, EXTRATO E RESÍDUO

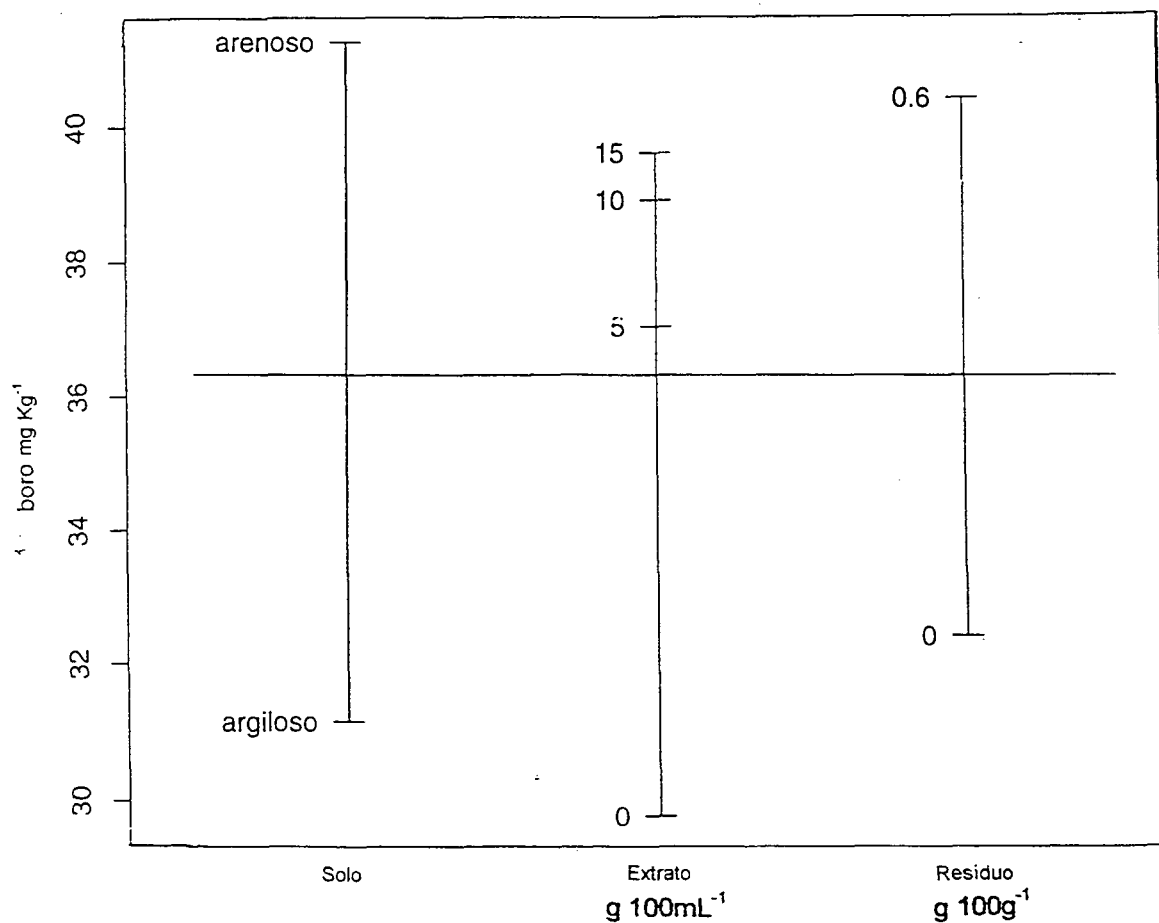
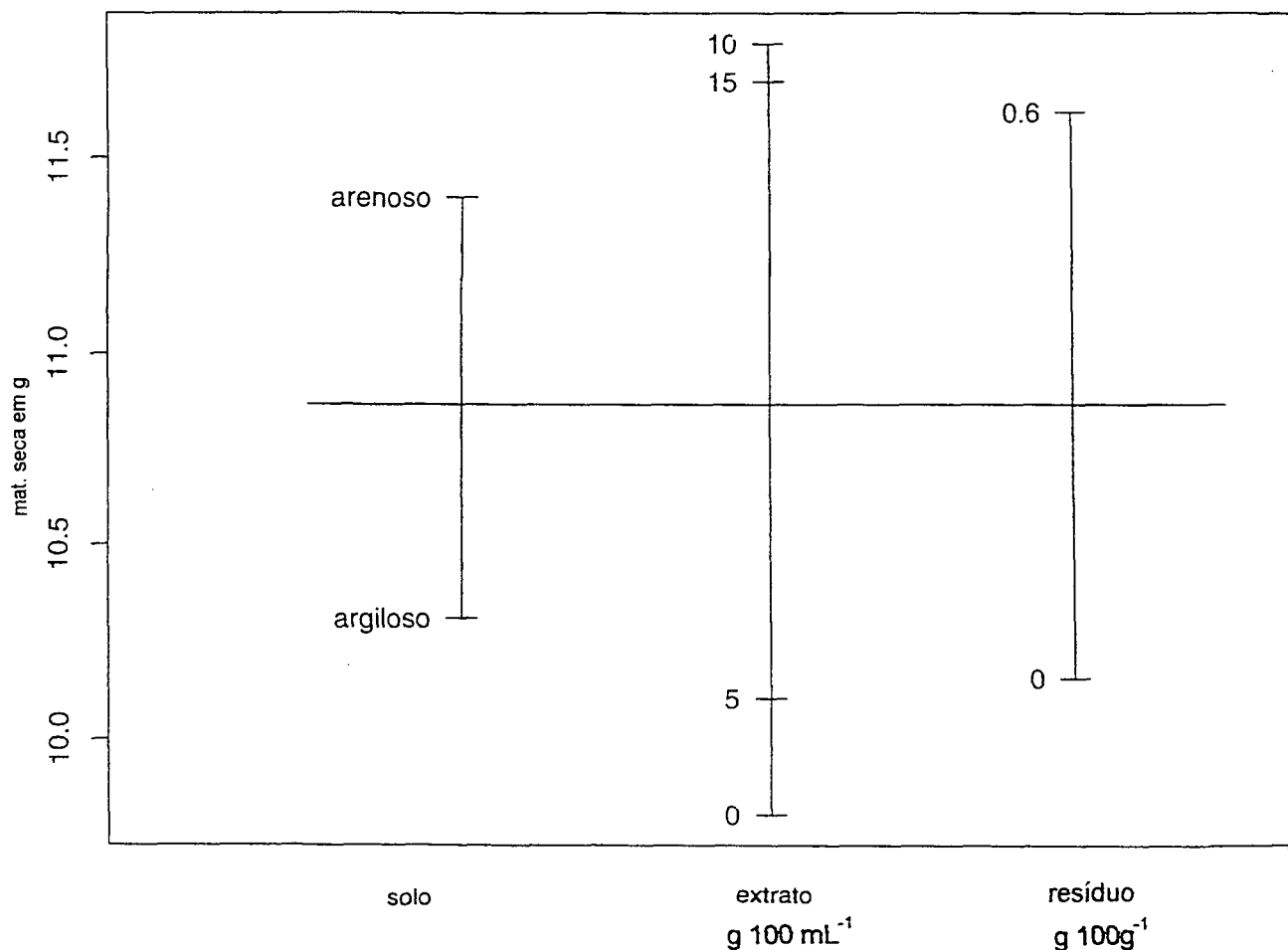


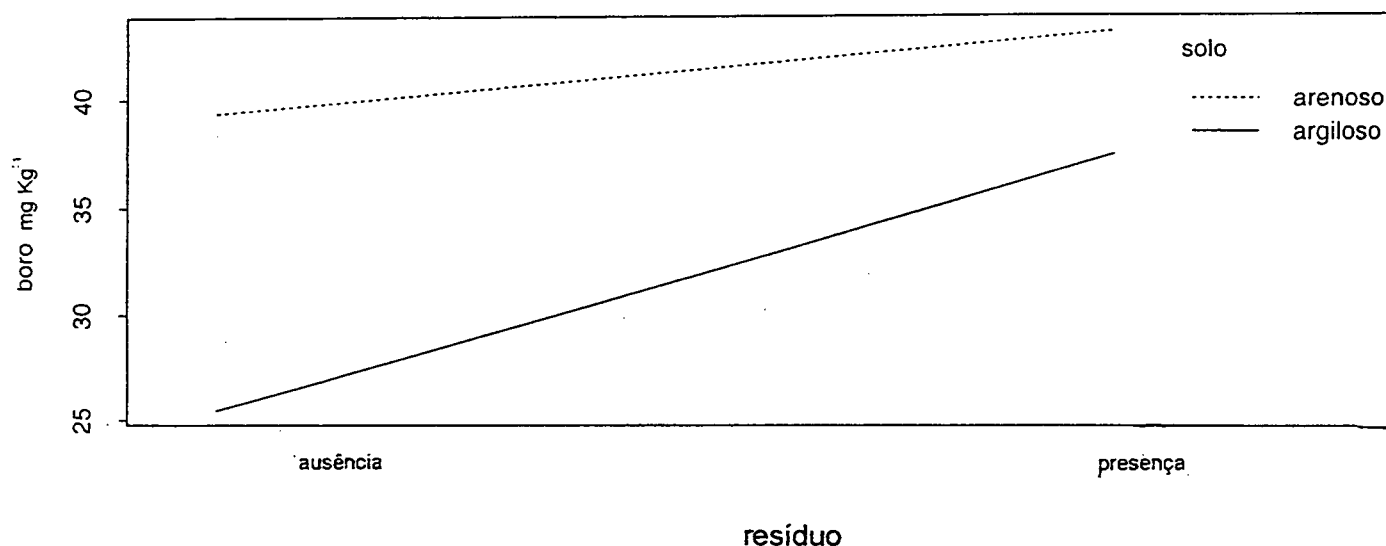
FIGURA 14 – VARIAÇÃO DAS MÉDIAS DE MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DO QUARTO CORTE DE ALFAFA, RELATIVOS AOS FATORES SOLO, EXTRATO E RESÍDUO



Verifica-se ainda que os teores de B da matéria seca variaram em decorrência da interação entre os fatores resíduo-extrato e resíduo-solo. De forma que teores mais elevados do elemento B foram observados no solo arenoso, sugerindo por sua vez uma maior disponibilização nesse solo, (Figura 15).

FIGURA 15 – VARIAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE B NA MATÉRIA SECA DA ALFAFA EM FUNÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE RESÍDUO E SOLO

E SOLO

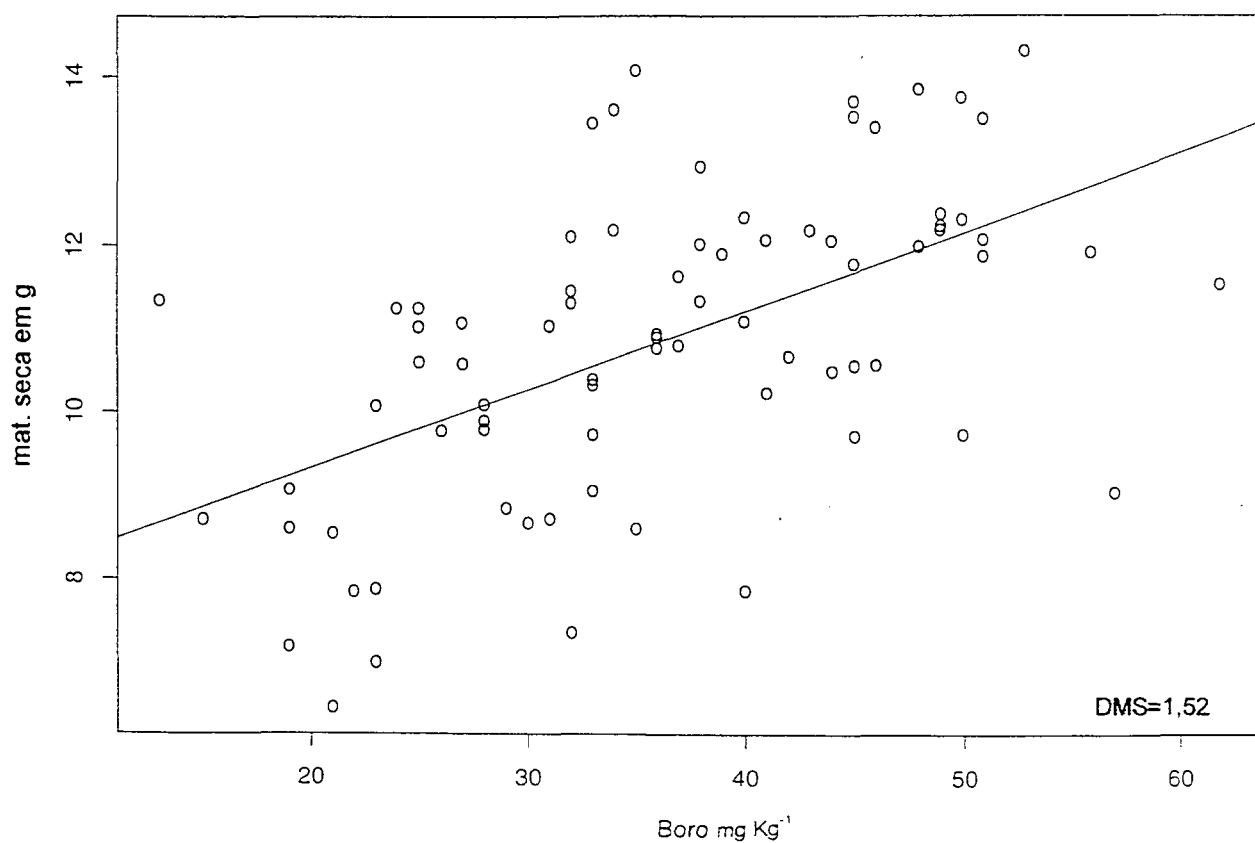


A análise das unidades experimentais com ausência do extrato e resíduo, permite verificar também uma média maior do teor de boro no solo arenoso, indicando que esse solo teria maior quantidade de boro disponível, independentemente dos tratamentos (valor-p= 0.000 e estatística do teste t= 8.05).

Quando analisa-se o peso de matéria seca em função do teor de B, por meio de regressão linear, de acordo com a Figura 16, verifica-se que apesar de haver muita variação em torno da reta, o boro residual presente nos extratos e resíduos do material da alfafa, foi responsável por cerca de 32 % (R^2) da variação dos

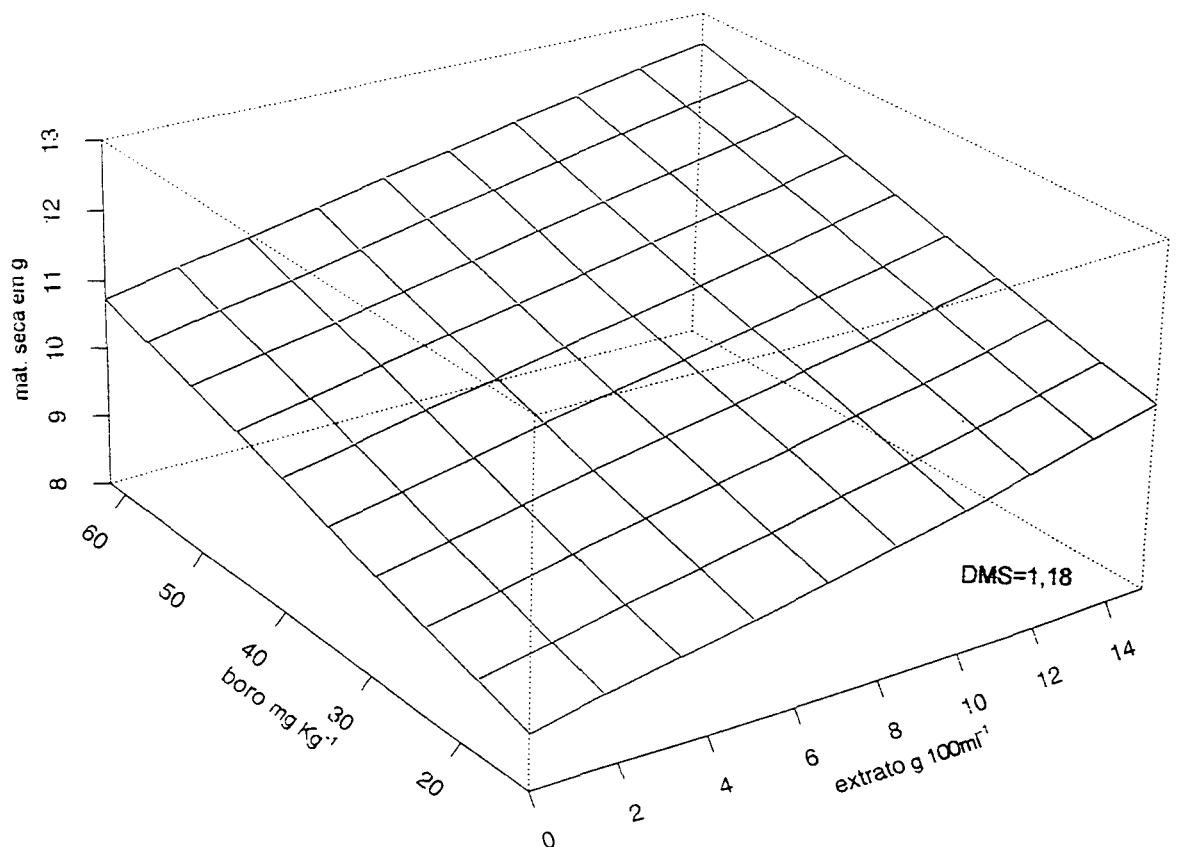
resultados inerentes aos tratamentos, de forma que tal informação não pode ser desconsiderada mesmo não ocorrendo um grau elevado de correlação.

FIGURA 16 - CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE A MATÉRIA SECA DE PARTE
AÉREA DE ALFAFA E TEOR DE BORO NA MATÉRIA SECA



Como observou-se que o extrato de alfafa também apresenta um teor crescente de boro, ajustou-se um modelo de regressão para a matéria seca em função do teor de boro e dosagem do extrato, com distinção ainda para o tipo de solo e resíduo de alfafa. Este modelo explica 48% (R^2) da variação dos pesos de matéria seca. Demonstra-se como exemplo na Figura 17, o modelo do hiperplano ajustado para o solo argiloso sem resíduo de alfafa, sendo os planos dos demais tratamentos paralelos a esse, apenas com elevação nas alturas do mesmos.

FIGURA 17– MODELO HIPERPLANO AJUSTADO PARA MÉDIAS DE TEORES DE BORO EM MATÉRIA SECA, EXTRATO AQUOSO E SOLO ARGILOSO SEM RESÍDUO DE ALFAFA



Portanto, pode-se admitir que houve associação entre a matéria seca do 4º corte de alfafa, o teor de boro presente na mesma e a aplicação do extrato.

Aliado ao fato dos fatores extrato e resíduo estarem influenciando a produção de matéria seca de parte aérea, destaca-se a possibilidade de que a absorção de B possa ter sido favorecida em todas as unidades experimentais, pelas elevadas temperaturas da casa de vegetação (Anexo 31), onde através de estimativas de médias de temperaturas verificou-se máximas de até 40° C, consideradas favoráveis à absorção do elemento uma vez que essa é aumentada durante períodos quentes sendo o fato confirmado por PENDIAS-KABATA e PENDIAS (1984).

Apesar de não se comprovar sintomatologia alelopática em casa de vegetação através de sintomas visuais e reduções na absorção e produção de matéria seca, o tipo de solo também pode modificar a intensidade do fenômeno, fato esse comprovado por JENNINGS e NELSON (1998), HEPPELY et al. (1992) que afirmam que diferenças nas propriedades do solo tais como textura podem influenciar a expressão alelopática, provocada segundo BLUM et al. (1987) pela retenção de partículas, ou utilização por microorganismos.

Embora não se possa fazer afirmativas absolutas levanta-se a seguir uma série de fatores inerentes às condições de solo que poderiam ter levado a promover um efeito estimulador do crescimento, adverso à alelopatia. Os valores das análises químicas dos elementos minerais presentes nos solos encontram-se no Anexo 17.

Com relação ao pH encontrou-se valores na maioria das vezes superiores a 6,5, que apesar de estatisticamente pouco relevantes entre os tratamentos, conforme análise de variância (Anexo 18) demonstram que os efeitos alelopáticos poderiam ter sido minimizados pelo mesmo, pois para DALTON et al. (1983),

SHANN e BLUM (1987) e HARPER e BALKE (1981) a retenção de ácidos fenólicos é maior em pH elevado, estando estas diferenças relacionadas a saturação de íons Ca e ao estado dissociado destes, sendo menos provável que movam-se através da parede celular e membranas.

Os parâmetros (H+Al), P, Ca, Mg e Ca+Mg apresentaram significância principalmente com relação ao solo, o que está ligado às características pertinentes a cada solo. As análises de variância encontram-se nos Anexos 19, 20, 22 e 23.

4.2.1 Relação entre os parâmetros analisados

Pode-se verificar uma certa relação entre as análises de solo e os teores minerais presentes na matéria seca quando se faz uma fusão entre essas avaliações.

Porém quando se observa a produção de matéria seca (Figura 6) verifica-se que a mesma foi maior no solo arenoso e que os teores de elementos de solo e minerais de parte aérea ao contrário eram maiores no solo argiloso.

O único elemento que mostrou uma tendência contrária com relação comprovada estatisticamente foi o boro (Figura 14) com interação entre resíduo e solo, com médias crescentes para a presença de resíduo.

Observando-se ainda os teores minerais presentes na matéria seca verifica-se que houve de um modo geral um declínio nas médias dos tratamentos com emprego de resíduo e extrato acentuando-se nesses, entre as doses $5\text{g } 100\text{mL}^{-1}$ para $10\text{g } 100\text{mL}^{-1}$, tanto na presença quanto ausência de resíduo com posterior aumento.

Portanto como ponto plausível de discussão sugere-se que a presença de autoalelopátia poderia ter manifestado-se promovendo um declínio dos teores entre os extratos 5 e 10 g 100mL⁻¹ mas que no entanto podem terem sido amenizados pela presença do boro equilibrando a média de teores tornando as doses com extrato 0,10 e 15 g 100mL⁻¹ iguais estatisticamente. O tratamento 5 g 100mL⁻¹ no entanto permaneceu em um ponto em que a concentração de B veiculada pelo extrato foi ineficiente diante de um possível efeito inibidor conforme curvas 2,4,6 e 8 da Figura 6.

4.3 EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO

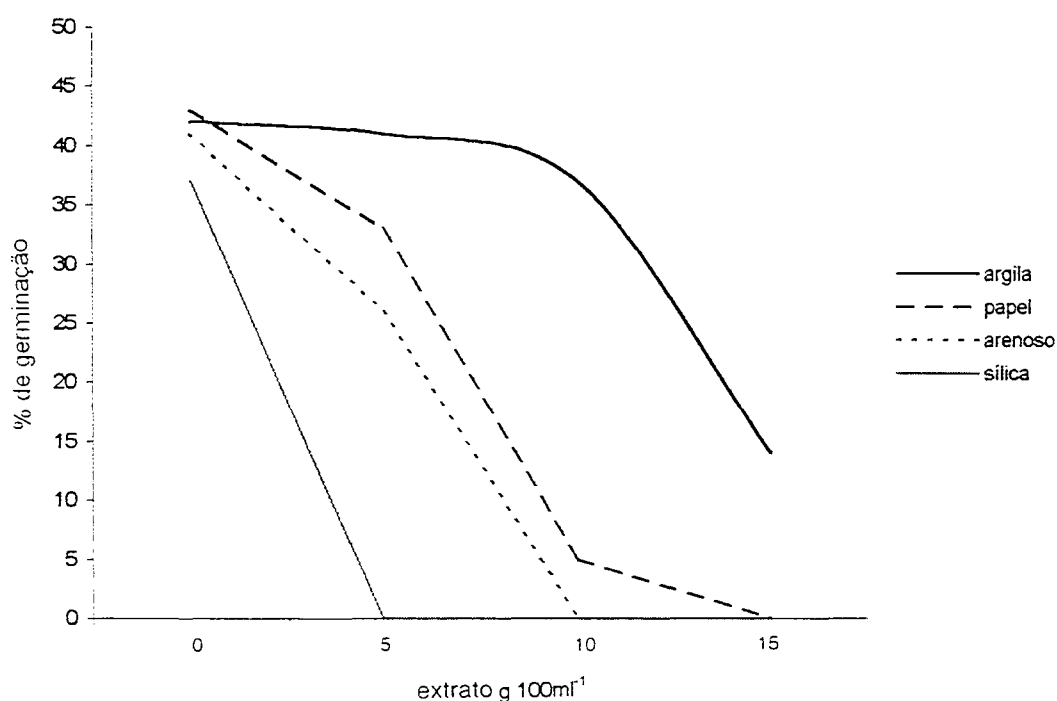
4.3.1 Testes de germinação de sementes de alfafa com 4 doses de extrato em 4 substratos

Estes testes foram conduzidos para comprovar a presença de ação autoalelopática sobre a germinação de agentes inibidores através de extratos empregados nos estudos de casa de vegetação, uma vez que o fenômeno de inibição à mesma foi comprovado por MARCHAIM et al. (1975) MILLER (1996) MILLER (1982) CHUNG e MILLER (1995)^c, OLESZEK et al. (1987) e HEGDE e MILLER (1992), em testes semelhantes.

Na Figura 18 observa-se que ocorreu a interação (Anexo 30) entre as doses de extrato e os substratos empregados, à partir dos dados de germinação (Anexo 29) verificando-se como já comprovado por MILLER (1996), que houve uma redução

da percentagem de germinação quando do aumento da concentração do extrato aquoso aplicado.

FIGURA 18 - MÉDIAS DE TEORES DE GERMINAÇÃO PELA INTERAÇÃO ENTRE AS DOSES DE EXTRATO E OS SUBSTRATOS EMPREGADOS



Nota-se também que a inibição foi mais acentuada nos substratos de sílica e solo arenoso, sendo que o substrato com solo argiloso apresentou as maiores percentagens de germinação comprovando mais uma vez a capacidade de adsorção química das cargas elétricas desse solo pelo agente químico presente no extrato, fato confirmado por DALTON et al. (1983), DROST e DOLL (1980), BHOWMIK e DOLL (1982) e BHOWMIK e DOLL (1984).

JENNINGS e NELSON (1998) e MARQUES (1992) trabalharam com extratos de alfafa em solos arenosos e também verificaram maior presença de autotoxicidade atribuindo as diferenças ao tamanho e volume do poro e pouca afinidade química por inibidores.

4.4 Medidas de condutividade elétrica e pH

Em experimentos de laboratório existem parâmetros envolvidos no preparo do material a ser aplicado, que muitas vezes podem conduzir a resultados que não provenientes de alelopatia. Enquadrando-se nesta perspectiva foram realizadas medidas de condutividade elétrica e pH dos extratos (Anexos 27 e 28).

De acordo com os valores de condutividade encontrados no Anexo 27 pode-se observar uma proporção entre o aumento da mesma e a concentração do extrato, encontrando os maiores valores em torno de 12 dSm^{-1} .

A literatura por sua vez, apresenta explicações divergentes quanto a influência da condutividade elétrica sobre a germinação, pois SOUZA FILHO (1995) e PATTERSON (1981) e MELKANIA (1992) alegam que valores tanto de pH quanto concentração de íons em extratos aquosos não são considerados fatores de variação em estudos de alelopatia.

Ao aliar-se a germinação com as doses de extrato e os valores de condutividade elétrica do Anexo 27 pode-se verificar uma tendência de elevação da mesma com aumento dos extratos empregados, sugerindo que além do efeito de inibição alelopática possa ter havido inibição pela condutividade elétrica, argumento este não totalmente confirmado pelo fato de que à nível de $5 \text{ g } 100 \text{ ml}^{-1}$ a inibição

também esteve presente e a condutividade manteve-se em torno de 5 dSm^{-1} valor que para SHANNON (1997) e BROW e HAYWARD (1956) pode ser considerado dentro de parâmetros toleráveis.

Portanto, através do presente teste pode-se verificar a presença de agentes inibidores no extrato aquoso à germinação de alfafa nas três doses empregadas, através de atrofiamento radicular e ausência de germinação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cientes de que os sintomas alelopáticos são desencadeados por um conjunto de situações temporais que interagem com o fenômeno pressupõe-se que mesmo promovendo o isolamento de alguns fatores de interferência, o aparecimento de reações adversas seja inevitável, justificando mais uma vez efeitos contraditórios em pesquisas nessa área e portanto a dificuldade de mensurá-la na planta adulta.

Sugere-se uma investigação aprofundada nas relações do elemento B com a ocorrência e efeitos alelopáticos pela tendência verificada de que esse tenha interagido de maneira positiva para anular possíveis efeitos negativos de compostos alelopáticos presentes nos extratos ou no solo.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o experimento pode-se concluir que:

A aplicação de extrato aquoso e resíduos secos de alfafa não causou efeitos alelopáticos negativos junto a plantas adultas da espécie e sim um incremento na produção de matéria seca pela adição de resíduo de alfafa.

As análises dos teores minerais presentes na matéria seca de parte aérea da alfafa estão em consonância com os parâmetros normais para a cultura da alfafa, havendo aumentos nos teores dos elementos potássio e boro.

A análise de solo demonstrou diferenças químicas relativas a natureza distinta de ambos solos, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico e CAMBISSOLO álico, havendo um aumento em ambos solos, nos teores de C, CTC e V% por ocasião dos tratamentos com presença de resíduo e extrato.

O teste de germinação de sementes de alfafa com aplicação de extrato aquoso de alfafa causou inibição no processo germinativo sendo este efeito proporcional ao aumento das concentrações dos extratos, constatando-se autoalelopatia na germinação.

ANEXOS

ANEXO 1 - PRIMEIRA AVALIAÇÃO DE MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA - 2º CORTE

AMOSTRA SOLO ARGILOSO	REPET.	SOLO	EXTR.	RESÍD.	Matéria Seca em g	AMOSTRA SOLO ARENOSO	REPET.	SOLO	EXTR.	RESÍD.	Matéria Seca em g
1	1.0	1.0	1.0	1.0	4.230	41	1.0	2.0	1.0	1.0	2.750
2	2.0	1.0	1.0	1.0	3.240	42	2.0	2.0	1.0	1.0	2.890
3	3.0	1.0	1.0	1.0	3.650	43	3.0	2.0	1.0	1.0	2.730
4	4.0	1.0	1.0	1.0	3.490	44	4.0	2.0	1.0	1.0	5.260
5	5.0	1.0	1.0	1.0	3.980	45	5.0	2.0	1.0	1.0	3.700
6	1.0	1.0	2.0	1.0	3.750	46	1.0	2.0	2.0	1.0	3.660
7	2.0	1.0	2.0	1.0	2.050	47	2.0	2.0	2.0	1.0	3.440
8	3.0	1.0	2.0	1.0	3.170	48	3.0	2.0	2.0	1.0	3.620
9	4.0	1.0	2.0	1.0	2.520	49	4.0	2.0	2.0	1.0	3.250
10	5.0	1.0	2.0	1.0	2.360	50	5.0	2.0	2.0	1.0	3.060
11	1.0	1.0	3.0	1.0	3.750	51	1.0	2.0	3.0	1.0	4.150
12	2.0	1.0	3.0	1.0	3.640	52	2.0	2.0	3.0	1.0	4.970
13	3.0	1.0	3.0	1.0	4.370	53	3.0	2.0	3.0	1.0	4.220
14	4.0	1.0	3.0	1.0	4.070	54	4.0	2.0	3.0	1.0	4.530
15	5.0	1.0	3.0	1.0	3.680	55	5.0	2.0	3.0	1.0	3.530
16	1.0	1.0	4.0	1.0	3.310	56	1.0	2.0	4.0	1.0	3.860
17	2.0	1.0	4.0	1.0	5.270	57	2.0	2.0	4.0	1.0	4.370
18	3.0	1.0	4.0	1.0	3.510	58	3.0	2.0	4.0	1.0	3.710
19	4.0	1.0	4.0	1.0	2.560	59	4.0	2.0	4.0	1.0	3.870
20	5.0	1.0	4.0	1.0	4.390	60	5.0	2.0	4.0	1.0	4.450
21	1.0	1.0	1.0	2.0	3.690	61	1.0	2.0	1.0	2.0	5.220
22	2.0	1.0	1.0	2.0	4.070	62	2.0	2.0	1.0	2.0	5.230
23	3.0	1.0	1.0	2.0	3.480	63	3.0	2.0	1.0	2.0	5.870
24	4.0	1.0	1.0	2.0	3.920	64	4.0	2.0	1.0	2.0	3.870
25	5.0	1.0	1.0	2.0	4.560	65	5.0	2.0	1.0	2.0	5.720
26	1.0	1.0	2.0	2.0	5.460	66	1.0	2.0	2.0	2.0	5.400
27	2.0	1.0	2.0	2.0	3.520	67	2.0	2.0	2.0	2.0	4.630
28	3.0	1.0	2.0	2.0	2.950	68	3.0	2.0	2.0	2.0	4.980
29	4.0	1.0	2.0	2.0	3.830	69	4.0	2.0	2.0	2.0	4.790
30	5.0	1.0	2.0	2.0	4.270	70	5.0	2.0	2.0	2.0	4.790
31	1.0	1.0	3.0	2.0	3.590	71	1.0	2.0	3.0	2.0	4.800
32	2.0	1.0	3.0	2.0	4.170	72	2.0	2.0	3.0	2.0	5.070
33	3.0	1.0	3.0	2.0	4.240	73	3.0	2.0	3.0	2.0	4.170
34	4.0	1.0	3.0	2.0	4.450	74	4.0	2.0	3.0	2.0	4.840
35	5.0	1.0	3.0	2.0	5.200	75	5.0	2.0	3.0	2.0	6.110
36	1.0	1.0	4.0	2.0	5.140	76	1.0	2.0	4.0	2.0	4.150
37	2.0	1.0	4.0	2.0	4.900	77	2.0	2.0	4.0	2.0	4.970
38	3.0	1.0	4.0	2.0	4.740	78	3.0	2.0	4.0	2.0	4.980
39	4.0	1.0	4.0	2.0	2.780	79	4.0	2.0	4.0	2.0	5.440
40	5.0	1.0	4.0	2.0	4.650	80	5.0	2.0	4.0	2.0	4.920

Legenda: solo 1:ARGILOSO
2:ARENOSO
Resíduo: 1 ausência
2 0,6g 100g⁻¹

extrato: 1 : água
2 : 5 g 100 ml⁻¹
3 : 10 g 100 ml⁻¹
4 : 15 g 100ml⁻¹

ANEXO 2 - SEGUNDA AVALIAÇÃO DE MATÉRIA SECA DE PARTE 73
 AÉREA DE ALFAFA - 3º CORTE

AMOSTRA SOLO ARGILOSO	REPET.	SOLO	EXTR.	RESÍD.	Materia seca em g	AMOSTRA SOLO ARENOSO	REPET.	SOLO	EXTR.	RESÍD.	Materia seca em g
1	1.0	1.0	1.0	1.0	7.55	41	1.0	2.0	1.0	1.0	7.67
2	2.0	1.0	1.0	1.0	7.04	42	2.0	2.0	1.0	1.0	5.95
3	3.0	1.0	1.0	1.0	6.19	43	3.0	2.0	1.0	1.0	7.62
4	4.0	1.0	1.0	1.0	5.86	44	4.0	2.0	1.0	1.0	7.25
5	5.0	1.0	1.0	1.0	6.6	45	5.0	2.0	1.0	1.0	9.01
6	1.0	1.0	2.0	1.0	7.82	46	1.0	2.0	2.0	1.0	9.42
7	2.0	1.0	2.0	1.0	5.22	47	2.0	2.0	2.0	1.0	7.46
8	3.0	1.0	2.0	1.0	8.62	48	3.0	2.0	2.0	1.0	9.04
9	4.0	1.0	2.0	1.0	5.71	49	4.0	2.0	2.0	1.0	8.36
10	5.0	1.0	2.0	1.0	6.69	50	5.0	2.0	2.0	1.0	8.35
11	1.0	1.0	3.0	1.0	8.56	51	1.0	2.0	3.0	1.0	9.79
12	2.0	1.0	3.0	1.0	8.85	52	2.0	2.0	3.0	1.0	9.32
13	3.0	1.0	3.0	1.0	9.54	53	3.0	2.0	3.0	1.0	9.58
14	4.0	1.0	3.0	1.0	7.16	54	4.0	2.0	3.0	1.0	8.64
15	5.0	1.0	3.0	1.0	7.34	55	5.0	2.0	3.0	1.0	9.73
16	1.0	1.0	4.0	1.0	7.76	56	1.0	2.0	4.0	1.0	9.91
17	2.0	1.0	4.0	1.0	9.65	57	2.0	2.0	4.0	1.0	9.64
18	3.0	1.0	4.0	1.0	4.61	58	3.0	2.0	4.0	1.0	9.77
19	4.0	1.0	4.0	1.0	6.69	59	4.0	2.0	4.0	1.0	10.84
20	5.0	1.0	4.0	1.0	9.94	60	5.0	2.0	4.0	1.0	8.81
21	1.0	1.0	1.0	2.0	8.28	61	1.0	2.0	1.0	2.0	10.22
22	2.0	1.0	1.0	2.0	11.37	62	2.0	2.0	1.0	2.0	10.51
23	3.0	1.0	1.0	2.0	8.95	63	3.0	2.0	1.0	2.0	11.39
24	4.0	1.0	1.0	2.0	8.97	64	4.0	2.0	1.0	2.0	10.32
25	5.0	1.0	1.0	2.0	9.96	65	5.0	2.0	1.0	2.0	10.32
26	1.0	1.0	2.0	2.0	10.92	66	1.0	2.0	2.0	2.0	11.9
27	2.0	1.0	2.0	2.0	7.71	67	2.0	2.0	2.0	2.0	11.38
28	3.0	1.0	2.0	2.0	8.9	68	3.0	2.0	2.0	2.0	8.64
29	4.0	1.0	2.0	2.0	8.22	69	4.0	2.0	2.0	2.0	12.37
30	5.0	1.0	2.0	2.0	10.35	70	5.0	2.0	2.0	2.0	11.17
31	1.0	1.0	3.0	2.0	9.57	71	1.0	2.0	3.0	2.0	10.73
32	2.0	1.0	3.0	2.0	10.02	72	2.0	2.0	3.0	2.0	11.45
33	3.0	1.0	3.0	2.0	9.32	73	3.0	2.0	3.0	2.0	10.79
34	4.0	1.0	3.0	2.0	8.81	74	4.0	2.0	3.0	2.0	12.6
35	5.0	1.0	3.0	2.0	10.72	75	5.0	2.0	3.0	2.0	11.5
36	1.0	1.0	4.0	2.0	10.91	76	1.0	2.0	4.0	2.0	11.9
37	2.0	1.0	4.0	2.0	9.92	77	2.0	2.0	4.0	2.0	11.62
38	3.0	1.0	4.0	2.0	8.8	78	3.0	2.0	4.0	2.0	11
39	4.0	1.0	4.0	2.0	6.21	79	4.0	2.0	4.0	2.0	10.91
40	5.0	1.0	4.0	2.0	9.68	80	5.0	2.0	4.0	2.0	11.21

Legenda: solo 1:ARGILOSO
 2:ARENOSO
 Resíduo: 1 ausência
 2 0,6g 100 g⁻¹

extrato: 1 : água
 2 : 5 g 100 ml⁻¹
 3 : 10 g 100 ml⁻¹
 4 : 15 g 100ml⁻¹

AMOSTRA SOLO ARGILOSO	REPET.	SOLO	EXTR.	RESID.	Matéria seca em g	AMOSTRA SOLO ARENOSO	REPET.	SOLO	EXTR.	RESID.	Matéria seca em g
1	1.0	1.0	1.0	1.0	8.54	41	1.0	2.0	1.0	1.0	10.81
2	2.0	1.0	1.0	1.0	7.88	42	2.0	2.0	1.0	1.0	7.37
3	3.0	1.0	1.0	1.0	8.6	43	3.0	2.0	1.0	1.0	8.67
4	4.0	1.0	1.0	1.0	9.06	44	4.0	2.0	1.0	1.0	9.73
5	5.0	1.0	1.0	1.0	7.2	45	5.0	2.0	1.0	1.0	11.34
6	1.0	1.0	2.0	1.0	10.09	46	1.0	2.0	2.0	1.0	10.77
7	2.0	1.0	2.0	1.0	7.01	47	2.0	2.0	2.0	1.0	11.31
8	3.0	1.0	2.0	1.0	11.07	48	3.0	2.0	2.0	1.0	11.46
9	4.0	1.0	2.0	1.0	6.47	49	4.0	2.0	2.0	1.0	10.94
10	5.0	1.0	2.0	1.0	7.85	50	5.0	2.0	2.0	1.0	9.72
11	1.0	1.0	3.0	1.0	11.64	51	1.0	2.0	3.0	1.0	11.94
12	2.0	1.0	3.0	1.0	11.02	52	2.0	2.0	3.0	1.0	12.33
13	3.0	1.0	3.0	1.0	10.6	53	3.0	2.0	3.0	1.0	10.58
14	4.0	1.0	3.0	1.0	10.07	54	4.0	2.0	3.0	1.0	11.1
15	5.0	1.0	3.0	1.0	10.58	55	5.0	2.0	3.0	1.0	10.57
16	1.0	1.0	4.0	1.0	11.24	56	1.0	2.0	4.0	1.0	13.53
17	2.0	1.0	4.0	1.0	11.04	57	2.0	2.0	4.0	1.0	12.21
18	3.0	1.0	4.0	1.0	9.89	58	3.0	2.0	4.0	1.0	10.5
19	4.0	1.0	4.0	1.0	8.72	59	4.0	2.0	4.0	1.0	11.34
20	5.0	1.0	4.0	1.0	10.9	60	5.0	2.0	4.0	1.0	10.68
21	1.0	1.0	1.0	2.0	8.6	61	1.0	2.0	1.0	2.0	12.08
22	2.0	1.0	1.0	2.0	11.24	62	2.0	2.0	1.0	2.0	11.89
23	3.0	1.0	1.0	2.0	8.84	63	3.0	2.0	1.0	2.0	11.91
24	4.0	1.0	1.0	2.0	9.79	64	4.0	2.0	1.0	2.0	8.71
25	5.0	1.0	1.0	2.0	9.77	65	5.0	2.0	1.0	2.0	14.09
26	1.0	1.0	2.0	2.0	11.54	66	1.0	2.0	2.0	2.0	12.03
27	2.0	1.0	2.0	2.0	9.04	67	2.0	2.0	2.0	2.0	12.4
28	3.0	1.0	2.0	2.0	9.27	68	3.0	2.0	2.0	2.0	7.87
29	4.0	1.0	2.0	2.0	8.51	69	4.0	2.0	2.0	2.0	11.79
30	5.0	1.0	2.0	2.0	10.33	70	5.0	2.0	2.0	2.0	10.24
31	1.0	1.0	3.0	2.0	10.4	71	1.0	2.0	3.0	2.0	12.11
32	2.0	1.0	3.0	2.0	13.46	72	2.0	2.0	3.0	2.0	12.26
33	3.0	1.0	3.0	2.0	12.95	73	3.0	2.0	3.0	2.0	13.76
34	4.0	1.0	3.0	2.0	12.19	74	4.0	2.0	3.0	2.0	12.01
35	5.0	1.0	3.0	2.0	12.35	75	5.0	2.0	3.0	2.0	13.88
36	1.0	1.0	4.0	2.0	13.62	76	1.0	2.0	4.0	2.0	12.09
37	2.0	1.0	4.0	2.0	13.55	77	2.0	2.0	4.0	2.0	12.07
38	3.0	1.0	4.0	2.0	12.2	78	3.0	2.0	4.0	2.0	13.73
39	4.0	1.0	4.0	2.0	9.05	79	4.0	2.0	4.0	2.0	12.34
40	5.0	1.0	4.0	2.0	13.42	80	5.0	2.0	4.0	2.0	9.74

Legenda: solo 1:ARGILOSO
2:ARENOSO
Residuo: 1- ausência
2 - 0,6g 100g⁻¹

extrato: 1: água
2: 5 g 100 ml⁻¹
3: 10 g 100 ml⁻¹
4: 15 g 100ml⁻¹

ANEXO 4 – ANÁLISES DE VARIÂNCIA PARA A PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA REFERENTE AO 2°, 3° E 4° CORTE

2° CORTE

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	4.389695	3	1.463232	3.271	0.0268
SOLO	5.692445	1	5.692445	12.725	0.0007
RESÍDUO	16.726205	1	16.726205	37.389	0.0000
RESÍDUO X EXTRATO	1.8261350	3	0.6087117	1.361	0.2628
RESÍDUO X SOLO	1.6074450	1	1.6074450	3.593	0.0625
EXTRATO X SOLO	0.4646950	3	0.1548993	0.346	0.7920
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	1.4252550	3	0.4750850	1.062	0.3715
RESIDUAL	28.630880	64	0.4473575		
TOTAL	60.762755	79			

C.V. = 16,09%

3°CORTE

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	16.648030	3	5.549343	4.237	0.0086
SOLO	49.770125	1	49.770125	37.997	0.0000
RESÍDUO	92.364020	1	92.364020	70.515	0.0000
RESÍDUO X EXTRATO	7.2425300	3	2.4141767	1.843	0.1483
RESÍDUO X SOLO	0.3892050	1	0.3892050	0.297	0.5934
EXTRATO X SOLO	3.9296850	3	1.3098950	1.000	0.3987
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.1770650	3	0.0590217	0.045	0.9872
RESIDUAL	83.830760	64	1.3098556		
TOTAL	254.35142	79			

C.V.=12,44%

4° CORTE

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	65.244524	3	21.748175	12.001	0.0000
SOLO	24.564361	1	24.564361	13.555	0.0005
RESÍDUO	32.219911	1	32.219911	17.780	0.0001
RESÍDUO X EXTRATO	3.5884137	3	1.1961379	0.660	0.5796
RESÍDUO X SOLO	1.3860112	1	1.3860112	0.765	0.3944
EXTRATO X SOLO	7.5355838	3	2.5118613	1.386	0.2551
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	4.6563338	3	1.5521113	0.857	0.4683
RESIDUAL	115.97656	64	1.8121337		
TOTAL	255.17170	79			

C.V. =16,06%

**ANEXO 5 - RESULTADOS DA ANÁLISE DO TEORES MINERAIS DE
MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Elemento	Resíduo	Solo g kg ⁻¹								Elemento	Resíduo	Solo mg kg ⁻¹							
		Cambissolo				Latossolo						Cambissolo				Latossolo			
		g 100ml ⁻¹				g 100ml ⁻¹						g 100ml ⁻¹				g 100ml ⁻¹			
		0	5	10	15	0	5	10	15			0	5	10	15	0	5	10	15
N	0	4.32 4.448 3.36 3.968 3.936	4.096 - 4.016 4.576 3.648	3.744 3.728 4.272 3.744 4	4.016 3.792 4.512 4.128 4.272	3.824 - 4.048 3.472	3.984 3.824 3.872 3.732 4.08	3.456 3.664 3.824 3.904 3.952	3.52 3.68 3.696 3.792 3.728	Fe	0	96 103 74 85 76	115 56 114 84 78	71 98 68 83 101	93 91 128 80 95	88 153 106 126 163	109 75 89 101 98	125 86 105 69 100	58 101 89 101 111
	0,6 g 100g ⁻¹	3.84 3.616 4.128 4.112 4.096	4.018 4.096 4.16 3.872 3.392	3.856 3.984 3.824 3.728 3.792	3.888 3.808 4.128 3.936 3.808	4 3.856 3.904 3.936 3.632	3.712 3.616 4.176 3.648 3.696	- 3.92 3.472 3.568 4.16	3.6 4.208 3.904 4.192 4.064		0,6 g 100g ⁻¹	111 91 129 118 75	96 171 50 150 75	105 125 90 89 85	124 89 94 116 136	108 126 95 75 120	59 103 221 106 108	86 84 85 93 110	106 79 76 109 89
P	0	3.81 3.31 2.84 2.57 3.39	2.82 3.07 2.6 3.35 2.56	2.65 2.23 2.3 2.78 2.84	2.92 2.1 3.21 2.86 2.63	4.27 5.03 4.86 4.52 4.15	3.97 4.02 4.89 3.61 4.22	3.44 3.61 2.99 2.89 4.41	3.28 3.56 4.58 3.68 3.94	Mn	0	60 60 40 41 61	45 46 59 54 61	54 51 61 48 43	59 68 75 50 58	59 50 70 58 61	45 41 49 51 56	35 41 30 55 54	40 60 39 54 50
	0,6 g 100g ⁻¹	2.64 2.25 3.3 3.02 3.17	2.71 3.28 5.86 3.36 3.1	2.85 2.18 2.63 2.84 2.52	2.08 2.43 3.26 3.68 2.42	6.43 3.84 4.03 4.37 3.95	3.79 3.53 14.23 4.63 4.66	4.22 3.84 3.56 4.33 5.93	3.64 4.74 4.02 4.2 0		0,6 g 100g ⁻¹	63 69 63 60 55	59 74 51 56 43	53 53 70 66 74	73 74 66 66 75	51 59 53 64 71	51 71 177 60 40	60 58 56 50 55	70 48 53 75 55
K	0	31.6 31.7 27.6 28.8 35.8	38.5 38.5 39.3 55.5 47.9	43.4 42.9 42.9 43.8 42.9	43.9 42.9 46.9 43.1 47.5	29.8 40.3 33.9 33.8 26.9	44.2 41.8 41.4 40.3 42.1	45.4 47.9 43.6 47.9 47.7	41.8 33.3 37.5 36.4 40.4	Cu	0	18 19 15 15 18	14 16 16 20 16	14 14 18 20 16	19 13 14 16 16	8 13 10 13 13	11 11 10 16 9	8 6 6 10 13	13 13 14 10 13
	0,6 g 100g ⁻¹	42.1 38.9 44.3 44.8 42.9	48.6 50.3 44.9 53.3 50.9	54.9 39.6 49.1 52.8 48.8	47.1 55.8 47.6 52.6 46.4	31.7 29.8 30.9 36.2 26.6	34.7 34.8 31.5 34.3 33.4	35.7 37.9 33.9 34.8 35.1	37.6 41.7 37.6 37.1 35.4		0,6 g 100g ⁻¹	14 19 15 16 15	16 18 18 18 13	14 16 16 19 13	14 13 15 19 13	6 8 6 8 4	4 13 18 6 9	10 10 11 8 8	9 23 9 5 6
Ca	0	12.5 15 12 15.1 14	10.5 13.5 13.6 15.4 15.8	13.8 15.6 13 14 14.1	17 12.6 11.5 13.4 12.8	14.4 15 15.1 13.4 12.5	14.4 11.3 12.1 12.4 11.3	9.8 12.4 11.3 11 9.3	9.8 11.6 11.5 9.9 12.5	Zn	0	21 20 18 16 21	18 18 18 21 23	20 19 19 20 19	23 18 20 19 20	16 18 14 14 14	15 13 14 14 14	14 14 15 13 15	14 15 16 15 14
	0,6 g 100g ⁻¹	14.3 13.5 14 12.8 12	13.3 19 13.4 14.3 10.9	12.9 11.1 17.8 14.8 14.8	14 15 15.4 15.5 14.4	11.1 11.4 11.5 13.1 11	10.8 9.4 11.1 10.3 12.4	12.6 10.8 9.5 10.9 11.3	13 10.3 9.5 11.6 11.3		0,6 g 100g ⁻¹	19 20 19 19 21	21 25 20 23 20	25 18 21 16 19	16 16 20 21 19	13 15 16 20 14	13 16 48 14 14	14 15 14 14 13	15 15 15 16 14
Mg	0	4.5 5.5 4.5 4.9 5.3	3.5 4.4 4 5 4.8	4.5 4.6 5 4.5 4.5	4.6 4.9 3.9 4.8 3.8	3.8 3.6 4 4 3.1	4 2.8 3 3.5 3	2.9 3.6 2.8 2.6 2.8	2.8 3 3.1 2.8 3.8	B	0	21 23 19 19 19	28 23 27 21 22	37 25 25 23 72	24 31 28 31 36	37 32 30 33 38	36 32 32 36 45	46 60 46 40 45	51 49 44 13 42
	0,6 g 100g ⁻¹	3.9 4.4 4 4.5 4.9	4.8 5.9 4.3 3.9 3.6	4.6 3.6 5.3 3.9 4.6	4.5 5 5.8 4.5 4.4	3.3 2.9 2.9 3.3 3.1	2.6 2.8 2.6 2.9 3.1	2.8 2.5 2.6 3 2.8	3.4 3.1 3.1 3.3 4.1		0,6 g 100g ⁻¹	35 25 29 41 38	102 104 97 34 33	33 33 38 34 40	34 45 43 33 46	41 51 39 15 35	38 49 40 45 41	14 49 50 48 48	51 44 45 53 50

**ANEXO 6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO NITROGÊNIO
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	0.1493337	3	0.0137813	0.241	0.6307
SOLO	0.4697112	1	0.0497779	0.869	0.46620
RESÍDUO	0.0137813	1	0.4697112	8.198	0.0057
RESÍDUO X EXTRATO	0.1095538	3	0.0365179	0.637	0.5937
RESÍDUO X SOLO	0.2111512	1	0.2111512	3.685	0.0594
EXTRATO X SOLO	0.0231437	3	0.0077146	0.135	0.9390
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.2068838	3	0.0689613	1.204	0.31156
RESIDUAL	3.66669600	64	0.0572963		
TOTAL	4.85051188	79			

C.V. = 6,15%

**ANEXO 7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO FÓSFORO
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	14.534644	3	4.844881	2.580	0.0612
SOLO	38.517001	1	38.517001	20.511	0.0000
RESÍDUO	2.749111	1	2.749111	1.464	0.2308
RESÍDUO X EXTRATO	8.6887438	3	2.8962479	1.542	0.2121
RESÍDUO X SOLO	1.0603013	1	1.0603013	0.565	0.4632
EXTRATO X SOLO	3.0185738	3	1.0061913	0.536	0.6594
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	2.2010937	3	0.7336979	0.391	0.7601
RESIDUAL	120.18488	64	1.8778888		
TOTAL	190.95435	79			

c.v. = 37,54

**ANEXO 8 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO POTÁSSIO
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	1077.4975	3	359.1658	28.293	0.0000
SOLO	1008.2000	1	1008.2000	79.421	0.0000
RESÍDUO	14.9645	1	14.9645	1.179	0.2817
RESÍDUO X EXTRATO	173.46150	3	57.82050	4.555	0.0059
RESÍDUO X SOLO	756.45000	1	756.45000	59.590	0.0000
EXTRATO X SOLO	90.05200	3	30.01733	2.365	0.0793
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	96.73800	3	32.24600	2.540	0.0642
RESIDUAL	812.43600	64	12.694312		
TOTAL	4029.7995	79			

C.V. = 8,75

**ANEXO 9 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO CÁLCIO
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	4.89038	3	1.63013	0.673	0.5718
SOLO	111.62812	1	111.62812	46.083	0.0000
RESÍDUO	1.27512	1	1.27512	0.526	0.4785
RESÍDUO X EXTRATO	13.387375	3	4.4624583	1.842	0.1484
RESÍDUO X SOLO	8.515125	1	8.5151250	3.515	0.0654
EXTRATO X SOLO	21.166375	3	7.0554583	2.913	0.0410
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	3.583375	3	1.1944583	0.493	0.6883
RESIDUAL	155.02800	64	2.4223125		
TOTAL	319.47387				

C.V. = 4,43%

**ANEXO 10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO MAGNÉSIO
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	3.712375	3	1.237458	2.831	0.0453
SOLO	33.411125	1	33.411125	76.445	0.0000
RESÍDUO	0.010125	1	0.010125	0.023	0.8811
RESÍDUO X EXTRATO	3.3073750	3	1.1024583	2.522	0.0656
RESÍDUO X SOLO	0.9461250	1	0.9461250	2.165	0.1461
EXTRATO X SOLO	1.5663750	3	0.5221250	1.195	0.3189
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	2.3593750	3	0.7864583	1.799	0.1562
RESIDUAL	27.972000	64	0.4370625		
TOTAL	73.284875	79			

c.v. = 17,21%

**ANEXO 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO FERRO
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	1933.8375	3	644.6125	0.898	0.4472
SOLO	418.6125	1	418.6125	0.583	0.4560
RESÍDUO	1240.3125	1	1240.3125	1.728	0.1934
RESÍDUO X EXTRATO	1561.7375	3	520.5792	0.725	0.5407
RESÍDUO X SOLO	1487.8125	1	1487.8125	2.073	0.1548
EXTRATO X SOLO	2787.2375	3	929.0792	1.294	0.2840
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	1363.8375	3	454.6125	0.633	0.5962
RESIDUAL	45941.600	64	717.83750		
TOTAL	56734.987	79			

C.V. = 26,8%

**ANEXO 12 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO MANGANÊS
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	542.9536	3	180.9845	0.690	0.5612
SOLO	105.8246	1	105.8246	0.404	0.5342
RESÍDUO	2421.1593	1	2421.1593	9.236	0.0034
RESÍDUO X EXTRATO	422.5259	3	140.84197	0.537	0.6584
RESÍDUO X SOLO	132.5666	1	132.56658	0.506	0.4872
EXTRATO X SOLO	1503.3936	3	501.13120	1.912	0.1366
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	951.5177	3	317.17256	1.210	0.3133
RESIDUAL	16776.650	64	262.13516		
TOTAL	22793.200	79			

c.v. = 27,89%

**ANEXO 13 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO COBRE
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	9.85000	3	3.28333	0.356	0.7847
SOLO	649.80000	1	649.80000	70.535	0.0000
RESÍDUO	24.20000	1	24.20000	2.627	0.1100
RESÍDUO X EXTRATO	36.100000	3	12.033333	1.306	0.2801
RESÍDUO X SOLO	6.050000	1	6.050000	0.657	0.4294
EXTRATO X SOLO	37.900000	3	12.633333	1.371	0.2595
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	34.450000	3	11.483333	1.246	0.3003
RESIDUAL	589.60000	64	9.2125000		
TOTAL	1387.9500	79			

C.V. = 23,29%

**ANEXO 14 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO ZINCO
PRESENTE NA MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	25.25000	3	8.41667	0.524	0.6675
SOLO	336.20000	1	336.20000	20.923	0.0000
RESÍDUO	18.05000	1	18.05000	1.123	0.2932
RESÍDUO X EXTRATO	62.85000	3	20.950000	1.304	0.2809
RESÍDUO X SOLO	7.20000	1	7.200000	0.448	0.5128
EXTRATO X SOLO	91.90000	3	30.633333	1.906	0.1374
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	101.70000	3	33.900000	2.110	0.1077
RESIDUAL	1028.4000	64	16.068750		
TOTAL	1671.5500	79			

C.V. = 22,67%

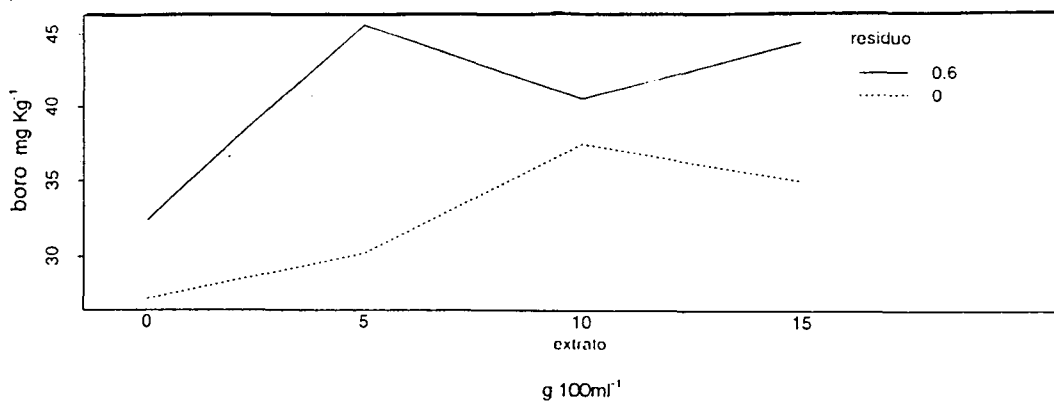
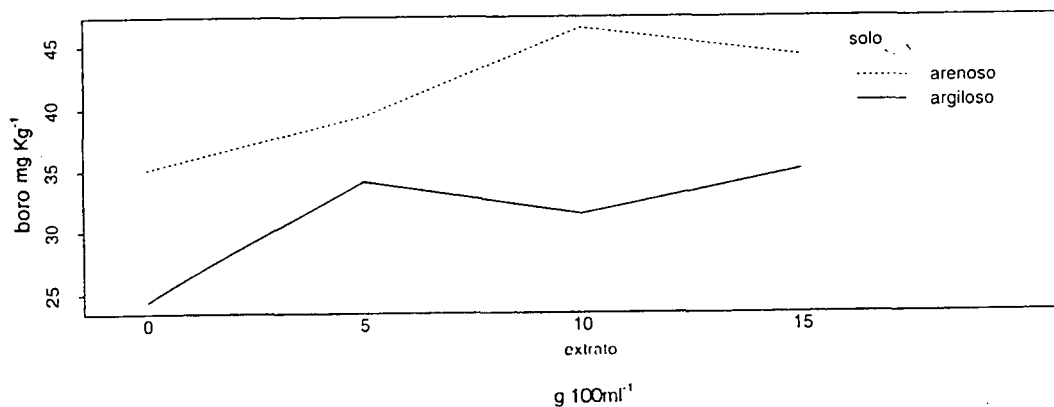
ANEXO 15-ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO BORO PRESENTE NA
MATÉRIA SECA DE PARTE AÉREA DE ALFAFA

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível Significativo
EXTRATO	1223	3	408	7.6	0.00000
SOLO	2005	1	2005	37.6	0.00042
RESÍDUO	1196	1	1196	22.4	0.00002
RESÍDUO X EXTRATO	422	3	141	2.6	0.0575505
RESÍDUO X SOLO	357	1	357	6.7	0.0120689
EXTRATO X SOLO	272	3	91	1.7	0.1771568
RESÍDUO X SOLO X EXTRATO	215	3	72	1.3	0.2688000
RESIDUAL	3310	62	0.4370625		
TOTAL	9000	77			

c.v.= 19,65%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ANEXO 16 - TEORES MÉDIOS DE BORO PRESENTES NA MATÉRIA SECA



ANEXO 17 - VALORES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS ANALISADO NO SOLO.

ELEMENTO	RESIDUO	SOLO							
		CAMBISSOLO				LATOSSOLO			
		EXTRATO g 100 ml ⁻¹				EXTRATO g 100 ml ⁻¹			
		0	5	10	15	0	5	10	15
pH (pH _{CaCl₂})	0	6.6	6.5	6.6	6.6	6.3	6.7	6.6	6.5
		6.7	6.5	6.4	6.4	6.5	6.6	6.5	6.6
		6.7	6.7	6.5	6.5	6.4	6.7	6.6	6.6
		6.7	6.5	6.5	6.5	6.4	6.6	6.5	6.7
		6.6	6.5	6.6	6.6	6.7	6.5	6.8	6.5
	0,6g 100g ⁻¹	6.4	6.5	6.6	6.5	6.4	6.6	6.5	6.5
		6.6	6.7	6.5	6.6	6.6	6.7	6.6	6.5
		6.6	6.6	6.5	6.5	6.3	6.5	6.5	6.7
		6.4	6.5	6.5	6.4	6.4	6.6	6.7	6.5
		6.4	6.5	6.6	6.5	5.9	6.5	6.7	6.5
Al (Cmol _c dm ⁻³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
	0,6g 100g ⁻¹	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
H+Al (Cmol _c dm ⁻³)	0	3.42	3.42	3.42	3.42	1.89	2.03	2.03	1.89
		3.68	1.89	3.68	3.42	2.03	2.03	1.89	1.89
		3.42	3.42	3.42	3.42	2.19	2.03	2.03	1.89
		3.42	3.42	3.42	3.42	2.03	2.03	1.89	1.89
		3.68	3.42	3.42	3.18	2.03	1.75	1.89	1.75
	0,6g 100g ⁻¹	3.42	3.42	3.18	3.18	2.03	1.89	1.89	1.89
		3.42	3.42	3.42	3.42	2.03	1.89	1.89	1.89
		3.18	3.42	3.18	2.95	1.89	1.89	1.89	1.89
		3.18	3.18	3.42	3.42	2.03	1.89	1.89	1.75
		3.42	3.18	3.42	3.18	2.03	1.89	1.89	1.89
Ca (Cmol _c dm ⁻³)	0	8.8	9.1	9.6	9.0	3.0	3.0	3.5	3.2
		9.5	9.6	8.9	9.4	3.6	3.2	3.2	3.4
		9.3	9.7	9.6	9.0	3.5	3.6	3.0	3.4
		9.6	9.8	9.3	9.4	3.2	3.2	3.1	3.3
		9.1	9.7	9.2	8.6	3.4	3.4	3.3	3.1
	0,6g 100g ⁻¹	9.9	9.3	9.0	8.8	2.7	3.2	2.9	3.2
		9.3	9.0	8.7	9.5	2.9	3.4	3.5	3.3
		9.0	8.9	8.6	9.0	3.3	3.4	3.1	3.1
		9.4	8.9	9.0	9.2	3.1	3.0	3.7	3.2
		9.3	8.2	9.2	8.9	3.4	3.1	3.1	3.6
Mg (Cmol _c dm ⁻³)	0	5.7	6.2	6.0	6.4	1.7	1.5	1.4	1.6
		6.5	6.8	6.6	7.3	1.8	1.5	1.5	1.5
		6.2	6.3	7.0	5.8	1.5	1.6	1.7	1.5
		6.0	5.7	6.9	5.9	1.5	1.5	1.6	1.6
		6.9	6.6	5.9	6.7	1.8	2.0	1.8	1.8
	0,6g 100g ⁻¹	6.8	7.0	5.6	6.2	2.0	2.2	1.3	1.4
		6.7	4.9	6.2	6.0	2.1	1.4	1.5	1.8
		6.3	5.8	5.0	5.5	1.8	0.8	1.6	1.3
		6.5	5.8	6.3	5.5	1.3	1.8	1.0	1.4
		6.7	5.9	6.8	6.2	1.7	2.1	1.3	1.4
K (Cmol _c dm ⁻³)	0	0.16	0.5	1.14	1.18	0.07	0.2	0.48	0.6
		0.2	0.56	1.02	0.6	0.13	0.18	0.49	0.68
		0.21	0.17	0.46	1.84	0.09	0.16	0.58	0.76
		0.21	0.68	1.02	1.8	0.1	0.16	0.37	0.72
		0.22	0.56	0.76	0.92	0.08	0.26	0.32	0.76
	0,6g 100g ⁻¹	0.51	0.58	1.4	1.08	0.31	0.51	0.72	1.05
		0.36	1.11	1.23	1.08	0.32	0.57	0.76	1.05
		0.96	1.02	1.75	2.8	0.32	0.66	0.76	0.84
		0.39	1.36	1.05	2.3	0.4	0.58	0.76	1.02
		0.51	1.5	1.29	1.72	0.28	0.59	0.7	1.02
P (mg.Kg ⁻¹)	0	35	30	40	37	132	168	147	183
		46	31	35	34	147	132	147	160
		37	37	35	42	156	147	147	183
		27	31	27	44	168	156	156	147
		31	29	34	33	132	168	168	147
	0,6g 100g ⁻¹	30	42	42	38	168	132	120	168
		30	37	40	34	168	183	168	204
		38	34	40	52	147	168	156	123
		29	52	38	68	147	156	168	136
		33	38	30	40	147	138	204	136
C G/dm ⁻³	0	30.9	30.9	29.6	28.2	9.5	6.9	9.5	8.2
		28.2	30.5	34.8	30.9	6.9	6.9	8.2	10.6
		29.6	30.9	32.2	30.9	6.9	8.2	8.2	8.2
		29.6	29.6	30.9	30.9	8.2	9.5	9.5	8.2
		29.6	30.9	28.2	33.5	8.2	6.9	8.2	8.2
	0,6g 100g ⁻¹	32.2	32.5	32.2	32.2	9.5	6.9	10.6	10.6
		33.5	32.2	32.2	32.2	8.2	8.2	8.2	9.5
		32.2	30.9	34.8	33.5	8.2	8.2	8.2	8.2
		30.9	34.8	30.9	32.2	8.2	8.2	9.5	9.5
		29.6	32.2	30.9	33.5	9.5	8.2	6.9	9.5

ANEXO 18 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O VALOR DE pH CaCl₂ REFERENTE AO SOLO

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	0.1105000	3	0.0368333	2.875	0.0430
SOLO	0.0000000	1	0.0000000	0.000	1.0000
RESÍDUO	0.0405000	1	0.0405000	3.161	0.0802
RESÍDUO X EXTRATO	0.0905000	3	0.0301667	2.354	0.0802
RESÍDUO X SOLO	0.0020000	1	0.0020000	0.156	0.6983
EXTRATO X SOLO	0.2170000	3	0.0723333	5.646	0.0017
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.0070000	3	0.0023333	0.182	0.9082
RESIDUAL	0.8200000	64	0.1281125		
TOTAL	1.2875000	79			

C.V. = 1,73%

**ANEXO 19 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS ELEMENTOS H+AL
REFERENTE AO SOLO**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	0.2866122	3	0.095374	2.352	0.0804
SOLO	39.365374	1	39.365374	970.958	0.0000
RESÍDUO	0.063732	1	0.063732	1.572	0.2145
RESÍDUO X EXTRATO	0.10038862	3	0.0334621	0.825	0.4847
RESÍDUO X SOLO	0.00366180	1	0.0036180	0.089	0.7693
EXTRATO X SOLO	0.1034442	3	0.0344814	0.850	0.4715
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.1753241	3	0.0584414	1.441	0.2390
RESIDUAL	2.5947392	64	0.0405428		
TOTAL	42.692740	79			

C.V. = 7,66%

ANEXO 20 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO FÓSFORO REFERENTE AO SOLO

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	11.519150	3	3.83917	2.309	0.0847
SOLO	44.491445	1	44.491445	26.760	0.0000
RESÍDUO	4.503005	1	4.503005	22.708	0.1047
RESÍDUO X EXTRATO	6.8456250	3	2.2818750	1.372	0.2592
RESÍDUO X SOLO	2.2311200	1	2.2311200	1.342	0.2510
EXTRATO X SOLO	1.2460050	3	0.4153350	0.250	0.8612
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.8165500	3	0.2721833	0.164	0.9204
RESIDUAL	106.40688	64	1.6626075		
TOTAL	178.05978	79			

C.V. = 1,34%

**ANEXO 21 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO POTÁSSIO
REFERENTE AO SOLO**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	8.7598450	3	2.9199483	36.956	0.0000
SOLO	3.9605000	1	3.9605000	50.125	0.0000
RESÍDUO	3.1284050	1	3.1284050	39.594	0.0000
RESÍDUO X EXTRATO	0,1192450	3	0.0397483	0.503	0.6815
RESÍDUO X SOLO	0.1767200	1	0.1767200	2.237	0.1397
EXTRATO X SOLO	0.7090300	3	0.2363433	2.991	0.0374
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.0122500	3	0.0040833	0.052	0.9844
RESIDUAL	5.0568000	64	0.790125		
TOTAL	21.922795	79			

C.V. = 0,38%

**ANEXO 22 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO CÁLCIO
REFERENTE AO SOLO**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	0.111438	3	0.03813	0.505	0.6805
SOLO	705.07813	1	705.07813	9331.059	0.0000
RESÍDUO	0.52812	1	0.52812	6.989	0.0103
RESÍDUO X EXTRATO	0.4373750	3	0.1457917	1.929	0.1337
RESÍDUO X SOLO	0.1711250	1	0.1711250	2.265	0.1373
EXTRATO X SOLO	0.2713750	3	0.0904583	1.197	0.3180
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.8183750	3	0.2727917	3.610	0.0179
RESIDUAL	4.8360000	64	0.0755625		
TOTAL	712.25488	79			

C.V. = 4,43%

**ANEXO 23 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS ELEMENTOS CÁLCIO +
MAGNÉSIO REFERENTE AO SOLO**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	1.3804	3	0.4601	1.705	0.1748
SOLO	2239.7861	1	2239.7861	8299.346	0.0000
RESÍDUO	2.2781	1	2.2781	8.441	0.0050
RESÍDUO X EXTRATO	1.8563750	3	0.6187917	2.293	0.0864
RESÍDUO X SOLO	0.8201550	1	0.8201550	3.039	0.0861
EXTRATO X SOLO	0.5183750	3	0.1727917	0.640	0.5919
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	1.9903750	3	0.6634583	2.458	0.0708
RESIDUAL	17.272000	64	0.2698750		
TOTAL	2265.9019	79			

C.V. = 5,13 %

**ANEXO 24 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO ELEMENTO CARBONO
REFERENTE AO SOLO**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	11.736	3	3.912	2.394	0.0765
SOLO	10517.991	1	10517.991	6436.713	0.0000
RESÍDUO	23.871	1	23.871	14.608	0.0003
RESÍDUO X EXTRATO	2.5383750	3	0.8461250	0.518	0.6715
RESÍDUO X SOLO	8.3851250	1	8.3851250	5.131	0.0269
EXTRATO X SOLO	5.3923750	3	1.79745583	1.100	0.3557
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	0.3223750	3	0.1074583	0.066	0.9778
RESIDUAL	104.58000	64	1.6340625		
TOTAL	10674.817	79			

C.V. = 25,26 %

**ANEXO 25 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL CTC
REFERENTE AO SOLO**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	2.9433	3	0.9811	4.426	0.0069
SOLO	3099.4275	1	3099.4275	13981.972	0.0000
RESÍDUO	0.0078	1	0.0078	0.035	0.8538
RESÍDUO X EXTRATO	0.9547338	3	0.3182446	1.436	0.2406
RESÍDUO X SOLO	0.2152812	1	0.2152812	0.971	0.3386
EXTRATO X SOLO	0.4853438	3	0.1617813	0.730	0.5380
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	1.0175338	3	0.3391779	1.530	0.2152
RESIDUAL	14.1887080	64	0.2216731		
TOTAL	3119.2386	79			

C.V. = 3,49

**ANEXO 26 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL V%
REFERENTE AO SOLO**

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	51.35534	3	17.1178	8.727	0.00062
SOLO	1893.1401	1	1893.1401	965.121	0.000
RESÍDUO	8.4247	1	8.4247	4.295	0.042259
RESÍDUO X EXTRATO	1.561375	3	0.5204585	0.265	0.850134
RESÍDUO X SOLO	2.830842	1	2.8308419	1.443	0.234056
EXTRATO X SOLO	17.121951	3	5.7073169	2.910	0.041202
RESÍDUO X SOLOXEXTRATO	13.008900	3	4.3363001	2.211	0.09896
RESIDUAL	125.53973	64	1.9615582		
TOTAL	2112.9811	79			

C.V. = 1,79%

ANEXO 27 - VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EXPRESSA EM DS M⁻¹ NO EXTRATO AQUOSO DE ALFAFA

Concentração (g/100ml ⁻¹)	1ª Aplicação	2ª Aplicação	3ª Aplicação
5	5,35	5,21	5,71
10	9,35	8,59	9,74
15	12,17	12,72	12,65

ANEXO 28 - VALORES DE pH DO EXTRATO AQUOSO DE ALFAFA

Concentração (g/100ml ⁻¹)	1ª Aplicação	2ª Aplicação	3ª Aplicação
5	6,3	6,5	6,2
10	6,6	6,4	6,1
15	6,4	6,6	6,3

ANEXO 29 - NÚMERO DE SEMENTES GERMINADAS NA PRESENÇA DE EXTRATOS DE ALFAFA EM QUATRO SUBSTRATOS

Substrato	Repetição	Extrato em g 100ml ⁻¹			
		0	5	10	15
PAPEL FILTRO	1	46	33	21	
	2	42	25		
	3	44	32		
	4	40	40		
SÍLICA MOÍDA	1	32			
	2	39			
	3	34			
	4	42			
SOLO ARGILOSO	1	47	39	21	18
	2	37	40	46	17
	3	40	47	42	13
	4	45	37	40	8
SOLO ARENOSO	1	40	19	1	
	2	42	22		
	3	40	36		
	4	40	27	1	

ANEXO 30 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFAFA NA PRESENÇA DE EXTRATO AQUOSO DE ALFAFA

Causas de Variação	Soma de quadrados	Grau de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de Significância (p)
EXTRATO	12901.422	3	1660.9323	63.844	0.0000
SOLO	4982.797	3	4300.4740	165.304	0.0000
EXTRATO X SOLO	3231.6406	9	359.07118	13.802	0.0000
RESIDUAL	1248.7500	48	26.015625		
TOTAL	22364.609	63			

C.V. = 25,6%

ANEXO 31 - ESTIMATIVAS DAS MÉDIAS DE TEMPERATURA NO INTERIOR DA CASA DE VEGETAÇÃO DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Mês	Temperatura média mínima °C	Temperatura média máxima °C
Junho/97	12	27
Julho/97	12	30
Agosto/97	12	32
Setembro/97	14	32
Outubro/97	16	31
Novembro/97	19	34
Dezembro/97	20	39
Janeiro/ 98	22	40

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALMEIDA, F. S. A alelopatia e as plantas. Londrina: **Circular. Iapar**, n. 53, 60p., 1988.
- 2 ALMEIDA, F.S. Controle de plantas daninhas em plantio direto. **Circular. Iapar**, Londrina: n. 67, 34 p., 1991.
- 3 AUGSPURGER, C.K. Seed dispersal of the tropical tree, *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 71, p. 759-771, 1983.
- 4 BASSON, W.D. et al. An automated procedure for the determination of boron in plant tissue. **Analyst**, London, v. 94 p. 1135-1141, 1969.
- 5 BAZIRAMAKENG, R.; LEROUX G. D.; SIMARD R. R; NADEAU P. Allelopathic effects of phenolic acids on nucleic acid and protein levels in soybean seedlings. **Canadian Journal of Botany**, New York, v.75, p.445-450, 1997.
- 6 BHOWMIK, P.C. ; DOLL, J. D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 601-606, july-aug, 1982.
- 7 BHOWMIK, P. C. ; DOLL, J. D. Allelopathic effects of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.383-388, may-june, 1984.
- 8 BLUM, U.; WEED, S. B. ; DALTON, B. R. Influence of various soil factors on the effects of ferulic acid on leaf expansion of cucumber seedlings. **Plant and soil**, Dordrecht, v.98, p.111-130, 1987.
- 9 BLUM, U.; WENTWORTH, T. R.; KLEIN, K; WORSHAM, L.D.; GERIG, T. M. LYU, S. W. Phenolic acid content of soil from wheat-no till, wheat-conventional till, and fallow-conventional till soybean cropping systems. **Journal of Chemical Ecology**, Pricenton, v.17,n.6 p.1045-1069, 1991.
- 10 BOWER, C. A. G. OGATA, ; TUCKER, J. M. Rootzone salt profiles and alfalfa growth as influenced by irrigation water salinity and leaching fraction. **Agronomy Journal**, Madison, v 61, p.783-785, 1969.
- 11 BROWN, J. W. ; HAYWARD. Salt tolerance of alfalfa varieties. **Agronomy Journal**, Madison, v.48, p.18-20, 1956.

- 12 CENSO Agropecuário Paraná, Rio de Janeiro,1983. In: RECENSEAMENTO GERAL DO BRASIL(9:1980). **IX Recenseamento Geral do Brasil – 1980**. Brasília: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980. v.2,t.3, n.20, pte.2
- 13 CENSO Agropecuário Paraná, Rio de Janeiro,1983. In: RECENSEAMENTO GERAL DO BRASIL(9:1980). **X Recenseamento Geral do Brasil – 1995-1996**. Brasília: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980. v.2,t.3, n.20, pte.2
- 14 CHOU, C-H ; WALLER G. R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica*. **Journal of Chemical Ecology**, Princeton,v.6,n.3 p.643-654, 1980.
- 15 CHUNG, III-MIN ; MILLER, D. A. Natural herbicide potential of alfalfa residue on selected weed species. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, p.920-925, 1995.(a)
- 16 CHUNG, III-MIN ; MILLER, D. A. Allelopathic influence of nine forage grass extracts on germination and seedling growth of alfalfa. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, p. 767-772, 1995.(b)
- 17 CHUNG, III- MIN ; MILLER, D. A. Effect of alfalfa plant and soil extracts on germination and growth of alfalfa. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, p.762-767,1995. (c)
- 18 COCHRAN, V.L.; ELLIOTT L. F. ; PAPENDICK R. I. The production of phytotoxins from surface crop residues. **Soil Science American Journal**, v. 41,p.903-908, 1977.
- 19 COELHO, R. W. Substâncias fitotóxicas presentes no capim anoni-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21,n.3, p. 255-263, mar.1986.
- 20 COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO- RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2º ed. Passo Fundo: SBCS/ EMBRAPA, 1989. 128p.
- 21 DALTON, B. R.;BLUM U.; STERLING,B. ; WEED, S. B. Allelopathic substances in ecosystems:effectiveness of sterile soil components in altering recovery of ferulic acid. **Journal of Chemical Ecology**, Princeton,v.9, p.1185-1201, 1983.
- 22 DALTON, B. R.;BLUM, U. ; WEED, S. B. Differential sorption of exogenously applied ferulic,p-coumaric, p-hydroxybenzoic, and vanillic acids in soil. **Soil Science American Journal**. Madison. v.53. p.757-762.1989.

- 22 DALTON, B. R.; BLUM, U. ; WEED, S. B. Differential sorption of exogenously applied ferulic, p-coumaric, p-hydroxybenzoic, and vanillic acids in soil. **Soil Science American Journal**, Madison, v.53, p.757-762, 1989.
- 23 DEAR, J. ; ARONOFF, S. Relative kinetics of chlorogenic and caffeic acids during the onset of boron deficiency in sunflower. **Plant Physiologic**, Bethesda v.40, p. 458-459, 1965.
- 24 DEMOS, E.K.; WOOLWINE M.; WILSON R. H. ; MCMILLAN C. The effects of ten phenolic compounds on hypocotyl growth and mitochondrial metabolism of mung bean. **American Journal Botany**, New York, v. 629, n.1, p.97-102, 1975.
- 25 DORNBOS, D. L.. Jr; SPENCER, G. F. ; MILLER, R. W. Medicago delays seed germination and seedling growth. **Crop Science**, Madison, v.30, p.162-166, 1990.
- 26 DROST, D. C. ; DOLL, J. D. The allelopathic effect of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max.*). **Weed Science**, Champaign, v.28, p.229-233, 1980.
- 27 EDWARDS, A. P.; BREMMER, J. M. Microaggregates in soil. **Journal of Soil Science**, v.18, p.64-73, 1967.
- 28 EMBRAPA. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1979
- 29 FALES, S.L. ; WAKEFIELD, R. C. Effects of turfgrasses on the establishment of woody plants. **Agronomy Journal**, Madison, n. 73, p.605-610, july-aug, 1981.
- 30 FISCHER, R.G.; SAIBRO, J.C.; JACQUES, A. V. A. Métodos de semeadura de alfafa em cultivo estreme e da sua consorciação com *Paspalum guenorum* arech., submetida a duas frequências e duas alturas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.13, n.2, p.179-190, 1984.
- 31 GLASS, A . D. M. Influence of phenolic acids on ion uptake I Inhibition of phosphate uptake. **Plant Physiology**, Bethesda, v.51, p. 1037-1041, 1973.
- 32 GLASS, A . D. M. ; DUNLOP, J. Influence of phenolic acids on ion uptake IV. Despolarization of membrane potentials. **Plant Physiology**, Bethesda, v.74, p. 855-858, 1974.

- 33 GROVE, A. R. P. ; CARLSON, G. E. Morfology Anatomia. In: HANSON, C. H. **Ciencia e Tecnologia de La Alfafa**, Montevideo: Hemisfério Sur, 1972 p.145- 166.
- 34 GUENZI, W. D.;KEHR, W. R.; MCCALLA, T. M. Water soluble phytotoxic substances in alfalfa forage: variation with variety, cutting, year, and stage of growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.56, p.499-500, 1964.
- 35 GUENZI, W. D. ; MCCALLA T. M. Phenolic acids in oats, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. **Agronomy Journal**, Madison, v.58,p.303-304,1966.
- 36 HALL, M. H.; HENDERLONG, P.R. Alfalfa autotoxic fraction characterization and initial separation. **Crop science**, Madison, v.29, p.425-428, 1989.
- 37 HALSALL, D. M.; LEIGH, J. H.; GOLLASCH, S. E. ; HOLTGATE M. The role of allelopathy in legume. Decline in Pastures II. Comparative effects of pasture, crop and weed.Residues on germination, nodulation and root growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 46, p.189-207, 1995.
- 38 HARPER,J.R.;BALKE N.E.Characterization of the inhibition of K absorption in oat roots by salicylic acid. **Plant Physiology**, New York, v.68,p1349-1353, 1981.
- 39 HEGDE, R. S. ; MILLER D.A. Concentration dependency and stage of crop growth in alfalfa. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p. 949-946, 1992.
- 40 HEPPELRY, P.;AGUILAR-ERAZO, H.; PEREZ R.; DIAZ, M. ; REYES, C. Pigeon pea and velvet bran allelopathy. In:RIZVI, S. J. H. ; RIZVI, V. **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman and Hall, 1992. p.357-369
- 41 HOWARTH, R. E. Antiquality factors and nonnutritive chemical components In:HANSON, A. A. **Alfalfa and Alfalfa Improvement**. HANSON A . A ., BARNES, D. K.& HILL, R. R. Madison, Viscosin, USA,1988, p. 1045.
- 42 HUANG, P. M.; WANG, T. S. C.; WANG M. K.; WU M. H. ; HSU N. W .Retention of phenolic acids by noncrystalline hydroxy-Aluminum and iron compounds and clay minerals of soils. **Soil Science**, Baltimore v. 123, p.213-219,abr., 1977.
- 43 JALAL, M. A . F. ; READ, D. J. The organic acid composition of Calluna heathland soil with special reference to phyto-and fungitoxicity. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 70, p. 257-272, 1982.
- 44 JENNINGS J. A. ; NELSON, C. J. Influence of soil texture on alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, p. 54-58, 1998.

- 45 JESSOP, R. S. ; STEWARTWL. Effects of crop residues, soil type and temperature on emergence and early growth of wheat. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.74, p.101-109, 1983.
- 46 JOBIDON, R., THIBAUT, J. R. and FORTIN, J. A .Phytotoxic effect of barley, oat, and wheat straw mulches in eastern Quebec forest plantations. I Effects on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). **Ecologie, Manage**,v.29, p.277-294.1989.
- 47 JONES, R. H. **Longitudinal data with serial correlation approach**. London: Chapman & Hall, 1993. 225 p.
- 48 KACZMARKOWA-WEYMAN, W. ; WOJTKOWIAK-WÓJCIK D. The dynamics of microflora and the occurrence of phytotoxic substances in different soils with corn residues and inorganic nitrogen. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 132, p.11-20, 1991.
- 49 KAMINSKY, R. ; MULLER, W. H. The extraction of soil phytotoxins using a neutral edta solution. **Soil Science**, Baltimore, v.124,n. 4 . p.205-210, 1977.
- 50 KATZNELSON, J. Studies in clover soil sickness.I The phenomenon of soil sickness in berseem and persian clover. **Plant and soil**, Dordrecht, v.36, p. 379-393, 1972.
- 51 KELSEY, R. G. ; EVERETT, R. L. Allelopathy In: BEDUNAH, D. J. ; SOSEBEE, R. E. (Eds.). **Wildland Plants: Physiological Ecology and Developmental Morphology**. Denver: Society for Range Management., 1995. p.479-549
- 52 KIMBER W. L. Phytotoxicity from plant residues I The influence of rotted wheat straw on seedling growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 18, p. 361-374,1967.
- 53 KUO, C.G; CHOU, M. H.; PARK, H. G. Effect of chinese cabbage residue on mungbean. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.61,p.473-477,1981.
- 54 LEATH, K. T.; DAVIS K.H.Jr.; WALL M. E. ; HANSON C.H. Vegetative growth responses of alfalfa pathogens to saponin and other extracts from alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Crop Science**, Madison,v.12, p.851-856, nov-dec.1972.
- 55 LOVETT J. V.; LEVITT J. Activity of allelochemicals of *datura stramonium* L. Thorn- apple) in contrating soil types. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.79,p.181-189, 1984.

- 56 MALAVOLTA E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 1980.251p.
- 57 MARCHAIM, U.; BIRK, Y.; DOVRAT, A. ; BERMAN, T. Kinetics of the inhibition of cotton seeds germination by lucerne saponins. **Plant & Cell Physiology**, v.16, p. 857-864, 1975.
- 58 MARQUES, M. A. **Potencial alelopático de resíduos de caruru (*Amaranthus vididis, L.*) incorporado em três tipos de solos, sobre a germinação e crescimento inicial do algodoeiro (*Gossypium hirsutum, L.*)**. Lavras, 1992. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas). Escola superior de Agricultura de Lavras.
- 59 MARTIN, V. L. MCCOY, E.L.; DICK W. A. Allelopathy of crop residues influences corn germination and early growth. **Agronomy Journal**, Madison,v.82, p.555-559, may-june. 1990.
- 60 MELKANIA, N. P. Allelopathy in forest and agroecosystems in the Himalayan region . In: RIZVI, S. J. H. ; RIZVI, V. **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman and Hall, 1992. 480p.
- 61 MILLER, D. A. Allelopathic effects of alfalfa. **Journal of Chemical Ecology**, Pricenton v. 9, n. 8, p.1059-1072, 1982.
- 62 MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 854-859,1996.
- 63 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA; Departamento Nacional de Produção Vegetal; Divisão de Mudanças e sementes. **Regra para análises de sementes**.1976. 188 p.
- 64 NELSON, J. C. Allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**, Madison. v. 36, v.6, p. 853, nov-dec, 1996.
- 65 NEWMAN, E. I.; ROVIRA, A. D. Allelopathy among some british grassland species. **Journal Ecology**, Oxford, n. 63, p. 727-737, 1975.
- 66 NORBY, R. J. ; KOZLOWSKI, T. T. Allelopathic potential of ground cover species on pinus resinosa seedlings. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 57, p.363-374, 1980.
- 67 NORRIS, K. H., BARNES, R.F; MOORE, J. E. ; SHENK, J. S. Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. **Journal Animal Science**. Washington, v.43, p.889-897, 1976.

- 68 NOWACKA, J. ; OLESZEK, W. Determination of alfalfa (*Medicago sativa*) saponins by high-performance liquid chromatography. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v.42, p. 727-730, 1994.
- 69 NUERNBERG, J. N.; MILAN, P. A. ; SILVEIRA, C. A. M. **Manual de produção de alfafa**. Epagri. Florianópolis, 102p. 1992.
- 70 OLESZEK, W. ; JURZYSTA, M. The allelopathic potential of alfalfa root medicagenic acid glycosides. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.98, p.67-80, 1987.
- 71 OLESZEK, W.; JURZYSTA, M. ; GÓRSKI, P. M. Alfafa saponins-the allelopathic agents. In: RIZVI, S. J. H. ; RIZVI, V. **Allelopathy: basic and applied aspects**. London : Chapman and Hall. 1992. p 152-167.
- 72 PATTERSON, D. T. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 29, n. 1 jan, p. 53-59, 1981.
- 73 PATRICK, Z. A.; TOUSSOUN, T. A. ; SNYDER WILLIAN C. Phytotoxic substances in arable soils associated with decomposition of, plant residues. **Phytopathology**, Washington, v.53, p.152-161, fev.1963.
- 74 PATRICK, Z. A. Phytotoxic substances associated with the decomposition in soil of plant residues. **Soil Science**, Baltimore, v. 3, n.1, p.13-18, 1971.
- 75 PAVAN, M.A; BLOCH, M. F; ZEMPULSKI, H. C; MIYAZAWA, M. ; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química do solo**. Londrina: IAPAR, 1991. 32p.
- 76 PEDERSEN, M. W. Relative quantity and biological activity of saponins in germinated seeds, roots and foliage of alfalfa. **Crop Science**, Madison, v.15,p.541-543, july-aug. 1975.
- 77 PENDIAS-KABATA, A.; PENDIAS H. **Trace elements in soils and plants**. Florida. CRC Press, 1984. 315 p.
- 78 PERKIN, E.N. **ANALYTICAL methods for atomic absorption spectrophotometry agriculture**. Connecticut: Perkin Elmer Norwalck. 1973.
- 79 PUTNAM, A. R. ; DUKE W. D. Biological suppression of weeds: evidence for allelopathy in accessions of cucumber. **Science**, Washington, v.185: 370-72, 1974.
- 80 PUTNAM, A. R.; DUKE, W. D. Allelopathy in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, n. 16, p. 431-451, 1978.

- 81 PUTNAM, D.; KALLENBACH, R. Growers face critical juncture in desert forage production. **California Agriculture**. v. 51 n. 3, p. 12-28, may-june. 1997.
- 82 PUTNAM, A. R.; TANG, C. S. **The Science of Allelopathy**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 317p.
- 83 RAHMAN-ABDUL A.; HABIB, S. A. Allelopathic effect of alfalfa (*Medicago sativa* L.) on Bladygrass (*Imperata cylindrica*). **Journal of Chemical Ecology**, Princeton, v. 15, n.9, p.2289-2230, 1989.
- 84 RAMESH, S.H.; MILLER, D.A. Scanning electron microscopy for studying root morphology and anatomy in alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.618-620, 1992.
- 85 RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. 422p.
- 86 RIZVI, S.J. H.; HAQUE, H.; SINGH, V. K. ; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S. J. H., RIZVI, V. **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman and Hall, p. 3-29, 1984.
- 87 RODRIGUES, L. R. de A.; RODRIGUES, T. J.D.; REIS, R. A. Alelopatia em plantas forrageiras. Jaboticabal: **Boletim. FCAVJ-UNESP/FUNEP**, 18p, 1992.
- 88 SANDERSON, M. A. ; STAIR, D. W. ; HUSSEY M. A. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. **Advances in agronomy**, v. 59 p, 171-224, 1997.
- 89 SHAFER, W. E. ; GARRISON, S. A. Allelopathic effects of soil incorporated asparagus roots on lettuce, tomato, and asparagus seedling emergence. **Hortscience**, v.21, n.1, p.82-84, fev, 1986.
- 90 SHANN, J. R.; BLUM, U. The uptake of ferulic and p-hydroxybenzoic acids by *cucumis sativus*. **Phytochemistry**, v. 26, n. 11, p. 2959-2964, 1987.
- 91 SHANNON, M. C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in Agronomy**, v.60, p.75-120, 1997.
- 92 SIMPSON-WYMAN C.L.; WALLER G.R.; JURZYSTA M.; MCPHERSON J. K. & YOUNG C.C. Biological activity and chemical isolation of root saponins of six cultivars of alfalfa (*Medicago sativa* L.) **Plant and soil**, Dordrecht, v. 135. p.83-94, 1991.

- 93 SOUZA FILHO, A.P.S. **Potencialidades Alelopáticas Envolvendo Gramíneas e Leguminosas Forrageiras e Plantas Invasoras de Pastagens.** Jaboticabal, 1995. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal.
- 94 SOUZA, L. S. de. **Avaliação dos possíveis efeitos alelopáticos de diversas espécies de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden).** Botucatu, 1994. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu.
- 95 TESAR M. B. Delayed seeding of alfalfa avoids autotoxicity after plowing or glyphosate treatment of established stands. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.2, p.256-263, 1993.
- 96 TUCKEY, H. B. JR. The leaching of substances from plants. **Annual Review of Plant Physiology**. Palo Alto, Califórnia. v. 21: 305-323, 1970.
- 97 WATANABE, R.; MCILRATH, W.J.; SKOK, J.; CHORNEY W. ; WENDER, S.H. Accumulation of scopoletin Glucoside in boron-deficient tobacco leaves. **Archives of biochemistry and biophysics**, v.94 p.241-243, 1961.
- 98 WEBSTER G. R.; KHAN S. U. ; MOORE A. W. Poor growth of alfalfa (*Medicago sativa*) on some Alberta soils. **Agronomy Journal**, Madison, v. 59, p. 37-41, jan-feb .1967.
- 99 WEIDENHAMER, J. D. Distinguishing resource competition and chemical interference: overcoming the methodological impasse. **Agronomy Journal**, Madison, v. 36, n.6, p. 866-875, nov-dec, 1996.
- 100 WESTON, L. A. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n.6, p.860-866, 1996.
- 101 WHITTAKER, R. H. ; FEENY, P. P. Allelochemicals: chemical interactions between species. **Science**, v. 171, n. 3973, p.757-770, 1971.
- 102 WILLIAMSON, G. B. Allelopathy, Koch's postulates, and the neck riddle. In: **Perspectives on plant competition**. Edited by Academic Press. San Diego, p. 143-159, 1990.
- 103 YOUNG, C. C. Autointoxication in root exudates of *Asparagus officinalis* L. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 82, p. 247-253, 1984.