

1 INTRODUÇÃO GERAL

Gaia, mãe de todos, a mais antiga das deusas,
de bases firmes, alimentando todas as criaturas na Terra,
todos os que se movem pela terra irradiante e nadam no mar
e voam pelos ares – a todos alimenta com sua bondade.
Senhoras, de vós saem as nossas lindas crianças e as fartas colheitas,
vosso é o poder de dar aos mortais a vida e de tomá-la.

DONALD HUGHES, citado por LOVELOCK (1991).

A Região Metropolitana de Curitiba - PR (RMC) se destaca como produtora de olerícola, sendo considerada a 3ª na produção de hortifrutigranjeiros abastecendo diferentes estados do país. Tem como característica ser de pequenos produtores, onde 80% dos estabelecimentos têm área menor do que 50 hectares, onde predomina a agricultura familiar (KARAM, 2001). Dentre as hortaliças mais produzidas estão as brássicas, sendo que os principais municípios produtores Colombo, São José dos Pinhais, Campo Largo, Bocaiúva do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Mandirituba e Contenda. Entre as brássicas de maior expressão econômica, está o repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) com produção de 92,821 t.ano⁻¹, couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) com produção de 43,710 t.ano⁻¹, brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) com produção de 1,993 t.ano⁻¹, couve chinesa (*Brassica pekinensis* L.) com uma produção de 2.843 t.ano⁻¹ e rúcula (*Eruca sativa* Mill) com uma produção de 96 t.ano⁻¹ (SANTOS, 2004).

Atualmente uma das maiores preocupações dos pequenos produtores de brássicas da RMC é a doença hérnia das crucíferas que vem causando redução na produtividade desta cultura. A maioria dos solos da RMC está infestada pelo protozoário *Plasmodiophora brassicae* Woronin, chegando a inviabilizar o cultivo em muitas das propriedades (MAY-DE MIO 1997 e SCHUTA 2003). A erradicação do inóculo após a infestação do solo torna-se difícil devido a permanência do mesmo por longos períodos na forma de esporos de

resistência no solo que pode sobreviver por aproximadamente vinte anos (ALEXOPOULOS *et al.*, 1996 e BUCZACKI 1988).

O controle também é difícil por se tratar de um patógeno do solo e por existirem poucos fungicidas eficientes e poucas variedades de brássicas resistentes (SMITH *et al.*, 1988). A recomendação de utilização de rotação de culturas com espécies não suscetíveis, bem como a elevação do pH com calagem é enfatizada como medidas importantes para reduzir o nível de inóculo no solo, mas na maioria das vezes não têm resolvido o problema. Na RMC uma das práticas de controle mais utilizadas e aceitas pelos produtores é a calagem, entretanto alguns autores verificaram a ocorrência severa da doença em propriedades onde a calagem havia sido realizada, com o pH CaCl_2 na cova situavam-se entre 6,8 e 7,2 (MAY-DE MIO 1997 e SCHUTA 2003).

Vários estudos têm sido conduzidos na região visando minimizar os danos causados por essa doença, dentre os quais o controle biológico, químico, genético e cultural (LIMA *et al.*, 1997; MAY DE MIO *et al.*, 1997; MAY DE MIO, 2003; SCHUTA, 2003). Apesar dos métodos mencionados terem alguma eficiência ainda não foram capazes de reduzir os danos econômicos.

Além da falta de controle efetivo, outro fato que dificulta a tomada de decisões referente às práticas de controle a serem adotadas, é o desconhecimento do grau de infestação desses solos bem como o número total de áreas contaminadas na RMC. SCHUTA (2003) alerta para necessidade do monitoramento da concentração de inóculo do patógeno no solo e menciona a demanda de estudos buscando metodologias práticas de rápida quantificação.

Recentes estudos com extratos e óleo essenciais de plantas medicinais têm se revelado promissoras no controle de microrganismos patogênicos de plantas cultivadas (HERTWIG 1986; SCHWAN-ESTRADA e STANGARLIN 2001; MARTINS *et al.*, 2002 e SOUZA *et al.*, 2003). Entretanto são poucos os autores, com exemplo ROBAK (1994), que cita os efeitos

benéficos dos exsudados radiculares de plantas medicinais na inibição de fitopatógenos, especialmente de *P. brassicae* e tão pouco existem os que abordam os efeitos da incorporação do material vegetativo de plantas medicinais no solo para controle da *P. brassicae*.

Frente ao contexto apresentado o presente estudo tem como hipóteses:

O método de diluição do solo possibilita quantificar o grau de infestação do solo por *Plasmodiophora brassicae*.

O controle alternativo da doença “Hérnia das Crucíferas” causada por *Plasmodiophora brassicae* poderá ser obtido com o pré-plantio e a incorporação de espécies medicinais em aéreas infestadas.

Os principais objetivos foram: 1) Testar o método de diluição para detectar o grau de infestação dos solos com *P. brassicae*. 2) Avaliar o efeito do pré-plantio com plantas medicinais no controle de *P. brassicae*. 3) Avaliar o efeito do cultivo e da incorporação de plantas medicinais no controle de *P. brassicae*.

2. REVISÃO GERAL

2.1 Região Metropolitana de Curitiba-PR.

A Região Metropolitana de Curitiba-PR (RMC) situa-se no primeiro planalto paranaense e é composta por 24 municípios. A maior parte desta região apresenta clima temperado (*Cfb* de Köppen), com temperatura média anual de 16,5 °C.

O sul da RMC coincide com a área agroecológica mais produtiva; é temperada e sempre úmida. Nesta região ocorrem em média de 10 a 20 geadas por ano. No norte da Região Metropolitana de Curitiba, situam-se os Municípios de Cerro azul, Adrianópolis, Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul e Campina Grande do Sul, com a ocorrência de outro tipo de clima (*AF* de Köppen), considerado tropical superúmido com temperatura média em todos os meses superiores a 18 °C e praticamente sem geadas. A presença de diferentes tipos climáticos torna-se um fator diferencial de extrema importância como estratégia de diversificação dos sistemas de produção (DAROLT, 2000). Segundo o mesmo autor, à precipitação pluviométrica, encontra-se em média anual que se situa na faixa entre 904 mm a 1.451 mm. Existe um decréscimo de pluviosidade para o norte da região e seu crescimento para o sul, refletindo os efeitos da orografia (montanhas) e meridionalidade.

Os solos da RMC se caracterizam pela baixa fertilidade natural e altos teores de alumínio. Os da região norte são rasos, litólicos com afloramentos rochosos. Na parte sul do planalto predominam solos mais desenvolvidos e com maior fertilidade natural. Apresentam mosaico de formas secundárias de vegetação nativa, com poucos remanescentes de vegetação primária alterada pela exploração seletiva.

Conforme DAROLT (2000) a parte sul da RMC é ocupada por imigrantes de origem européia, que estabeleceram uma agricultura com uso intensivo de insumos externos.

Na região o sobre uso da terra, principalmente por algumas culturas, tem acelerado o processo erosivo causando contaminação ambiental (rios e mananciais) e desencadeado uma perturbação do equilíbrio ecológico.

As pequenas propriedades são frutos de divisões de heranças deixadas pelos antepassados havendo como aborda BRANDENBURG (1999), um forte caráter hereditário na profissão, trazendo consigo experiências de vida da agricultura, o que fez deles sujeitos possuidores de um conhecimento que advém da sua relação com os recursos produtivos e com os meios que utilizam para produzir. O conhecimento é derivado da prática de observações que, muitas vezes, são aplicados intuitivamente, sem caráter científico, e sem que sejam submetidas a um julgamento à luz da racionalidade econômica.

TABELA 1 – PERCENTUAL DE AGRICULTORES POR ÁREA, SEGUNDO AS MICRORREGIÕES DA EMATER-PR 1996.

| MICRORREGIÃO | % DE AGRICULTORES POR TAMANHO DE ÁREA | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| | Pequeno 0 a 50 ha | Médio 51 a 250 ha | Grande Acima de 250 ha |
| 1- Bacia do Alto Ribeira | 79,0 | 15,0 | 6,0 |
| 2- Área dos Mananciais | 89,0 | 9,0 | 2,0 |
| 3- Área de Agricultura Intensiva | 89,0 | 9,0 | 2,0 |

FONTE: KARAM, 2001.

A especulação imobiliária tem levado alguns pequenos agricultores da RMC a vender suas terras, concentrando-se na periferia de Curitiba como trabalhadores assalariados. Este fator agrava ainda mais os problemas sócio-ambientais já existentes (DAROLT, 2000). Sem contarem com medidas compensatórias gerais ou específicas e submetidas a políticas econômicas internas prejudiciais à produção, a grande maioria dessas propriedades está inviabilizada economicamente. A consequência deste processo é o êxodo rural, o empobrecimento e esvaziamento rural, com a transferência e marginalização de populações nas periferias das grandes cidades, criando sérios e custosos problemas sociais (FAEP, 2002).

2.1.1 Produção de hortifrutigranjeiros

A Região Metropolitana de Curitiba-PR é a terceira região nacional na produção de hortifrutigranjeiros, baseados na pequena propriedade familiar (ZANDONÁ, 2004)¹.

A atividade agrícola concentra-se predominantemente no sul da Região Metropolitana de Curitiba nos municípios de Mandirituba, Araucária, Contenda, São José dos Pinhais, Campo Largo, Quitandinha, Tijucas do Sul. Como a tendência da área de ocupação urbana, nestes municípios, é aumentar, espera-se uma redução ainda maior da área agrícola (DAROLT, 2000).

KARAM (2001) cita o estabelecimento de três microrregiões para o desenvolvimento dos trabalhos de extensão rural - EMATER-PR (Tabela 1). São elas: microrregião - Bacia do Alto Ribeira, Microrregião 2 - área dos Mananciais e Microrregião 3 - área de agricultura intensiva.

A microrregião 3 situa-se a noroeste, oeste e sul de Curitiba e compreende os municípios de Colombo, Almirante Tamandaré, Campo Magro, Balsa Nova, Campo Largo, Araucária, Contenda, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Quitandinha, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul. Nesses municípios o relevo é suave ondulado, com solos aptos à agricultura (KARAM, 2001).

A Tabela 2 e Figura 1 apresentam a produção das principais brássicas nas áreas da microrregião 3.

¹Comunicação pessoal do autor (24 de março de 2004).

TABELA 2 - PRINCIPAIS MUNICÍPIOS PRODUTORES DE BRÁSSICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – 2001.

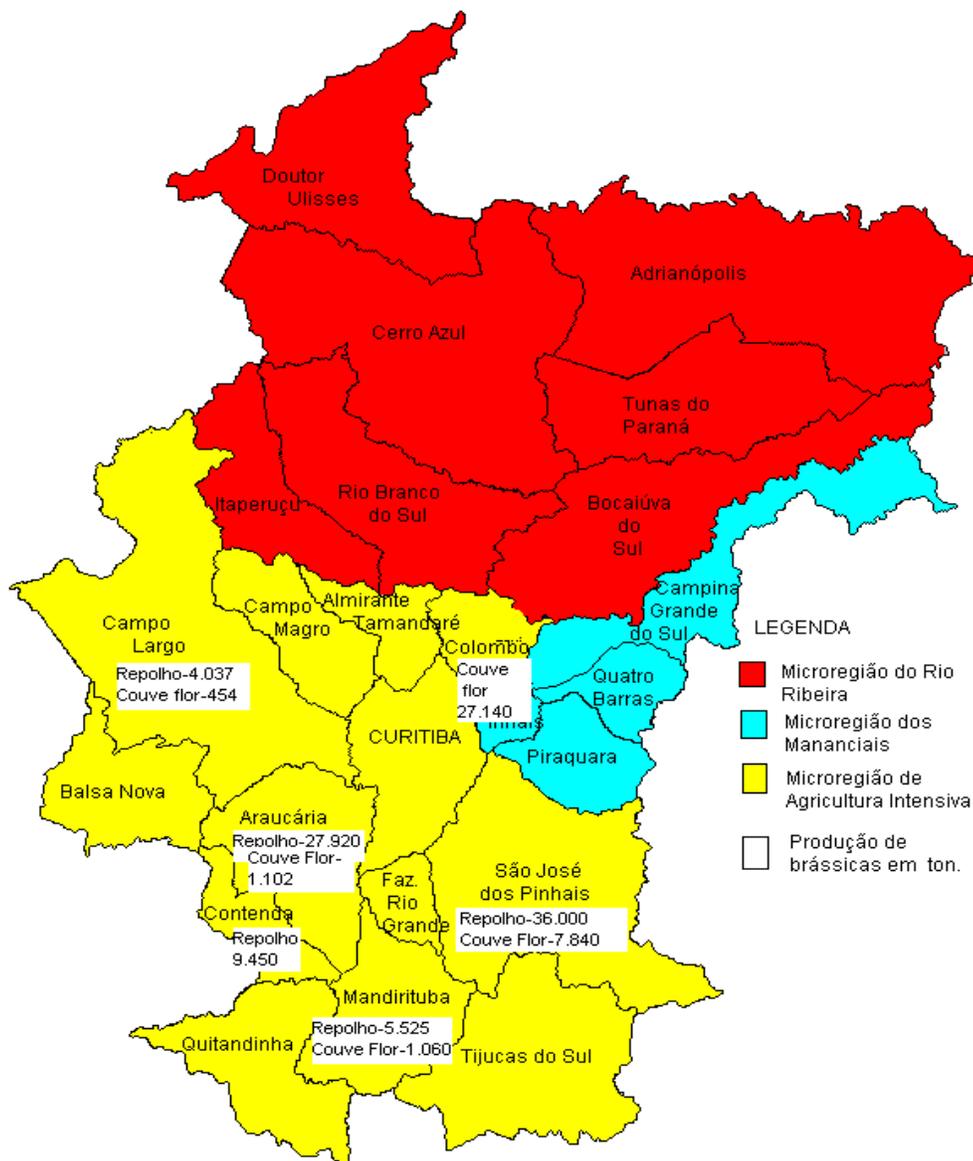
| Municípios | Brócolos | | Couve | | Couve C. | | Couve-F. | | Repolho | | Rúcula | |
|-----------------|-----------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----------|-----------|
| | ha | t. | ha | t. | ha | t. | ha | t. | ha | t. | ha | t. |
| Almirante Tam. | 5 | 100 | 2 | 50 | 5 | 68 | 15 | 393 | 38 | 1.216 | 1 | 12 |
| Araucária | 2 | 37 | 2 | 48 | 10 | 220 | 45 | 1.102 | 800 | 27.920 | - | - |
| Balsa Nova | - | - | - | - | - | - | 3 | 54 | 6 | 183 | - | - |
| Bocaiúva do Sul | 2 | 35 | 2 | 48 | 1 | 20 | 80 | 2.048 | 35 | 1.120 | 1 | 9 |
| Campina Grande | 2 | 34 | 2 | 40 | 1 | 19 | 5 | 130 | 7 | 224 | - | - |
| Campo Tenente | - | - | - | - | - | - | 3 | 55 | 18 | 558 | - | - |
| Campo Largo | - | - | - | - | 1 | 16 | 18 | 454 | 125 | 4.037 | - | - |
| Campo Magro | 2 | 32 | 1 | 25 | 1 | 20 | 35 | 875 | 25 | 788 | - | - |
| Cerro Azul | 1 | 14 | 2 | 50 | 3 | 48 | 3 | 66 | 4 | 114 | 1 | 9 |
| Colombo | 60 | 1.290 | 35 | 1.172 | 85 | 1.938 | 920 | 27.140 | 40 | 1.380 | 2 | 24 |
| Contenda | - | - | 1 | 23 | 1 | 18 | 19 | 475 | 300 | 9.450 | - | - |
| Faz.Rio Grande | 1 | 18 | 2 | 52 | 1 | 20 | 40 | 940 | 26 | 832 | - | - |
| Mandirituba | 4 | 72 | 5 | 125 | 1 | 20 | 40 | 1.060 | 170 | 5.525 | 1 | 10 |
| Pinhais | 1 | 16 | - | - | - | - | 1 | 19 | 3 | 90 | - | - |
| Piraquara | - | - | 1 | 20 | - | - | | | 14 | 434 | - | - |
| Quatro Barras | - | - | 1 | 20 | - | - | 2 | 44 | 5 | 150 | - | - |
| Quitandinha | - | - | - | - | - | - | 18 | 440 | 80 | 2.560 | - | - |
| Rio Bco do Sul | - | - | - | - | 1 | 16 | 25 | 575 | 8 | 240 | 1 | 10 |
| São J. Pinhais | 15 | 345 | 18 | 468 | 20 | 420 | 280 | 7.840 | 1.000 | 36.000 | 2 | 22 |
| TOTAL | 95 | 1.993 | 74 | 2.141 | 131 | 2.843 | 1.552 | 43.710 | 2.704 | 92.821 | 9 | 96 |

FONTE: SEAB-PR-2001 (SANTOS, 2004).

Couve C. = couve chinesa.

Couve F. = couve-flor.

FIGURA 1 - REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA-PR E A PRODUÇÃO DAS PRINCIPAIS BRÁSSICAS NA MICRORREGIÃO 3, ÁREA DE AGRICULTURA INTENSIVA.



FONTE: produção de brássicas 2001 (SANTOS, 2004) e adaptado de DAROLT (2000).

Em consequência da horticultura convencional extensiva, algumas áreas apresentam degradação dos solos, poluição ambiental (água e solo), e ao sugere alta infestação por *Plasmodiophora brassicae* nas áreas de produção de brássicas conforme constatações de

LIMA *et al.* (1997) e reforçados por SCHUTA (2003). PAZ LIMA *et al.* (2004) também verificaram a presença da doença em áreas cultivadas com rúcula no município de Quatro Barras.

2. 2 O patossistema *P. brassicae* em brássicas

2.2.1 A doença

A hérnia das crucíferas tem distribuição mundial. No Brasil está presente nas regiões produtoras de brássicas, especialmente naquelas de clima úmido e com temperaturas (18 a 35 °C), pH abaixo de 7,0 e em solos com textura arenosa. Nessas condições a *Plasmodiophora brassicae* Woronin, um organismo pertencente ao reino protozoa, classe *Plasmodiophoromycetes*, ordem Plasmodiophorales e família Plasmodiophoracea (BARR, 1992), agente responsável pela doença, permanece por longos períodos na forma de esporos de resistência, e pode sobreviver de oito a dez anos no solo (ALEXOPOULOS *et al.*, 1996). BUCZACKI (1988) relata que os esporos de *P. brassicae* podem permanecer no solo por 20 anos sem a presença da planta hospedeira.

Quando as condições ambientais são favoráveis a na presença de raízes do hospedeiro os esporos presentes no solo germinam dando origem a um zoósporo biflagelado, chamado zoósporo primário que após movimentar-se no filme de água do solo, aproxima-se de um pêlo absorvente de raiz e encista-se, perdendo os flagelos. A penetração dá-se diretamente através da parede celular do hospedeiro, com a injeção de uma estrutura amebóide para dentro da célula da planta (Figura 2). Pequenos plasmódios multinucleados são então formados no pêlo, os chamados plasmódios primários, que vão dar origem a zoosporângios arredondados, de parede fina, que lotam a célula do hospedeiro. Zoósporos secundários, uniclueados, em

número de quatro a oito por esporângio, são em seguida formados e liberados no solo através de um poro na parede da célula do hospedeiro (AGRIOS, 1997).

Estes zoósporos pareiam-se conforme sua compatibilidade genética, sofrendo plasmogamia e tornando-se binucleados. Infecções secundárias nas raízes são originadas por estes zoósporos, onde se forma o plasmódio secundário, inicialmente binucleado e, posteriormente, multinucleado (AGRIOS, 1997). À medida que o plasmódio aumenta em tamanho a célula do hospedeiro inicia um processo de hipertrofia devido à ação da auxina AIA (ácido indol-acético).

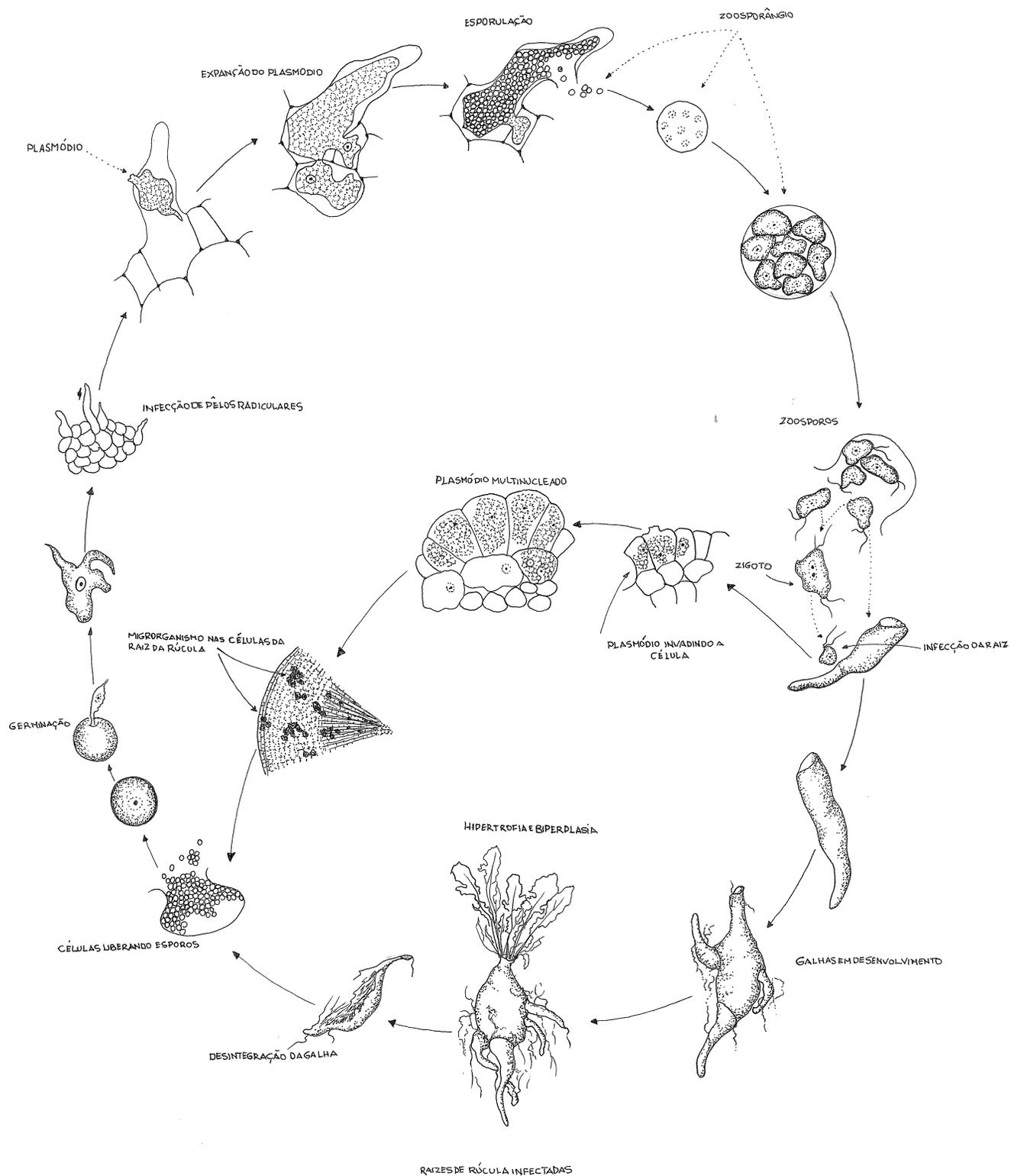
O crescimento de *P. brassicae* interfere no metabolismo do hospedeiro, liberando grandes quantidades de 3-indolacetoneitrilo (IAN) que através da ação da enzima nitrilase, produz AIA responsável pela hipertrofia (galhas).

Os esporos (Figura 3 B) são liberados no solo pela decomposição das galhas (Figura 3 A), onde sofrem maturação fisiológica e quando estimulados pelo exsudados radiculares de plantas susceptíveis germinam e dão origem às formas amebóides, que penetram nos pêlos absorventes das raízes retomando o ciclo da doença (AGRIOS, 1997).

As plantas infectadas apresentam coloração verde-clara amarelada e podem ainda mostrar sintomas de murcha nas horas mais quentes do dia e enfezamento. A murcha pode, principalmente no início da infecção, ser recuperada durante à noite. Outra consequência do ataque da *P. brassicae* é a produção de raízes adventícias (AGRIOS, 1997). Quando a planta for infectada no início do desenvolvimento pode ocorrer morte das plântulas. O sintoma mais conhecido da doença são as galhas (Figura 4 B) popularmente chamadas pelos pequenos produtores de brássicas da Região Metropolitana de Curitiba-PR de “batatas”.

A disseminação ocorre pelo solo contaminado, levado por mudas, água de superfície, implementos agrícolas, homem ou outros agentes de inoculação (DATNOF *et al.*, 1984).

FIGURA 2 – CICLO DE *Plasmodiophora brassicae*, AGENTE CAUSAL DA HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS.



FONTE: Adaptado de AGRIOS (1997) e ilustrado por PASSOS (2005).

FIGURA 3 – RÚCULA (*Eruca sativa*) COM GALHA APÓS 35 DIAS DO PLANTIO (A) E CÉLULAS DE TECIDO DA RAIZ CONTENDO ESPOROS DE *Plasmodiophora brassicae*, ISOLADOS DE GALHAS DOS EXPERIMENTOS DO PRESENTE TRABALHO (B e C).

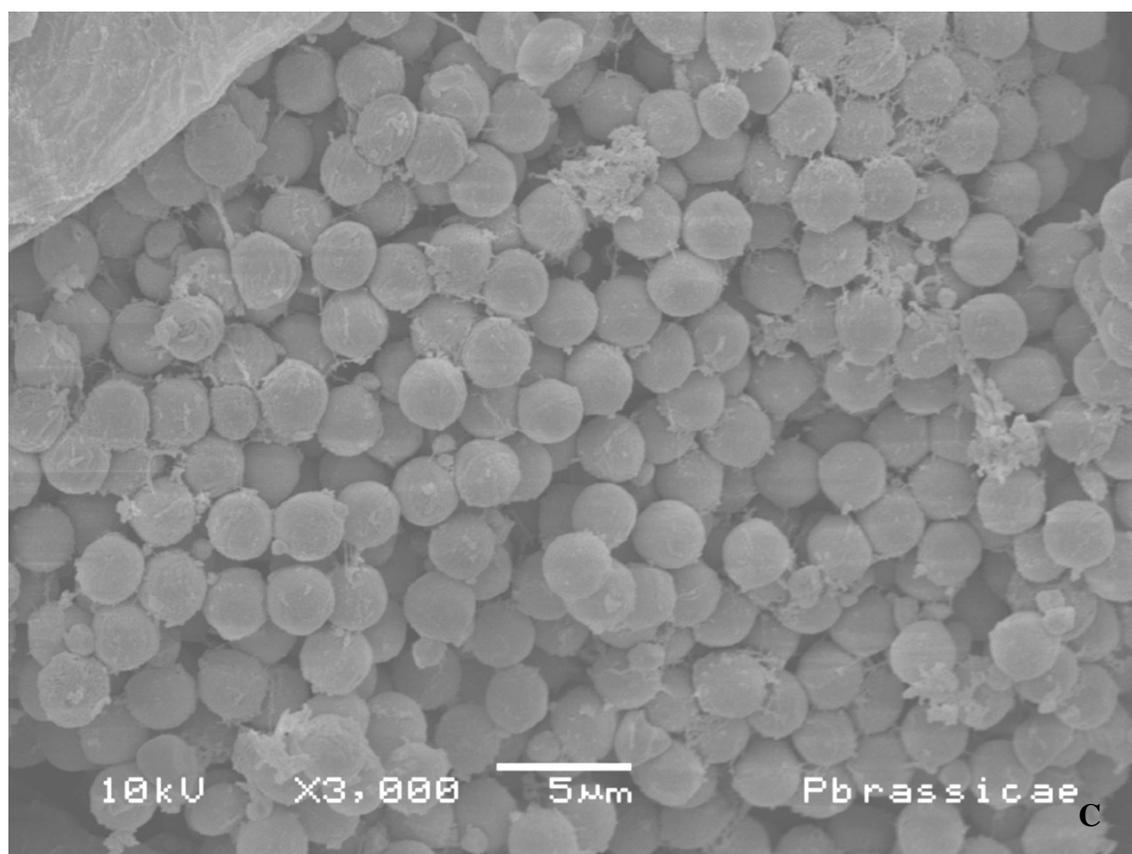
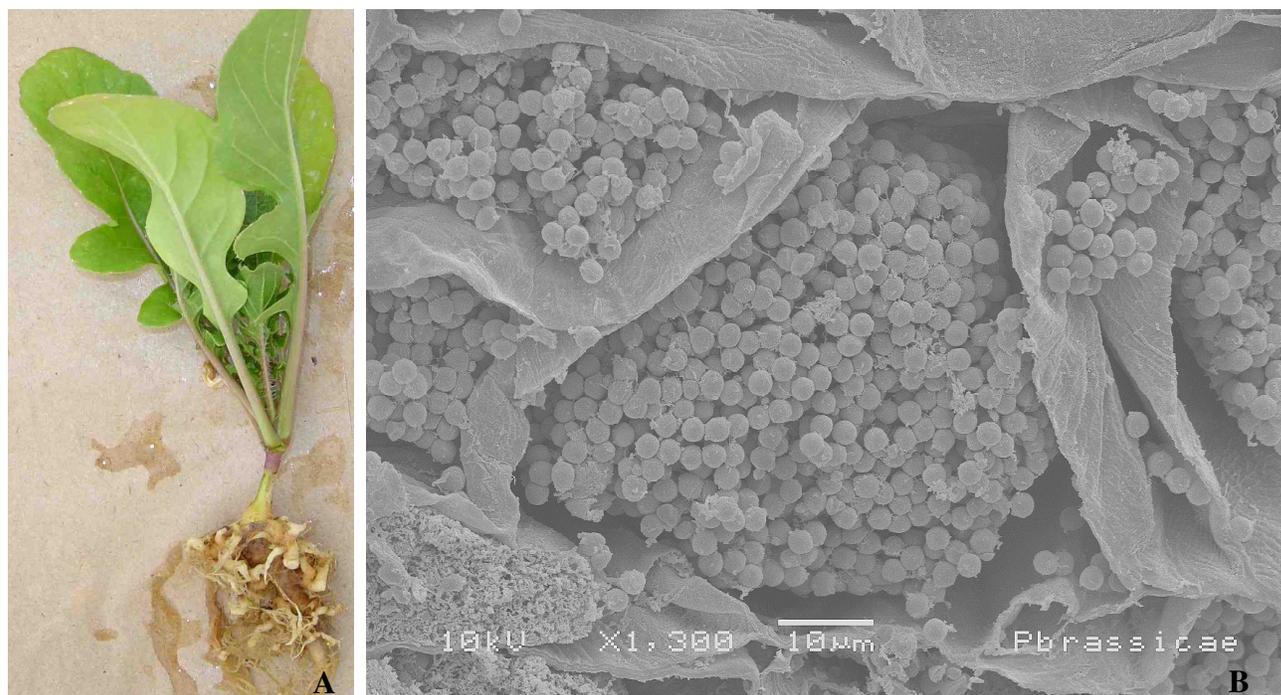


FIGURA 4 - RÚCULA SADIA (A) E RAÍZES DA RÚCULA APRESENTANDO GALHAS (B).



2.2.2 Hospedeiros suscetíveis da família das brassicáceas (Cruciferae)

As brassicáceas compreendem uma das família mais numerosas dentre as dicotiledôneas dialipétalas, com cerca de 400 gêneros de ampla distribuição nas regiões temperadas do hemisfério norte. No Brasil ocorrem sete gêneros e aproximadamente 50 espécies (SOUZA e LORENZI, 2005). São poucas as representantes que crescem espontaneamente no Brasil e estes em geral são plantas ruderais, encontradas nos terrenos baldios dos arredores das cidades (JOLY,1987).

Esta família tem grande importância econômica pelo número apreciável de plantas utilizadas na alimentação, ocupando lugar proeminente na olericultura do centro-sul. Entre as principais estão: couve flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.), repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), couve brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck), couve manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC), couve de bruxelas (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera* DC), couve rábano (*Brassica oleracea* L. var. *gongyloides* L.), couve chinesa (*Brassica pekinensis* Lour), rúcula (*Eruca sativa* Mill), rabanete (*Raphanus sativus* L.), Rábano (*Raphanus sativus* L. var. *acanthiformis*), nabo (*Brassica rapa* L. var. *rapa*), e o agrião (*Rorippa nasturtium-aquaticum* L.) (FILGUEIRA, 2003). A raiz forte (*A Armoracia rusticana* Gaertn) possui raiz longa e engrossada que é usada como condimento. Na produção de grãos, a canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) é cultivada nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás. Como ornamentais, *Matthiola incana* L., *Matthiola bicornis* Stock, *Iberis umbellata* L. e *Iberis amaram* L. (GEMTCHÚJNICOV, 1976).

A *P. brassicae* é capaz de atacar a maioria das brassicáceas e é a principal preocupação dos produtores. Também é encontrada em brássicas de crescimento espontâneo (invasora) nativas da América do Sul, incluindo o sul e o sudeste do Brasil, como o mentruz (*Lepidium pseudodidymum* Thell.),na mostrada (*Sinapis arvensis* L) originária do Sul da

Europa, no mastruz miúdo (*Coronopus didymus* L.) e, de acordo BUCZACKI (1988), ataca com menor severidade a nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.).

2.2.3 Detecção da *Plasmodiophora brassicae*

2.2.3.1 Extração dos esporos de *P. brassicae* do solo

O potencial de inóculo pode ser obtido pela detecção de *P. brassicae* diretamente do solo por meio da extração dos esporos de resistência (DHINGRA e SINCLAIR 1994).

Outra técnica de detecção da doença consiste em avaliar os sintomas no campo e coletar plantas hospedeiras doentes para extração e purificação de esporos (CASTLEBURY, MADDOX e GLAWE 1994).

Entretanto, as técnicas descritas acima não permitem avaliar o potencial de inóculo ativo da área. Neste sentido a técnica de diluição do solo se destaca por permitir avaliar o potencial de desenvolvimento da doença, considerando que dados de extração e contagem dos esporos de resistência são insuficientes para indicar a possibilidade e intensidade do surgimento da enfermidade. MURAKAMI *et al.* (2000) avaliaram os efeitos da diluição de dois solos com texturas diferentes na supressividade do desenvolvimento da hérnia de crucíferas e obtiveram maiores índices de severidade no solo de textura arenosa.

2.2.4 Controle da doença

Para redução de inóculo, medidas preventivas são preconizadas tais como: a rotação de cultura com plantas não suscetíveis por longos períodos; produção de mudas saudáveis; limpeza de maquinarias; erradicação de plantas daninhas hospedeiras; correção do pH do solo entre 6 e 7,5; desinfestação do solo para sementeira; desinfestação das covas para transplante de

mudas; uso de variedades resistentes, quando disponíveis; evitar o uso de esterco de animais que tenham sido alimentados com plantas doentes; solos bem drenados; boa qualidade da água utilizada na irrigação (FRY, 1982; WANG e HSIEH, 1986 e BUCZACKI, 1988) e, solarização do solo quando possível também pode ser uma opção de controle (LIMA *et al.*,1997).

A doença é mais severa até o pH 5,7; entre 5,7 e 6,2 a severidade da doença decresce; acima de 7,8 o patógeno é completamente inibido. Entretanto a elevação do pH nem sempre controla a doença, como constatou SCHUTA (2003), que verificou que quando a concentração de inóculo é elevada (5×10^7 esporos ml^{-1}) o aumento do pH (7,3) não exerce controle efetivo sobre a severidade da doença, além do que poderão acarretar outros danos nutricionais às plantas, com exemplo, à indisponibilidade dos micronutrientes boro, cobre zinco e manganês, podendo ainda exercer seleção de raças de *P. brassicae* mais resistentes a essa condição.

O controle químico do solo na cova com PCNB, como também a fumigação do solo com Formol, Vapam, Milone, Brometo de metila tem se mostrado eficiente. Porém, as dificuldades de aplicação, utilização em áreas restritas, elevados custos e principalmente, os danos causados ao meio ambiente restringem ou até mesmo sugerem a proibição de sua utilização como ocorreu com o Brometo de metila. (TOKESHI e SALGADO, 1980).

2.3 Controle alternativo de fitopatógenos com espécies medicinais

Antes das facilidades para aquisição de agroquímicos para o controle fitossanitários os agricultores utilizavam produtos obtidos nas proximidades de suas propriedades ou mesmo apenas dentro delas. Com a popularização do uso dos agroquímicos, essas técnicas foram

quase que totalmente abandonadas e hoje muitas delas são chamadas de técnicas alternativas, e destacam ainda que devido à conscientização dos problemas causados pelos agroquímicos no ambiente, a sociedade vem exigindo a redução de seu uso. Dessa forma, a pesquisa vem testando os mais diversos produtos, sendo que muitos já foram utilizados pelos agricultores em décadas passadas (GHINI e BETTIOL 1991).

Várias pesquisas têm enfatizado a importância do controle alternativo como meio de reduzir problemas ambientais (CASTRO, 1989; UPADHYAYA e GUPTA, 1990; YEGEN *et al.* 1992; SCHWAN-ESTRADA *et al.* 1997 e STANGARLIN *et al.* 1999). CASTRO (1989) destaca que a sociedade, nos últimos anos, tem priorizado a questão ambiental e, em decorrência, muitas pesquisas foram incentivadas com vistas à obtenção de substâncias bioativas, de baixa toxicidade ao homem e ao ambiente, para serem empregadas no manejo integrado de doenças.

A substituição de agroquímicos por substâncias extraídas de plantas com ação fungicida vem sendo pesquisada no meio agrícola. Diversos trabalhos vêm demonstrando a eficiência de óleos essenciais e extratos vegetais na inibição de fungos fitopatogênicos (CAVALCANTI e LOPEZ, 1995; PINHEIRO e PESSOA, 1995 e OLIVEIRA *et al.*, 1998).

Estudos realizados com espécies utilizadas pela medicina popular têm demonstrado que várias contêm substâncias antifúngicas (BANDARA *et al.*, 1989 e NAIDU, 1988) propriedades estas que possibilitaram o seu emprego também na agricultura, objetivando o controle de doenças em plantas. Além destas vantagens são facilmente biodegradáveis, seletivas e de fácil acesso aos produtores, sendo muitas de uso popular (YEGEN *et al.*, 1992 e UPADHYAYA e GUPTA, 1990).

A utilização de extratos e óleos essenciais de espécies medicinais, isolados ou em combinação com outros métodos poderá vir a ter um importante papel no controle de

fitopatogênicos fúngicos, contribuindo para redução do uso de fungicidas e, conseqüentemente, um menor impacto ao ambiente (MOTA e PESSOA, 2003).

Trabalhos desenvolvidos com extratos e óleo essencial obtido a partir de espécies medicinais têm indicado o potencial das mesmas no controle de fitopatogênicos, tanto por sua ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de fitoalexinas, indicando a presença de composto(s) com característica elicitoras. O fracionamento dos metabólitos secundários dessas plantas, bem como a determinação da atividade biológica dessas moléculas com respeito à atividade elicitora ou antimicrobiana poderá contribuir para a aquisição de maiores conhecimentos que reforcem sua possível utilização como um método alternativo de controle de doença de plantas (SCHWAN-ESTRADA e STANGARLIN, 2001). Os mesmos autores citam que dentre estas plantas medicinais estão: arruda (*Ruta graveolens* L.); alho (*Allium sativum* L.); alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.); alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.); alfavaca (*Ocimum Basilicum* L.); cânfora (*Artemisia camphorata* Vill); carqueja (*Baccharis trimera* Less); capim-limão (*Cymbopogon citratus* DC Stapf); eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook); erva cidreira brasileira (*Lippia alba* Mill); gengibre (*Zingiber officinalis* Roscol); ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata* Spreng); losna (*Artemisia absinthium* L.); mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.); mil-folhas (*Achillea millefolium* L.); palmarosa (*Cymbopogon martinii* Bruno). Estas plantas têm sido utilizadas para estudos de inibição de crescimento micelial e esporulação de fungos fitopatogênicos *in vitro* (*Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora* sp e *Colletotrichum graminicola*).

MORAES *et al.* (2001) obtiveram inibição no crescimento da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans* utilizando tinturas de erva cidreira (*Lippia alba* L.) e cavalinha (*Esquisetum* spp L.).

Segundo DI STASI (1996), os compostos secundários pertencem a várias classes químicas distintas, como alcalóides, terpenos, lignanas, flavonóides, cumarinas, benzenóides, quinonas, xantonas, lactonas e esteróides.

Metabólicos secundários são importantes para a sobrevivência e a propagação das plantas. Muitos deles funcionam como sinais químicos que permitem à planta responder a estímulos ambientais ou na defesa do produtor contra herbívoros, patógenos ou competidores (RAVEN, *et al.*, 1992). Como exemplo, as fitoalexinas que são compostos antimicrobianos produzidos apenas após a injúria ou ataque por bactérias e fungos. Os óleos essenciais produzidos pelas folhas de algumas plantas inibem a ação de herbívoros; alguns protegem contra o ataque de fungos ou bactérias; outros são conhecidos por serem alelopáticos. Os taninos, compostos fenólicos presentes em concentrações mais elevadas nas folhas de uma ampla variedade de plantas têm efeitos repelentes a insetos, répteis e pássaros, sendo que os seres humanos têm feito uso dessas propriedades no combate a bactérias (RAVEN, *et al.*, 1992).

2.4 Cultivo de plantas medicinais e condimentares no Paraná - Região Metropolitana de Curitiba

O Estado do Paraná destaca-se dos demais por possuir maior tradição no cultivo de plantas medicinais. Iniciou há mais de 100 anos com o cultivo de camomila como cultura alternativa de inverno na RMC que logo se tornou referência para esta espécie no Brasil. Em 1994, o estado já era fornecedor de 90% da demanda nacional de plantas cultivadas (CORREA JUNIOR *et al.*, 2004). Segundo o mesmo autor, o aumento na demanda de plantas medicinais, a busca de culturas alternativas rentáveis e o estímulo à agricultura sustentável por parte da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná (EMATER-PR)

fomentaram as iniciativas dos agricultores que logo diversificaram a produção e passaram a cultivar, além da camomila, outras espécies exóticas e, mais recentemente, também nativas.

CORREA JUNIOR (2005) salienta que a cadeia é pulverizada, e que não há números oficiais nem históricos sobre a produção total no país. O Paraná, maior produtor nacional, com 90% do total, garante a produção anual de 3.500 t.ano⁻¹. A área cultivada no estado chega a 2.700 ha e conta com 850 produtores e estima-se que 98% desses produtores sejam pequenos, com média de área de 1,2 ha.

Devido à sua localização geográfica, o Paraná apresenta duas situações climáticas bastante distintas. A diversidade climática permite que o estado apresente a maior diversidade de plantas nativas. As diferenças do clima possibilitaram também a introdução de espécies exóticas de diferentes regiões. O cultivo diversificado de espécies vai de encontro às necessidades do mercado e, ao mesmo tempo, está em acordo como sistema de produção recomendado – sistema orgânico e policultivo (CORREA JUNIOR *et al.*, 2004).

Pesquisas realizadas pela EMATER em conjunto com profissionais de instituições de ensino e pesquisa, indicaram as espécies de medicinais, aromáticas e condimentares adaptadas às condições edafo-climáticas do estado para cultivo no Paraná e as regiões de melhor adaptação (Tabela 3). A RMC é citada com uma das regiões que apresentam um grande potencial produtivo (CORREA JUNIOR *et al.*, 2004).

TABELA 3 – ESPÉCIES DE PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES ADAPTADAS AO CULTIVO NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

| NOME POPULAR | NOME CIENTÍFICO |
|--------------------------|--|
| Alcachofra | <i>Cynara scolymus</i> |
| Alecrim | <i>Rosmarinus officinalis</i> |
| Alfavaca | <i>Ocimum basilicum</i> |
| Arruda | <i>Ruta graveolens</i> |
| Bardana | <i>Artium lappa,</i> |
| Calêndula | <i>Calendula officinalis</i> |
| Camomila | <i>Chamomilla recutita</i> |
| Capim limão | <i>Cymbopogon citratus</i> |
| Capuchinho | <i>Tropaeolum majus</i> |
| Carqueja | <i>Baccharis trimera</i> |
| Catinga-de-mulata | <i>Tanacetum vulgare</i> |
| Cavalinha | <i>Equisetum sp</i> |
| Chapéu de couro | <i>Echinodorus macrophyllus</i> |
| Citronela | <i>Cymbopogon winterianus</i> |
| Confrei | <i>Symphytum officinale</i> |
| Crem | <i>Armorica rusticana, A. lapathifolia</i> |
| Dente-de-leão | <i>Taraxacum officinale</i> |
| Erva-cidreira-brasileira | <i>Lippia alba, L. citrodora, L. geminata</i> |
| Erva-de-bicho | <i>Polygonum sp</i> |
| Erva-de-santa-maria | <i>Chenopodium ambrosioides</i> |
| Espinheira santa | <i>Maytenus ilicifolia, M. aquifolium</i> |
| Funcho | <i>Foeniculum vulgare</i> |
| Gengibre | <i>Zingiber officinale</i> |
| Guaco | <i>Mikania glomerata, M. laevigata</i> |
| Hortelã | <i>Mentha sp</i> |
| Laranja azeda | <i>Citrus auranthium</i> |
| Losna | <i>Artemisia absinthium</i> |
| Macela | <i>Achyrocline satureioides</i> |
| Malva | <i>Malva sylvestris</i> |
| Manjerona | <i>Origanum majorana</i> |
| Marucujá | <i>Passiflora alota, P. edulis</i> |
| Mantruço | <i>Coronopus didymus</i> |
| Melão-de-são-caetano | <i>Momordica charantia</i> |
| Melissa | <i>Melissa officinalis</i> |
| Mentrasto | <i>Ageratum conyzoides</i> |
| Mil folhas | <i>Achillea millefolium</i> |
| Orégano | <i>Origanum vulgare</i> |
| Pata de vaca | <i>Bauhinia forficata</i> |
| Poejo | <i>Mentha pulegium</i> |
| Quebra pedra | <i>Phyllanthus spp</i> |
| Sabugueiro | <i>Sambucus sp</i> |
| Salsa | <i>Petroselinum sativum</i> |
| Sálvia | <i>Salvia officinalis,</i> |
| Sete sangrias | <i>Cuphea balsamona</i> |
| Tanchagem | <i>Plantago australis, P. major, P. lanceolata</i> |
| Tomilho | <i>Thymus vulgaris</i> |

Adaptado de CORRÊA *et al.*, 2004.

CAPÍTULO I

EFICIÊNCIA DO MÉTODO DA DILUIÇÃO DO SOLO PARA DETECÇÃO DE *Plasmodiophora brassicae*.

RESUMO

EFICIÊNCIA DO MÉTODO DA DILUIÇÃO DO SOLO PARA DETECÇÃO DE

Plasmodiophora brassicae.

Os produtores de brássicas da região Metropolitana de Curitiba-PR têm constatado danos severos em suas plantações em consequência da doença hérnia das crucíferas causada por *P. brassicae*. Em vista da importância da doença na região e da carência de dados do grau de infestação dos solos, o objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia comparativa para detectar o potencial de desenvolvimento da doença. Foi comparado, por meio da diluição do solo, o potencial de inóculo ativo de *P. brassicae* em solos contaminados provenientes de duas áreas distintas de Colombo-PR (Boicininga e Serrinha). Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Universidade Federal do Paraná no Setor de Ciências Agrárias, utilizando a rúcula (*Eruca sativa* Mill) como planta hospedeira suscetível. O delineamento foi inteiramente causalizado, com seis repetições e as diluições 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 e solo infestado constituíram os tratamentos. Após 45 dias do plantio, foram determinadas a massa aérea fresca, a incidência de galhas e a severidade da doença. O solo de Boicininga apresentou severidade da doença até a diluição 1:32 enquanto de solo Serrinha apresentou diminuição da severidade da doença a partir da diluição 1:4. Não houve diferença significativa em nível de 5% entre os tratamentos para a incidência e severidade no solo Boicininga. O solo Serrinha apresentou um decréscimo nas variáveis incidência e severidade. O método de diluição mostrou-se uma ferramenta importante na avaliação do potencial de desenvolvimento da doença e pode ser indicado para diferenciar a concentração de inóculo em diferentes regiões.

Palavras-chave: Hérnia das crucíferas, Brássicas, *Eruca sativa*.

ABSTRACT

THE EFFICIENCY OF THE SOIL DILUTING METHOD FOR DETECTION OF *Plasmodiophora brassicae*.

Brassica growers from the Metropolitan Region of Curitiba-PR had significant losses in their crops due to the Clubroot of Crucifers, which is caused by *Plasmodiophora brassicae*. Bearing in mind the importance of the disease in the region and the infestation degree of the soils, the aim of this work was to establish a comparative methodology to detect the disease developing potential in the region soils. The *P.brassicae* inoculum active potential, of contaminated soils from two distinct areas (Boicingina and Serrinha) of Colombo-PR was compared to the disease historic by means of soil dilution. Two experiments were carried out in the greenhouse of Ciências Agrárias at Universidade Federal do Paraná, by using *Eruca sativa* Mill as a susceptible host. The delineation entirely causational with six replicates and the with seven treatments (infested soil and the dilutions 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16 and 1:32). The fresh foliar mass, microorganism incidence and the disease severity index were determined 45 days after planting. The soil of Boicingina induced clubroot at dilution of 1:32, while the soil of Serrinha showed a severity decrease from dilution of 1:8. In relation to the severity index, in the soil of Boicingina there ha not been a significant difference at the level of 5% between the treatments. In the soil of Serrinha, it was possible to note a decrease in the severity variable, as well as in the other evaluated patterns, indicating a lower potential of active inoculum. The dilution method constitutes an important tool to evaluate the developing disease potential and could be indicated to establish the difference of the inoculum concentration in different regions.

Keywords: Clubroot of Crucifers, Brássica, *Eruca sativa*.

1.1 INTRODUÇÃO

A hérnia das crucíferas tem distribuição quase mundial. No Brasil está presente nas regiões produtoras de brássicas, especialmente naquelas de clima úmido e temperaturas mais baixas entre 18 a 35 °C, pH abaixo de 7,0 e em solos com textura arenosa (MURAKAMI *et al.*, 2000).

Nessas condições, *Plasmodiophora brassicae* Woronin, agente causal da doença, permanece por longos períodos na forma de esporos de resistência, e pode sobreviver por aproximadamente dez anos no solo (MARINGONI, 1997). Culturas instaladas em solos infestados têm produção severamente limitada sem o emprego de medidas severas de controle, tais como esterilização química do solo.

No Paraná, na Região Metropolitana de Curitiba-PR, vários trabalhos têm sido conduzidos na tentativa de minimizar os danos causados por essa doença, dentre eles trabalhos com controle biológico, químico, avaliação de resistência das cultivares e cultural (LIMA *et al.*, 1997; MAY DE MIO *et al.*, 1997; MAY DE MIO, 2003; SCHUTA, 2003). Recentemente PAZ LIMA *et al.* (2004), verificaram a presença da doença em áreas cultivadas com rúcula no município de Quatro Barras – PR. Entretanto, não existe até a presente data, dados referente ao número de áreas infestadas, bem como sobre grau de infestação dessas áreas.

Há poucos trabalhos publicados sobre a ocorrência da doença hérnia das crucíferas no Brasil (VIÉGAS e TEIXEIRA, 1943; FILHO e REIFSCHNEIDER, 1986; VENTURA e COSTA, 1995 e PAZ LIMA *et al.*, 2004), entretanto todos descrevem a doença pela presença das galhas (incidência), o que não possibilita o conhecimento do grau de infestação dos solos.

O objetivo deste trabalho foi testar o método de diluição para detectar o grau de infestação dos solos com *P. brassicae*, possibilitando avaliar o potencial da doença nas áreas infestadas.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, no período de outubro a dezembro de 2003.

1.2.1 Características dos solos

Os dois solos utilizados, naturalmente infestados com *P. brassicae* (Tabelas 1 e 2), foram coletados em áreas distintas do município de Colombo-PR (Boicininga e Serrinha), na região Metropolitana de Curitiba-PR com histórico da doença. A profundidade da coleta foi de 0-20 cm conforme orientações contidas no Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas da UFPR (2003). Após a coleta os diferentes solos foram submetidos à análise química e granulométrica (Tabelas 1 e 2).

O solo não infestado foi coletado no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná em área de compostagem em 2003 e foi esterilizado em forno a vapor por oito horas, com temperatura próxima de 90 °C.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS DE DILUIÇÃO, 2003.

| Solos | pH CaCl ₂ | pH SMP | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | ppm P | g/dm ³ C |
|--------------------|-------------------------|-----------|--|------|-------|------|------|----------|------------------------|
| | | | Al | H+Al | Ca | Mg | K | | |
| Boicininga | 6,30 | 6,50 | 0,0 | 3,40 | 13,45 | 5,76 | 1,14 | 47,6 | 46,2 |
| Serrinha | 6,10 | 6,40 | 0,0 | 3,70 | 10,25 | 3,62 | 2,24 | 108,6 | 40,2 |
| Solo não infestado | 6,50 | 6,80 | 0,0 | 2,70 | 17,25 | 5,02 | 2,16 | 202,5 | 85,2 |

TABELA 2 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS DE DILUIÇÃO EM OUTUBRO DE 2003.

| Solos | Argila | Areia grossa | Areia fina | Silte |
|--------------------|--------|--------------|------------|-------|
| Boicininga | 200,0 | 77,5 | 213,5 | 509,0 |
| Serrinha | 350,0 | 25,5 | 40,5 | 584,0 |
| Solo não infestado | 550,0 | 35,0 | 45,0 | 370,0 |

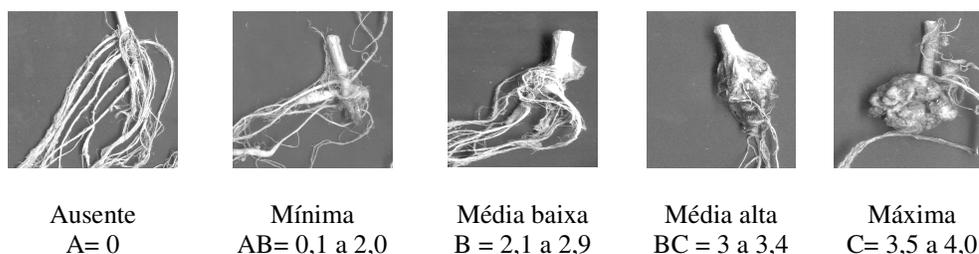
Os tratamentos foram constituídos de solo naturalmente infestados e das diluições 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 que foram obtidos da seguinte forma: a diluição 1:1 foi constituída de 50 % do solo naturalmente contaminado mais 50 % de solo esterilizado; a diluição 1:2 recebeu 50% da diluição 1:1 e mais 50% de solo esterilizado; a diluição 1:4 recebeu 50% da diluição 1:2 mais 50 % solo esterilizado; a diluição 1:8 recebeu 50% da diluição 1:4 mais 50 % de solo esterilizado. A diluição 1:16 recebeu 50% da diluição 1:8 mais 50 % de solo esterilizado. A diluição 1:32 recebeu 50% da diluição 1:8 mais 50 % de solo esterilizado.

Para verificar o potencial de desenvolvimento da doença foi utilizada a planta hospedeira suscetível rúcula (*Eruca sativa*). Três sementes foram semeadas diretamente em recipientes plásticos com capacidade de 300 g de solo e, após 10 dias, efetuou-se o desbaste deixando uma planta vaso. A umidade foi mantida por regas diárias de aproximadamente 50 ml de água por recipiente. A temperatura da casa de vegetação no período foi em média de 30 °C.

1.2.2 Desenvolvimento das plantas e avaliação da incidência e severidade da doença nos diferentes tratamentos.

Após 45 dias do plantio, a planta de rúcula foi colhida, lavada e em seguida foram determinadas as variáveis: massa aérea fresca, incidência de galhas (presença e ausência de sintomas) e índice de severidade de acordo como a escala da Figura 1.

FIGURA 1 - ESCALA DE SEVERIDADE DE *Plasmodiophora brassicae* EM RÚCULA CULTIVADA EM CASA DE VEGETAÇÃO (DESENVOLVIDA POR HASSE, DEZ. 2003).



A inexistência de uma escala de severidade para a doença “hérnia das crucíferas” em rúcula levou à necessidade da elaboração da escala de notas. Em consequência das diferenças no tamanho e número de galhas apresentadas nas raízes de rúcula, níveis diferenciados de severidade foram criados (Figura 1). A letra A representa ausência de galhas nas raízes e nota 0, as letras AB representam severidade mínima e notas 0,1 a 2,0, a letra B representa severidade média baixa e notas 2,1 a 2,9, as letras BC severidade média alta e notas 3,0 a 3,4 e severidade máxima representada pela letra C e notas de 3,5 a 4,0.

Os dois experimentos foram organizados em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições e 7 tratamentos (solo naturalmente infestado e as diluições 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32). Utilizou-se o software SASM – Agri Sistema para análise da variância e teste de comparação de médias (ALTHAUS, *et al.*, 2001).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 evidencia que não existem diferenças químicas importantes entre os dois solos, principalmente em relação ao pH, teor de Ca, Mg e C. Entretanto, o nível mais alto de fósforo no solo Serrinha pode ter possibilitado um maior desenvolvimento da massa aérea fresca nas primeiras diluições quando comparados com o solo Boicininga, visto que em outros patossistemas geralmente teores maiores de fósforo propiciaram aumento na resistência e no vigor, bem como aceleram a velocidade de maturação dos tecidos, encurtando o período de maior suscetibilidade do hospedeiro (HUBER, 1989 e MARSCHNER, 1986).

Quanto às características físicas observadas na Tabela 2, o solo Boicininga apresentou um teor de areia mais elevado o que contribui para surgimento da doença. Solos de textura arenosa são menos supressivos à doença por influenciar a penetração e desenvolvimento do patógeno. MURAKAMI *et al.* (2000) verificaram um índice maior de severidade da doença em solo de textura arenosa, quando compararam dois solos de texturas diferenciadas.

Por outro lado, essas pequenas diferenças, principalmente as das características químicas dos solos em estudo, tornaram-se menos relevantes à medida que os tratamentos de diluição foram empregados.

A Tabela 3 demonstra que, à medida que o solo infestado foi sendo diluído e, por conseqüência, havendo uma diminuição na concentração de esporos, ocorreu um aumento no desenvolvimento da massa aérea fresca e uma redução significativa na incidência da doença, principalmente nas diluições 1:16 e 1:32 no solo Serrinha. Não houve diferença estatística

pelo teste de Fischer ao nível de 5% na incidência da doença no solo Boicinga indicando uma maior concentração de esporos viáveis nesse solo.

TABELA 3 - EFEITO DOS TRATAMENTOS SOBRE A MASSA AÉREA FRESCA DE RÚCULA E SOBRE A INCIDÊNCIA DE *Plasmodiophora brassicae* EM DOIS SOLOS DA RMC EM COLOMBO-PR, DEZEMBRO DE 2003.

| Tratamentos | Massa aérea fresca (g)* | | Incidência** | |
|---------------|-------------------------|----------|--------------|----------|
| | Boicinga | Serrinha | Boicinga | Serrinha |
| S. infestado | 1,12 b | 1,69 a | 6 a | 6 a |
| Diluição 1:1 | 1,09 b | 1,58 a | 6 a | 6 a |
| Diluição 1:2 | 2,30 a | 1,56 a | 6 a | 6 a |
| Diluição 1:4 | 3,05 a | 2,04 a | 6 a | 6 a |
| Diluição 1:8 | 2,84 a | 2,24 a | 6 a | 5 ab |
| Diluição 1:16 | 4,05 a | 3,02 a | 4 a | 1 bc |
| Diluição 1:32 | 2,43 a | 3,86 a | 6 a | 2 c |
| CV.% | 32,33 | 44,74 | | |

Medias de 6 repetições.

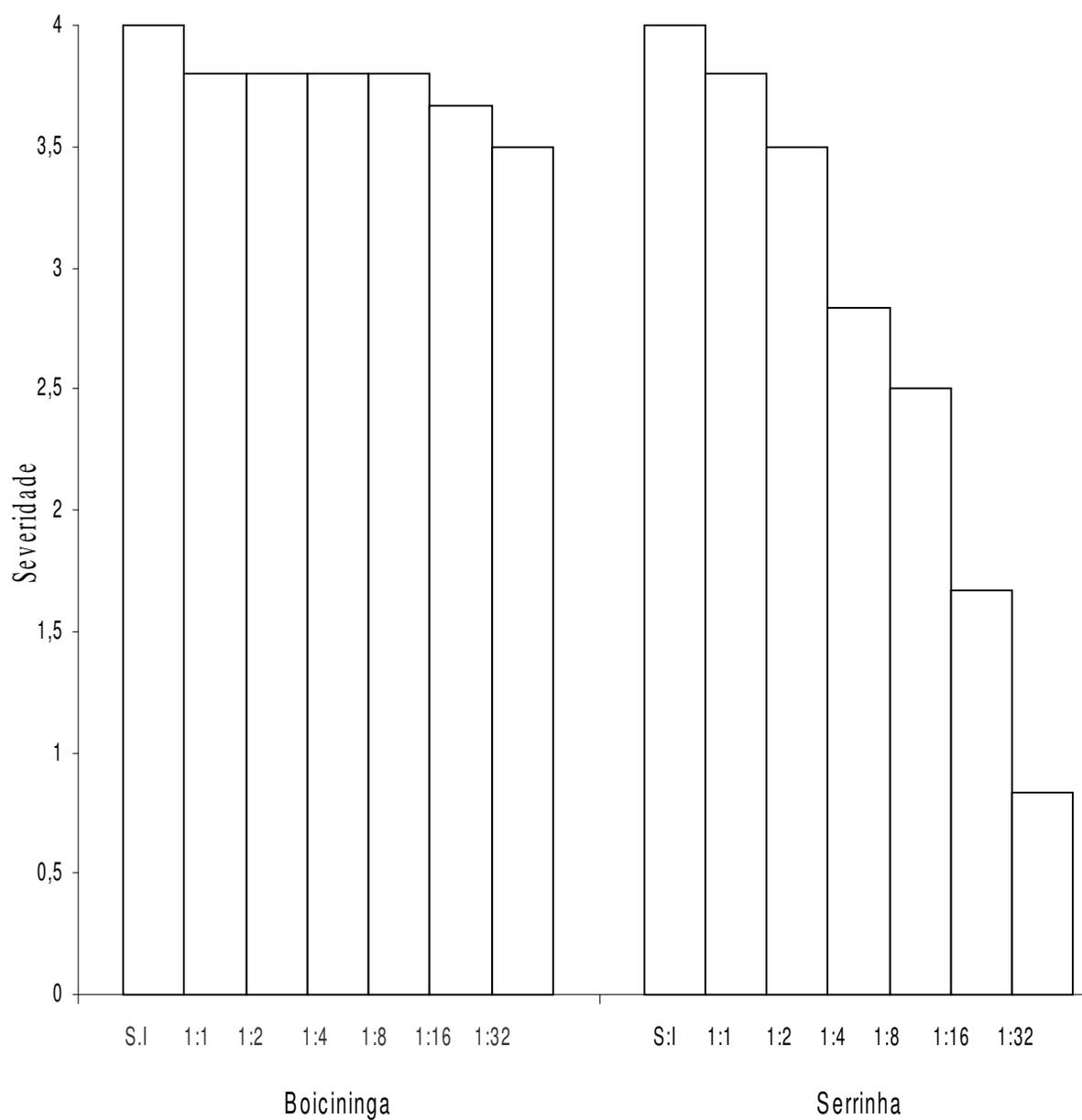
*Medias nas mesmas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Scott-Knott 5%).

**Número de plantas com a presença da doença em seis repetições. Teste Exato de Fisher com 5% de significância.

Em relação à severidade, Boicinga (Figura 2) apresentou índice máximo C (notas 3,5 a 4) até a diluição a diluição 1:32, indicando novamente um maior potencial de desenvolvimento da doença e demonstrando que há uma concentração de inóculo ativo superior ao solo Serrinha. MAY-DE MIO *et al.* (1997) testando diferentes níveis de inóculo de *P. brassicae*, observaram alto índice de galhas nos tratamentos com alta concentração de inóculo. SCHUTA (2003) observou que em se aumentando a concentração de inóculo para

níveis mais elevados, a severidade da doença progrediu mesmo para níveis mais altos de pH (7,3).

FIGURA 2 - EFEITO DOS TRATAMENTOS DE DILUIÇÃO SOBRE A SEVERIDADE DA HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS.



*Escala descritiva de notas: A= ausente; AB=sev. mínima; B=sev. média baixa; BC= sev. média alta e C= sev. máxima.

No solo Serrinha (Figura 2) observou-se um decréscimo no índice de severidade a partir da diluição 1:4, indicado que o referido solo apresenta uma menor quantidade de esporos viáveis e, conseqüentemente, uma severidade mínima (notas 0,1 a 2,0) nas últimas diluições (1:16 e 1:32).

Vale ressaltar que o método de diluição para diagnosticar o potencial de inóculo ativo do solo poderá ser útil na tomada de decisões de controle da doença, visto que MAY DE MIO (1997) e SCHUTA (2003) constataram que a calagem, uma das práticas de controle mais utilizadas e aceitas pelos produtores de brássicas na RMC, não exerce um controle efetivo sobre o ataque do patógeno quando a concentração de inóculo é elevada.

1.4 CONCLUSÕES

O método de diluição de solo possibilita estimar o grau de infestação de *Plasmodiophora brassicae* no solo.

A escala de severidade proposta mostra-se eficiente para separar os diferentes níveis de severidade de *Plasmodiophora brassicae* em plantas de rúcula.

CAPÍTULO II

EFEITO DO PRÉ-PLANTIO COM PLANTAS MEDICINAIS NO CONTROLE DE

Plasmodiophora brassicae.

RESUMO

EFEITO DO PRÉ-PLANTIO COM PLANTAS MEDICINAIS NO CONTROLE DE

Plasmodiophora brassicae

A “hérnia das crucíferas” é a principal doença na produção de brássicas na Região Metropolitana de Curitiba-PR. Fatores ambientais favoráveis, ausência de cultivares resistentes e falta de controle químico eficiente, aliados ao plantio sucessivo de espécies da mesma família têm colaborado para sua disseminação. Com o objetivo de controlar a doença com menor impacto ambiental, o presente estudo avaliou o efeito do pré-plantio de plantas medicinais na redução de inóculo de *Plasmodiophora brassicae* no solo. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, de junho a novembro de 2003 e julho a dezembro de 2004. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com nove tratamentos e seis repetições. As plantas medicinais utilizadas nos tratamentos foram: menta (*Mentha piperita* L.); alfavaca (*Ocimum basilicum* L.); bardana (*Arctium minus* Hill); calêndula (*Calendula officinalis* L.); cebolinha (*Allium fistulosum* L.); salsa (*Petroselinum hortense* Hoffm) e sálvia (*Salvia officinalis* L.), sendo que como testemunhas foram utilizados solos sem patógeno e solo infestado, ambos em pousio. Utilizaram-se vasos contendo 3 Kg solo esterilizado via vapor e como inóculo de *P. brassicae* foram utilizados 2,0 g de galhas por vaso. A rúcula (*Eruca sativa* Mill) foi o hospedeiro suscetível utilizado. Após 45 dias do plantio da rúcula foram determinados a massa aérea fresca, incidência de galhas e o índice de severidade. A maior massa aérea fresca e menor índice de severidade foram obtidos no experimento de 2003 nos tratamentos com o pré-plantio das medicinais bardana, salsa, menta, alfavaca e cebolinha. Em 2004 o menor intervalo de tempo (15 dias) entre a retirada das espécies medicinais e o plantio da rúcula causou redução na produção da massa aérea fresca.

Palavras-chave: Hérnia das crucíferas, Rúcula, Controle alternativo.

ABSTRACT

THE EFFECT OF PRE-PLANTING WITH MEDICAL PLANTS IN THE *Plasmodiophora brassicae* CONTROL

“Clubroot of crucifers” is the major disease of brassica production in the Metropolitan Region of Curitiba-PR. Favorable environmental conditions, lack of resistant varieties and lack of efficient chemical control along with successive plantation of the same species have collaborated to its dissemination. With the aim of controlling the disease with the lowest environmental impact, the present study has verified the effect of medical plants pre-plantation in the reduction of *Plasmodiophora brassicae*. Two experiments have been carried out in the greenhouse the Setor de Ciências Agrárias of Universidade Federal do Paraná, from June to November 2003 and from July to December, 2004. The delineation was randomly made with nine treatments and six replicates. Medicinal plants used in the treatments were mint (*Mentha piperita* L.); basil (*Ocimum basilicum* L.); “bardana” (*Arctium minus* Hill); calêndula (*Calendula officinalis* L.); chive (*Allium fistulosum* L.); parsley (*Petroselinum hortense* Hoffm) and salvia (*Salvia officinalis* L.). Control samples, non inoculated and inoculated soil, both inactive, were used. Pots containing 3 kg of steam-sterilized soil were used, and as an inoculum of *P. brassicae* 2,0 g. of pathogenic microorganisms per pot were used. Rudbeckia (*Eruca sativa* Mill) was the susceptible plant host. Forty-five days after rudbeckia plantation, fresh foliar mass, the incidence of the pathogenic microorganisms and the severity index were determined. The greatest fresh foliar mass and lowest severity index were obtained in the 2003 experiment in the treatment with the pre-planting of “bardana”, parsley, mint, basil and chive. In 2004, shorter interval of time (15 days) between the withdrawal of the medicinal species and following planting of Rudbeckia caused reduction in the production of the fresh foliar mass .

keywords: Clubroot of crucifers, Rudbeckia, Alternative control

2.1 INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Curitiba-PR (RMC) é responsável por cerca de 70% da produção de olerícola do estado do Paraná, abastecendo o mercado de Curitiba e outros centros consumidores do País (HAMMERSCHMIDT, 2002)¹.

Neste contexto, o município de Colombo se destaca sendo responsável por 35,8% do valor da produção de olerícola da RMC. O interesse na produção orgânica de olerícola é crescente e atualmente Colombo conta com 26 olericultores orgânicos certificados (ALMEIDA, 2003).

As brássicas se destacam nesta produção, sendo o Município de Colombo o principal produtor da RMC, responsável por 69% da produção de couve-chinesa, 67% da produção de brócolos, 62% de couve flor, 52% de rabanete, 25% produção de rúcula e 2% produção de repolho (SEAB-PR, 2004).

A produção extensiva de brássicas na RMC por vários anos tem facilitado o aumento e a disseminação da doença ‘hérnia das crucíferas’, já que o solo contaminado com esporos de *Plasmodiophora brassicae* Woronin, pode ser transportado pelo vento, água das chuvas e principalmente por equipamentos agrícolas e provavelmente a disseminação pode ocorrer ainda por meio de aves e mamíferos, como também por meio das fezes desses animais, uma vez que foram encontrados esporos de resistência viáveis no esterco de bovinos (SMITH *et al.*, 1988).

A demanda por produtos orgânicos de qualidade e a necessidade de um novo modelo agrícola que valorize a conservação dos recursos naturais tem motivado um número crescente de pequenos agricultores no município de Colombo a optarem por práticas de controle alternativo de doenças^[m1].

¹Comunicação pessoal do autor (04 de outubro de 2002).

Na região estudada a doença tem aumentado, mesmo em propriedades onde são realizados tratamentos culturais, provavelmente porque as rotações são feitas por um ou no máximo dois ciclos e o inóculo no solo se encontra em altas concentrações. Poucos estudos enfatizam a rotação de culturas com plantas aversivas que pudessem favorecer a destruição dos esporos e diminuir o potencial do inóculo. Segundo ROBAK, (1994) a menta (*Mentha piperita* L.) favorece a destruição dos esporos de *P. brassicae*.

Outras plantas de uso medicinal entre as quais a alfavaca (*Ocimum basilicum* L.), camomila (*Matricaria chamomilla* L.), calêndula (*Calendula officinalis* L.), sálvia (*Salvia officinalis* L.), bardana (*Arctium minus* Hill), arruda (*Ruta graveolens* L) e cavalinha (*Equisetum arvense* L.) são citadas por suas atividades antimicrobianas (HERTWIG 1986; SOUZA, 1991; SCHWAN-ESTRADA e STANGARLIN 2001 e MARTINS *et al.*, 2002), porém não existem estudos até o momento avaliando os efeitos de seus exsudados radiculares na inibição de fitopátogenos, especialmente da *P. brassicae*.

O objetivo geral desse estudo foi o de avaliar o efeito do pré-plantio com as espécies medicinais menta, alfavaca, bardana, calêndula, cebolinha, salsa e sálvia no controle de *P. brassicae* em dois ciclos de cultivo da rúcula.

Os objetivos específicos foram: 1) Testar os efeitos dos exsudatos radiculares das espécies medicinais sobre o controle da hêmia das crucíferas em dois intervalos de tempo. 2) avaliar o potencial de inóculo após o pré-plantio das espécies medicinais e cultivo da rúcula.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná nos períodos de junho a novembro de 2003 e julho a novembro de 2004.

2.2.1 Características do solo

Os dois solos utilizados nos experimentos foram coletados nos anos de 2003 e 2004, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em área de compostagem, e apresentaram características químicas conforme Tabela 1 e textura argilosa-arenosa. O solo foi esterilizado em forno a vapor por oito horas, com temperatura próxima de 90 °C. Após 20 dias da esterilização, o solo foi peneirado e acondicionado em vasos de alumínio com capacidade de 3 Kg.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS DE PRÉ-PLANTIO COM PLANTAS MEDICINAIS NO CONTROLE DE *Plasmodiophora brassicae* EM 2003 E 2004.

| Solos | pH | pH | -----(<i>cmol/dm</i> ³)----- | | | | | ppm | <i>g/dm</i> ³ |
|-------|-------------------|------|---|------|-------|------|------|-------|--------------------------|
| | CaCl ₂ | SMP | Al | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| 2003 | 6,50 | 6,80 | 0,0 | 3,70 | 17,25 | 5,02 | 2,16 | 201,5 | 86,2 |

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|------|-------|------|------|-------|------|
| 2004 | 5,80 | 6,40 | 0,0 | 3,50 | 11,63 | 5,33 | 1,58 | 140,0 | 60,6 |
|------|------|------|-----|------|-------|------|------|-------|------|

2.2.2 Infestação do solo com o patógeno

Como inóculo de *P. brassicae* foram utilizados 2,0 g de galhas por vaso conforme preconizado por MAY-DE MIO *et al.* (1997). Estas foram maceradas em liquidificador com 50 ml água esterilizada, filtrada por meio de quatro camadas finas de tecido de musseline. (0,45 mm de diâmetro). Após a filtragem, a mistura foi centrifugada (Sigma 3K30) duas vezes a 45.000x g por 10 minutos. Em seguida, a suspensão de 50 ml foi aplicada nos vasos.

2.2.3 Cultivo das plantas medicinais

As espécies medicinais utilizadas foram: menta (*Mentha piperita* L.), alfavaca (*Ocimum basilicum* L.), bardana (*Arctium minus* Hill), calêndula (*Calendula officinalis* L.), cebolinha (*Allium fistulosum* L.), salsa (*Petroselinum hortense* Hoffm) e sálvia (*Salvia officinalis* L.). Como testemunhas foram utilizadas solos sem infestação e solo não infestado, ambos em pousio durante o crescimento das espécies medicinais. O delineamento foi inteiramente causalizado com nove tratamentos e seis repetições, cada repetição constava de uma planta por vaso.

O critério para escolha das plantas medicinais utilizadas na presente pesquisa foi baseado nas suas indicações de controle de patógenos e pragas (Tabela 2).

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DAS MEDICINAIS UTILIZADAS NOS EXPERIMENTOS DE PRÉ-PLANTIO PARA NO CONTROLE DE *Plasmodiophora. brassicae* EM RÚCULA EM DOIS CICLOS DE CULTIVO: 2003 E 2004. CURITIBA.

| Nome | Família | Constituintes Químicos | Controle de patógenos e pragas |
|--|------------|---|--|
| Sálvia <i>Salvia officinallis</i> L. | Lamiaceae | Óleo essencial -1,8-cineol, cânfora, borneol, tuiona, terpenos, ácido ursólico e taninos. | Inseticidas - <i>Spodoptera littoralis</i> (PAVELA, 2004). Inibição de <i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Shigella</i> e <i>Salmonella spp</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> e fungos <i>Torulopsis glabratai</i> e <i>Cryptococcus neoformans</i> (TEIXEIRA, 2005). |
| Salsa <i>Petroselinum hortense</i> Hoffm | Apiaceae | Óleo essencial (apiol e miriscitina) vitaminas do complexo B, furanocumarinas bergapteno, xanthotoxina e psoraleno. | Antiparasitária (LORENZI & ABREU MATOS, 2002). |
| Menta <i>Mentha piperita</i> L. | Lamiaceae | Óleo essencial-mentol, mentona e mentofurana, pineno, limoneno, cânfora, ácidos orgânicos, flavonóides e, heterosídios da luteolina e apigenina | <i>P. brassicae</i> (ROBAK, 1994). Fungos, <i>Alternaria</i> sp, <i>Fusarium</i> sp, <i>Cochiliobolus sativus</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> e <i>Aspergillus parasiticus</i> . (SINGH <i>et al.</i> ,1992) |
| Alfavaca <i>Ocimum basilicum</i> L. | Lamiaceae | Taninos, flavonóides, saponinas, cânfora, óleo essencial: timol, metil-chavicol, linalol, eugenol, cineol e pireno. | <i>C. gloeosporioides</i> (ROZWALKA <i>et al.</i> , 2003) <i>C.gloeosporioides</i> , <i>M. phaseolina</i> e <i>L. theobromae</i> (PESSOA <i>et al.</i> ,2003). <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Phytophthora</i> sp. STANGARLIN <i>et al.</i> ,1999) |
| Calêndula <i>Calendula officinallis</i> L. | Asteraceae | Óleo essencial, carotenóides, flavonóides, mucilagens, saponinas (antiviral), cumarinas e resinas. | Antiséptica (LORENZI & ABREU MATOS, 2002) |

| | | | |
|--|------------|---|---|
| Bardana <i>Artium lappa</i> L. | Asteraceae | Óleo essencial contendo inulinas, glicosídeos, lapatina, polifenóis, fuquinona, β -eudesmol, taraxasterol, acetato e palmitato de diidrofuquinona, ácido clorogênico e vitaminas do complexo B. | Antisépticas, (MARTINS <i>et al.</i> , 2002) <i>Meloidogyne incognita</i> Raça 2, <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Pratylenchus brachyurus</i> (MACIEL,1995). |
| Cebolinha <i>Allium fistulosum</i> L. | Liliaceae | Derivados orgânicos de enxofre - ajoeno, alicina. | Antifúngicas e antibacterianas (MARTINS <i>et al.</i> , 2002) |

As medicinais menta, alfavaca, calêndula, cebolinha, salsa e sálvia foram primeiramente semeadas em bandejas e depois de 25 dias transplantadas para os vasos. A medicinal bardana foi cedida pelo Horto do Jardim Botânico do Paraná. Após três meses (junho, julho e agosto em 2003 e julho, agosto e setembro de 2004) do cultivo as medicinais foram arrancadas e descartadas e o solo peneirado. No experimento de 2003 esperaram-se 30 dias para semear a planta teste rúcula, e no experimento de 2004 a semeadura ocorreu após 15 dias do arranquio das espécies medicinais. A temperatura média da casa de vegetação no período de outubro a novembro de 2003 foi de 30 °C e, em 2004 a média do período entre outubro a novembro foi de 35 °C.

A rúcula (*Eruca sativa* Mill) foi utilizada como hospedeiro suscetível por apresentar ciclo curto e por ser uma ótima indicadora dos sintomas da ‘hérnia das crucíferas’.

2.2.4 Desenvolvimento das plantas e avaliação da incidência e severidade da doença nos diferentes tratamentos

Após 45 dias do plantio, a rúcula foi colhida e lavada. Em seguida, destacou-se a parte radicular ao nível do colo das plantas. A parte aérea e a radículas das plantas foram destacadas para determinação da massa aérea fresca, a incidência de galha (presença ou ausência de galhas nas raízes) e o índice de severidade por meio de escala descritiva (Figura 1 cap. 1).

Os experimentos foram organizados em delineamento inteiramente causalizado, Utilizou-se o software SASM – Agri Sistema para análise da variância e teste de comparação de médias (ALTHAUS, *et al.*, 2001).

2.2.5 Avaliação do potencial ativo do inóculo no solo após realização do experimento de 2003

O solo dos diferentes tratamentos foi mantido em pousio por três meses e em seguida foi realizada a determinação do potencial de inóculo ativo pelo método de diluição em série (Cap. 1) e análise química de rotina (Anexo 1).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Desenvolvimento das plantas

Os resultados da análise estatística para a variável massa aérea fresca em 2003, indicam que houve diferença significativa entre as medicinais testadas e a testemunha infestada (Tabela 3). Entretanto, nenhum dos valores de massa aérea fresca superou os valores de massa aérea fresca da testemunha não infestada. Alguns tratamentos propiciaram um aumento da massa aérea em relação à testemunha infestada, sendo obtidos valores de 40.1, 34.6, 33.5, 29.5, 25.1 e 24.7 % com as medicinais bardana, menta, salsa, calêndula, alfavaca e cebolinha, respectivamente. O tratamento com sálvia propiciou o menor valor de massa aérea fresca de rúcula, ficando abaixo dos valores da testemunha infestada.

TABELA 3 - MASSA AÉREA FRESCA DE RÚCULA NOS EXPERIMENTOS DE PRÉ-PLANTIO DE MEDICINAIS NO CONTROLE DE *Plasmodiophora brassicae* EM 2003 E 2004.

| TRATAMENTOS | Massa aérea fresca (g) | | | |
|------------------------|-------------------------|---|-------------------------|---|
| | 2003 (plântio 30 DAAM)* | | 2004 (plântio 15 DAAM)* | |
| T.não infestada-Pousio | 16,74 | a | 10,38 | a |
| T.Infestada-Pousio | 7,59 | c | 4,84 | b |
| Sálvia | 7,01 | c | 1,30 | c |
| Salsa | 11,41 | b | 1,08 | c |
| Menta | 11,63 | b | 1,00 | c |
| Alfavaca | 10,13 | b | 0,94 | c |
| Calendula | 10,77 | b | 1,09 | c |
| Bardana | 12,68 | b | 0,88 | c |

| | | | | |
|-----------|--------|---|--------|---|
| Cebolinha | 10,08 | b | 1,61 | c |
| CV. | 20,72% | | 17,33% | |

*DAAM: dias após arranquio das medicinais.

Medias nas mesmas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Scott-Knott 5%).

Os resultados no período de 2004 não houve diferença significativa para a variável massa aérea fresca entre os tratamentos das medicinais testadas (Tabela 3), porém ocorreu diferença significativa (5% pelo teste de Scott-Knott), com as espécies medicinais e a testemunha infestada e não infestada. Esses resultados indicam que além do inóculo, outros fatores exerceram influência no decréscimo da massa aérea fresca nos tratamentos com as espécies medicinais, provavelmente efeitos de fitotoxidez dos exsudatos radiculares das espécies medicinais testadas. Muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com extratos ou óleos essenciais de plantas medicinais no controle alternativo de doenças, entretanto são poucos os que mencionam a atividade dos exsudatos radiculares de plantas medicinais no controle da hérnia das crucíferas (ROBAK, 1994) e são inexistentes os que abordam os efeitos fitotóxicos do pré-plantio de medicinais em brássicas. Nesse sentido, CRUZ *et al.* (2001) citam que plantas medicinais que possuem, entre seus princípios ativos, óleos essenciais, mostram-se promissoras no controle de plantas invasoras. Muitas vezes este efeito alelopático provocado sobre sementes de plantas cultivadas e de importância econômica não é desejável. Para atingir esse objetivo, os autores ainda sugerem trabalhos adicionais para avaliar diferentes espécies vegetais, dosagens e métodos de aplicação ou concentrações distintas, bem como a determinação da atividade biológica dos compostos secundários.

Quando comparamos os valores de massa aérea fresca dos dois períodos (Tabela 3), verificamos que no período de 2004 os valores de massa aérea fresca foram inferiores aos de 2003. Outro fator não relacionado à disponibilidade de nutrientes (Tabela 1 e anexo 2) pode ter exercido influência na diminuição da massa aérea como exemplo a temperatura mais elevada (média de outubro a novembro de 2004 foi de 35 °C) da casa de vegetação nos meses

de cultivo da rúcula pois, conforme FILGUEIRA (2003) sob temperaturas elevadas as folhas da rúcula tornam-se menores e rijas. Por outro lado, é importante ressaltar que o menor intervalo de tempo entre o arranquio das medicinais e o plantio da rúcula no período de 2004 foi a mais provável causa para os decrescentes valores de massa aérea fresca nos tratamentos com as espécies medicinais, indicando que possíveis efeitos de fitotoxidez dos exsudados radiculares das espécies medicinais agiram sobre o desenvolvimento da rúcula. De acordo com FERREIRA e AQUILA (2000) a vegetação de uma determinada área pode ter um modelo de sucessão condicionada às plantas pré-existentes e às substâncias químicas que elas liberam no meio. Da mesma forma, no manejo agrícola florestal e na horticultura, a ocupação prévia da área pode ter significativa influência sobre os cultivos que estão sendo instalados.

2.3.2 Incidência e severidade

A Tabela 4 apresenta os resultados da incidência e severidade nos experimentos realizados nos ciclos de 2003 e de 2004. Podemos observar que em 2003 não houve diferença significativa para a variável incidência em todos os tratamentos com as medicinais em relação à testemunha infestada. Entretanto, a severidade da doença foi mínima (AB) para a bardana e média baixa (B) nos tratamentos com as medicinais sálvia, salsa, menta, alfavaca e cebolinha. Na bardana, de 6 plantas avaliadas, 1 teve ausência de severidade, 3 plantas tiveram severidade mínima (AB), 2 plantas tiveram severidade média baixa (B), enquanto que na testemunha infestada de 6 plantas avaliadas 3 apresentaram severidade máxima (C) e 3 tiveram severidade média alta (BC). A planta medicinal calêndula apresentou severidade média alta (BC).

No experimento de 2004 não houve diferença significativa para a variável incidência em relação à testemunha infestada (Tabela 4). A severidade da doença foi mínima (AB) para

bardana e para a salsa e média baixa(B) para a sálvia, menta, alfavaca e cebolinha. A calêndula novamente apresentou severidade média alta (BC) igualando-se à testemunha infestada.

TABELA 4 – INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS EM RÚCULA NOS EXPERIMENTOS DE PRÉ-PLANTIO DE MEDICINAIS NO CONTROLE DE *Plasmodiophora brassicae* EM 2003 E 2004.

| TRATAMENTOS | 2003* | | 2004* | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Incidência ¹ | Severidade ² | Incidência ¹ | Severidade ² |
| T.não infestada - Pousio | 0b | A | 0b | A |
| T.Infestada - Pousio | 6a | C | 6a | BC |
| Sálvia | 6a | B | 6a | B |
| Salsa | 6a | B | 4a | AB |
| Menta | 5a | B | 6a | B |
| Alfavaca | 6a | B | 5a | B |
| Calendula | 6a | BC | 6a | BC |
| Bardana | 5a | AB | 5a | AB |
| Cebolinha | 4a | B | 5a | B |

* Médias de 6 repetições.

¹ Número de plantas com a presença da doença em seis repetições. Teste Exato de Fisher com 5% de significância.

² Escala descritiva de notas: ausente A= 0; sev. mínima AB = 0,1 a 2,0; sev. média baixa B = 2,1 a 2,9; sev. média alta BC = 3 a 3,4 e sev. máxima C = 3,5 a 4,0.

O maior intervalo de tempo entre a retirada das medicinais e o plantio da rúcula observados no experimento de 2003 não comprometeu o controle da doença e possibilitou melhores resultados de massa aérea fresca (Tabela 3).

Os resultados de redução da severidade obtidos com o pré-plantio de medicinais, principalmente aquelas que propiciaram severidade mínima e severidade média baixa, confirmam a importância da inclusão da rotação de cultura no controle da doença e, sobretudo, para a redução do dano econômico. ROBAK (1994) obteve excelente controle da infecção causada por *P. brassicae* quando cultivou *Mentha piperita* (menta) e *Thymus vulgaris* (tomilho) por 2 – 3 anos consecutivos, antes do cultivo de brássicas. O autor afirma

que o completo controle da doença pode ser obtido por meio do cultivo dessas culturas por 3-6 semanas, durante a primavera.

MACIEL (1995), estudando o efeito da rotação de cultura de alguns plantas medicinais sobre *Meloidogyne incognita* Raça 2, *javanica* e *Pratylenchus brachyurus*, constatou que a bardana propiciou um efeito antagonista sobre os nematóides não permitindo sua reprodução, eliminando-os do solo e recomenda sua utilização em áreas infestadas com a finalidade de controle.

A utilização de extratos e óleos essenciais de plantas medicinais, isolados ou em combinação com outros métodos poderá vir a ter um importante papel no controle de fitopatógenos fúngicos, contribuindo para redução do uso de fungicidas e, conseqüentemente, um menor impacto destes ao ambiente (MOTA e PESSOA 2003).

2.3.3 Potencial de inóculo ativo de *Plasmodiophora brassicae* após realização do experimento de 2003

Os resultados de incidência e severidade (Tabela 5) confirmam que o pré-plantio de medicinais reduziu significativamente o potencial ativo do inóculo no solo, após o segundo ciclo da rúcula, principalmente com a medicinal alfavaca, menta e salsa que apresentaram frequência baixa de incidência e severidade mínima. No pré-plantio com sálvia e menta ocorreu ausência da doença na rúcula a partir da diluição 1:8. O pré-plantio com bardana, calendula e cebolinha possibilitou um número maior de plantas de rúcula com a doença, mas com índice de severidade mínima (AB). O solo infestado e em pousio apresentou um número elevado de plantas com a doença e severidade média baixa da doença na primeira diluição e severidade mínima nas demais diluições.

A ausência de incidência da doença na rúcula no solo não diluído e na diluição 1:1 no tratamento com menta e no solo não diluído com a espécie medicinal salsa provavelmente é em decorrência da concentração dos exsudados radiculares ainda não totalmente diluídos que tornam o solo supressivo para a *P. brassicae*.

TABELA 5 – INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS EM RÚCULA, EM DIFERENTES DILUIÇÕES DO SOLO PROVEINTE DO EXPERIMENTO DE PRÉ-PLANTIO DE MEDICINAIS, CURITIBA-PR, 2003.

| INCIDÊNCIA* E SEVERIDADE** EM SOLOS CULTIVADOS COM PLANTAS MEDICINAIS. | | | | | | | | |
|--|------------|----------|---------|-------|-----------|-----------|-------|--------|
| Tratamentos | S.I.Pousio | Alfavaca | Bardana | Menta | Calendula | Cebolinha | Salsa | Sálvia |
| Solo não diluído | 8B | 0 | 4AB | 0 | 6AB | 4AB | 0 | 1AB |
| Diluição 1:1 | 8B | 1AB | 6AB | 0 | 4AB | 2AB | 1AB | 3AB |
| Diluição 1:2 | 8AB | 1AB | 5AB | 3AB | 5AB | 1AB | 3AB | 4AB |
| Diluição 1:4 | 8AB | 2AB | 3AB | 1AB | 3AB | 2AB | 3AB | 3AB |
| Diluição 1:8 | 8AB | 1AB | 1AB | 0 | 1AB | 1AB | 2AB | 0 |
| Diluição 1:16 | 6AB | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Diluição 1:32 | 4AB | 0 | 1AB | 0 | 1AB | 0 | 0 | 0 |

*Número de plantas com a doença num total de 8 repetições.

**Escala descritiva de notas: ausente A= 0; sev. mínima AB = 0,1 a 2,0; sev. média baixa B = 2,1 a 2,9; sev. média alta BC = 3 a 3,4 e sev. máxima C = 3,5 a 4,0.

S.I. Pousio = solo infestado em pousio.

2.4 CONCLUSÕES

O pré-plantio das medicinais bardana, sálvia, salsa, menta, alfavaca e cebolinha reduz a severidade da doença, porém causa efeitos de fitotoxidez com a redução da massa aérea fresca no intervalo de tempo (15 dias) entre a retirada das espécies medicinais e o plantio da rúcula.

O intervalo de tempo de 30 dias entre a retirada das medicinais e implantação do plantio de brássicas reduz os efeitos de fitotoxidez e possibilita aumento da massa aérea fresca.

O pré-plantio de menta propicia a redução do inóculo e pode ser uma ótima alternativa para o controle da doença hémia das crucíferas.

CAPÍTULO III

CONTROLE DE *Plasmodiophora brassicae* COM CULTIVO E INCORPORAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS.

RESUMO

CONTROLE DE *Plasmodiophora brassicae* COM CULTIVO E INCORPORAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS.

Relatos da ocorrência da doença hérnia das crucíferas são cada vez mais freqüentes na Região Metropolitana de Curitiba. Controle com calagem, medida mais recomendada, não está sendo suficiente para reduzir os danos na produção de brássicas. Como o objetivo de avaliar o efeito do pré-plantio com incorporação do material vegetativo de plantas medicinais em solos infestados por *Plasmodiophora brassicae*, como também avaliar os efeitos alelopáticos dos exsudados radiculares das medicinais testadas, quatro experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Setor de Ciências Agrárias na Universidade Federal do Paraná. Para todos os experimentos o delineamento foi inteiramente causalizado com dez tratamentos e seis repetições e realizados por dois ciclos de produção da rúcula (*Eruca sativa* Mill). As plantas medicinais utilizadas nos tratamentos foram: menta (*Mentha piperita* L.); alfavaca (*Ocimum basilicum* L.); bardana (*Arctium minus* Hill); calêndula (*Calendula officinalis* L.); cebolinha (*Allium fistulosum* L.); salsa (*Petroselinum hortense* Hoffm); salvia (*Salvia officinalis* L.) e cavalinha (*Equisetum giganteum* L), como testemunhas foram utilizados solos sem patógeno e solo inoculado, ambos em pousio. O solo dos experimentos foi esterilizado via vapor e nos experimentos de pré-plantio, com incorporação do material vegetativo recebeu como inóculo 2,0g de galhas de *P. brassicae* na forma de suspensão por vaso antes do plantio das medicinais. As medicinais foram cultivadas em dois vasos contendo 1,5kg de solo. Após três meses do plantio foram arrancadas e incorporadas ao mesmo solo e redistribuídas em 6 copos de 500g onde a rúcula hospedeiro suscetível foi semeada. Os melhores resultados de controle da doença foram obtidos no segundo ciclo de produção da rúcula com as medicinais salvia, salsa, menta e bardana, principalmente no experimento com incorporação das raízes. Testes alelopáticos com extrato aquoso das medicinais que apresentaram melhores resultados de controle foram realizados sob as sementes das brássicas rúcula, repolho e couve-flor sendo que o extrato aquoso das medicinais bardana e menta apresentou os melhores resultados na taxa de germinação das brássicas de maior importância econômica na região RMC, o repolho e a couve-flor.

Palavras-chave: Hérnia das crucíferas, Controle alternativo, Brássicas.

ABSTRACT

***Plasmodiophora brassicae* CONTROL THROUGH GROWTH AND INCORPORATION OF MEDICINAL PLANTS.**

The occurrence of clubroot of crucifers is frequently reported in the RMC. Control measurement, such as liming, which is the most appropriate, has not been enough to reduce the damages in the brassica cropping. With the objective of evaluating the effects of the pre-plantation with the incorporation of vegetative material from medical plants in soils infested with *Plasmodiophora brassicae*, and also the allelopathical of the root exudates of the plants tested, four experiments were conducted at the greenhouse of the Setor de Ciências Agrárias at the Universidade Federal do Paraná. For every experiment, the outline was entirely causal with ten treatments and six repetitions, repeated during two rudbeckia (*Eruca sativa* Mill) producing cycles. The medical plants used in the treatments were: mint (*Mentha piperita* L.); basil (*Ocimum basilicum* L.); “bardana” (*Arctium minus* Hill); calêndula (*Calendula officianalis* L.); chive (*Allium fistulosum* L.); parsley (*Petroselinum hortense* Hoffm), salvia (*Salvia officinalis* L.) and giant horsetail (*Equisetum giganteum* L), as witnesses were used soils without pathogen and inoculated soil, both in repose. The soil used in the experiments was vapor-sterilized and in the pre-plantation experiments with the incorporation of vegetative material it received 2g of twigs of *P. brassicae* as inoculum in the form of suspension per vase before the planting of medical plants. The medical plants were cultivated in two pots containing 1.5kg of soil. After three months of the planting, they were uprooted and incorporated into the same soil and redistributed into six 500g cups where the rudbeckia, susceptible host, was seeded. The best results of disease control were obtained during the second production cycle of rudbeckia with the medical plants common sage, parsley, peppermint and burdock, especially in the experiment with incorporation of roots. Allelopathic tests with aqueous extract of the medical plants that presented the best results were done under the seeds of the brassicas rudbeckia, cabbage and cauliflower, and the aqueous extract of medical plants burdock and peppermint presented the best results in the germination rate of brassicas of greatest economical value in the RMC – cabbage and cauliflower.

Keywords: Clubroot of crucifers, Alternate control, Brassicas.

3.1 INTRODUÇÃO

A hérnia das crucíferas é a principal causa de danos nas áreas produtoras de brássicas da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). A incidência da doença tem sido observada com elevada severidade mesmo nas propriedades onde a calagem é realizada. Esses fatores têm levado um número cada vez mais crescente de produtores a abandonarem as áreas infestadas e a buscarem locais livres do patógeno, o que segundo SCHUTA (2003) tem contribuído para disseminar cada vez mais a doença, já que os equipamentos oriundos de áreas infestadas servem de veículo para os esporos de *Plasmodiophora brassicae* Woronin.

O controle cultural, biológico e químico para *P. brassicae*, patógeno responsável pela doença tem sido pesquisado por alguns autores (ROBAK 1994; LIMA *et al.*, 1997; MAY DE MIO *et al.*, 1997; VALENDIA, *et al.*, 1998; HEDEBRAND e MCRAE, 1998; CHEAH *et al.*, 1998; NOTT *et al.*, 1999; DONALD *et al.* e 2001 e SCHUTA, 2003), entretanto nenhum controle se mostrou totalmente eficiente em solos com grande potencial de inóculo de *P. brassicae* como os encontrados na RMC.

Baseado em respostas positivas de controle de fitopatogênicos obtidos com rotação de cultura, extratos e óleos essenciais de espécies medicinais em outros patossistemas (HERTWIG, 1986; LIMA *et al.*, 1992; ROBAK 1994; MACIEL 1995; SCHWAN-

ESTRADA e STANGARLIN 2001; MARTINS *et al.*, 2002; SOUZA, 2003; MOTA e PESSOA 2003 e BONALDO *et al.*, 2004), presume-se que possa haver controle eficiente de *P. brassicae* como pré-plantio e incorporação de algumas plantas medicinais.

O presente estudo teve como objetivos: 1) avaliar o efeito do pré-plantio e incorporação do material vegetativo das plantas medicinais menta (*Mentha piperita* L.), alfavaca (*Ocimum basilicum* L.); bardana (*Arctium minus* Hill); calêndula (*Calêndula officinalis* L.); cebolinha (*Allium fistulosum* L.); salsa (*Petroselinum hortense* Hoffm), sálvia (*Salvia officinalis* L.) e cavalinha (*Equisetum giganteum* L), em solo infestado por *P. brassicae*; 2) verificar os efeitos alelopáticos dos exsudatos radiculares das medicinais (sálvia, salsa, menta e bardana) cultivadas sobre as brássicas rúcula (*Eruca sativa* Mill), repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) e couve-flor (*Brassica oleracea* L var. *botrytis*); 3) verificar os efeitos alelopáticos ou fitotóxico dos extratos aquosos das medicinais sálvia, salsa, menta e bardana na inibição da germinação das brássicas rúcula, repolho e couve-flor.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Quatro experimentos foram conduzidos na casa de vegetação do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná nos períodos de junho a dezembro de 2004 e de janeiro a abril de 2005

O solo utilizado para os experimentos foi coletado no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná em área de compostagem (Tabelas 1 e 2) e foi esterilizado em forno a vapor por oito horas, com temperatura próxima de 90 °C. Após 20 dias da esterilização o solo foi peneirado e acondicionado em vasos de alumínio com capacidade de 2,0 Kg.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS DE PRÉ-PLANTIO COM INCORPORAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS EM 2004. CURITIBA, PR

| pH CaCl ₂ | pH SMP | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | ppm P | g/dm ³ C |
|-------------------------|-----------|--|------|-------|------|------|----------|------------------------|
| | | Al ⁺³ | H+Al | Ca | Mg | K | | |
| 5,8 | 6,4 | 0,0 | 3,5 | 11,63 | 5,33 | 1,58 | 140,0 | 60,6 |

TABELA 2 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS DE PRÉ-PLANTIO COM INCORPORAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS EM 2004. CURITIBA, PR

| Argila (%) | Areia total (%) | Areia grossa (%) | Areia fina (%) | Silte (%) |
|------------|-----------------|------------------|----------------|-----------|
| 48 | 28 | 24 | 4 | 24 |

3.2.1 Descrição dos experimentos

A espécies medicinais testadas foram: menta (*Mentha piperita* L.), alfavaca (*Ocimum basilicum* L.), bardana (*Arctium minus* Hill), calêndula (*Calêndula officinalis* L.), cebolinha (*Allium fistulosum* L.), salsa (*Petroselinum hortense* Hoffm), sálvia (*Salvia officinalis* L.) e cavalinha (*Equisetum giganteum* L). As espécies medicinais menta, alfavaca, calêndula, cebolinha, salsa e sálvia foram primeiramente semeadas em bandejas e depois de 25 dias transplantadas para os vasos. Mudas de cavalinha e bardana foram cedidas pelo Horto do Jardim Botânico do Paraná.

As medicinais (8 plantas de cada espécie) foram primeiramente cultivadas em vasos (2) contendo 1,5 Kg de solo. Após três meses procedeu-se a separação deste solo, em 6 copos de 500 g para a preparação e montagem dos seguintes experimentos:

1 - Pré-plantio de medicinais com a incorporação da planta toda em solos infestado com *P. brassicae*: após o arranquio das medicinais o solo foi peneirado e 500 g da massa fresca da planta toda (de cada medicinal) foi incorporada no solo onde haviam sido cultivados. Em

seguida o solo foi distribuído em copos plásticos sendo semeadas três sementes de rúcula/copo. Após 10 dias efetuou-se o desbaste deixando uma planta/copo.

2 – Pré-plantio de medicinais e a incorporação das raízes em solos infestados com *P.brassicae*: após o arranquio das medicinais o solo foi peneirado, e 200 g de massa radicular fresca destacada (de cada medicinal) foi incorporada no solo onde haviam sido cultivadas. O procedimento seguinte foi o mesmo descrito anteriormente.

3 – Pré-plantio de medicinais e a incorporação da massa aérea fresca em solos infestados com *P. brassicae*: o procedimento foi o mesmo descrito anteriormente exceto que, neste experimento, foi incorporado ao solo, 300 g de massa fresca aérea de cada uma das plantas medicinais.

4 – Pré-plantio de medicinais em solo não infestados com *P. brassicae*: após o arranquio das medicinais, foram semeadas 3 sementes de rúcula/copo e 10 dias depois efetuou-se o desbaste deixando uma planta copo.

Os quatro experimentos foram conduzidos com a diferença de intervalo de tempo de um dia. A umidade foi mantida por regas diárias de aproximadamente 60 ml de água por recipientes. A temperatura da casa de vegetação no período de junho a agosto durante o cultivo das espécies medicinais foi em média de 25 °C, de setembro a novembro (1° ciclo da rúcula) a média foi 31 °C e de dezembro de 2004 a abril de 2005 de 35 °C (pousio do solo por três meses e 2° ciclo da rúcula). O delineamento foi inteiramente causalizado com dez tratamentos e seis repetições. As testemunhas constaram de solos sem inoculação em pousio e solo inoculado em pousio.

Para os quatros experimentos utilizou-se a rúcula (*Eruca sativa* Mill) como hospedeiro suscetível por apresentar ciclo curto e por ser uma ótima indicadora dos sintomas da ‘hérnia das crucíferas’.

Como inóculo de *P. brassicae* foi utilizado 2,0 g de galhas conforme preconizado por MAY-DE MIO *et al.* (1997), macerados em liquidificador em 50 ml água esterilizada, filtrada por meio de quatro camadas finas do tecido de musseline (0,45 mm de diâmetro). Após a filtração, a mistura foi centrifugada (Sigma 3K30) duas vezes a 45.000x g por 10 minutos. Em seguida, a suspensão de 50 ml foi aplicada nos copos.

3.2.2 Avaliação dos experimentos

Após 45 dias do plantio, a rúcula foi colhida e lavada e em seguida destacou-se a parte aérea da parte radicular ao nível do colo das plantas para determinação da massa aérea seca. A parte aérea das plantas colhidas foi pesada individualmente, determinando-se a massa aérea fresca. Na seqüência a parte aérea fresca foi acondicionada individualmente em pacotes de papel, identificada e levada à estufa de circulação forçada a 75° C, por .48 horas, sendo então pesadas em balança digital, para determinação da massa aérea seca.

As raízes cuidadosamente separadas foram analisadas para determinação da incidência de galhas (presença e ausência) e índice de severidade por meio de escala descrita na Figura 1, capítulo 1.

Após a avaliação dos experimentos descritos acima, os solos foram submetidos a análise química de rotina (Anexos 3, 4, 5 e 6) e deixados em pousio nos vasos por um período

de 3 meses para a realização de um segundo ciclo da rúcula. Após 45 dias as plantas foram novamente avaliadas como descrito acima.

Os experimentos foram organizados em delineamento inteiramente causalizado, Utilizou-se o software SASM – Agri Sistema para análise da variância e teste de comparação de médias (ALTHAUS, *et al.*, 2001). Para a variável incidência foi realizada análise não paramétrica, teste exato de Fisher.

3.2.3 Testes de fitotoxidez no solo

Com o objetivo de verificar os efeitos fitotoxidez dos exsudatos radiculares das medicinais, menta (*Mentha piperita* L.); bardana (*Arctium minus* Hill); salsa (*Petroselinum hortense* Hoffm) e sálvia (*Salvia officinalis* L.), três experimentos foram conduzidos com as brássicas rúcula (*Eruca sativa* Mill), repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) e couve-flor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*). A escolha das duas últimas brássicas citadas foi baseada na importância econômica que representam na RMC. As medicinais foram cultivadas por quatro meses (junho a de 2005) em vasos contendo solo esterilizado com capacidade de 4 Kg de solo. Após esse período as plantas medicinais foram arrancadas, descartadas e o solo (Anexo 7) foi separado e peneirado e distribuído em copos plásticos com capacidade de 500 g que foram utilizados nos testes de fitotoxidez. Como testemunha foi utilizada solo esterilizado

sem cultivo anterior (Anexo 7). O delineamento foi inteiramente causalizado com três tratamentos e seis repetições.

Os testes com as brássicas foram conduzidos em casa de vegetação no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná nos períodos de outubro a novembro de 2005. Após 30 dias a massa aérea seca das brássicas foi avaliada.

3.2.4 Ação alelopática das medicinais na inibição da germinação das sementes das brássicas.

3.2.4.1 Preparo do extrato aquoso

Para avaliar a ação alelopática do extrato aquoso das medicinais menta (*Mentha piperita* L.); bardana (*Arctium minus* Hill); salsa (*Petroselinum hortense* Hoffm) e sálvia (*Salvia officinalis* L.) sobre as brássicas rúcula, repolho e couve flor em laboratório, efetuou-se o corte de 200 g da parte aérea das plantas medicinais que foram utilizadas na preparação dos extratos aquosos. O corte ocorreu no mês de setembro, à altura de 5 cm do colo, quando as plantas encontravam-se com 4 meses, a uma altura de 20 cm, no final da fase vegetativa.

Após o corte procedeu-se uma lavagem em água corrente e deionizada a fim de retirar as impurezas retidas nas folhas.

Os extratos aquosos foram obtidos segundo a metodologia descrita por VIEIRA *et al.* (2001) triturando-se 200 g da parte aérea fresca em 200 ml água destilada em liquidificador. Após a preparação destes foram obtidas as seguintes concentrações: 25 e 50 %, além do controle água destilada. As concentrações foram aplicadas sobre papel germitest e colocadas em caixas gerbox quando receberam 25 sementes das brássicas testadas e repetidas 4 vezes, totalizando 100 sementes por tratamento. As caixas foram fechadas e mantidas por 72 horas em germinador com temperatura 25 ± 1 ° C, e fotoperíodo de 12 horas. Após esse período foi contado o número de sementes germinadas por gerbox.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Pré-plantio de medicinais em solo no primeiro ciclo de plantio.

3.3.1.1 Massa aérea seca

Os resultados da Tabela 3 para a variável massa aérea seca da rúcula nos experimentos de incorporação da planta toda, incorporação das raízes e incorporação da massa aérea fresca no ciclo de 2004 apresentaram valores bem inferiores à testemunha em pousio e infestada e a testemunha em pousio. Não houve diferença estatística significativa ao nível de 5 % (Scott-Knott) entre os tratamentos das medicinais testadas no experimento de incorporação das raízes. Esses resultados demonstram que outros fatores além da doença agiram no decréscimo

da massa aérea seca, provavelmente substâncias alelopáticas provenientes da decomposição do material incorporado.

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 (KELSEY e EVERETT 1995).

Estes aleloquímicos liberados ou produzidos a partir de resíduos interferem na divisão celular e na redução de crescimento celular radicular podendo interferir na capacidade de absorção de nutrientes minerais, no mecanismo de transporte de íons e na redução de transporte de nutrientes das raízes para outras partes da planta (CHUNG *et al.*, 1995).

Nesse mesmo sentido, PATRICK *et al.* (1963) demonstraram que substâncias com propriedades fitotóxicas podem ser formadas durante a decomposição de resíduos, principalmente nos primeiros estágios, quando estudavam a fitotoxicidade de extratos vegetais sobre a germinação de alface e espinafre.

A decomposição dos resíduos pode resultar na liberação de ácidos fenólicos em concentrações localizadas, podendo ser suficiente para afetar o crescimento das plantas (GUENZI e MCCALLA, 1966).

De acordo com COELHO (1986) o efeito inibidor de algumas substâncias está diretamente ligado à concentração destas mesmas substâncias, podendo baixas concentrações exercerem efeitos estimuladores.

O modo de ação dos aleloquímicos pode ser grosseiramente dividido em ação direta ou indireta. Nestas últimas podem-se incluir alterações nas propriedades do solo, de suas condições nutricionais e das alterações de populações e ou atividades dos microorganismos. O modo de ação direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta receptora

ou penetra nas células, interferindo diretamente no seu metabolismo (FERREIRA e AQUILA 2000).

De acordo com ALMEIDA (1988) as plantas têm capacidade de produzir aleloquímicos em todos os seus órgãos e essa produção e a concentração nos tecidos vegetais aumenta em condições de deficiência hídrica e nutricional

Nesse contexto, os baixos valores obtidos na produção de massa aérea seca da rúcula, em decorrência da possível interferência dos aleloquímicos liberados na decomposição do material vegetal, deverão ser mais bem investigados. Contudo, devido à complexidade das interações química e biológica no solo fica difícil medir ou pontuar quais sejam essas substâncias ou grupos de compostos químicos.

3.3.1.2 Incidência e Severidade

No experimento com incorporação da planta os melhores tratamentos na redução da incidência da doença foram obtidos com a incorporação das medicinais sálvia, menta e bardana (Tabela 3). Os tratamentos que propiciaram menores valores de severidade foram com as medicinais sálvia, menta e bardana.

Quando as raízes das medicinais foram incorporadas (Tabela 3), somente o tratamento com a sálvia possibilitou ausência da doença. Os demais tratamentos testados não apresentaram diferença estatística para a variável incidência. Os tratamentos que apresentaram diminuição na severidade da doença foram obtidos com calêndula e bardana.

No experimento com incorporação da massa aérea fresca (Tabela 3) no ciclo de 2004, o melhor resultado na diminuição da incidência da doença foi com a medicinal sálvia. Os melhores resultados na queda da severidade foram com as medicinais sálvia e cebolinha.

Estudos de incorporação de material vegetativo de plantas medicinais, especialmente de sálvia e cebolinha para o controle de *P. Brassicae* são inexistente. Entretanto em outro patossistema, como exemplo no estudo de potencial de inseticidas com larvas de *Spodoptera littoralis* (PAVELA, 2004), o constituinte 1,8-cineol presente na sálvia se mostrou eficiente.

TABELA 3 - MASSA AÉREA SECA DE RÚCULA (g), INCIDÊNCIA E SEVERIDADE NOS EXPERIMENTOS COM O PRÉ-PLANTIO DE MEDICINAIS COM INCORPORAÇÃO DA PLANTA TODA, COM INCORPORAÇÃO DAS RAÍZES E COM INCORPORAÇÃO DA MASSA AÉREA FRESCA. PRIMEIRO CICLO. CURITIBA-PR, 2004.

| Experimentos | I.Planta toda* | | | I.das raízes* | | | I. Massa aérea fresca* | | |
|------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | M. A.S ¹ | Incidência ² | Severidade ³ | M A. S ¹ | Incidência ² | Severidade ³ | M.A.S ¹ | Incidência ² | Severidade ³ |
| Pousio | 1,23a | 0b | 0A | 1,47a | 0b | 0A | 1,21a | 0b | 0A |
| Infestado-Pousio | 1,08b | 6a | 3,1BC | 1,17b | 6a | 3,2BC | 1,06b | 6a | 3,1BC |
| Sálvia | 0,12d | 0b | 0A | 0,05c | 0b | 0A | 0,19d | 1b | 0,08AB |
| Salsa | 0,43c | 6a | 2,8B | 0,14c | 6a | 3BC | 0,41c | 5a | 2,4B |
| Menta | 0,17d | 4a | 1,7AB | 0,09c | 6a | 2,4B | 0,19d | 5a | 2,4B |
| Alfavaca | 0,34c | 5a | 2,2B | 0,09c | 5a | 2,3B | 0,25d | 5a | 2,3B |
| Calêndula | 0,48c | 6a | 2,7B | 0,19c | 5a | 1,8AB | 0,42c | 6a | 2,9B |
| Bardana | 0,24d | 4a | 1,3AB | 0,12c | 5a | 1,9AB | 0,37c | 6a | 3,0BC |
| Cavalinha | 0,45c | 6a | 2,5B | 0,09c | 6a | 3,1BC | 0,42c | 6a | 3BC |
| Cebolinha | 0,49c | 5a | 2,2B | 0,27c | 5a | 2,1B | 0,51c | 5a | 1,9AB |
| C V (%) | 20,53 | | | 21,10 | | | 19,85 | | |

I.Planta: incorporação da planta toda, I.das raízes: incorporação das raízes, I. Massa aérea fresca: incorporação da massa aérea fresca.

M.A. S: Matéria aérea seca.

* Médias de 6 repetições.

¹Médias nas mesmas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Scott-Knott 5%).

²Número de plantas com a presença da doença em seis repetições. Teste Exato de Fisher com 5% de significância.

³Escala descritiva de notas: ausente A = 0; sev. mínima AB = 0,1 a 2,0; sev. média baixa B = 2,1 a 2,9; sev. média alta BC = 3 a 3,4 e sev. máxima C = 3,5 a 4,0.

3.3.2 Pré-plantio de medicinais em solo no segundo ciclo de plantio.

3.3.2.1 Massa aérea seca

Os resultados da variável massa aérea seca (Tabela 4 e Figura 1) nos experimentos de pré-plantio com incorporação da planta toda, incorporação das raízes e incorporação da massa aérea fresca no segundo ciclo demonstraram maior eficiência em relação à testemunha infestada e em pousio. Esses resultados indicam que o maior período entre a incorporação dos materiais vegetais das medicinais e o plantio da rúcula reduz os efeitos de fitotoxidez observados no primeiro ciclo.

No experimento com incorporação da planta toda (Tabela 4), os melhores resultados de massa aérea seca foram obtidos nos tratamentos com as medicinais sálvia e salsa. Os demais tratamentos com as medicinais não apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5 % (Scott-Knott).

Comparando os resultados (Figura 1) com do primeiro ciclo observa-se que houve um incremento de massa aérea principalmente nos tratamentos com as espécies medicinais sálvia e salsa, quando comparados com a testemunha infestada e em pousio, indicando a possível redução dos efeitos de fitotoxidez das medicinais incorporadas.

No experimento com incorporação das raízes (Tabela 4), os tratamentos com as medicinais sálvia, menta e bardana apresentaram maior desempenho no desenvolvimento da massa aérea seca. As demais medicinais testadas ficaram com valores abaixo da testemunha infestada em pousio, não diferindo estatisticamente da mesma ao nível de 5 % pelo teste de Scott-Knott.

Conforme dados obtidos no primeiro ciclo (Tabela 3) e comparando com os resultados do segundo ciclo (Tabela 4 e Figura 1) observa-se que houve um aumento na massa área seca

bem significativa nos tratamentos com as medicinais sálvia, menta, bardana e cavalinha. Com exceção do tratamento com cebolinha que apresentou redução no valor da massa aérea seca de rúcula, os demais tratamentos se mantiveram próximos os valores do primeiro ciclo.

No experimento com incorporação da massa aérea fresca (Tabela 4) os melhores resultados de massa aérea seca de rúcula foram obtidos nos tratamentos com as medicinais sálvia e cavalinha, sendo que os valores ficaram próximos da testemunha não infestada, não havendo diferença estatística ao nível de 5 %. Os demais tratamentos com as medicinais testadas não apresentaram diferença estatística ao nível de 5 % pelo teste de Scott-Knott entre a testemunha infestada em pousio.

Comparando os resultados do primeiro ciclo (Tabela 3) com os dados de massa aérea seca obtida no segundo ciclo verifica-se que somente a medicinal sálvia propiciou aumento de massa aérea seca. A medicinal menta não apresentou variação, mas as demais medicinais apresentaram redução de massa aérea no segundo ciclo.

TABELA 4 - MASSA AÉREA SECA DE RÚCULA (g), INCIDÊNCIA E SEVERIDADE NOS EXPERIMENTOS COM O PRÉ-PLANTIO DE MEDICINAIS COM INCORPORAÇÃO DA PLANTA TODA, COM INCORPORAÇÃO DAS RAÍZES E COM INCORPORAÇÃO DA MASSA AÉREA FRESCA. SEGUNDO CICLO - CURITIBA-PR, 2005.

| Experimentos | I.Planta toda* | | | I.das raízes* | | | I. Massa aérea fresca* | | |
|------------------|----------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| | Tratamentos | M.A.S ¹ | Incidência ² | Severidade ³ | M.A.S ¹ | Incidência ² | Severidade ³ | M.A.S ¹ | Incidência ² |
| Pousio | 0,87a | 0e | 0A | 0,39a | 0c | 0A | 0,33a | 0d | 0A |
| Infestada-Pousio | 0,21c | 6a | 2,5B | 0,21c | 6a | 2,7B | 0,17b | 6a | 3,0BC |
| Sálvia | 0,41b | 0e | 0A | 0,33b | 0c | 0A | 0,28a | 1cd | 0,33AB |
| Salsa | 0,37b | 0e | 0A | 0,19c | 0c | 0A | 0,18b | 0d | 0A |
| Menta | 0,14c | 4abcd | 1,7AB | 0,32b | 4ab | 1,3AB | 0,15b | 2bcd | 0,66AB |
| Alfavaca | 0,19c | 4abcd | 1,0AB | 0,10d | 4ab | 1,3AB | 0,13b | 5ab | 1,75AB |
| Calêndula | 0,27c | 5abc | 0,75AB | 0,18c | 5ab | 1,7AB | 0,12b | 5ab | 1,75AB |
| Bardana | 0,16c | 5abc | 0,6AB | 0,23c | 4ab | 1,4AB | 0,12b | 4abc | 1,41AB |
| Cavalinha | 0,21c | 5abc | 0,5AB | 0,20c | 2bc | 0,66AB | 0,28a | 2bcd | 0,66AB |
| Cebolinha | 0,24c | 5abc | 0,5AB | 0,16c | 4ab | 0,66AB | 0,18b | 3abcd | 1,0AB |
| C.V% | 30,54 | | | 22,97 | | | 28,1 | | |

I.Planta: incorporação da planta toda, I.das raízes: incorporação das raízes, I. Massa aérea fresca: incorporação da massa aérea fresca.

M.A. S: Matéria aérea seca.

* Médias de 6 repetições.

¹Médias nas mesmas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Scott-Knott 5%).

²Números de plantas com a presença da doença em seis repetições. Teste Exato de Fisher com 5% de significância.

³Escala descritiva de notas: ausente A = 0; sev. mínima AB = 0,1 a 2,0; sev. média baixa B = 2,1 a 2,9; sev. média alta BC = 3 a 3,4 e sev. máxima C = 3,5 a 4,0.

3.3.2.2 Incidência e severidade.

No experimento com incorporação da planta toda (Tabela 4), os tratamentos que apresentaram ausência da incidência foram obtidos nos tratamentos com as espécies medicinais sálvia e salsa, ao passo que as medicinais menta, alfavaca, calêndula, bardana, cavalinha e cebolinha apresentaram redução na incidência da doença.

Os tratamentos com sálvia e salsa não apresentaram severidade, e as demais medicinais propiciaram diminuição da severidade (mínima - AB) sendo que a testemunha infestada e em pousio apresentou severidade B - média baixa.

No experimento com incorporação das raízes (Tabela 4) os tratamentos com sálvia e salsa não apresentaram a doença. O tratamento com cavalinha propiciou a redução da incidência, sendo que de seis plantas testadas, apenas duas apresentaram os sintomas da doença.

Os tratamentos com sálvia e salsa não apresentaram severidade da doença e as demais medicinais testadas apresentaram severidade mínima - AB. A testemunha infestada e em pousio apresentou severidade média baixa.

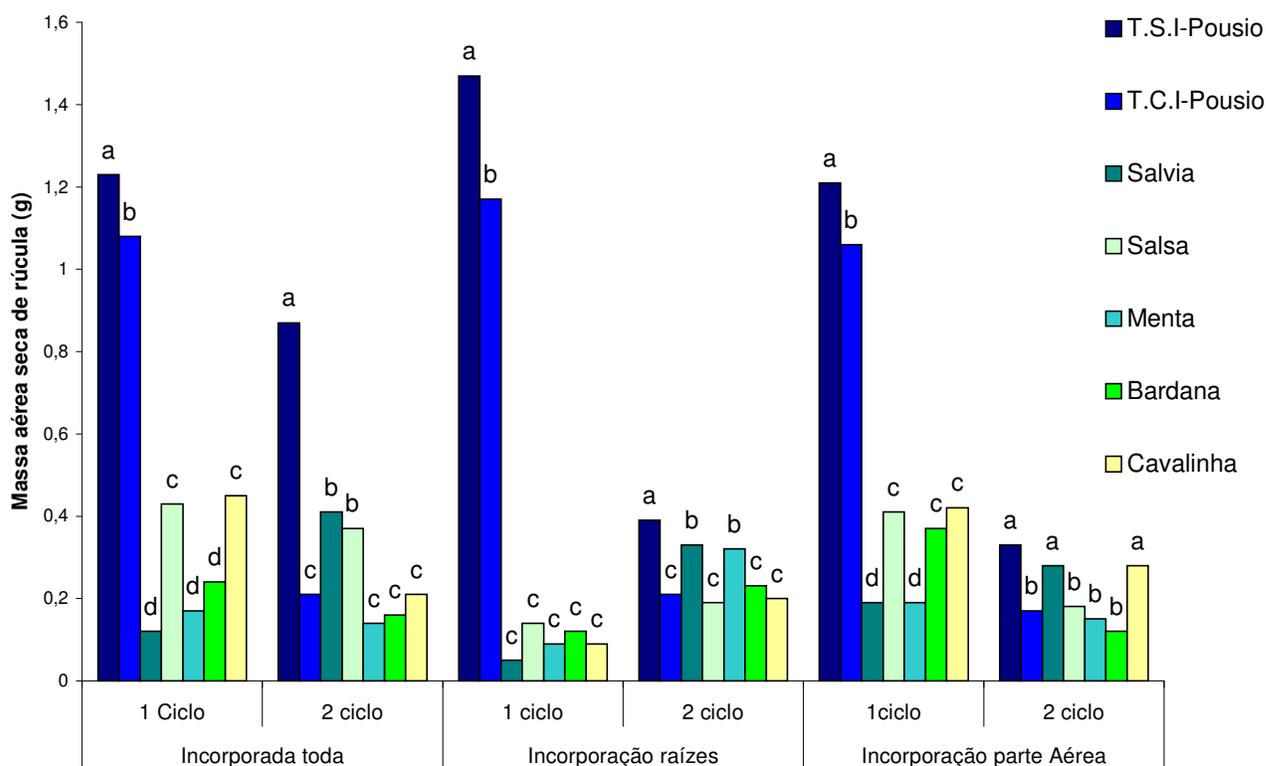
O pré-plantio com a permanência do material radicular no solo das medicinais ou mesmo a rotação de cultura constitui uma ótima alternativa para a redução dos danos causados de pela doença hérnia das crucíferas. Por outro lado oferece a vantagem de ser um método de fácil aplicação pelos pequenos agricultores e sem riscos ao meio ambiente, além do que poderá gerar renda com a comercialização da parte aérea das espécies medicinais.

No experimento com incorporação da massa aérea fresca, os melhores resultados para a variável incidência foram obtidos com as medicinais sálvia, salsa, menta, cavalinha e cebolinha. Houve ausência de severidade no tratamento com salsa, e severidade mínima - AB

para as demais medicinais testadas. A testemunha infestada e em pousio apresentou severidade média alta - BC.

Dados contidos na Tabela 5 – capítulo 2 do experimento de diluição do solo mostra que o pré-plantio de sálvia e menta em solo infestado reduz significativamente a incidência e a severidade da doença partir das diluições 1:8, indicando a possibilidade de sua utilização em áreas infestadas com *P. brassicae*, reduzindo o dano econômico.

FIGURA 1 – MASSA AÉREA SECA (g) NOS TRATAMENTOS DOS DIFERENTES EXPERIMENTOS DE INCORPORAÇÃO DO MATERIAL VEGETATIVO DAS MEDICINAIS NO PRIMEIRO E SEGUNDO CICLO, DESTACANDO AS MEDICINAIS QUE APRESENTARAM OS MELHORES RESULTADOS NA REDUÇÃO DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA DOENÇA HÉRNIA DAS CRUCÍFERAS.



Esses resultados positivos no controle da hérnia das crucíferas obtidos principalmente com o pré-plantio e incorporação do material vegetativo da medicinal sálvia estão ligados aos

seus constituintes químicos presente no seu óleo essencial e que são citadas por suas atividades antissépticas e bacteriostáticas. De acordo com LIMA *et al.* (1992) a *Salvia officinalis*, L. apresenta atividades antibacteriana e antifúngicas, devida à presença 1,8-cineol. Também TEIXEIRA (2005) menciona que a *officinalis* apresenta atividade inibitória frente a vários germes Gram negativos (*E. coli*, *Klebsiella spp*, *Shigella spp* e *Salmonella spp.*) e Gram positivos (*Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*) e fungos (*Torulopsis glabratai* e *Cryptococcus neoformans*). Atividade seria devido à alta concentração de tujonas e de outras substâncias como os pinenos, a cânfora, 1,8-cineol, borneol, cariofileno entre outro, presentes no óleo essencial. PEREIRA *et al.* (2004) verificaram que *officinalis*, L. apresentou ação inibitória superior às outras ervas, tendo eficácia de 100% quando testadas em espécies de *Klebsiella* e *Enterobacter*, 96% em *Escherichia coli*, 83% contra *Proteus mirabilis* e 75% contra *Morganella morganii*. DAWSON (1991) cita que as folhas de Sálvia (*officinalis* L.) quando incorporadas no solo exercem o poder de proteger contra o ataque de vermes e podem ser usadas como um excelente desinfetante de solo

Os metabólitos secundários com propriedades antisséptico e desinfetante vem sendo amplamente pesquisados no controle alternativo de fitopatógenos. Segundo BONALDO *et al.* (2004) compostos secundários presentes em plantas medicinais podem desempenhar funções importantes em interações planta-patógeno, através de ação antimicrobiana direta ou ativando mecanismos de defesa de outras plantas que venham a ser tratadas com esses compostos.

Produtos naturais provenientes de plantas têm grande potencial no controle fitossanitário, principalmente nos programas de manejo onde se pode utilizar o próprio produto natural (VEIRA *et al.*, 2001).

Na presente pesquisa, os resultados obtidos com sálvia, que possibilitou ausência de incidência e severidade nos experimentos de incorporação da planta toda, incorporação das raízes no primeiro ciclo, bem como no segundo ciclo (Tabelas 3 e 4), indicam que os

metabólitos secundários liberados na decomposição do material vegetativo da sálvia apresentam atividade inibitória ao patógeno e poderão ser empregados no controle da *P. brassicae*. Porém dada à complexidade do sistema solo é difícil pontuar qual seja esse constituinte químico ou grupo de constituintes químicos. Outro fator que deve ser levado em conta é o volume de massa aérea incorporada e o período entre a incorporação e a entrada do plantio das brássicas. Conforme se constatou no primeiro ciclo no qual o plantio das brássicas ocorreu logo após a incorporação do material vegetativo das medicinais (Tabela 3) e que resultou na redução na massa aérea em função dos aleloquímicos liberados na decomposição do material incorporado.

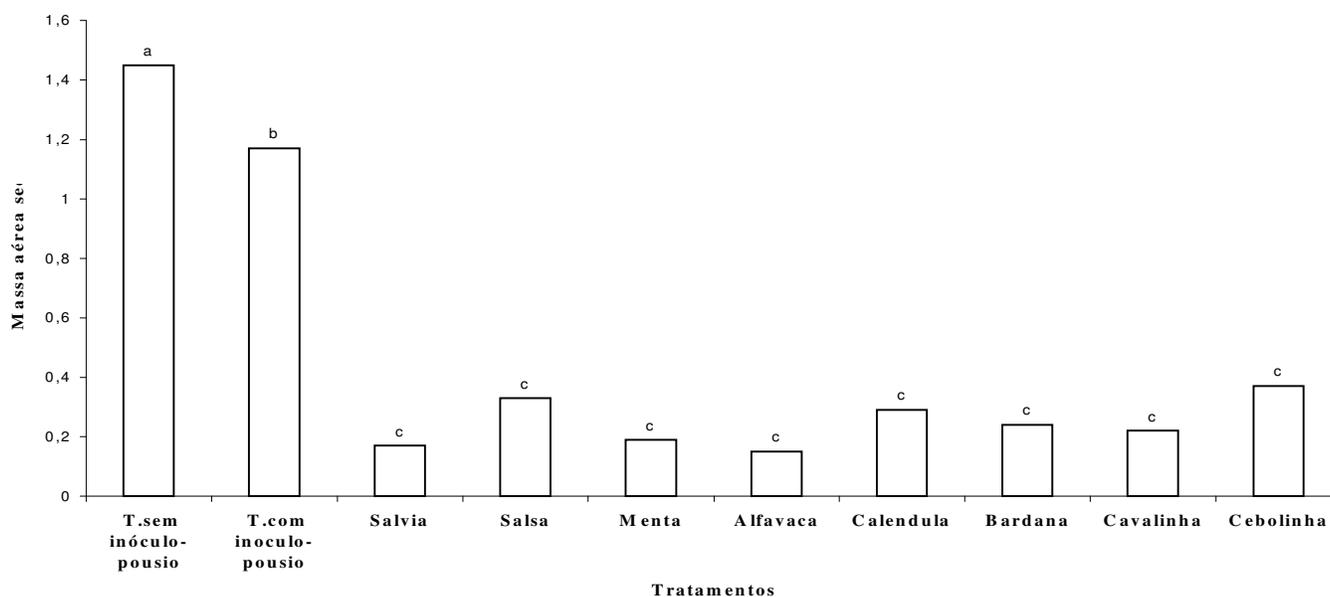
Nesse sentido, pesquisas em condições de campo devem ser conduzidas para ciência do comportamento dessas substâncias, pois não é conhecido as reações da incorporação do material vegetativo de espécies medicinais em ambientes onde as condições abióticas e bióticas não podem ser totalmente controladas.

3.3.3 Pré-plantio de medicinais em solo não inoculados com *P. brassicae*.

3.3.3.1 Massa aérea seca

Os resultados da Figura 2 demonstraram que existe influência dos exsudados radiculares das medicinais no desenvolvimento da massa aérea seca de rúcula. Não existe diferença estatística ao nível 5 % (Scott-Knott) entre os tratamentos com as medicinais testadas. Os melhores resultados de massa aérea seca foram obtidos no tratamento em que o solo foi mantido em pousio e sem inóculo.

FIGURA 2 – EFEITO DO PRÉ-PLANTIO DE MEDICINAIS SOBRE A MASSA AÉREA SECA DA RÚCULA CULTIVADA EM SOLO NÃO INOCULADOS COM *Plasmodiophora brassicae*. CURITIBA-PR, 2004.



NOTA: Médias de 6 repetições.

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Scott-Knott 5%).

Os resultados obtidos estão de acordo com as afirmações de FERREIRA e AQUILA (2000), que mencionam que a vegetação de uma determinada área pode ter um modelo de

sucessão condicionado as plantas pré-existentes e às substâncias químicas que elas liberam no meio. Da mesma forma, no manejo agrícola, florestal e na horticultura, a ocupação prévia da área pode ter significativa influência sobre os cultivos que estão sendo instalados.

O efeito visível dos aleloquímicos sobre as plantas é somente uma sinalização secundária de mudanças anteriores. Assim, os estudos sobre o efeito de aleloquímicos sobre a germinação e/ ou desenvolvimento da planta são manifestações secundárias de efeitos ocorridos a nível molecular e celular inicialmente (FERREIRA e AQUILA 2000). Também CHUNG e MILLER, (1995) alertam que a concentração de aleloquímicos no solo é capaz de provocar a inibição no crescimento das plântulas.

De acordo com ALMEIDA (1988), lixiviados de espécies vegetais contém substâncias orgânicas e inorgânicas que tanto podem ser tóxicas, tais como alcalóides, terpenóides, ácidos orgânicos e fenólicos. Segundo o mesmo autor as plantas têm capacidade de produzir aleloquímicos em todos os seus órgãos e essa produção e a concentração nos tecidos vegetais aumenta em condições de deficiência hídrica e nutricional.

Nesse sentido CRUZ *et al.* (2004) citam que plantas medicinais que possuem, entre seus princípios ativos, óleos essenciais, têm-se revelado promissoras no controle de plantas invasoras. É certo que o efeito alelopáticos provocado, em alguns casos, sobre sementes de plantas cultivadas e de importância econômica, não é desejável. Para atingir esse objetivo, trabalhos adicionais avaliando-se diferentes espécies vegetais, dosagens e métodos de aplicação ou concentrações distintas, bem como a determinação da atividade biológica dos compostos secundários, contribuirão de forma significativa para a aquisição de conhecimentos que conduzirão à manutenção do equilíbrio ambiental e de uma agricultura mais saudável.

Os resultados apresentados na Figura 2 confirmam os contidos na Tabela 3 (2º capítulo) que mostram a necessidade de se respeitar um maior período de tempo, de no máximo 30 dias entre o arranquio das medicinais e o plantio das brássicas para a redução dos

efeitos de fitotoxidez dos exsudados radiculares das medicinais e também garantiria queda na severidade da doença h ernia das crucíferas (Tabela 4 capítulo 2).

3 3.3.2 Testes de fitotoxidez no solo

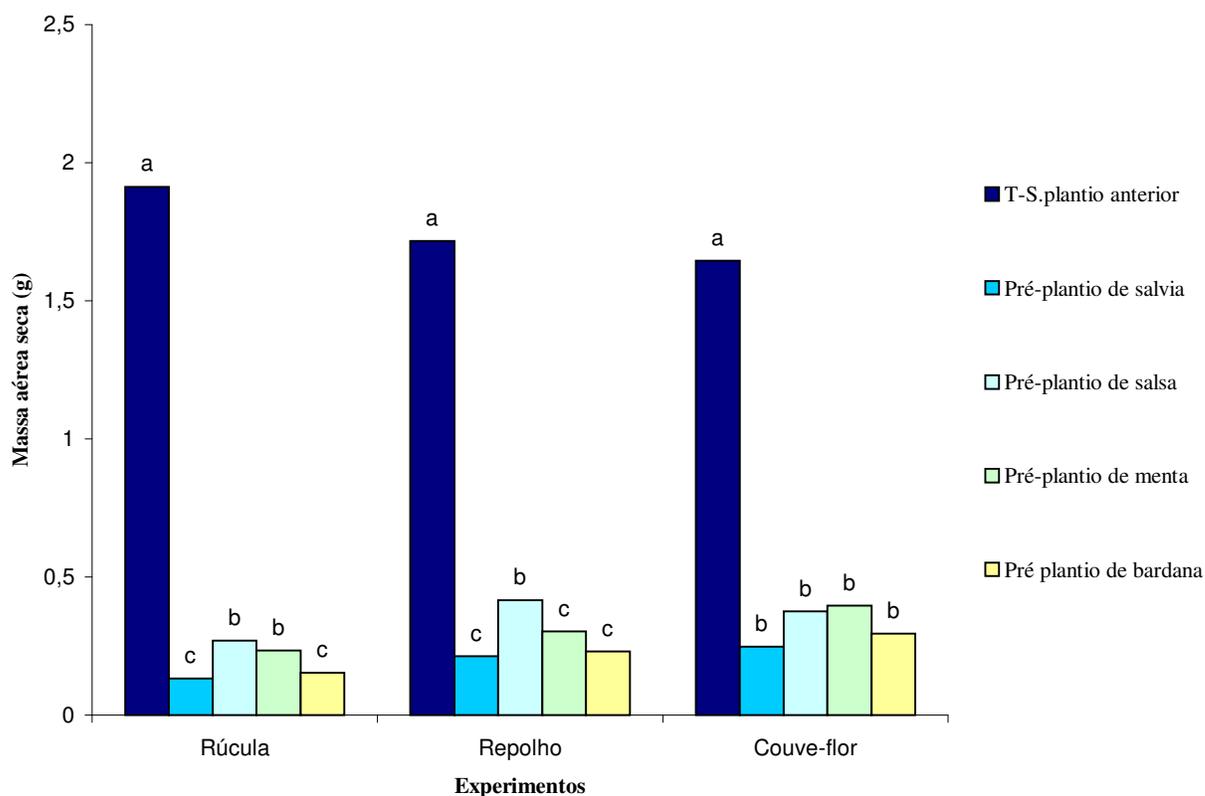
Os resultados da Figura 3 demonstram que as espécies medicinais sálvia e bardana apresentaram maior potencial alelopático sobre as brássicas testadas. Esses resultados confirmam os já obtidos no experimento de pré-plantio de medicinais em solo não inoculados com *P. brassicae* (Figura 2) com a br ssica rúcula.

No experimento com a rúcula (Figura 3) as espécies medicinais que propiciaram menores valores de massa aérea seca foram a sálvia e a bardana, havendo diferença significativa em nível de 5% (Scott-Knott) entre as espécies medicinais testada e a testemunha sem cultivo anterior.

No experimento com repolho (Figura 3) a menor massa aérea seca foi obtida com as espécies medicinais sálvia e bardana, havendo diferença significativa em nível de 5% pelo teste Scott-Knott 5% entre as espécies medicinais testada e a testemunha sem cultivo anterior.

No experimento com couve-flor não houve diferença estatística entre as espécies medicinais testadas, entretanto houve diferença significativa em nível de 5% pelo teste Scott-Knott de entre as espécies medicinais testadas e a testemunha sem cultivo anterior.

FIGURA 3 – EFEITO DAS ESP CIAS MEDICINAIS S LVIA, SALSA, MENTA E BARDANA SOBRE A MASSA AÉREA SECA (g) DE RÚCULA, DO REPOLHO E DA COUVE-FLOR.



Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Scott-Knott 5%).
 T-S. plantio anterior = testemunha sem plantio anterior

Os resultados obtidos devem servir de alerta, pois segundo FERREIRA e AQUILA (2000) a prática de rotação de cultura, muito recomendada, pode ter a limitação em decorrência das substâncias alelopáticas liberadas no meio. Segundo os mesmos autores a resistência ou tolerância aos metabólitos secundários é mais ou menos específica, existindo espécies mais sensíveis do que outras.

3.3.3.3 Ação alelopática das medicinais na inibição da germinação das sementes das

brássicas.

A taxa de germinação da rúcula (Tabela 5) foi inibida pelo extrato aquoso das medicinais sálvia e salsa na concentração de 50%. As demais medicinais testadas não apresentaram diferença estatística em nível de 5% pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 5 – TAXA DE GERMINAÇÃO (%) DE RÚCULA, REPOLHO E COUVE-FLORES SOB O EFEITO DOS EXTRATOS AQUOSOS DAS ESPÉCIES MEDICINAIS.

| Tratamentos | Rúcula | Repolho | Couve-flor |
|------------------|--------|---------|------------|
| Água destilada | 87a | 87a | 85a |
| Extratos aquosos | | | |
| Sálvia 25% | 72a | 73b | 41c |
| 50% | 23b | 63c | 17d |
| Salsa 25% | 77a | 77b | 61b |
| 50% | 20b | 47d | 60b |
| Menta 25% | 73a | 73b | 63b |
| 50% | 75a | 79b | 56b |
| Bardana 25% | 78a | 81a | 76a |
| 50% | 70a | 75b | 68b |
| CV % | 13,19 | 6,92 | 13,52 |

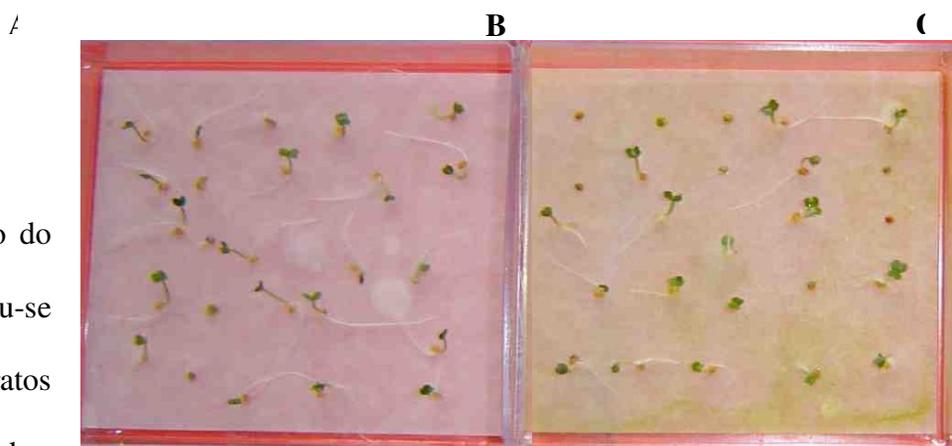
NOTA: Médias de 4 repetições.

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Scott-Knott 5%).

Plantas medicinais, através dos metabólitos secundários, produzem constituintes químicos (Tabela 2 e Capítulo 2) com ampla aplicação comercial como medicamentos, aditivos alimentares, cosméticos e agroquímicos (CASTRO *et al.*, 2004). Essas mesmas substâncias podem, em determinadas situações, provocar danos entre os quais uma baixa taxa de germinação de sementes (Figura 4 B e C).

FIGURA 4 - TAXA DE GERMINAÇÃO DA RÚCULA (*Eruca sativa*) EM ÁGUA DESTILADA

(A), EM EXTRATO AQUOSO DE SALSA NAS CONCENTRAÇÕES 25% (B) E 50% (C).



A taxa de germinação do repolho (Tabela 5) mostrou-se menos susceptível para os extratos das medicinais testadas,

apresentando as menores taxa de germinação para o extrato de sálvia e salsa a 50% de 47% e 63%, respectivamente. A medicinal bardana na concentração de 25% não apresentou diferença significativa em relação à testemunha água destilada. As demais medicinais testadas nas distintas concentrações não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

As sementes da couve-flor (Tabela 5) mostraram-se mais sensíveis ao extrato aquoso da sálvia nas concentrações de 25 e 50% com taxa de germinação de 41% e 17%, respectivamente. O extrato de bardana a 25% não apresentou diferença estatística em relação à testemunha água destilada. As demais medicinais testadas nas diferentes concentrações não apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott entre si.

Os resultados apresentados nos testes de alelopatia acima vêm de encontro com as afirmações de PUTTNAM *et al.* (1986), que citam que em comunidades de organismos muitas espécies parecem regular outras por produzir e liberar estimuladores ou inibidores químicos de crescimento. Plantas também podem produzir inibidores em resposta ao ataque por fungos patógenos ou bactérias, fenômeno que recebe o nome de alelopatia.

De acordo com ALMEIDA (1988) os taninos hidrolisáveis são conhecidos por suas

propriedades alelopáticas e atuam na inibição da germinação das sementes e do crescimento das plantas.

BRAGA *et al.* (2001) verificaram os efeitos alelopáticos do extrato aquoso do fruto de romã rico em taninos, resina, açúcares e pigmentos na germinação de sementes de alface e obtiveram redução da germinação e no crescimento de raiz das plântulas de alface nas concentrações 35, 5% e 10%.

Mediante os dados mostrados na Tabela 5, e considerando um maior período entre o arranquio das medicinais e o plantio das brássicas (Tabela 4) evita-se assim a redução na produção da massa aérea em conseqüências dos efeitos fitotóxicos, e, sobretudo objetivando o controle da doença, o melhor controle da hérnia das crucíferas para as brássicas repolho e rúcula poderão ser obtidos com pré-plantio com incorporação da planta toda ou da parte aérea da sálvia, com o pré-plantio e com incorporação das raízes das medicinais bardana, menta e sálvia.

Para a couve-flor (Tabela 5) os melhores resultados de controle e produção de massa aérea poderão ser obtidos com o pré-plantio e com a incorporação das raízes das medicinais menta e bardana.

3.4 CONCLUSÕES

Um maior período (30 dias) entre o arranquio das medicinais e o plantio das brássicas evita a redução na produção da massa aérea em conseqüências dos efeitos fitotóxicos.

O controle mais eficiente da doença hérnia das crucíferas é obtido com incorporação da parte aérea e das raízes de sálvia e salsa, e da planta toda da medicinal salsa no segundo ciclo.

O pré-plantio de sálvia, salsa, menta e bardana libera exsudados radiculares que são alelopáticos para a rúcula, o repolho e a couve –flor.

Os extratos aquosos da sálvia e da salsa a 50% exercem efeitos alelopáticos sobre a germinação da rúcula, repolho e couve-flor.

4. REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. Plant diseases caused by fungi. In: PLANT pathology. São Diego: Academic Press, 1997. p. 245-406.

ALMEIDA, F. S. A. **Alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. p. 60.

ALMEIDA, L. **Mudanças técnicas na agricultura:** perspectivas da transição agroambiental em Colombo-PR. Curitiba, 2003. 294f Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology.** New York: Wiley & Sons, 1996. p. 869.

ALTHAUS, R. A.; CANTERI, M. G.; GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. 2001. Ponta Grossa. **Anais** Ponta Grossa. X Encontro Anual de Iniciação Científica, Parte 1, Ponta Grossa:UEPG, 2001, p. 280 – 281.

BANDARA, B. M. R. S.; KUMAR, N. S.; SAMARANAYAKE, K. M. S. An antifungal constituent from stem bark of *Butea monosperma*. **Journal of Ethnopharmacology**, Oxon, v. 25, p. 73-75, 1989.

BARR, D. J. S. Evolution and kingdoms of organisms from the perspective of a mycologist. **Mycologia**, Lawrence, v. 84, n. 1, p. 1-11, 1992.

BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 128-134, 2004.

BRAGA, L. F.; SOUZA, M. P.; DELACHIAVE, M. E. A.; LIMA, G. P. P. Influência do extrato de romã (*Punica granatum* L.) na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), cv elisa. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS: NATUREZA, CIÊNCIA E COMUNIDADES, 5., 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu:UNESP, 2001. p. 114.

BRANDENBURG. A. **Agricultura familiar, ONGs e desenvolvimento sustentável.** Curitiba: UFPR, 1999. p. 209.

BUCZACKI S. T. Plasmodiophoromycetes, in European handbook of plant diseases. In: SMITH, I. M.; DUNEZ, J.; LELLIOTT, D. H.; ARCHER, S.A. **European handbook of plant diseases**. Midsomer Norton: Scientific Publications. 1988. p. 243-245.

CASTLEBURY, L. A; MADDOX, J.V; GLAWE, D. A. A technique for the extraction and purification of viable Plasmodiophora brassicae resting spores from host root tissue. **Mycologia**. 86(3), p. 458-460, 1994.

CASTRO, A. G. **Defensivos agrícolas como um fator ecológico**. Jaguariúna: EMBRAPA–CNPDA, 1989.

CASTRO H. G.; FERREIRA F. A.; SILVA D. J. H.; MOSQUIM P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais metabólitos secundários**. Viçosa: UFV, 2004. p. 4-22.

CAVALCANTI, J. T.; LOPEZ, A. M. O. Efeito *in vitro* de extratos hidro-etanólicos (córtex de tronco) e de óleo fixo (sementes) de Juá (*Zizyphus joazeiro*) sobre *Botryodiplodia theobromae*, *Alternaria solani*, *Colletotrichum graminicola* e *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 352, 1995.

COELHO, R. W. Substâncias fitotóxicas presentes no capim anoni-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 21, p. 255-263, 1986.

CORRÊA, JR. C.; GRAÇA, L. R.; SCHEFFER, M. C. **Complexo agroindustrial das plantas medicinais, aromáticas e condimentares no estado do Paraná: diagnóstico e perspectivas**. Curitiba: SPPM, 2004. p 48-55.

CORRÊA, JR. C. **Pequenos, porém profissionais**. In: O Estado de São Paulo-2005. Disponível em: <http://sebraees.com.br/noticias/_noticias=31756-produção>. Acesso em 04 abr. 2005.

CRUZ, M. E. S, NOZAKI, M. H., BATISTA, M. A. Plantas medicinais e alelopatia. Horticiência. 2001. p.4.

CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. **Plantas medicinais e alelopatia**. Disponível em: <http://www.horticiencia.com.br/news/news2.asp?id=300>. Acesso em: 03 set. 2004.

CHEAH, L. H.; PAGE, B. B. C.; KOOLAARD J. P.; CALLAGHAN. Soil incorporation of fungicides for control of clubroot of vegetable brassicas. **Plant Protection**, New Zealand, v. 11, n. 13. p. 130-133, 1998.

CHUNG, III-MIN.; MILLER, D.A. Natural herbicide potential of alfafa residue on selected weed species. **Agronomy Journal**, Madison, n. 87. p. 920-925, 1995.

DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade:** um estudo da agricultura orgânica na Região Metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba, 2000. 290F. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná.

DATNOFF, L. E.; KROLL T. K.; FOX J. A. Occurrence and population of *Plasmodiophora brassicae* in sediments of irrigation water sources. **Plant Disease**, St. Paul, n 68, p. 200-203, 1984.

DAWSON, A. G. **O poder das ervas:** um guia sobre o uso medicinal, culinário e paisagístico de plantas selvagens e cultivadas. São Paulo: Best Seller. 1991. p. 88.

DI STASI, L. C. Química de produtos naturais: principais constituintes ativos. In: DI STASI, L.C. (Ed.). **Plantas medicinais:** arte e ciência - um guia de estudos multidisciplinar. São Paulo: Universidade Paulista. 1996. p. 109-127.

DHINGRA, O; SINCLAIR, J. **Basic Plant Pathology Methods.** London. Second edition, Editora Lewis publishers , p.92-93, 1994.

DONALD, E. C.; PORTER, I. J.; LANCASTER, R. A. Band incorporation of fluazinam (Shirlan) into soil to control clubroot of vegetable brassica crops. **Australian-Journal-of-Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 41, n. 8, p. 1223-1226, 2001.

FAEP. **Noticias.** Disponível em: <http://www2.faecp.com.br/>. Acesso em março de 2002.

FERREIRA, G. A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 12, ed. Especial, p. 175-204, 2000.

FILGUEIRA, A. R. F. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 273-294.

FILHO, A. C.; REIFSCHEIDER, F. J. B. Ocorrência de *Plasmodiophora brassicae* no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 1, .p.35-36, 1986.

FRY, W. E. **Principles of plant disease management**. New York: Academic Press, 1982.

GEMTCHÚJNICOV, I. D. **Manual de taxonomia vegetal**: plantas de interesse econômico. São Paulo: Ceres, 1976. p. 202-209.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v. 17, n. 3/4, p. 281-286, 1991.

GUENZI, W. D.; MCCALLA T. M. Phenolic acids in oats, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 58, n. 3, p. 303-304, 1966.

HERTWIG, I. F.V. **Controle de insetos**: plantas aromáticas e medicinais. São Paulo: Ícone, 1986.

HILDEBRAND, P. D.; MCRAE, K. B. Control of clubroot caused by *Plasmodiophora brassicae* with monionic surfactants. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Guelph, v. 1, n. 20, p. 1-11, 1998.

HUBER, D. M. The role of nutrition in take-all disease of wheat and other small grains. In: ENGELHARD, A.W. **Soilborne plant pathogens**: management of diseases with macro and micronutrients. Minnesota: APS press, 1989. p. 46-67.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Nacional, 1987. p. 345-346.

KARAM, F. K. **Agricultura orgânica estratégia para uma nova realidade.** Curitiba, 2001. 232f Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná.

KARAM, F. K. **A agricultura orgânica como estratégia de novas ruralidades: um estudo de caso na Região Metropolitana de Curitiba.** Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/TrabKaren1.htm>>. Acesso em: 18 ago. 2005.

KELSEY, R. G.; EVERETT, R. L. Allelopathy. In: BEDUNAH, D. J.; SOSEBEE, R. E. **Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology.** Denver: Society form Range Management, 1995. p. 479-549.

LIMA, M.L.R.Z.C.; MAY, L. L. Controle físico e biológico da hémria das Crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) na Região Metropolitana de Curitiba-PR. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, n. 1-2, p. 83-87, 1997.

LIMA E.O.; GOMPERTZ O.F.; PAULO M.Q.; GLESBRECHT A. M. In vitro antifungal activity of essential oils against clinical isolates of dermatophytes. **Mycoses**, Germany, v.36, p.9-10, 1992.

LOVELOCK, J. **As eras de gaia: a biografia da nossa terra viva.** Rio de janeiro: Campus, 1991. p. 191.

LORENZI, H.; ABREU MATOS, F.J. **Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantaram, 2002. p. 512.

MACIEL, S. M. **Reações de algumas plantas medicinais a *Meloidogyne incognita* raça 2, *Meloidogyne javanica* e *Protylechus brachyurus* (Nemata; Tylenchoidea).** Piracicaba, 1995. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** New York: Academic Press, 1986. p. 675.

MARINGONI, A. C. Doenças das Crucíferas. In: REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A.; FILHO, B. A.; AMORIM, A.; KIMATI, H. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D.M.; CASTELLANI, D C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 77-166.

MAY-DE MIO L. L. Avaliação de diferentes formas de controle de *Plasmodiophora brassicae* em couve-chinesa em condições de casa de vegetação. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, n. 1-2, p. 9-14, 1997.

MAY-DE MIO L. L. Resistência de cultivares de brássicas à hérnia das crucíferas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 36., 2003, Uberlândia. **Resumos Expandidos**. Uberlândia:Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2003. CD-ROM.

MORAES, L. A. S.; CARMO, M. G. F.; VIEGAS, E. C.; FERREIRA, J. L. Tinturas caseiras de erva cidreira (*Lippia alba*), cavalinha (*Esquisetum* spp) e elixir paregorico (*Ocimum selloi*) no controle in vitro de *Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli* var. *fuscans*. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS. NATUREZA, CIÊNCIA E COMUNIDADES, 5., 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu:UNESP, 2001. p. 51.

MOTA, J.C.O.; PESSOA, M.N.G. Utilização de óleo essencial e extrato foliar de *Lippia sidoides* Cham. No controle de fungos de sementes de graviola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 36., 2003, Uberlândia. **Resumos Expandidos**. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2003. CD-ROM.

MURAKAMI, H.; TSUSHIMA, S.; SHISHIDO, Y. Soil suppressiveness to clubroot disease of Chinese cabbage caused by *Plasmodiophora brassicae*. **Soil Biology & Biochemistry**, Fukushima, v. 32, p. 1637-1642, 2000.

NAIDU, G. P. Antifungal activity in *Codeiaeum variegatum* leaf extract. **Current Science**, Bangalore, v. 57, p. 502-504, 1988.

NOTT, H.; FALLOON, R.; CHEAH, L. H. Clubroot control from safe chemicals. **Commercial Grower**, Purdue University: Dan Egel, v.54, n.1, p. 24-26, 1999.

OLIVEIRA, J. C. M.; PESSOA, M. N. G.; PINHEIRO, P. L. Ação antifúngica do alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Sclerotium rolfsii* "in vitro" **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23 supl., p. 265, ago. 1998.

PAZ LIMA, M; CAFÉ-FILHO, A.C.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L.; SCHUTA, L.R. First report of clubroot of *Eruca sativa* caused by *Plasmodiophora brassicae* in Brazil. **Plant Disease**, St. Paul, v. 88, p.573, 2004.

PAVELA R. Insecticidal activity of certain medicinal plants. **Fitoterapia**, Amsterdam, n. 75, p. 745-749, 2004.

PATRICK, Z. A.; TOUSSOUN, T. A.; SNYDER, W. C. Phytotoxic substances in arable soils associated with decomposition of plant residues. **Phytopathology**, St. Paul, v. 53. p. 152-161, 1963.

PINHEIRO, P. L.; PESSOA, M. N. G. Efeito do óleo essencial de plantas medicinais no controle de *Sclerotium rolfsii* . **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, supl., ago, 1995.

PEDERSEN, M. W. Relative quantity and biological activity of saponins in germinated seeds, roots and foliage of alfafa. **Crop Science**, Madison, v. 15, July–Aug. 1975.

PEREIRA, R. S.; SUMITA, T. C.; FURLAN, R.; JORGE, A. O. C.; UENO, M. Atividade antibacteriana de óleos essenciais em cepas isoladas de infecção urinárias. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 2, p.326-328, 2004.

PESSOA, M. N. G.; FEITOSA, V.S.; ALMEIDA, J.L.; SILVA M. G.V. Efeito do extrato e do óleo essencial de *Ocimum basilicum* sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, *Macrophomina phaseolina* e *Lasiodiplodia theobromae*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 36.,2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2003.

PUTNAM, A. R., TANG, C. S. **The science of allelopathy**. New York: John Wiley & Sons,

1986. p. 317.

RAVEN, H. P.; EVEST, R. F.; EICHHORN, E. S. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. p. 906.

ROBAK, J. Crop rotation effect on clubroot disease decrease. 7 th International Symposium on timing field production of vegetables. **Acta Horticulture**, Poland, n.371, p. 223-226, 1994.

ROZWALKA, L. C.; COSTA LIMA, M. L. R. Z.; MAY DE MIO, L.L.. Inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* com extratos aquosos de plantas medicinais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n.707, p.354, 2003. Resumo.

SANTOS, B.H. **Entrevista concedida a Ionete Hasse**. Curitiba, 19 abr. 2004.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S.; PASCHOLATI, S. F. Efeito do extrato bruto de plantas medicinais na indução de fitoalexinas em soja e sorgo. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.22 (suplementos), p. 346, 1997.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Plantas medicinais no controle de fitossanitário. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS. NATUREZA, CIÊNCIA E COMUNIDADES, 5.,2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu:UNESP, 2001. p. 43-48.

SCHUTA, L. R. **Boro, nitrogênio, concentração de inóculo e pH no controle da *Plasmodiophora Brassicae***. Curitiba, 2003. 97f Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná.

SMITH, I. M.; DUNEZ, J.; LELLIOTT, D. H.; ARCHER, S. A. **Plant diseases**. Midsomer Norton, Avon, Great Britain. Backwel Scientific Publications. 1988. p. 243-245.

SINGH, A. K. ; CHAND, L. ; NEGRI, S. ; SINGH, A. K. Antibacterial and antifungal activities of *Mentha arvensis* essential oil. **Fitoterapia**, Milano, 63 (1).1992. p. 76.

SOUZA, M. A. A.; BRATII, A.; STARK, M. L. L.; SOUZA, S. R. Atividade biológica de óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (d.c.) stapf.) avaliada através da inibição micelial de fungos fitopatogênicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 36., 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia:UNESP, 2003. p. 2.

SOUZA, M. P. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras.** Fortaleza: Edições UFC, 1991. p. 416.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII.** São Paulo: Plantarum, 2005. p.640.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA; K. R. F.; CRUZ, M. E. S. E NOZAKI, M.H. Plantas mais: plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 11, p.16-21, 1999.

TOKESHI, H.; SALGADO, L.C. Doenças das crucíferas. In: GALLI, F. **Manual de Fitopatologia:** doenças de plantas cultivadas. São Paulo:Agropecuária Ceres . 1980. v. 2. p. 236-250.

TEIXEIRA, D. F. **Metabolismo primário X metabolismo especial (secundário).** Disponível em: <http://www.alexomkt.com.br/biblioteca/NUTRICLIN/NUC_Dulcinea3.pdf>. Acesso em: 25 out. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas.** Curitiba: Editora da UFPR, 2003. p.67.

UPADHYAYA.; M. R.; GUPTA, R. C. Effect of extracts of some medicinal plants on the growth of *Curvularia lunata*. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, Udaipur, v. 20, p. 144-145, 1990.

WANG, J. F.; HSIEH, W. H. Studies on the suppressive factors and characteristics of suppressive soils of clubroot in crucifers. **Plant Protection Bulletin**, Taichung, n. 28, p. 365, 1986.

YEGEN, O.; BEGGER, B.; HEITEFUSS, R. Studies on the fungitox effects for extracts of six selected plants from Turkey on phytopathogenic fungi. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Stuttgart, v. 99, p. 349-359, 1992.

VALENDIA, J.; GALINDO, R. P.; DE MORENO, C. A. Poultry manure evaluation in the control of *Plasmodiophora brassicae* in cabbage. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 15, n. 1, p. 1-6, 1998.

VIÉGAS, A. P.; TEIXEIRA, A.R. Alguns fungos do Brasil (Phycomycetos). **Bragantia**, Campinas, v. 3, n. 8, p. 23-269, 1943.

VIEIRA, C. P.; VILELA, F. Z.; FAVERO, S.; LAURA, V.A.; CESCINETTO, A. Ação alelopática de extrato aquoso de melissa e alfavaca sobre a germinação de sementes de picão preto. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS. NATUREZA, CIÊNCIA E COMUNIDADES, 5., 2001, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2001. p. 101.

VENTURA, A. J.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos em crucíferas. **Informe agropecuário**, Minas Gerais, v. 17, n. 183, p. 53-54, 1995.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a importância da RMC na produção de olericultura no Estado do Paraná e os danos que a Hérnia das crucíferas tem causado na produtividade de brássicas, a inclusão de espécies medicinais em área infestadas por *P. brassicae* em sistema de rotação de cultura ou mesmo em pré-plantio e incorporação do material vegetativo de medicinais tem um importante papel no controle da doença e vem de encontro com o crescente mercado de plantas medicinais, aromáticas e condimentares no Estado. Entretanto, antes de qualquer recomendação de controle da doença seria de vital importância que todas as áreas aonde as brássicas vem sendo cultivadas fossem submetidas a um monitoramento das condições edáficas (pH, matéria orgânica, fertilidade, textura, umidade e temperatura) e principalmente um levantamento do grau de infestação do solo por *P. Brassicae*.

Nesse sentido, o método de diluição constituiria uma importante ferramenta que permitiria quantificar, em ambiente controlando, o potencial de desenvolvimento da doença, considerando que a presença por si só de esporos no solo não são os únicos componentes relevantes para avaliar a possibilidade do surgimento da enfermidade, já que podem coexistir fatores supressivos que impediram a germinação dos esporos.

Para assegurar o monitoramento das condições físicas, o diagnóstico do número de propriedades com a doença e o grau de infestação dos solos por *P. brassicae* na RMC, seria

necessário a integralização de profissionais de diferentes áreas da UFPR como também parcerias com EMATER-PR, COMEC e outros órgão de interesse.

ANEXOS

ANEXO 1 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS APÓS REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO DE 2003

| AMOSTRAS | pH | pH | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | ppm | g/dm ³ |
|----------------|-------------------|------|--|------|-------|------|------|-------|-------------------|
| | CaCl ₂ | SMP | Al ⁺³ | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| T.S I - Pousio | 6,00 | 6.70 | 0,00 | 3,00 | 15,35 | 6,17 | 1,64 | 195,0 | 82,8 |
| T.C.I - Pousio | 6,10 | 6.80 | 0,00 | 2,70 | 13,85 | 5,10 | 1,72 | 299,5 | 74,6 |
| Salvia | 6,60 | 6,80 | 0,00 | 2,70 | 15,20 | 5,76 | 1,84 | 194,0 | 91,5 |
| Salsa | 6,70 | 6,80 | 0,00 | 2,70 | 13,10 | 5,35 | 1,39 | 194,0 | 76,7 |
| Menta | 6,30 | 6.70 | 0,00 | 3,00 | 15,30 | 5,76 | 1,57 | 194,0 | 76,7 |
| Alfavaca | 6,60 | 6.80 | 0,00 | 2,70 | 12,10 | 4,85 | 1,19 | 194,0 | 61,5 |
| Calendula | 6,70 | 6.70 | 0,00 | 3,00 | 14,50 | 5,59 | 1,26 | 194,0 | 76,5 |
| Bardana | 6,70 | 6,80 | 0,00 | 2,70 | 14,10 | 5,18 | 1,30 | 209,5 | 76,7 |
| Cebolinha | 6,80 | 6,80 | 0,00 | 2,70 | 13,10 | 5,10 | 1,93 | 187,5 | 76,7 |

ANEXO 2 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS APÓS REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO DE 2004.

| AMOSTRAS | pH | pH | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | ppm | g/dm ³ |
|-----------------|-------------------|------|--|------|-------|------|------|--------|-------------------|
| | CaCl ₂ | SMP | Al ⁺³ | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| T.S I. - Pousio | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,90 | 5,86 | 1,25 | 154,00 | 60,8 |
| T.I - Pousio | 6,30 | 6.70 | 0,00 | 3,00 | 11,45 | 5,17 | 1,60 | 198,50 | 57,0 |
| Salvia | 6,00 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 14,28 | 6,48 | 0,99 | 154,00 | 60,6 |
| Salsa | 5,60 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 13,13 | 5,95 | 0,81 | 149,50 | 60,8 |
| Menta | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,23 | 5,62 | 0,81 | 137,00 | 57,0 |
| Alfavaca | 5,80 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 14,50 | 6,23 | 0,76 | 159,00 | 78,7 |
| Calendula | 5,90 | 6,10 | 0,00 | 4,60 | 13,40 | 5,78 | 0,57 | 129,50 | 54,0 |
| Bardana | 5,90 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 12,73 | 5,62 | 0,72 | 119,00 | 61,7 |
| Cebolinha | 5,90 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 11,70 | 5,13 | 1,13 | 175,00 | 57,0 |

ANEXO 3 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS SUBMETIDOS AO PRÉ PLANTIO E A INCORPORAÇÃO DA PLANTA TODA EM SOLOS INOCULADOS COM *Plasmodiophora brassicae*.

| AMOSTRAS | pH | pH | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | mg/dm ³ | g/dm ³ |
|----------------|-------------------|------|--|------|-------|------|------|--------------------|-------------------|
| | CaCl ₂ | SMP | Al ⁺³ | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| T.S.I - Pousio | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,90 | 5,86 | 1,25 | 154,00 | 60,8 |
| T.I -Pousio | 6,30 | 6,70 | 0,00 | 3,00 | 11,45 | 5,17 | 1,60 | 201,50 | 57,0 |
| Salvia | 6,10 | 6,40 | 0,00 | 3,50 | 14,05 | 6,23 | 1,42 | 169,50 | 74,2 |
| Salsa | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,05 | 5,54 | 1,53 | 149,50 | 57,0 |
| Menta | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 11,68 | 5,49 | 1,30 | 145,00 | 58,8 |
| Alfavaca | 6,10 | 6,40 | 0,00 | 3,50 | 12,95 | 6,07 | 1,32 | 154,00 | 60,6 |
| Calendula | 5,90 | 6,40 | 0,00 | 3,50 | 11,73 | 5,62 | 1,40 | 145,00 | 74,0 |
| Bardana | 5,90 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 12,63 | 5,82 | 1,27 | 141,00 | 75,4 |
| Cebolinha | 6,00 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 11,88 | 5,21 | 1,10 | 154,00 | 74,0 |
| Cavalinha | 6,00 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,40 | 5,86 | 1,38 | 159,00 | 55,8 |

ANEXO 4 - .CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS SUBMETIDOS AO PRÉ PLANTIO E A INCORPORAÇÃO DAS RAÍZES DAS MEDICINAIS EM SOLOS INOCULADOS COM *Plasmodiophora Brassicae*.

| AMOSTRAS | pH | pH | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | mg/dm ³ | g/dm ³ |
|----------------|-------------------|------|--|------|-------|------|------|--------------------|-------------------|
| | CaCl ₂ | SMP | Al ⁺³ | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| T.S.I - Pousio | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,90 | 5,86 | 1,25 | 154,00 | 60,8 |
| T.I - Pousio | 6,30 | 6,70 | 0,00 | 3,00 | 11,45 | 5,17 | 1,60 | 201,50 | 57,0 |
| Salvia | 5,90 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 13,45 | 5,90 | 1,22 | 159,00 | 56,4 |
| Salsa | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 10,53 | 6,03 | 1,01 | 141,00 | 60,6 |
| Menta | 6,00 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 12,75 | 5,74 | 1,10 | 159,00 | 60,8 |
| Alfavaca | 5,80 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 13,40 | 5,95 | 0,87 | 141,00 | 57,6 |
| Calendula | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,60 | 5,49 | 0,93 | 129,50 | 74,1 |
| Bardana | 6,00 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,80 | 5,95 | 1,12 | 159,00 | 58,8 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|-------|------|------|--------|------|
| Cebolinha | 6,10 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 10,63 | 4,59 | 1,26 | 145,00 | 57,0 |
| Cavalinha | 6,00 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 11,20 | 5,13 | 0,84 | 145,00 | 58,8 |

ANEXO 5 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS SUBMETIDOS AO PRÉ PLANTIO E A INCORPORAÇÃO DA MASSA AÉREA FRESCA EM SOLOS INOCULADOS COM *Plasmodiophora brassicae*.

| AMOSTRAS | pH | pH | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | mg/dm ³ | g/dm ³ |
|----------------|-------------------|------|--|------|-------|------|------|--------------------|-------------------|
| | CaCl ₂ | SMP | Al ³⁺ | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| T.S.I - Pousio | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,90 | 5,86 | 1,25 | 154,00 | 60,8 |
| T.I - Pousio | 6,30 | 6,70 | 0,00 | 3,00 | 11,45 | 5,17 | 1,60 | 201,50 | 57,0 |
| Salvia | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,95 | 5,78 | 1,34 | 169,50 | 60,6 |
| Salsa | 6,30 | 6,70 | 0,00 | 3,00 | 12,55 | 5,58 | 1,26 | 159,00 | 77,2 |
| Menta | 5,90 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 13,58 | 6,15 | 1,06 | 169,50 | 74,0 |
| Alfavaca | 6,00 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 13,75 | 6,27 | 1,31 | 164,00 | 60,8 |
| Calendula | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,13 | 5,62 | 1,17 | 149,50 | 58,8 |
| Bardana | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,80 | 5,66 | 1,00 | 133,00 | 75,4 |
| Cebolinha | 5,90 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 13,33 | 5,95 | 1,15 | 187,50 | 70,0 |
| Cavalinha | 6,00 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 13,55 | 6,15 | 1,27 | 181,00 | 55,2 |

ANEXO 6 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS SUBMETIDOS AO PRÉ PLANTIO DE MEDICINAIS EM SOLOS NÃO INOCULADOS COM *Plasmodiophora brassicae*.

| AMOSTRAS | pH | pH | -----(<i>cmol/dm³</i>)----- | | | | | mg/dm ³ | g/dm ³ |
|----------------|-------------------|------|--|------|-------|------|------|--------------------|-------------------|
| | CaCl ₂ | SMP | Al ³⁺ | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| T.S.I - Pousio | 5,90 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,90 | 5,86 | 1,25 | 154,00 | 60,8 |
| T.I - Pousio | 6,30 | 6,70 | 0,00 | 3,00 | 11,45 | 5,17 | 1,60 | 201,50 | 57,0 |
| Salvia | 5,90 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 13,30 | 5,86 | 0,91 | 159,00 | 58,8 |
| Salsa | 5,60 | 6,10 | 0,00 | 4,60 | 13,73 | 5,99 | 0,74 | 175,00 | 55,8 |
| Menta | 6,10 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,65 | 5,70 | 0,83 | 119,00 | 54,0 |
| Alfavaca | 5,80 | 6,20 | 0,00 | 4,20 | 13,00 | 5,66 | 1,76 | 145,00 | 56,4 |
| Calendula | 5,80 | 6,10 | 0,00 | 4,60 | 12,65 | 5,78 | 0,57 | 133,00 | 60,0 |
| Bardana | 6,10 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 13,33 | 5,82 | 0,77 | 125,50 | 61,5 |
| Cebolinha | 6,00 | 6,40 | 0,00 | 3,50 | 13,53 | 5,86 | 1,09 | 164,00 | 60,8 |
| Cavalinha | 6,10 | 6,30 | 0,00 | 3,80 | 12,65 | 5,62 | 0,83 | 165,00 | 74,2 |

ANEXO 7 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS DE FITOTOXIDEZ NO SOLO.

| AMOSTRAS | pH CaCl ₂ | pH SMP | -----(<i>cmol/dm</i> ³)----- | | | | | mg/dm ³ | g/dm ³ |
|----------------|-------------------------|-----------|---|------|-------|------|------|--------------------|-------------------|
| | | | Al ⁺³ | H+Al | Ca | Mg | K | P | C |
| S.Esterilizado | 5,80 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 19,80 | 6,00 | 2,00 | 322,40 | 74,0 |
| Sálvia | 5,90 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 19,50 | 6,50 | 1,75 | 495,00 | 54,3 |
| Salsa | 5,90 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 19,40 | 6,30 | 1,73 | 498,00 | 53,2 |
| Menta | 6,00 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 19,70 | 6,10 | 1,71 | 508,80 | 52,2 |
| Bardana | 6,00 | 6,50 | 0,00 | 3,20 | 19,50 | 6,30 | 1,73 | 499,00 | 53,1 |