

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM AGRONOMIA

ANA RAQUEL RHEINHEIMER

CONTROLE BIOLÓGICO E ALTERNATIVO DA COCHONILHA (*Phenacoccus manihoti* MATILE-FERRERO) NA CULTURA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ)

Marechal Cândido Rondon

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM AGRONOMIA

ANA RAQUEL RHEINHEIMER

CONTROLE BIOLÓGICO E ALTERNATIVO DA COCHONILHA (*Phenacoccus manihoti* MATILE-FERRERO) NA CULTURA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ)

Dissertação apresentada á Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Professor Dr. Luis Francisco Angeli Alves.

Co-orientador: Professora Dr. Vanda Pietrowski.

Marechal Cândido Rondon

2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

R469c	Rheinheimer, Ana Raquel Controle biológico e alternativo da cochonilha (<i>Phenacoccus manihoti</i> Matile Ferrero) na cultura da mandioca (<i>Manihot esculenta</i>. Crantz)/Ana Raquel Rheinheimer. – Marechal Cândido Rondon, 2010 . 58 p. Orientador : Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves Dissertação(Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2010 1.Controle alternativo.2.<i>Beauveria bassiana</i>.3.Metarhizium.4.<i>Lecanicillium lecanii</i>.5.Produutos fitossanitários.6.Phenacoccidae.I.Universidade Estadual do Oeste do Paraná.II.Título. CDD 21.ed. 632.95 633.682 CIP-NBR 12899
-------	--

Ficha catalográfica elaborado por Helena Soterio Bejio CRB-9ª/965



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



Estado do Paraná

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação da Bióloga **ANA RAQUEL RHEINHEIMER**. Aos vinte e seis dias do mês de fevereiro de 2010, às 08:30 horas, sob a presidência do Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação da Bióloga ANA RAQUEL RHEINHEIME aluna do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia, nível Mestrado e Doutorado com área de concentração em "**PRODUÇÃO VEGETAL**", visando à obtenção do título de "**MESTRE EM AGRONOMIA**", constituída pelos membros: Prof. Dr. Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves (UEL), Prof. Dr. José Renato Stangarlin (UNIOESTE), Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves (Orientador).

Iniciados os trabalhos, a candidata apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: "**Controle biológico e alternativo da cochonilha (*Phenacoccus manihot*) (Hemiptera: Phenacoccidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**".

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

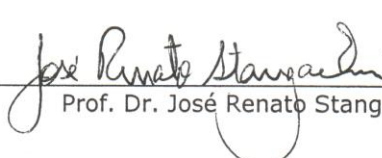
Prof. Dr. Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves.....Aprovada
Prof. Dr. José Renato Stangarlin.....Aprovada
Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves (Orientador).....Aprovada

Apurados os resultados, verificou-se que a candidata foi habilitada, fazendo jus, portanto, ao título de "**MESTRE EM AGRONOMIA**", área de concentração: "**PRODUÇÃO VEGETAL**". Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

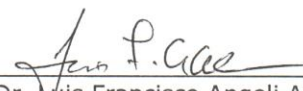
Marechal Cândido Rondon, 26 de Fevereiro de 2010.



Prof. Dr. Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves



Prof. Dr. José Renato Stangarlin



Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves (Orientador)

Aos meus maravilhosos e exemplares pais, Paulo e Edela Rheinheimer, que, com muito amor, paciência, confiança e força de vontade, me educaram e me ensinaram a nunca desistir.

A minha irmã Andreia (in memoriam) por iluminar o meu caminho.

Ao meu esposo e companheiro de todos os momentos, Artur Soares Pinto Junior pelo seu amor, compreensão, apoio, companheirismo e paciência.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste de Paraná e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA), pelo apoio, atenção e pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao Professor Luis Francisco Angeli Alves pela orientação, ensinamentos, amizade, apoio, confiança e pela oportunidade proporcionada para a realização deste trabalho.

A Professora Vanda Pietrowski pela orientação, suporte, dedicação, apoio estrutural, amizade, paciência e principalmente ensinamentos teóricos e de vida proporcionados.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos transmitidos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela revisão do trabalho, sugestões e contribuições fornecidas.

À Associação Técnica das Indústrias de Mandioca do Paraná (ATIMOP) por ceder as manivas para condução da pesquisa.

À Aline Peres pela preparação dos isolados de fungos entomopatogênicos.

Ao meu esposo Artur Soares Pinto Junior pelo amor e estar sempre ao meu lado, ajudando-me a superar os obstáculos da vida. Seu incentivo e paciência foram fundamentais nesta conquista.

Agradeço aos meus pais, Edela e Paulo Albino Rheinheimer, que nunca mediram esforços para me ajudar. Agradeço ao carinho, incentivo, paciência e compreensão. A vocês o meu eterno amor.

A minha irmã Isabel Cristina Rheinheimer que esteve comigo em todos os momentos, me incentivando e apoiando nos momentos difíceis.

Ao meu irmão Jeferson Rheinheimer e ao meu sobrinho Marcos Rheinheimer pelo carinho e dedicação. Pelos sábados, domingos, férias e feriados que passaram me auxiliando no laboratório.

A “tribo do lab.” Patrícia Bellon, Diego Gazola, Aline Miranda, William Scherer, Diandro Barilli, Ana Paula, Gerson Júnior, Jaqueline Sedor, Tiago Hachman

e Fernando Dressel, pelo carinho, amizade e apoio. O auxílio de vocês foi muito importante para a realização deste trabalho.

E a todos aqueles que participaram em alguma etapa desse processo, meus sinceros agradecimentos.

CONTROLE BIOLÓGICO E ALTERNATIVO DA COCHONILHA (*Phenacoccus manihoti* MATILE-FERRERO) NA CULTURA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a ação de fungos entomopatogênicos e de produtos fitossanitários alternativos utilizados no sistema agroecológico de produção sobre ninfas de *P. manihoti* na cultura da mandioca. As quatro folhas apicais de plantas de mandioca infestadas com ninfas da cochonilha *P. manihoti* receberam aplicação dos tratamentos na face abaxial, sobre as ninfas, utilizando-se um micro pulverizador acoplado a um compressor de ar. Após a aplicação, as plantas foram mantidas em sala semi-climatizada (temperatura de $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12h) e os insetos mantidos nas folhas com auxílio de gaiolas. Os produtos fitossanitários foram avaliados através da mortalidade dos insetos aos 3, 5, 7 e 9 dias após a aplicação. A mortalidade causada pelos isolados de fungos entomopatogênicos e bioinseticidas comerciais sobre ninfas foi avaliada diariamente pelo período de 10 dias. Para confirmação da mortalidade pelo patógeno, os cadáveres foram imersos em solução de álcool 70% e posteriormente em água destilada, transferidos para placas de Petri e mantidas em câmara climatizada ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 14 horas). Verificou-se que todos os produtos fitossanitários testados sobre as ninfas mostraram efeito ao final da última avaliação, no entanto, diferiram quanto a porcentagem de mortalidade, sendo que os produtos Pironim[®], Calda fertilizante foliar[®], Compostonat[®] e Planta Clean[®] apresentaram a maior mortalidade de ninfas de *P. manihoti* causando no mínimo 50%. Dentre os isolados testados, apenas três foram patogênicos à *P. manihoti* causando mortalidade corrigida que variou de 15,2 a 28,5%. Os demais isolados testados apresentaram baixa atividade ou não foram patogênicos à cochonilha. Os bioinseticidas comerciais à base de fungos foram patogênicos às ninfas de *P. manihoti*, causando mortalidade de 10 a 45,8%, sendo que o melhor resultado foi obtido com o produto à base de *B. bassiana* (Bovenat[®]) que proporcionou 45,8% de mortalidade confirmada.

Palavras-chave: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, produtos fitossanitários, Phenacoccidae.

BIOLOGICAL CONTROL AND ALTERNATIVE MEALYBUG (*Phenacoccus manihoti* MATILE-FERRERO) in cassava crop (*Manihot esculenta* Crantz)

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the action of entomopathogenic fungi and plant protection products used in alternative agroecological on nymphs of *P. manihoti* in cassava. The four upper leaves of cassava plants infested with nymphs of the mealybug *P. manihoti* application of treatments received in the lower surface of leaves on the nymphs, using a spray nozzle attached to an air compressor. After application, the plants were kept in semi-conditioned room (temperature 25 ± 5 ° C and a photoperiod of 12h) and other insects on the leaves with the aid of prepared leaf cages per screen anti-aphids. The pesticides were evaluated by the insect mortality at 3, 5, 7 and 9 days after application. The mortality caused by strains of entomopathogenic fungi and commercial insecticides on nymphs was assessed daily for 10 days. For confirmation of death by the pathogen, the bodies were immersed in 70% alcohol and then in distilled water, transferred to Petri dishes and maintained at temperature (26 ± 1 ° C and a photoperiod of 14 hours). It was observed that all pesticides tested on nymphs proved efficient when the final assessment, however, differ in the mortality rate, and the products Pironim[®], Lime sulfur[®], Compostonat[®] and Plant Clean[®] presented the efficiency causing at least 50% mortality of nymphs of *P. manihoti*. Among isolates tested, only three were pathogenic to *P. manihoti* causing the corrected mortality varied from 15,2 to 28.5%, following 10 days of application. The other isolates tested showed low activity or were not pathogenic to Scale. The commercial biopesticides based on fungi were pathogenic to the nymphs of *P. manihoti*, causing mortality of 10 to 45.8%, and the best result was obtained with the product based on *B. bassiana* (Bovenat[®]) which provided 45.8% mortality confirmed.

Key-words: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, alternative pesticides, mortality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1** Criação de *Phenacoccus manihoti* em gaiolas confeccionada com tela anti-afídica, contendo plantas de mandioca variedade fécula branca. Marechal Cândido Rondon - PR, 2009.....32
- FIGURA 2** Plantas de mandioca mantidas em casa de vegetação. Marechal Cândido Rondon - PR, 2009.....33
- FIGURA 3** Aplicação dos tratamentos com micro pulverizador acoplado a um compressor de ar. Marechal Cândido Rondon - PR, 2010.35
- FIGURA 4** Plantas em sala semi-climatizada (temperatura de 25 ± 5 °C e fotoperíodo de 12h) contendo ninfas de *Phenacoccus manihoti* mantidas nas folhas com auxílio de gaiolas . Marechal Cândido Rondon - PR, 2010.35
- FIGURA 5** Porcentagem média de mortalidade de ninfas de *Phenacoccus manihoti* aos 3, 5, 7 e 9 dias após a aplicação de produtos fitossanitários utilizados no sistema agroecológico, em condições de laboratório (temperatura de 25 ± 5 °C e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010.....41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Produtos comerciais, concentração recomendada e respectivos componentes, conforme informações das empresas produtoras	34
TABELA 2	Isolados de fungos entomopatogênicos testados no experimento, hospedeiro sobre o qual foi coletado e local da coleta	37
TABELA 3	Bioinseticidas comerciais à base de fungos entomopatogênicos testados, concentração recomendada e respectivos componentes, conforme informações das empresas produtoras	38
TABELA 4	Porcentagem média de mortalidade de ninfas de <i>Phenacoccus manihoti</i> aos 9 dias após a aplicação de produtos fitossanitários, em condições de laboratório (temperatura de $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010	40
TABELA 5	Porcentagem média de mortalidade confirmada de ninfas de <i>Phenacoccus manihoti</i> por diferentes isolados de <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i> 10 dias após aplicação em condições de laboratório (temperatura de $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010	44
TABELA 6	Porcentagem média de mortalidade confirmada de ninfas de <i>Phenacoccus manihoti</i> por diferentes bioinseticidas comerciais à base de fungos 10 dias após aplicação em condições de laboratório (temperatura de $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Cultura da mandioca	14
2.1.1 Aspectos gerais e importância.....	14
2.1.2 Pragas da cultura	16
2.2 Cochonilhas da mandioca	16
2.2.1 Aspectos gerais e distribuição geográfica	16
2.2.2 Danos	17
2.2.3 Biologia.....	19
2.2.4 Métodos de controle	20
2.2.4.1 Controle cultural.	20
2.2.4.2 Controle químico	20
2.2.4.3 Resistência varietal	20
2.2.4.4 Controle biológico.....	21
2.3 Produtos alternativos de controle de pragas	22
2.3.1 Pironat [®]	24
2.3.2 Pironim [®]	24
2.3.3 Compostonat [®]	26
2.3.4 Calda fertilizante foliar [®]	27
2.3.5 Natualho [®]	27
2.3.6 Planta Clean [®]	28
2.3.7 Mattan Plus [®]	28
2.4 Controle biológico.....	28
2.4.1 Fungos entomopatogênicos	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Criação dos insetos	32
3.2 Ação de produtos alternativos sobre ninfas de <i>P. manihoti</i>	33

3.3 Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos e ação de bioinseticidas sobre ninfas de <i>P. manihoti</i>	36
3.4 Análise estatística	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	40
4.1 Ação de produtos alternativos sobre ninfas de <i>P. manihoti</i>	40
4.2 Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos e ação de bioinseticidas sobre ninfas de <i>P. manihoti</i>	43
5 CONCLUSÕES	48
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta*) é de grande importância na segurança alimentar dos povos que habitam as regiões tropicais e subtropicais do mundo (BELLOTTI *et al.*, 2002; OLIVEIRA e LIMA, 2006), compondo parte fundamental da alimentação de 500 milhões de pessoas, bem como, apresenta papel importante como matéria-prima de uma série de produtos processados (TAKAHASHI e GONÇALO, 2005). O Brasil é o maior produtor de mandioca do continente sul americano (SEAB, 2009), gerando milhões de empregos diretos, seja na fase de produção primária ou na de processamento, contribuindo também para a manutenção do pequeno agricultor no campo (OLIVEIRA e LIMA, 2006).

Na região Centro-Sul do Brasil, onde o cultivo da mandioca é destinado principalmente à comercialização das raízes para indústrias de processamento (TAKAHASHI, 2002), o Paraná destaca-se, ocupando o primeiro lugar na produção agrícola industrial do país (GROXKO, 2009). Acompanhando o grande avanço tecnológico na produção, surgiram problemas com novas pragas e doença, provavelmente reflexo do desequilíbrio ambiental causado pelo uso indiscriminado de agroquímicos e aumento da área cultivada (TAKAHASHI, 2002).

No Paraná, ocorrem diversos insetos praga, incluindo a cochonilha *Phenacoccus manihoti* (Hemiptera: Pseudococcidae), que foi detectada causando danos em plantações de mandioca nas regiões noroeste do Estado desde 2007 (PIETROWSKI, 2009). Segundo Bellotti *et al.* (2002), essa espécie já ocorria no estado do Mato Grosso, porém sem causar danos. Os danos desta espécie são causados tanto pela fase jovem quanto pela fase adulta, sendo caracterizados de forma direta pela sucção da seiva e toxidez da saliva (FARIAS, 1991; BELLOTTI *et al.*, 1999, 2002; BENTO *et al.*, 2002) e indiretamente, favorecendo o desenvolvimento da fumagina (LOZANO *et al.*, 1985; FARIAS, 1991). Como consequência tem-se a redução da taxa fotossintética, redução da qualidade das raízes e, além disso, em ataques severos, a redução em até 58% da produtividade (BENTO *et al.*, 2002; FARIAS, 2005; TAKAHASHI e GONÇALO, 2005; SCHULTHESS *et al.*, 2009).

Poucas informações são disponíveis ao controle das cochonilhas, entretanto, nas regiões onde se identificou a espécie, constatou-se também a presença do

parasitóide *Anagyrus lopezi* (Hymenoptera: Encyrtidae), utilizado em programa de controle biológico dessa espécie de cochonilha na África. No entanto, embora o parasitóide esteja presente, o mesmo não tem conseguido impedir o aumento da população da cochonilha. Com isso, existe uma demanda crescente por métodos alternativos, adequados e eficientes no controle da cochonilha que não afetem a ação de seu parasitóide.

Entretanto, estudos sobre o controle alternativo da cochonilha são escassos na literatura e a maioria das práticas atualmente utilizadas pelos produtores no controle desse inseto não tem sido eficiente. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a ação de fungos entomopatogênicos e de produtos fitossanitários alternativos utilizados no sistema agroecológico sobre ninfas de *P. manihoti* na cultura da mandioca.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da mandioca

2.1.1 Aspectos gerais e importância

A mandioca pertence à família Euphorbiaceae e à espécie *M. esculenta* (FUKUDA, 1999). A origem e domesticação da espécie há muito que é discutida, contudo a maior parte dos estudos aponta para os trópicos baixos, entre a América do Sul e o México (POHL, 1827; ALLEN, 1997; OLSEN e SCHAAL, 1999; CARVALHO, 2006). Entretanto, após estudos realizados por Olsen (2004) a partir de germoplasma coletado de origens geograficamente diferentes pode-se concluir que a espécie originou-se no sul da Amazônia e que a espécie *M. esculenta* ssp. *flabellifolia* é a ancestral da espécie cultivada atualmente.

Esta espécie foi provavelmente cultivada pela primeira vez no Brasil, na Venezuela e na América Central (ROGERS, 1965). É uma espécie domesticada por povos pré-colombianos, visando a produção basicamente de raízes. Segundo Hershey e Jennings (1992), a domesticação ocorreu em várias áreas, de modo simultâneo.

A mandioca é uma cultura de grande importância econômica no mundo, onde nas últimas três décadas a sua produção passou de 98 para 212,9 milhões de toneladas, com uma taxa média de crescimento de 3% ao ano (SEAB, 2008). O Brasil apresentou produção de aproximadamente 27 milhões de toneladas na safra 2009, obtidas em uma área de 1877 ha (IBGE, 2009; SEAB, 2009). O estado do Paraná, na safra de 2009, contribuiu com cerca de quatro milhões de toneladas de raízes de mandioca, correspondendo a 15,3% da produção nacional sendo o terceiro maior produtor do país (SEAB, 2009; IBGE, 2009). A mandioca é cultivada em quase todo território nacional, sob diferentes condições de solo, clima e sistemas de cultivo (BONIERBALE *et al.*, 2005).

A cultura destaca-se por ser de múltiplos usos, desde a alimentação humana e animal ao uso industrial (SOUZA, 2006). O Brasil é tradicionalmente pioneiro no

aproveitamento industrial da mandioca (SILVA *et al.*, 2002). Seu uso alimentar é amplamente diversificado sendo difícil descrever todas as suas aplicações gastronômicas, sendo também, utilizada na indústria têxtil e de papel (SILVA *et al.*, 2002; EMBRAPA, 2009). Cerca de 85% da produção de mandioca é destinado à fabricação de fécula, polvilho e farinha e o restante consumido *in natura* (raízes frescas) e utilizado em indústrias e congelados (IEA, 2006). Na safra de 2007, o Brasil exportou em média 12,8 milhões de toneladas de fécula (SEAB, 2009). O estado do Paraná contribui com uma média de 60% da produção nacional de fécula (GROXKO, 2009).

A farinha é consumida em todo o Brasil, especialmente pela população de baixa renda, com consumo médio anual de aproximadamente 18 Kg por pessoa (IEA, 2006). Também suas folhas podem ter múltiplos usos, podendo ser utilizadas para a alimentação humana, animal, na produção de silagens e cosméticos (CEREDA, 2002, MOTTA, 2009).

A agricultura familiar responde por 84% na produção nacional da mandioca (PRONAF, 2005), muitas vezes sendo cultivada para consumo da própria família e animais alocados na propriedade, onde apenas o excedente é disponibilizado à venda. Reforçando sua vocação para a agricultura familiar, salienta-se o fato da cultura ser uma das mais rústicas em relação a pragas e doenças, comparativamente com outras culturas, apresentando alta capacidade de regeneração (BELLOTTI, 2002). Outro ponto importante para agricultura familiar é o fato dessa cultura exigir muita mão-de-obra para seu cultivo, não sendo dependente de maquinários (GROKXO, 2009).

Como característica da agricultura familiar, aliado ao fato da cultura ser reproduzida vegetativamente (manivas), tem-se a intensa troca de material entre agricultores, regiões e países. Esse movimento de manivas tem aumentado sem os devidos cuidados fitossanitários, o que vem favorecendo a dispersão de pragas e doenças na cultura da mandioca e, conseqüentemente, introduzindo as mesmas em áreas onde elas não ocorriam (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Tal fato tem sido facilmente evidenciado para pragas pelos agricultores e técnicos.

2.1.2 Pragas da cultura

A mandioca é afetada por diversos artrópodes e, segundo Bellotti *et al.* (1999), são em número de 200 as espécies associadas ao cultivo da mandioca, muitas das quais são específicas e adaptadas de maneira variável aos fatores naturais de resistência da planta hospedeira, como os compostos cianogênicos, e que co-evoluíram com a cultura (BELLOTTI *et al.*, 2002).

Na região centro-sul, destacam-se como pragas, *Erinnys ello* (Lepidoptera: Sphingidae), *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae), *Bemisia tuberculata* (Hemiptera: Aleyrodidae), *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) e *P. manihoti* (TAKAHASHI e GONÇALO, 2001; FONSECA *et al.*, 2002; PIETROWSKI, 2009).

Estas espécies vêm preocupando o setor da mandiocultura, porém as cochonilhas constituem um dos maiores problemas na produção de mandioca devido ao seu alto potencial de dano (PIETROWSKI, 2009).

2.2 Cochonilhas da mandioca

2.2.1 Aspectos gerais e distribuição geográfica

As cochonilhas da parte aérea que infestam a mandioca são da família Pseudococcidae e, popularmente conhecidas como piolhos farinhentos ou pulverulentos, devido à secreção cerosa que cobre o corpo dos insetos. Existem mais de 15 espécies de cochonilhas alimentando-se da mandioca, consideradas uma das mais sérias pragas da mandioca na América Latina e África, sendo *P. manihoti* e *P. herreni*, as duas espécies mais importantes e ambas de origem tropical (BELLOTTI *et al.*, 1999, 2002).

Segundo BELLOTTI (2000), *P. herreni* está distribuída desde o norte da América do Sul ao nordeste do Brasil, enquanto que *P. manihoti* distribui-se nas Américas no Paraguai, Brasil e Bolívia e no continente africano.

A espécie *P. manihoti* foi introduzida na África na década de 1970, a partir de material vegetativo oriundo da América do Sul, causando danos de até 80% em diversos países (ALENE *et al.*, 2005) e *P. herreni* foi introduzida na região nordeste

do Brasil, no início dos anos 80, a partir de material infectado vindo do Norte da América do Sul, causando perdas estimadas entre 60 e 80% (BELLOTTI *et al.*, 1999; BENTO *et al.*, 2002).

No Brasil, também foi detectada a espécie *P. manihoti* causando danos em plantações de mandioca nas regiões noroeste do Paraná e sudoeste de São Paulo, desde 2007 (PIETROWSKI, 2009). Segundo Bellotti *et al.* (2002), essa espécie já ocorria no estado do Mato Grosso, porém sem causar danos.

2.2.2 Danos

Cochonilhas são insetos sugadores de seiva (BELLOTTI *et al.*, 2002) e como os demais indivíduos da subordem Sternorrhyncha, apresentam uma disposição singular de seu tubo digestivo, que consiste na presença da “câmara filtro” (GALLO *et al.*, 2002). Esta característica permite que o excesso de líquido sugado passe imediatamente e quase totalmente, da porção anterior do tubo digestivo a porção terminal, sendo expelida pelo ânus. Assim, é possível a sucção contínua de seiva pelo inseto, aproveitando um suco alimentar concentrado, de fácil absorção (GALLO *et al.*, 2002).

Ambas as espécies de cochonilhas atacam a mandioca tanto na fase jovem quanto na fase adulta (BELLOTTI, 2002). Causam danos diretos e indiretos, os diretos associados a sucção da seiva, deixando a planta debilitada, com aspecto de deficiência nutricional e, a toxidez da saliva, causando principalmente nas regiões jovens da planta, deformação das brotações que ficam encarquilhadas com aspecto de repolho, encrespamento e queda precoce das folhas e, em população elevadas, necrose dos tecidos apicais e conseqüente morte dos ponteiros (FARIAS, 1991; BELLOTTI *et al.*, 1999, 2002; BENTO *et al.*, 2002). Em plantas jovens, quando em altas populações, o caule deforma e apresenta entrenós mais curtos, podendo ocorrer ramificações excessivas, estes danos além de diminuir a taxa fotossintética também podem reduzir a qualidade das raízes (BENTO *et al.*, 2002; FARIAS, 2005; TAKAHASHI e GONÇALO, 2005). A excreção do excesso de líquido sugado, substância esta com alto teor de açúcar, favorece o crescimento da fumagina que

pode cobrir as folhas e pecíolos, afetando a taxa fotossintética (LOZANO *et al.*, 1985; FARIAS, 1991).

Em relação ao seu nível de dano e correlações entre densidade populacional, fase de desenvolvimento da planta e redução de produtividade, pouco conhecimento se tem. Nas avaliações realizadas por Schulthess *et al.* (2009), verificou-se que, plantas de mandioca severamente infestadas por *P. manihoti* tiveram perda de até 46% de produção de folhas novas durante a estação seca, quando comparada a plantas sem infestação. Os mesmos autores verificaram que houve perda na mobilização de matéria seca para as raízes de até 75% em plantas atacadas, reduzindo a produtividade em 58%.

Além disso, em plantas atacadas observa-se redução da taxa fotossintética, da transpiração e da eficiência do mesófilo, além do aumento do déficit de pressão osmótica, do CO₂ interno e da temperatura da folha (BELLOTTI, 2000).

Danos intensos de *P. manihoti* nas regiões do Paraná e São Paulo têm sido observados no início das brotações, com picos de população elevada principalmente em cultivos de segundo ciclo, em períodos de seca (PIETROWSKI, 2009), corroborando informações de BELLOTTI *et al.* (1999), segundo os quais o aumento populacional e, conseqüentemente, o aumento na intensidade dos danos tende a ser maior em períodos de estiagem. Este fato revela que o desenvolvimento e a reprodução destes insetos são favorecidos pelo estresse hídrico, pois as folhas da mandioca aumentam a concentração de alguns metabólitos, os quais podem favorecer as cochonilhas, sendo fagoestimulantes (CALATAYUD *et al.*, 2002a,b).

Nesse sentido, Calatayud *et al.* (2002a) estudando o comportamento *P. herreni* sobre plantas em estresse hídrico, observaram que o tempo de pré-ovisição foi menor e a fecundidade foi maior, indicando o favorecimento nutricional de plantas nessas condições. Estes autores não observaram para esses parâmetros diferenças entre diferentes variedades, sugerindo que independente da variedade, o estresse hídrico vai influenciar favoravelmente a cochonilha. Nesse mesmo estudo, demonstrou-se que o estresse hídrico aumenta a capacidade de encapsulação afetando negativamente o parasitóide.

2.2.3 Biologia

As cochonilhas são encontradas na face inferior das folhas e brotações tanto em sua fase jovem como na fase adulta. A espécie *P. herreni* se reproduz sexuadamente, com a presença de machos, enquanto que *P. manihoti* se reproduz via partenogênese, originando apenas fêmeas (BELLOTTI *et al.*, 2002).

Para *P. manihoti* não há muita informação sobre sua biologia, tendo-se maiores informações sobre *P. herreni*. Os adultos de *P. herreni* apresentam período de pré-oviposição de 29 a 41 dias (TERTULIANO *et al.*, 1993), com potencial de aproximadamente 500 ovos (HERREN e NEUENSCHWANDER, 1991). As fêmeas do gênero *Phenacoccus* desenvolvem uma estrutura, chamada ovissaco na parte posterior do abdômen no qual ovipositam seus ovos, estes ficam depositados na face inferior das folhas ou na região apical da planta. Os ovos são amarelados, com aproximadamente 1 mm de comprimento, de formato ovoidal. A duração do período reprodutivo de *P. herreni* varia de 16 a 35 dias e seus ovos apresentam período de incubação em média de seis a oito dias. *P. herreni* apresenta ciclo de ovo-adulto com cerca de 50 dias para fêmeas e 30 dias para machos, com duração média do estágio adulto de 24,8 dias (FARIAS, 1991; TERTULIANO *et al.*, 1993; BELLOTTI *et al.*, 2002; BENTO *et al.*, 2002).

Após a eclosão, as ninfas migram em busca de local adequado para a alimentação, onde permanecem durante os estádios ninfais, exceto se houver necrose ou outro fator que estimule o inseto a migrar (FARIAS, 1991).

Ambas as espécies passam por três estádios ninfais, os imaturos de *P. herreni* podem apresentar comprimento de 1 mm até aproximadamente 3,5 mm, antes de passar para a fase adulta (HERREN E NEUENSCHWANDER, 1991; BELLOTTI *et al.*, 2002), com duração de 18 a 33 dias (CALATAYUD *et al.*, 1998; TERTULIANO *et al.*, 1993; FARIAS, 1991). Para *P. herreni* os machos passam por quatro ínstaes antes da emergência do adulto (FARIAS, 1991).

Essas espécies se desenvolvem em temperaturas entre 15 a 35 °C, sendo a temperatura ótima em torno de 28 °C (HERREN E NEUENSCHWANDER, 1991). Entretanto, segundo Iheagwam e Eluwa (2008), para *P. manihoti*, a duração do desenvolvimento de cada fase diminui com o aumento de temperatura, tendo como limite de temperatura 14 °C para o desenvolvimento da cochonilha.

2.2.4 Métodos de Controle

2.2.4.1 Controle cultural

Considerando que uma das principais vias de disseminação da praga é através de material vegetativo contaminado, um dos principais meios de controle é a seleção de ramas com boas condições sanitárias, não oriundas de regiões com a presença da praga (FARIAS, 1991; BELLOTTI *et al.*, 1999; FARIAS, 2005). Os autores sugerem também a destruição das plantas nos focos iniciais da cochonilha, sendo importante neste caso a vistoria detalhada das áreas com histórico de ataque.

Segundo Schmitt (2002), a rotação de culturas também seria uma alternativa de controle do complexo de cochonilhas da mandioca.

Além disso, a correção e adubação adequada do solo são importantes para reduzir o impacto da praga, já que em solos pobres verifica-se maior população da cochonilha e desfavorecem o parasitóide *A. lopezi* porque a cochonilha aumenta a capacidade de encapsulação (SCHULTHESS *et al.*, 1997 ; BELLOTTI *et al.*, 1999).

2.2.4.2 Controle químico

Para o controle químico, além de não haver ainda produtos registrados para essa praga na cultura da mandioca no Brasil (AGROFIT, 2010), esse método é pouco eficiente, pois o inseto produz uma secreção cerosa que recobre o seu corpo, não permitindo o contato direto com o inseticida (FARIAS, 1991). Segundo o mesmo autor, quando necessário, recomenda-se o uso de óleo mineral, utilizando pulverizador costal, pulverizando a face inferior das folhas, quando do aparecimento dos primeiros sintomas de ataque da praga.

2.2.4.3 Resistência varietal

Segundo Farias (1991) e Schmitt (2002), um dos possíveis métodos de controle para as espécies de cochonilha é a seleção de cultivares resistentes. O teor

de compostos cianogênicos presentes na planta tem sido correlacionado com a resistência a várias pragas na cultura, no entanto isso parece não ocorrer para as cochonilhas (NEUENSCHWANDER, 2001; BELLOTTI *et al.*, 2002). Contudo, estudo realizado na África demonstrou haver diferentes categorias de resistência, sendo essas parciais em termos de antibiose e antixenose a *P. manihoti* (TERTULIANO *et al.*, 1993). Estudos conduzidos com híbridos interespecíficos de mandioca na região nordeste do Brasil indicou 41 híbridos promissores (FARIAS *et al.*, 2007).

2.2.4.4 Controle biológico

Existem diversos inimigos naturais que controlam naturalmente a população de cochonilhas no campo (FARIAS, 1991). Predadores polífagos e oligófagos, são citados predando as cochonilhas (NEUENSCHWANDER, 2001). Os mais comuns são *Ocyptamus* sp. (Diptera: Syrphidae), *Kalodiplosis coccidarum* (Diptera: Cecidomyiidae), *Hyperaspis notata* e *Hyperaspis* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) e *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) (FARIAS, 1991). Dentre esses, as joaninhas são as mais importantes reguladoras quando altas populações de cochonilhas ocorrem, contudo, apresentam baixa eficiência quando a população da praga é baixa (HERREN e NEUENSCHWANDER, 1991). Cita-se ainda o fungo *Cladosporium* sp., parasitando ninfas e adultos (FARIAS, 1991).

Entre os inimigos naturais, destacam-se os parasitóides dos gêneros *Anagyrus*, *Aenasius* e *Acerophagus* (Hymenoptera: Encyrtidae) (BELLOTTI *et al.*, 2002). O manejo das cochonilhas através de programas de controle biológico clássico são exemplos mundiais de sucesso (BELLOTTI *et al.*, 2002). Em virtude do alto potencial de dano e dos possíveis impactos sociais ocasionados pela falta da mandioca para consumo humano, após suas introduções acidentais no continente Africano e no nordeste do Brasil desenvolveu-se um trabalho conjunto entre pesquisadores, governantes e instituições de pesquisa, no intuito de introduzir nessas áreas os respectivos inimigos naturais das cochonilhas introduzidas. Desta forma, foi introduzido na África o parasitóide *Anagyrus lopezi*, para controle de *P. manihoti*, oriundo do Paraguai (HERREN E NEUENSCHWANDER, 1991) e no Brasil

os parasitóides *Anagyrus diversicornis*, *Aenasius vexans* e *Acerophagus coccois*, oriundos da Colômbia e Venezuela (BENTO *et al.*, 1999).

Na África, a introdução e liberação do parasitóide foi considerada um sucesso, com rápida dispersão para as diferentes regiões (BALE *et al.*, 2009), com uma estimativa de razão custo benefício variando de 1:94 a 1:800, dependendo da região (ALENE *et al.*, 2005). Tal sucesso foi atribuído ao fato do parasitóide ter demonstrado boa habilidade para procura e localização do hospedeiro, desenvolver-se mais rapidamente que a cochonilha e apresentar dispersão rápida e fácil (BALE *et al.*, 2009).

No Brasil, os resultados obtidos com a liberação dos parasitóides foram exitosos, reduzindo drasticamente a população de *P. herreni* e com ampla dispersão no Nordeste do país (BENTO *et al.*, 2000, 2002).

Embora nas regiões de ocorrência de *P. manihoti* no Brasil também tenha sido identificada a presença do parasitóide *A. lopezi*, o mesmo não está sendo eficiente para seu controle, possibilitando que a população de cochonilha aumente nesses últimos anos, principalmente nos anos de 2007 e 2009 (PIETROWSKI, 2009).

Sendo assim, é importante buscar novos métodos alternativos de controle, dentre os quais o uso de produtos fitossanitários alternativos e fungos entomopatogênicos têm surgido como uma ferramenta importante no manejo de insetos praga. Assim, considerando-se a associação entre controle biológico e produtos fitossanitários com atividade inseticida pode se constituir numa alternativa viável para o controle desta praga.

2.3 Produtos alternativos de controle de pragas

O controle de pragas e doenças na agropecuária, pelo emprego de produtos organossintéticos vem apresentando evidentes impactos negativos sobre o meio ambiente, causando contaminação do solo, da água e prejuízos às espécies residentes de vegetais e animais, além da intoxicação de agricultores e presença de resíduos em toda a cadeia alimentar (PASCHOAL, 1979; BULL e HATHAWAY, 1986; MOSCARDI, 2003). Além disso, Gonçalves e Boff (2002) salientaram que o

uso indiscriminado de agrotóxicos, juntamente com outras práticas agronômicas convencionais no manejo dos ecossistemas agrícolas incluindo o monocultivo, a mecanização intensiva do solo, falta de cobertura do solo e adubação mineral, geralmente levam à redução da biodiversidade com conseqüente aumento da incidência de pragas e doenças.

A preocupação em relação aos efeitos prejudiciais dos agrotóxicos sobre os organismos em geral e o meio ambiente faz com que a sociedade exija cada vez mais a redução de seu uso, pressionando a busca de técnicas e produtos alternativos (KHATOUNIAN, 2001; CASA, 2005). Neste sentido, é evidente a necessidade do desenvolvimento de técnicas e ferramentas adequadas e eficientes no controle de pragas e doenças de plantas, sem que isso implique ameaça aos recursos naturais e desequilíbrio ao ecossistema (GLIESSMAN, 2000; TOLEDO *et al.*, 2003).

Diante deste cenário, os sistemas de produção de base agroecológica, como a agricultura ecológica, orgânica, biodinâmica e natural, surgiram como alternativa para tentar equilibrar os exageros da agricultura convencional, pois, de acordo com Altieri (2002), a agroecologia se constitui na principal fonte de diretrizes para um manejo cuidadoso dos agroecossistemas, sem provocar danos para os sistemas produtivos e visando a preservação dos recursos naturais. Além disso, tais sistemas, notadamente a agricultura orgânica, distinguem-se por superar as dificuldades, como pragas, doenças e invasoras, por meio de medidas preventivas (DAROLT, 2002). Neste sistema de produção, como alternativa para manter a população de indivíduos praga abaixo do nível de dano econômico, substituem-se os agrotóxicos por produtos orgânicos e caldas, bem como, com a liberação de inimigos naturais (PRIMAVESI, 1999).

As pesquisas com métodos alternativos eficientes, que ofereçam menos riscos que os inseticidas químicos convencionais, determinam o uso de produtos que se constituem numa perspectiva altamente promissora ao controle de pragas e doenças (PENTEADO, 1999).

Os produtos alternativos, que podem ser de preparação caseira ou adquiridos no comércio, são obtidos a partir de substâncias de baixo impacto para a saúde e ao meio ambiente. Têm como características principais a baixa toxicidade, eficiência no

combate aos artrópodes e microrganismos nocivos, disponibilidade e custo reduzido, além da compatibilidade com outras estratégias de controle (PENTEADO, 1999).

Estes produtos são geralmente extratos, pós-secos e produtos formulados à base de óleos e de extratos misturados a substâncias inertes que melhoram as propriedades físico-químicas e eficiência, evitando a degradação e constituindo-se em produtos comerciais que podem ser armazenados (LAGUNES e RODRÍGUEZ, 1994). Existem no Brasil diversos produtos alternativos recomendados para o controle de pragas, como a seguir.

2.3.1 Pironat[®]

Trata-se um produto à base de extrato pirolenhoso, substância que vem se destacando na agricultura orgânica como um insumo agrícola natural. É um líquido proveniente da condensação da fumaça durante a queima de madeira, sob temperatura relativamente alta e quantidade controlada de oxigênio, contendo mais de 200 componentes químicos (MIYASAKA *et al.*, 1999; REZENDE *et al.*, 2004).

Esse produto vem sendo utilizado como fertilizante orgânico e no manejo de pragas e doenças de algumas culturas (REZENDE *et al.*, 2004; ZANETTI *et al.*, 2004). O extrato pirolenhoso tem sido pesquisado e utilizado principalmente no Japão, onde é empregado como fertilizante, inferindo-se que o mesmo também atua no controle de pragas e doenças (TSUZUKI *et al.*, 2000). Em determinadas condições, combate infestações de pulgões, tripses, ácaros, mosca das frutas e outras pragas (MIYASAKA *et al.*, 1999).

Em experimento realizado em casa-de-vegetação, o extrato pirolenhoso mostrou um controle das ninfas de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), de 67,35% em relação à testemunha (AZEVEDO *et al.*, 2005).

2.3.2 Pironim[®]

Pironim[®] é um produto comercial que segundo a empresa produtora, é composto de óleo de nim, rotenona, piretro natural e extrato pirolenhoso, embora

pouco pesquisado, apresenta boas perspectivas de utilização na agricultura orgânica, devido principalmente aos seus componentes.

O nim, *Azadirachta indica*, de origem indiana, é uma das plantas mais pesquisadas para o controle de pragas (MARTINEZ, 2002). Existem mais de 418 espécies de pragas e insetos que ocorrem em vários países que são afetados pelos extratos de nim (ABREU JÚNIOR, 1998). Os produtos derivados do nim são biodegradáveis, portanto não deixam resíduos tóxicos nem contaminantes no ambiente; possuem ação inseticida, acaricida, fungicida e nematicida (SCHUMUTTERER, 1990; MORDUE e NISBET, 2000; MARTINEZ e VAN EMDEN, 2001).

Dentre os muitos componentes extraídos das sementes da planta de nim, a azadiractina é o principal componente de ação inseticida (MARTINEZ, 2002). Este composto apresenta diversos efeitos endócrinos nos insetos. Na hemolinfa causa uma mudança dos níveis de ecdisteróides (REMBOLD e SIEBER, 1981) e bloqueia a síntese e a liberação do hormônio juvenil (BECKAGE *et al.*, 1988; MALCZEWSKA *et al.*, 1988). O extrato de nim também tem ação repelente de alimentação ou postura, reduzindo o consumo alimentar e oviposição (MARTINEZ e VAN EMDEN, 2001).

Os extratos de nim têm apresentado ação sobre os ácaros vermelho e rajado, causando inibição da oviposição, redução da viabilidade de ovos e mortalidade de formas imaturas e adultas (SUNDARAM *et al.*, 1995). Ainda que sejam escassas informações a respeito da ação do nim sobre indivíduos da família Pseudococcidae, Mourier (1997) avaliou o efeito de extrato aquoso de nim sobre *P. manihoti*. O autor verificou que o extrato de nim teve ação de repelência e mortalidade sobre estes indivíduos.

Outro composto deste produto, o piretro, obtido de flores de numerosas espécies do gênero *Chisantemum*, principalmente da espécie *Chisantemum cinerariaefolium* é efetivo no controle de um amplo espectro de insetos, sendo considerado seguro, pois suas propriedades inseticidas não são tóxicas a mamíferos (COUTO e SIGRIST, 1995) e não deixam resíduos nos alimentos (GUERRA, 1985).

Já o timbó, cujo princípio ativo é a rotenona (CORBETT, 1940), e que também compõe o produto, tem amplo espectro de ação no controle de pragas agrícolas e domésticas, atuam na respiração celular (LIMA, 1987). Com a busca de novas

alternativas de controle, nas últimas décadas, o timbó vem sendo pesquisado no controle de diversas pragas, incluindo indivíduos da subordem Sternorrhyncha. Azevedo *et al.* (2005) testaram o efeito de diversos produtos naturais para o controle de *B. tabaci* biótipo B na cultura do meloeiro e identificaram que o extrato de timbó foi mais eficiente no controle de adultos desses insetos no início do cultivo e para ninfas, no final do ciclo. A toxicidade do composto também foi confirmada para *Toxoptera citricidus* (Hemiptera: Aphidoidea) por Correa (2006).

Entretanto, cuidados devem ser tomados quanto à utilização da rotenona para o controle de pragas, uma vez que trabalhos realizados confirmaram a toxicidade desta substância para mamíferos (WARE, 1993) e há relatos na literatura de diversos casos de morte de humanos, intoxicados por este princípio ativo em todo mundo (WILDE *et al.*, 1986).

Vale ressaltar que a mistura de outros extratos vegetais com o extrato pirolenhoso, principalmente nim, aumenta a eficiência do controle de pragas e doenças ao ser pulverizado sobre a parte aérea das plantas, tornando-as mais vigorosas, e melhorando a qualidade do produto (GUERRA, 1985; MIYASAKA *et al.*, 1999).

2.3.3 Compostonat[®]

Produto a base de nim, rotenona, gerânio e pimenta longa, promove controle de diversos insetos, incluindo tripes, pulgão, lagartas, ácaros, percevejos e moscas-brancas, sem causar toxicidade a mamíferos e danos ao meio ambiente (NATURAL RURAL, 2010).

Conforme Estrela *et al.* (2005), os óleos essenciais de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) são ricos em fenilpropanóides safrol, dilapiol e sarisan. Essa espécie é largamente encontrada na região Amazônica, e se destacam devido às suas propriedades antimicrobianas e inseticidas (BERGO *et al.*, 2005; SILVA e BASTOS, 2007).

O extrato de gerânio também atua na repelência de insetos, portanto utilizado na agricultura orgânica como prevenção ao ataque de pragas e de acordo com DIAS

(2003) esta consagrada como importante recurso alternativo para o controle de diversas pragas e doenças

2.3.4 Calda fertilizante foliar[®]

A calda fertilizante foliar[®] é obtida pelo tratamento térmico do enxofre e da cal (VEZON *et al.*, 2006). A calda é utilizada tradicionalmente como fungicida (MONTAG *et al.*, 2005), acaricida, inseticida e fertilizante, fornecendo cálcio e enxofre ao metabolismo das plantas, estimulando as reações de fotossíntese e proteossíntese de forma que a planta se torne mais resistente a insetos praga (BERTOLDO apud, TURRA, 2005). Seu efeito tóxico aos insetos é devido à liberação do gás sulfídrico (H₂S) e enxofre coloidal quando aplicados sobre as plantas (POLITO, 2001). É um produto muito utilizado no controle de cochonilhas e de ácaros (GUERRA, 1985; PENTEADO, 2000).

2.3.5 Natualho[®]

O naturalho, composto basicamente de extrato de alho (*Allium sativum*), vem sendo largamente utilizado nos sistemas agroecológicos de produção. Apresenta como principais constituintes químicos alicinas, inulina, nicotinamida, galantamina, ajoeno, ácidos fosfórico e sulfúrico, vitaminas A, B e C, proteínas e sais minerais, óleos essenciais, glicosídeos, glicinas, resinas, enzimas e sulfuretos (VIEIRA, 1992; LORENZI e MATOS, 2002; MARTINS *et al.*, 2003). Seus constituintes oferecem propriedades, repelentes, atuando por contato com os quimiorreceptores do inseto (ABREU Jr., 1998). Muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o alho na forma de óleo e de extratos aquosos ou hidrólicos no controle de diferentes insetos como tripses, pulgões, mosca doméstica, lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera* sp.) (Lepidoptera: Noctuidae), mosquito transmissor da dengue (*Aedes aegypti*) (Diptera: Culicidae) e mosca-dos-chifres (ABREU Jr., 1998). Stol (1989) também afirma sua eficiência no controle da lagarta da maçã e de pulgões.

2.3.6 Planta Clean®

Planta Clean é um produto composto por extratos vegetais, ácidos graxos e sais mineirais, desenvolvido para manter a sanidade de plantas e certificado para o uso orgânico de diversas culturas, incluindo, plantas ornamentais e frutíferas, mantendo-as saudáveis e livres de pragas e doenças (MATTIELO, 2009). Segundo a empresa produtora desse produto, o produto Planta Clean foi desenvolvido para manter a sanidade de plantas ornamentais, hortaliças e frutíferas, porém, verificou-se que também possui efeito fungicida/inseticida dependendo da concentração utilizada. Sua ação inseticida se dá em função dos extratos vegetais e as ações fungicidas em função dos ácidos graxos e carbonatos.

2.3.7 Mattan plus®

Mattan plus, produto orgânico, biodegradável e seletivo, possui dentre os seus componentes, enxofre e nitrogênio, atuando na alimentação dos insetos, reduzindo seu consumo alimentar, bem como, com ação desalojante. O nitrogênio acelera o processo de absorção do enxofre e atua potencializando inseticidas e herbicidas na mistura (BR-ORGÂNICA, 2010).

2.4 Controle biológico

Segundo Parra *et al.* (2002), o uso do controle biológico vem assumindo importância cada vez maior dentro de programas de controle de pragas, num momento em que se discute a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável.

No agroecossistema da mandioca, existem diversas espécies benéficas que podem manter, muitas vezes, as populações de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico. Dentre elas, muitos predadores como neurópteros, ácaros, coleópteros, dípteros, hemípteros, além dos aracnídeos que são considerados

predadores generalistas das pragas, também himenópteros e dípteros parasitóides, bem como, fungos entomopatogênicos, como *Cladosporium* sp. e *Beauveria bassiana* (FARIAS, 1991; FARIAS e SANTOS FILHO, 1996; MIRANDA *et al.*, 2009; BELLON *et al.*, 2009).

O uso de microrganismos para o controle de pragas representa atualmente um avanço para solucionar problemas ocasionados pelo emprego indiscriminado de inseticidas (VILAS-BOAS *et al.*, 1992), sendo que os grupos mais importantes são os dos fungos, bactérias, vírus e nematóides. Dentre estes agentes biológicos de controle de insetos, os fungos causam cerca de 80% das enfermidades (ALVES, 1998).

2.4.1 Fungos entomopatogênicos

Estes agentes estão dentre os entomopatógenos que apresentam maior potencial de uso em insetos sugadores, como a cochonilha, por serem, capazes de produzir enzimas necessárias para penetrar a cutícula, ao contrário de vírus e bactérias que atuam por ingestão (GUSTAFSSON, 1971).

O uso de fungos entomopatogênicos no controle de pragas é de grande viabilidade, uma vez que, mesmo sendo utilizados em altas concentrações não ocasionam desequilíbrios biológicos, pois ao contrário dos inseticidas químicos de largo espectro, conseguem manter as populações de parasitóides, predadores e polinizadores presentes nesses ambientes (PEREIRA *et al.*, 1998; NEVES *et al.*, 2001).

Vários fatores influenciam o sucesso da patogenicidade dos fungos sobre seus hospedeiros. Segundo Fargues *et al.* (1997), a germinação dos conídios requer umidade acima de 75%. Sabe-se também que insetos juvenis são mais suscetíveis à infecção, principalmente pelo fato de ninfas/larvas apresentarem cutícula mais favorável a adesão dos conídios (BOUCIAS *et al.*, 1998). Além disso, segundo Heming (2003), durante a ecdise, ocorre uma queda no número de hemócitos, o que torna o inseto mais suscetível à ação dos fungos, uma vez que debilita seu sistema imunológico de defesa celular.

Além disso, a variabilidade genética amplia seu potencial como agentes de controle (ALVES, 1998; CASTILHO *et al.*, 2005). Desta forma, é de extrema importância a realização de experimentos para a seleção de isolados altamente virulentos, persistentes e com boa capacidade de reprodução (ALVES, 1998; DAL BELLO *et al.*, 2001).

Os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* são mundialmente conhecidos e utilizados como agentes de controle biológico, sendo esses agentes usados quase que na totalidade dos bioinseticidas à base de fungos (ALVES, 1998). No Brasil estão entre os mais utilizados como micopesticidas para controle de vários artrópodes, incluindo cigarrinhas, percevejo-de-renda, cochonilhas, besouros e ácaros fitófagos (ALVES, 1998; NARDO e CAPALBO, 1998; FARIA e MAGALHÃES, 2001; ALMEIDA e BATISTA FILHO, 2007).

B. bassiana é a espécie de fungo mais freqüentemente encontrada sobre insetos e em amostras de solo, onde pode subsistir por longo tempo em saprogênese (ALVES, 1998). É um dos fungos entomopatogênicos mais pesquisados por atuar em mais de 200 espécies de insetos e ácaros e, ser cultivado facilmente (LEITE *et al.*, 2003; ALVES, 1998). Esta espécie é explorada em cultivos de estufa e de campo como uma ferramenta para o controle de muitas pragas agrícolas, inclusive moscas-brancas, pulgões, tripses, psílídeos, gorgulhos e cochonilhas (SHAH e GOETTEL, 1999).

M. anisopliae constitui outra espécie de fungo muito pesquisada e amplamente utilizada no controle de pragas, de amplo espectro, atacando naturalmente mais de 300 espécies de insetos, com o cadáver podendo apresentar colorações entre o verde claro e escuro, acinzentados ou esbranquiçados (ROBERTS e KRASNOFF, 1998; ALVES, 1998). No Brasil, este fungo assume grande importância por ter sido empregado com sucesso no controle da cigarrinha da cana-de-açúcar, *Mahanarva posticata* e *M. fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) em condições de campo (FERRON, 1981; ALVES, 1998; FARIA e MAGALHÃES, 2001).

Atualmente, existem no mercado nacional 26 marcas de micoinseticidas a base de *M. anisopliae* e oito a base de *B. bassiana* que são comercializadas em diferentes tipos de formulações, pó molhável, grânulo, grânulos dispersíveis, iscas,

pó para contato, dispersão oleosa e através de suspensão concentrada miscível em óleo (MICHEREFF FILHO *et al.*, 2007).

A utilização de fungos entomopatogênicos no controle de diferentes espécies de cochonilhas tem demonstrado resultados promissores. Segundo Andalo *et al.* (2004), isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram 62% e 58% de mortalidade quando aplicados em fêmeas adultas de *Dysmicoccus texensis* (Hemiptera: Pseudococcidae) e, com um pico de mortalidade entre o sétimo e oitavo dia após aplicação. ALVES *et al.* (2007) verificaram uma mortalidade de 78% de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) resultante da aplicação do fungo *M. anisopliae* ESALQ 1037. Os isolados LCB53 de *M. anisopliae* e LCB63 de *B. bassiana* apresentaram controle de adulto e ninfas de *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactilopiidae) maior que 70% e 90% respectivamente, em condições de laboratório, com resultados promissores em campo (BRITO *et al.*, 2008).

A cochonilha-da-raiz-do-cafeeiro *D. texensis* foi tratada com isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, sendo que cerca de 58% dos isolados de *B. bassiana* causaram mortalidade variando de 50 a 65%, enquanto que a maioria dos isolados de *M. anisopliae* (62,5%) causaram mortalidade entre 30 e 50% (ANDALÓ *et al.*, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon.

3.1 Criação dos insetos

A população de cochonilhas foi obtida a partir de coletas realizadas em áreas infestadas do município de Paranaíba/PR e mantidas em criação massal no laboratório de Controle Biológico da UNIOESTE. A espécie foi identificada como *P. manihoti*, pela Dra. Maria del Pilar Hernandez, do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira/Colômbia.

A criação foi mantida em gaiolas (1,7 m de comprimento, 1,2 m de largura e 2,0 m de altura) confeccionadas com tela anti-afídica (Figura 1), sob condições controladas em sala semi-climatizada (temperatura de 25 ± 5 °C e fotoperíodo de 12 h). Como hospedeiro, foram utilizadas plantas de mandioca, variedade fécula branca, variedade mais utilizada na região Oeste do Paraná, as quais também foram utilizadas nos experimentos.



Figura 1. Criação de *Phenacoccus manihoti* em gaiolas confeccionada com tela anti-afídica, contendo plantas de mandioca variedade fécula branca. Marechal Cândido Rondon - PR, 2009.

As plantas foram cultivadas em vasos de 4 L contendo latossolo vermelho eutroférico e 10% de composto orgânico (restos vegetais e resíduos de animais), em casa de vegetação (Figura 2) e irrigadas diariamente. As ramas para plantio foram provenientes da área experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, localizado no distrito de Porto Mendes, município de Marechal Cândido Rondon/PR. As manivas foram plantadas na posição vertical e as plantas utilizadas para a criação e para os experimentos apresentavam oito folhas completamente desenvolvidas. A cada 15 dias, novas plantas eram introduzidas para substituir aquelas onde havia ovissacos, os quais eram transferidos para as novas plantas com auxílio de pincel.



Figura 2. Plantas de mandioca mantidas em casa de vegetação. Marechal Cândido Rondon - PR, 2009.

3.2 Ação de produtos alternativos sobre ninfas de *P. manihoti*

Os produtos testados (Tabela 1) foram adquiridos em loja especializada em insumos para cultivo orgânico, porém, embora comerciais, não têm descrição detalhada de seus princípios ativos.

TABELA 1: Produtos comerciais, concentração recomendada e respectivos componentes, conforme informações das empresas produtoras.

Produto comercial	Concentração recomendada	Componentes
Natualho [®]	30 mL 100L ⁻¹	Extrato de alho
Pironat [®]	2 mL 1L ⁻¹	Extrato pirolenhoso
Compostonat [®]	20 mL 1L ⁻¹	Óleo de nim, timbó, gerânio, pimenta longa e outros extratos.
Planta Clean [®]	25 mL 1L ⁻¹	Extratos vegetais, ácidos graxos e sais minerais
Calda fertilizante foliar [®]	20 mL 1L ⁻¹	Mistura de enxofre e cal virgem, princípio ativo sulfonatos de cálcio
Pironim [®]	20 mL 1L ⁻¹	Nim - folhas, tortas de sementes e óleo; piretro natural e extrato pirolenhoso
Mattam plus [®]	20 mL 1L ⁻¹	Enxofre e nitrogênio

O experimento foi realizado segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 8 x 4, sendo o primeiro fator formado pelos produtos testados (Tabela 1) e o segundo fator formado pelos períodos de avaliação (3, 5, 7 e 9 dias após a aplicação). Para cada tratamento e para a testemunha, foram utilizadas cinco plantas de mandioca, cada uma considerada uma repetição, totalizando cinco repetições/tratamento.

Para a realização deste ensaio, discos foliares contendo cerca de 10 ninfas de 3^o ínstar foram colocados nas quatro folhas apicais de cada planta, permitindo-se a migração e fixação nas folhas pelo período de 48 horas. Após este período foi realizada a contagem de ninfas presentes em cada planta e realizou-se a aplicação dos produtos.

A aplicação (Figura 3) dos produtos foi feita na face abaxial das folhas, sobre as ninfas, até o ponto de escorrimento (aproximadamente 1 mL folha⁻¹), utilizando bico pulverizador acoplado a um compressor de ar (pressão de 7 lb), mantido cerca de 15 cm da folha.



Figura 3. Aplicação dos tratamentos com micro pulverizador acoplado a um compressor de ar. Marechal Cândido Rondon - PR, 2010.

Após a aplicação, as plantas foram mantidas em sala semi-climatizada (Figura 4) (temperatura de 25 ± 5 °C e fotoperíodo de 12 h) e os insetos mantidos nas folhas com auxílio de gaiolas foliares (24×30 cm – comprimento $\times$ largura) confeccionadas por tela anti-afídica. As avaliações de mortalidade dos insetos foram realizadas aos 3, 5, 7 e 9 dias após a aplicação.



Figura 4. Plantas em sala semi-climatizada (temperatura de 25 ± 5 °C e fotoperíodo de 12h) contendo ninfas de *Phenacoccus manihoti* mantidas nas folhas com auxílio de gaiolas. Marechal Cândido Rondon - PR, 2010.

3.3 Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos e ação de bioinseticidas sobre ninfas de *P. manihoti*

Os isolados de fungos testados (Tabela 2) foram obtidos junto à coleção do Laboratório de Biotecnologia da Unioeste – *Campus* Cascavel e de coleções do Instituto Biológico de Campinas e do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP). O experimento também constou de testemunha que recebeu água destilada e Tween[®] (0,01%). Além destes, foram testados bioinseticidas comerciais à base de fungos entomopatogênicos (Tabela 3).

TABELA 2: Isolados de fungos entomopatogênicos testados no experimento, hospedeiro sobre o qual foi coletado e local da coleta.

Isolados	Hospedeiro original	Local de origem
<i>Beauveria bassiana</i>		
Unioeste 04	<i>Alphitobius diaperinus</i>	Cascavel, PR
Unioeste 05	<i>A. diaperinus</i>	Cascavel, PR
Unioeste 44	Lavoura de soja	Toledo, PR
Unioeste 46	<i>Euschithus heros</i>	Cascavel, PR
Unioeste 47	Hemiptera:Pentatomidae	Primavera do Leste, MT
Unioeste 48	<i>A. diaperinus</i>	Cascavel, PR
Unioeste 52	<i>A. diaperinus</i>	Boa Vista de Aparecida, PR
Unioeste 53	<i>A. diaperinus</i>	Cascavel, PR
Unioeste 54	<i>A. diaperinus</i>	Cascavel, PR
Unioeste 55	<i>A. diaperinus</i>	Cascavel, PR
Unioeste 62	<i>A. diaperinus</i>	Cascavel, PR
Unioeste 70	<i>Vatiga manihotae</i>	Marechal Cândido Rondon, PR
IBCB 31	<i>Nezara viridula</i>	Piracicaba, SP
<i>Metarhizium anisopliae</i>		
Unioeste 22	Solo, plantação de erva-mate	Cascavel, PR
Unioeste26	Solo, plantação de erva-mate	Cascavel, PR
Unioeste 38	<i>Bombyx mori</i>	Ibaiti, PR
E06	<i>Diatraea saccharalis</i>	Pernambuco
IBCB 348	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Sertãozinho, SP
IBCB 360	Solo banana	Piedade, SP
IBCB 384	<i>M. fimbriolata</i>	Sertãozinho, SP

TABELA 3: Bioinseticidas comerciais à base de fungos entomopatogênicos testados, concentração recomendada e respectivos componentes, conforme informações das empresas produtoras.

Produto biológico comercial	Concentração recomendada	Componentes
Vertinat EF [®]	50 mL 20L ⁻¹	Metabólitos de <i>Lecanicillium longisporum</i> (anteriormente <i>Verticillium lecanii</i>) e extratos vegetais bioativos
Bovenat EF [®]	50 mL 20L ⁻¹	1 × 10 ⁹ conídios viáveis mL ⁻¹ de <i>Beauveria bassiana</i>
Metanat EF [®]	50 mL 20L ⁻¹	1 × 10 ⁹ conídios viáveis mL ⁻¹ de <i>Metarhizium anisopliae</i>

Para avaliação dos isolados de fungos, as técnicas de laboratório utilizadas bem como os meios de cultura produzidos foram embasados na metodologia descrita por Alves *et al.* (1998). Os isolados foram multiplicados em placas de Petri contendo meio BDA (20 g de ágar, 15 g de dextrosol, 200 g de batata, 0,5 g de antibiótico (pentabiótico), 1000 mL de água destilada) por um período de 7 – 10 dias, incubados a 26±1°C e 14 horas de fotoperíodo. Em seguida, os conídios foram coletados, raspando-se a superfície do meio e armazenados em frascos de vidro esterilizados, e foram mantidos em freezer a -10°C, até preparação das suspensões e sua utilização no experimento.

As suspensões de conídios foram preparadas com água destilada contendo Tween[®] (0,01%), quantificadas em câmara de Neubauer e padronizadas na concentração de 1 × 10⁹ conídios mL⁻¹.

O experimento foi realizado segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado. Para cada isolado de fungo e para a testemunha, foram utilizadas duas plantas de mandioca, cada uma contendo quatro repetições (quatro folhas apicais), totalizando oito repetições por tratamento. Cada repetição era composta de aproximadamente 10 ninfas, totalizando cerca de 80 ninfas por tratamento.

Para a realização deste experimento utilizaram-se os mesmos procedimentos descritos no ensaio anterior com a diferença que após a mortalidade dos insetos, os cadáveres eram imersos por aproximadamente 20 segundos em solução de álcool 70% e em água destilada para a desinfecção superficial. Em seguida, foram

acondicionados em placas de Petri contendo papel filtro estéril. As placas foram mantidas no interior de potes plásticos com espuma umedecida ao fundo e incubados a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 14 horas, para confirmação da mortalidade pelo patógeno.

A avaliação da patogenicidade dos bioinseticidas comerciais à base de fungos entomopatogênicos foi realizada conforme procedimentos descritos neste experimento.

3.4 Análise estatística

Os dados de mortalidade confirmada foram corrigidos pela fórmula Schneider-Orelli (ALVES *et al.*, 2005). Todos os dados foram transformados em arcseno $\sqrt{x/100}$ e submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, ambos a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1992).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. 1 Ação de produtos alternativos sobre ninfas de *P. manihoti*

Todos os produtos comerciais testados sobre as ninfas mostraram efeito ao final da última avaliação, realizada aos nove dias após a aplicação (DAA), com valores que oscilaram entre 87,8% para o produto Pironim[®] e 75,4; 66,8 e 57% de mortalidade, respectivamente, pela Calda fertilizante foliar[®], Compostonat[®] e Planta Clean[®]. Pode-se verificar também, que aos nove DAA a porcentagem de mortalidade para todos os produtos diferiu significativamente da testemunha, portanto, todos apresentam potencial, mesmo que baixo, para utilização em programas de controle de *P. manihoti* (Tabela 4).

TABELA 4: Porcentagem média de mortalidade de ninfas de *Phenacoccus manihoti* aos 9 dias após a aplicação de produtos fitossanitários utilizados no sistema agroecológico, em condições de laboratório (temperatura de 25 ± 5 °C e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010.

Tratamento	Mortalidade (%)
Pironim [®]	87,8±1,19a
Calda fertilizante foliar [®]	75,4±3,35 a
Compostonat [®]	66,8±2,79ab
Planta Clean [®]	57,0±3,80ab
Mattan plus [®]	31,6±6,15bc
Natualho [®]	19,6±3,81c
Pironat [®]	15,2±5,38c
Testemunha	0,0±0,0d
CV (%)	23,39
DMS	2,3

Dados originais apresentados. Para análise foram transformados em arcseno $\sqrt{x/100}$;
Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

Após cinco DAA, o efeito dos produtos começou a se evidenciar, havendo um incremento na mortalidade ninfal nos tratamentos, que se manteve até o final do período de avaliação, exceto o produto Planta Clean[®], indicando que estes produtos podem ter um período residual curto na planta (Figura 5).

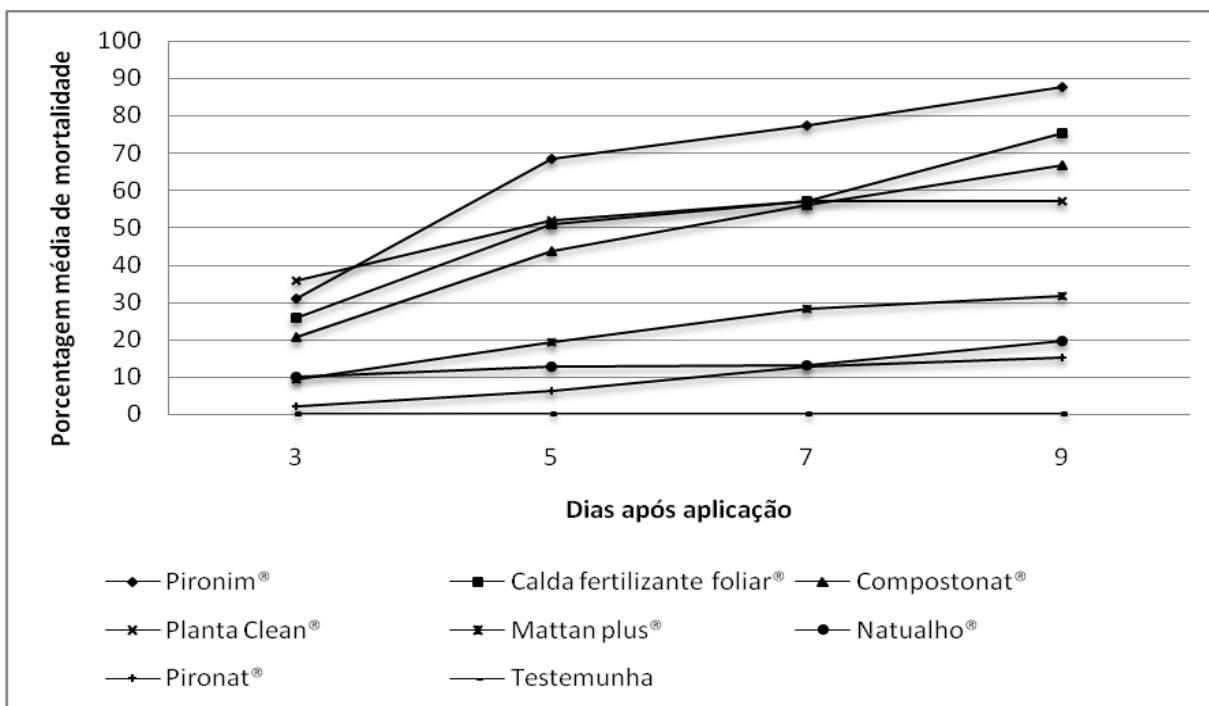


Figura 5. Porcentagem média de mortalidade de ninfas de *Phenacoccus manihoti* aos 3, 5, 7 e 9 dias após a aplicação de produtos fitossanitários utilizados no sistema agroecológico, em condições de laboratório (temperatura de 25 ± 5 °C e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010.

Poucos trabalhos sobre a mortalidade de ninfas de *P. manihoti* por produtos alternativos foram realizados, sendo que Mourier (1997) avaliou o efeito de extratos de sementes de nim, em diferentes concentrações sobre ninfas de primeiro ínstar da cochonilha *P. manihoti*. O autor observou que ninfas alimentadas com folhas tratadas com o extrato morreram logo após a alimentação, em todas as concentrações utilizadas, obtendo até 94% de mortalidade na maior concentração. Da mesma forma, Guirado *et al.* (2003), comparando a eficiência do óleo de sementes de nim e do óleo mineral sobre indivíduos da cochonilha escama-farinha *Unaspis citri* (Hemiptera: Diaspididae) em condição de campo obtiveram eficiência de 77,49 e 67,71%, para o óleo de nim na concentração de 1 e 0,5%, respectivamente.

Além desses, a influência negativa do óleo de nim sobre a sobrevivência de insetos de diversas ordens, incluindo indivíduos da superordem Sternorrhyncha, tem sido demonstrada em diversos experimentos (AZEVEDO *et al.*, 2005; BALDIN *et al.*, 2007; BLEICHER *et al.*, 2007).

Os compostos presentes no óleo de nim podem modificar o desenvolvimento dos insetos por sua influência no sistema hormonal, afetando a ecdise levando a inibição do crescimento, malformação e mortalidade. Além disso os componentes do

óleo de nim também interferem na alimentação dos insetos, apresentando atividade fagoinibitória e repelente, portanto, a mortalidade das ninfas pode ter ocorrido devido à descontinuidade alimentar que indiretamente provoca alteração no desenvolvimento do inseto (MORDUE e BLACKWELL, 1993; SIMÕES *et al.*, 2007). Portanto, estes efeitos poderiam ser a razão para a mortalidade das cochonilhas neste experimento com os produtos Pironim® e Compostonat®.

Destaca-se também que o extrato pirolenhoso, presente no produto Pironim®, misturado com óleo de nim, melhora o efeito inseticida do produto (MIYASAKA *et al.*, 1999).

Além disso, a rotenona presente nos produtos Pironim® e Compostonat® também vêm apresentando eficiência no controle de insetos da superordem Sternorrhyncha, como para a mosca-branca *B. tabaci* biótipo B (AZEVEDO *et al.*, 2005) e para o afídeo *T. citricidus* (CORREA, 2006).

Informações sobre mortalidade de indivíduos de *P. manihoti* pela Calda fertilizante foliar® são inexistentes, os resultados observados nesse trabalho corroboram com os obtidos por Afonso *et al.* (2007), segundo os quais a aplicação de calda sulfocálcica sobre videiras, resultou em 79% de eficiência de controle de indivíduos da cochonilha parda *Parthenolecanium persicae* (Hemiptera: Coccidae) persistindo até 35 dias após aplicação. Além de promover controle de cochonilha e ácaros (GUERRA, 1985; PENTEADO, 2000) a calda sulfocálcica também gera efeito repelente sobre insetos e ácaros (VEZON *et al.*, 2006), pois, de acordo com Polito (2001), a reação dos compostos da calda aplicada sobre a planta com a água e o gás carbônico, resultando em gás sulfídrico e enxofre coloidal, confere ao produto propriedades acaricidas e inseticidas.

Estes produtos apresentam boas perspectivas para serem utilizados no controle desse inseto em programas de manejo integrado de pragas. Contudo, novos testes comparativos das formulações comerciais com extratos dos vegetais são importantes e devem ser feitos, assim como trabalhos de campo são fundamentais, pois a ação dos produtos pode ser alterada por condições ambientais.

Apesar do potencial de controle da cochonilha apontado por alguns dos produtos testados, e considerando que seu uso justifica-se por um menor desequilíbrio ambiental e menor resíduo em relação aos agroquímicos, devem ser avaliados também, antes da utilização destes, os possíveis efeitos adversos sobre

os organismos benéficos presentes no agroecossistema. É necessário, portanto, a avaliação dos efeitos letais e subletais desses produtos sobre os inimigos naturais de ocorrência freqüente no agroecossistema da mandioca.

É importante ressaltar que a limitação que o sistema orgânico impõe ao uso de agrotóxicos também pode ser estendida a alguns fitoprotetores. Quem define a restrição ou não de produtos alternativos são as normas do Ministério da Agricultura conjuntamente com as certificadoras que aferem o selo de orgânico aos sistemas produtivos. De qualquer forma, a pesquisa de produtos alternativos para o controle de pragas precisa ser estimulada para responder a demanda exigida pelo setor.

4.2 Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos e bioinseticidas comerciais sobre ninfas de *P. manihoti*

Os isolados testados apresentaram valores de mortalidade confirmada inferiores a 30%, e dentre estes, três isolados de *B. bassiana* apresentaram patogenicidade, sendo significativamente distinto da testemunha (Unioeste 53, 54 e 70). Os demais isolados apresentaram baixa atividade ou não foram patogênicos à *P. manihoti*. Já os isolados de *M. anisopliae* foram pouco ativos contra a praga e os valores obtidos não diferiram da testemunha (Tabela 5).

TABELA 5: Porcentagem média de mortalidade confirmada de ninfas de *Phenacoccus manihoti* por diferentes isolados de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* após 10 dias de aplicação em condições de laboratório (temperatura de $25 \pm 5^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010.

Espécie/Isolados	Hospedeiro	Mortalidade (%)
<i>Beauveria bassiana</i>		
Unioeste 53	<i>Alphitobius diaperinus</i>	28,5 $\pm$ 7,01a
Unioeste 70	<i>Vatiga manihotae</i>	22,9 $\pm$ 6,34a
Unioeste 54	<i>A. diaperinus</i>	15,2 $\pm$ 3,33ab
Unioeste 52	<i>A. diaperinus</i>	5,5 $\pm$ 1,68bc
Unioeste 05	<i>A. diaperinus</i>	0,7 $\pm$ 0,0c
Unioeste 46	<i>Euschithus heros</i>	0,7 $\pm$ 0,0c
Unioeste 55	<i>A. diaperinus</i>	0,6 $\pm$ 0,20c
Unioeste 44	Lavoura de soja	0,3 $\pm$ 0,20c
Unioeste 48	<i>A. diaperinus</i>	0,0 $\pm$ 0,0c
Unioeste 47	Hemiptera: Pentatomidae	0,0 $\pm$ 0,0c
Unioeste 04	<i>A. diaperinus</i>	0,0 $\pm$ 0,0c
Unioeste 62	<i>A. diaperinus</i>	0,0 $\pm$ 0,0c
<i>Metarhizium anisopliae</i>		
IBCB 384	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	3,5 $\pm$ 1,21bc
Unioeste 22	Solo, plantação de erva-mate	3,1 $\pm$ 1,28c
IBCB 360	Solo banana	2,6 $\pm$ 1,44c
Unioeste 38	<i>Bombyx mori</i>	2,0 $\pm$ 0,80c
E6	<i>Diatraea saccharalis</i>	2,0 $\pm$ 1,41c
ICB31	<i>Nezara viridula</i>	0,2 $\pm$ 0,14c
Unioeste 26	Solo, plantação de erva-mate	0,2 $\pm$ 0,18c
IBCB 348	<i>M. fimbriolata</i>	0 $\pm$ c
Testemunha		0 $\pm$ c
CV (%)		62,98
DMS		1,78

Dados originais apresentados. Para análise foram transformados em arcseno $\sqrt{x/100}$; Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

Embora os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* sejam espécies de ocorrência generalizada (ALVES *et al.*, 1998), os 20 isolados testados no presente experimento apresentaram baixa patogenicidade e virulência a *P. manihoti*. Resultados semelhantes foram obtidos por Garcia (2004), que não obteve sucesso utilizando isolados dos gêneros *Beauveria* e *Metarhizium* sobre adultos de *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Ortheziidae). No entanto, há necessidade de se testar um maior número de isolados para se avaliar o potencial destas espécies no controle de *P. manihoti*.

A variação na mortalidade dos insetos por fungos da mesma espécie, mas de diferentes procedências, podem estar ligados à patogenecidade, que é determinada pela produção de compostos secundários que influenciam a capacidade do patógeno em causar doença (PADULLA, 2007). Segundo Pogetto (2009), em ensaios de seleção de isolados, essa variação tem sido observada com frequência e pode estar associada a fatores de especificidade e tolerância do hospedeiro, juntamente com a variabilidade genética de cada isolado.

Essa característica é considerada uma vantagem do controle microbiano, pois mesmo quando os microorganismos são aplicados em altas concentrações, conseguem evitar alterações importantes no agroecossistema, por não afetarem parasitóides, predadores e polinizadores (ALVES *et al.*, 1998).

Além disso, a camada de cera existente no inseto proporciona uma barreira física fazendo com que grande parte do inóculo aplicado fique retido na mesma. Com isso, a porção que entra em contato com o tegumento do inseto não é suficiente para promover o início do processo de infecção (GARCIA, 2004). Estudos sugerem que existe um número mínimo de estruturas do patógeno necessárias para desencadear a doença em um inseto (ALVES *et al.*, 1998).

Sendo assim, um dos locais possíveis de penetração do patógeno, seria via tegumento do tarso. Para isso, a aplicação da calda sobre a planta deve formar uma pequena camada de esporos, fazendo com que o inseto durante sua movimentação entre em contato com o inóculo (GARCIA, 2004). Este evento pode depender da mobilidade do inseto, restrito a alguns momentos do ciclo de vida da cochonilha. Após a eclosão, as ninfas migram em busca de local adequado para alimentação, onde permanecem durante os demais estádios ninfais (FARIAS, 1991). Esta movimentação não foi observada durante o estudo. Entretanto, esta alternativa pode eventualmente ocorrer em campo, por meio da movimentação de ninfas de primeiro ínstar.

Estes resultados mostram a importância de se realizar uma fase de seleção de isolados, pois a variabilidade encontrada entre fungos de espécies diferentes ou até mesmo entre isolados da mesma espécie de fungo é considerável. Assim, é possível encontrar materiais com diferenças na virulência, que tenham as qualidades adequadas para que o entomopatógeno selecionado seja o mais eficiente possível.

Os produtos comerciais à base de fungos foram patogênicos às ninfas de *P. manihoti*, causando mortalidade confirmada de 10 a 45,8%. A maior porcentagem de mortalidade foi alcançada com o produto à base de *B. bassiana* (Bovenat®), com 45,8% diferindo significativamente dos demais produtos, enquanto que Vertinat®, à base de *L. longisporum* e Metanat®, à base de *M. anisopliae*, não diferiram entre si e apresentaram baixa atividade, não alcançando 20% de mortalidade de ninfas. Contudo, diferiram significativamente da testemunha (Tabela 6).

TABELA 6: Porcentagem média de mortalidade confirmada de ninfas de *Phenacoccus manihoti* por diferentes bioinseticidas comerciais à base de fungos após 10 dias de aplicação em condições de laboratório (temperatura de $25 \pm 5^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12h). Marechal Cândido Rondon, PR, janeiro, 2010.

Produtos comerciais	Mortalidade (%)
Bovenat®	45,8±8,18a
Vertinat®	16,6±3,17b
Metanat®	10,0±2,12b
Testemunha	0,0±0,0c
CV (%)	19,16
DMS	1,32

Dados originais apresentados. Para análise foram transformados em arcseno $\sqrt{x/100}$; Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram alcançados por Chirinos *et al.* (2007), que obtiveram 40% de mortalidade para a cochonilha branca da goiaba, *Capulinia* sp. (Hemiptera: Eriococcidae), utilizando formulações comerciais à base de *B. bassiana*.

Estudos realizados por Azevedo *et al.* (2005) mostraram que os produtos formulados, Bovenat® e Metanat® causaram mortalidade de 34,5 e 30,2%, respectivamente, sobre ninfas de *B. tabaci* biótipo B.

Também, em bioensaios visando comparar a patogenicidade de produtos formulados de *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *L. longisporum* sobre o psíldeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae), Pogetto (2009) verificou que em condições de laboratório, todos os produtos comerciais foram patogênicos às ninfas do inseto, embora em geral os produtos a base de *B. bassiana* tenham demonstrado maior porcentagem de mortalidade confirmada.

Assim, como descrito para a seleção de isolados, além da cobertura cerosa sobre o corpo de *P. manihoti* que pode tornar-se um mecanismo de proteção contra infecções fúngicas (GARCIA, 2004), o processo de ocorrência de doença em insetos

é influenciado pelas qualidades intrínsecas de cada patógeno, como procedência do isolado, hospedeiro original ou local de coleta, fatores que podem influenciar na virulência, positiva ou negativamente (POGETTO, 2009).

Embora grande parte dos isolados e bioinseticidas comerciais a base de fungos entomopatogênicos não tenham apresentado boa eficiência no controle de ninfas de *P. manihoti* esta é uma característica do controle microbiano de insetos e não deve ser encarado como uma premissa de que este tipo de controle seja inviável. Portanto, para que seja possível a obtenção de isolados de fungos promissores no controle desta cochonilha é preciso dar continuidade a este programa de seleção, efetuando-se novos testes, com número maior de isolados. Este trabalho representa o início dos estudos e foram utilizadas espécies nunca antes testadas sobre *P. manihoti*, e os resultados obtidos são indícios do comportamento de alguns isolados, sendo que a conclusão definitiva do potencial de cada espécie só será obtida com a realização de mais ensaios, inclusive testando outras espécies e isolados.

Além disso, estes resultados remetem à necessidade futura de trabalhos complementares, onde se possa determinar a eficiência do controle de *P. manihoti*, utilizando uma combinação de fungos entomopatogênicos e produtos fitossanitários alternativos de que modo esses fatores possam contribuir para uma diminuição do uso de inseticidas químicos e de seus efeitos.

5 CONCLUSÕES

- Os produtos Pironim[®], Calda fertilizante foliar[®], Compostonat[®] e Planta Clean[®] provocaram mortalidade de ninfas de *P. manihoti*;
- Os isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae* testados apresentaram baixa atividade a este inseto;
- Dentre as duas espécies de fungos testados, *B. bassiana* indicou maior potencial para futuros estudos;
- O bioinseticida comercial, Bovenat[®], a base de *B. bassiana* foi o mais virulento às ninfas de *P. manihoti*.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU Jr, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: coletânea de receitas**. Campinas, SP: EMOPI, 1998. 115p.
- AFONSO, A. P. S.; FARIA, J. L. C.; BOTTON, M.; ZANARDI, O. Z. Avaliação da calda sulfocálcica e do óleo mineral no controle da cochonilha-parda *Parthenolecanium persicae* (Hemiptera: Coccidae) na cultura da videira. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 2, p. 167-169, 2007.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 30 jan. 2010.
- ALLEN, A. C. A reappraisal on the geographical origin of cassava (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae). In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas:1997. **Anais...** Campinas: IAC/EMBRAPA-CENARGEN, 1997. p. 86-87.
- ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A. Uso de micopesticidas no Brasil: programas e números recentes. In: Simpósio de Controle Biológico, 10., 2007, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília – DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/SEB, 2007. CD-ROM.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.
- ALVES, S. B. Fungos Entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. (Ed.) **Controle Microbiano de Insetos**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, cap. 11, p. 289-381, 1998.
- ALVES, S. B., LOPES, R. B., PAULI, G., MASCARIN, G. M. Efeito de diferentes formulações de *Metarhizium anisopliae* na proteção à radiação e eficiência no controle de *Mahanarva fimbriolata*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos. 2007. CD-ROM.
- ALVES, S. B.; HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; REYES, A. E. L. [2005]. **Correção de mortalidade**. Disponível em: <<http://www.lef.esalq.usp.br/cm/intro.php>>. Acesso em 14 de jun. 2010.
- ALVES, S. B.; LECUONA, R. E. Epizootiologia aplicada ao controle microbiano de insetos. In: ALVES, S. B. (Ed.) **Controle Microbiano de Insetos**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, cap. 5, p. 97-169, 1998.
- ANDALÓ, V.; MOINO Jr, A.; SANTA-CECILIA, L. V. C.; SOUZA, G. C. Seleção de isolados de fungos e nematóides entomopatogênicos para a cochonilha-da-raiz-docafeeiro *Dysmicoccus texensis* (Tinsley). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p.181-187, 2004.
- ALENE, A. D.; NEUENSCHWANDER, P.; MANYONG, V. M.; COULIBALY, O.; HANNA, R. **The impact of IITA-led biological control of major pests in sub-Saharan African agriculture: A synthesis of milestones and empirical results**. IITA, Ibadan, Nigeria, 2005. Disponível em: <http://www.iita.org/cms/details/impact/impact_major-pest.pdf>. Acesso em 06 jun. 2009.

AZEVEDO, F. R.; GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; LIMA, M. A. A. Eficiência de produtos naturais para o controle de *Bemisia tabaci* Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 73-79, 2005.

BALDIN, E. L. L.; SOUZA, D. R.; SOUZA, E. S.; BENEDUZZI, R. A. Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 602-606, 2007.

BALE, J. S.; VAN LENTEREN, J. C.; BIGLER, F. **Biological control and sustainable food production.** Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=2610108&blobtype=pdf>>. Acesso em 08 jun. 2009.

BECKAGE, N. E.; METCALF, J. S.; NIELSON, B. D.; NESBIT, D. J. Disruptive effects of azadirachtin on development of *Cotesia congregata* in host tobacco hornworm larvae. **Archives of Insect Physiology and Biochemistry**, v. 9, p. 47-65, 1988.

BELLON, P. P.; RHEINHEIMER, A. R.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L. F. A.; UEMURA LIMA, D. H.; BONINI A. K. Ocorrência natural de *Beauveria* sp. em Percevejo de renda (*Vatiga manihotae*) (Hemiptera: Tingidae) no Paraná. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** (Online), v. 5, p. 484-487, 2009.

BELLOTTI, A. C. Arthropod pests. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. **Cassava: Biology, production and utilization.** Oxfordshire: CAB International, 2002. 332p.

BELLOTTI, A. C. El manejo integrado de las plagas principales en el cultivo de la yuca. In: INTERNATIONAL COURSE-WORKSHOP ON BIOLOGICAL CONTROL, 1., 2000, Cali. **Proceedings...** Cali: CIAT, 2000. p. 1-35.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. V.; VARGAS, O. H.; REYES, J. A. Q.; GUERRERO, J. M. Insectos y acaros dañinos a la yuca y su control. In: OSPINA, B. ; CEBALLOS, H. (Eds.) **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.** Cali : CIAT/CLAYUCA, n. 327, 2002. 586p.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 44, p. 343-370, 1999.

BENTO, J. M. S.; MORAES, G. J. de; MATOS, A. P. de; BELLOTTI, A.C. Classical biological control of the mealybug *Phenacoccus herreni* (Hemiptera : Pseudococcidae) in northeastern Brazil. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 29, n. 2, p. 355-359, 2000.

BENTO, J. M. S.; MORAES, G. J. de; BELLOTTI, A. C.; CASTILLO, J. A.; WARUMBY, J. F.; LAPOINTE, S. L. Introduction of parasitoids for the control of the cassava mealybug *Phenacoccus herreni* (Hemiptera: Pseudococcidae) in northeastern Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 89, p. 403-410, 1999.

BENTO, J. M. S.; MORAES, G. J. de; MATOS, A. P. de; WARUMBY, J. F.; BELLOTTI, A. C. Controle biológico da cochonilha no nordeste do Brasil. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-PARRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.)

Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 395-408.

BERGO, C. L.; MENDONÇA, H. A.; SILVA, M. R. Efeito da época e frequência de corte de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) no rendimento de óleo essencial. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 111-117, 2005.

BLEICHER, E.; GONÇALVES, M. E. de C.; SILVA, L. D. da. Efeito de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p. 110-113, 2007.

BONIERBALE, M. W.; MAYA, M. M.; CLAROS, J. L.; IGLESIAS, C. Application of molecular markers to describing the genetic structure of cassava gene pools. In: **The Cassava Biotechnology Network: Proceedings of the Second International Scientific Meeting**. Cali, Colômbia: Centro International de Agricultura Tropical, v. 2, 2005. (Working document No. 50).

BOUCIAS, D. G.; PENDLAND, J. C.; LATGE, J. P. Nonspecific factors involved attachment of entomopathogenic Deuteromycetes to host insect cuticle. **Applied and Environmental Microbiology**, Birmingham, v.54, n.7, p.1795-1805, 1988.

BRITO, C. H.; LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C. de; BATISTA, J. de L. Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochonilha-do-carmim na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2008.

BR-ORGÂNICA. Defensivos Agrícolas Orgânicos. Disponível em: <http://brorganica.com.br/site/>. Acesso em 02 jan. 2010.

BULL, D.; HATHAWAY, D. **Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no Mundo**. Petrópolis: Vozes, 1986. 236p.

CALATAYUD, P. A.; DELOBEL, B.; GUILLAUD, J.; RAHBE, Y. Rearing the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, on a defined diet. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 86, p. 325–329, 1998.

CALATAYUD, P. A.; POLANIA, M. A.; BELLOTTI, A. C. Influence of water-stressed cassava on *Phenacoccus herreni* and three associated parasitoids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 102, p. 163–175, 2002a.

CALATAYUD, P. A.; POLANIA, M. A.; GUILLAUD, J.; MUNERA, D. F.; HAMO N. C.; BELLOTTI, A. C. Role of single amino acids in phagostimulation, growth, and development of the cassava mealybug *Phenacoccus herreni*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 104, p. 363–367, 2002b.

CARVALHO, P. C. L. de. Biossistemática de Manihot. In: SOUZA, L. de S. (Coord.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa, Mandioca e Fruticultura, 2006. 817p.

CASA, J. **Manejo ecológico de pragas e doenças em vimeiros**. Lages, 2005. 61 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina.

CASTRILLO, L. A.; ROBERTS, D. W.; VANDENBERG, J. D. The fungal past, present, and future: Germination, ramification, and reproduction. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 89, p. 46-56, 2005.

CEREDA, M. P. **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 540p.

CHIRINOS, D. T.; GERAUD-POUEY, F.; BASTIDAS, L.; GARCÍA, M.; SÁNCHEZ, Y. Efecto de algunos insecticidas sobre La mota blanca del guayabo, *Capulinia* sp. (Hemiptera: Eriococcidae). **Interciencia**, Caracas, v. 32, n. 8, p. 547-553, 2007.

CORBETT, C. E. **Plantas ictiotóxicas: farmacologia da rotenona**. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1940. 157p.

CORREA, R. S. **Toxicidade de extratos de *Lonchocarpus floribundus* Benth (timbó) sobre *Toxoptera citricida* Kirkald (pulgão preto do citros) (*Sternorrhyntha: Aphididae*)**. Manaus, 2006. 71p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Amazonas.

COUTO, H. T. Z.; SIGRIST, P. O. O poder inseticida do crisântemo. **Revista Universitária de Agronomia e Zootecnia**, v. 1, n. 3, p. 46-47, 1995.

DAL BELLO, G.; PADIN, S.; LÓPEZ LASTRA, C.; FABRIZIO, M. Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 37, p. 77-84, 2001.

DAROLT, M. R. **Agricultura Orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002. 250p.

DIAS, M. R. G. M. Manejo ecológico de doenças e pragas de plantas. **Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 1/2, p. 75-77, 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/mandioca.htm>>. Acesso em 2 Set 2009.

ESTRELA, J. L. V.; GUEDES, R. N. C.; MALTHA, C. R. A.; MAGALHÃES, L.C.; FAZOLIN, M. Toxicidade de amidas análogas à piperina para *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 2, p. 69-75, 2005.

FARGUES, J.; GOETTEL, M. S.; SMITS, N.; QUEDRAOGO, A.; ROUGICI, M. Effect of temperature on vegetative growth of *Beauveria bassiana* isolates from different origins. **Mycologia**, Albuquerque, v. 89, n.3, p.383-392, 1997.

FARIA, M. R.; MAGALHÃES, B. P. O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil. Situação atual e perspectivas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 22, p.18-21, 2001.

FARIAS, A. R. N. **Insetos e ácaros associados à cultura da mandioca no Brasil e meios de controle**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1991. 47p.

FARIAS, A. R. N. **Pragas da mandioca: instruções práticas**. Cruz das Almas, BA: Embrapa – CNPMPF, 2005. 32p.

FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FILHO, J. R. F. Artropodes-praga associados à cultura da mandioca em Presidente Tancredo Neves, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12., 2007, Paranaíba. **Anais...**, Paranaíba: CERAT. 2007.

FARIAS, A. R. N.; SANTOS FILHO, H. P. Ocorrência de *Cladosporium* sp. Infectando a mosca branca *Aleurothrixus aepin* (Goldi, 1886) (Homoptera: 35

Aleyrodidae) em mandioca no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 6, n. 1, p. 79-80, 1996.

FERREIRA, D.F. **SISVAR (Sistema para análise de variância para dados balanceados)**. Lavras: UFLA, 1992. 79p.

FERRON, P. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In: BURGESS, H. D. **Microbial control of pests and plant diseases**. New York: Academic Press, 1981, p. 465- 482.

FONSECA JR, N. da S.; GROXKO, M.; RODANTE, A. **Cadeia produtiva da mandioca no Paraná: diagnóstico e demandas futuras**. Londrina: IAPAR, 2002. 53p.

FUKUDA, W.M.G. Melhoramento de mandioca. In: BÓREM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 409-428.

GALLO, D., NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Ceres, 2002. 649p.

GARCIA, M. de O. **Utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de *Orthezia praelonga* (Sternorrhyncha: Orteziidae)**. Piracicaba, 2004. 57p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000. 653p.

GONÇALVES, P. A. S.; BOFF, P. **Manejo agroecológico de pragas e doenças: conceitos e definições**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 15, n. 3, 2002. p. 51-54.

GROXKO, M.; **Análise da conjuntura agropecuária safra 2009/10 mandioca**. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=32>>. Acesso em 01 jan. 2010.

GUERRA, M. S. **Receituário caseiro: algumas alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos**. Brasília, Embrater, 1985. 166p.

GUIRADO, N.; AMBROSANO, E. J.; ARÉVALO, R. A.; ROSSI, F.; MENDES, P. C. D.; AMBROSANO, G. M. B. Controle da cochonilha escama-farinha em citros com o uso de óleos em pulverização. **Laranja**, Cordenópolis, v.24, p.329-335, 2003.

GUSTAFSSON, M. Microbial control of aphids and scale insects. In: BURGESS, H. D.; HUSSEY, N. W. (Ed.). **Microbial control of insects and mites**. New York: Academic Press, 1971. p. 375-384.

HEMING, B. S. **Insect development and evolution**. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 2003. 444p.

HERREN, H. R.; NEUENSCHWANDER, P. Biological control of cassava pests in Africa. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 257-283, 1991.

HERSHEY, C. H.; JENNINGS, D. L. Progress in breeding cassava for adaptation to stress. **Plant Breeding Abstracts**, Cambridge, v.62, p.823-831, 1992.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 27 de dezembro. 2009.

IEA. **O Agronegócio da mandioca na região paulista do Médio Paranapanema**. Instituto de Economia Agrícola (IEA), Análises e Indicadores do Agronegócio, v.1, n.4, 2006.

IHEAGWAM, E. U.; ELUWA, M. C. The effects of temperature on the development of the immature stages of the Cassava Mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr. (Homoptera, Pseudococcidae). **Deutsche Entomologische Zeitschrift**, Berlin, v.30, p. 17-22, 2008.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

LAGUNES, T. A.; RODRÍGUEZ, H. C. **Los extractos acuosos y polvos vegetales com propiedades inseticidas**. Chapingo, Colegio de Postgraduados, Centro de Entomologia y Acarologia, 1994, 203p.

LEITE, L. G.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. **Produção de Fungos Entomopatogênicos**. Piracicaba: Esalq, 2003. 92p.

LIMA, R. R. **Informações sobre duas espécies de timbó: *Derris urucu* (Killip et al Smith) Macbride e *Derris nicou* (Killip et Smith) Macbride, como plantas inseticidas**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1987. 23p.

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

LOZANO, J. C.; BELLOTI, A.; REYES, J. A. HOWELER, R.; LEIHNER, D.; DOLL, J. **Problemas no cultivo da mandioca**. 2. ed. Cali: Ciat, 1985. 207p.

MALCZEWSKA, M.; GELMAN, D. B.; CYMBOROWSKI, B. Effects of azadirachtin on development, juvenile hormone and ecdysteroid titres in chilled *Galleria mellonella* larvae. **Journal Insect Physiology**, Oxford, v. 34, p.725-732, 1988.

MARTINEZ, S. S. **O nim - *Azadirachata indica*- natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002. 141p.

MARTINEZ, S.; VAN EMDEN, H. F. Growth disruption, abnormalities, and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisd.)(Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 113-124, 2001.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 2003. 220p.

MATTIELO. **Planta Clean**. Disponível em: http://www.mattielo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=34. Acesso em: 20 Dez. 2009.

MICHEREFF FILHO, M.; FARIA, M. R.; WRAIGHT, S. P. **MicoInseticidas e Micoacaricidas no Brasil: Como estamos?**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 28p. (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 240).

- MIRANDA, A. M.; RHEINHEIMER, A. R.; BELLON, P. P.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L. F. A.; UEMURA LIMA, D. H.; BONINI A. K. Ocorrência natural de *Cladosporium* sp. sobre Mosca branca (*Bemisia tuberculata* Bondar) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Mato Grosso e Paraná. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** (Online), v. 5, p. 493-496, 2009.
- MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; UTSUMI, B. Ácido Pirolenhoso: uso e fabricação. **Boletim Agro-Ecológico**, v. 3, n. 14, p. 17, 1999.
- MONTAG, J.; SCHREIBER, L.; SCHONHERR, J. An *in vitro* study on the infection activities of hydrated lime and lime sulphur against apple scab (*Venturia inaequalis*). **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 153, p. 485-491, 2005.
- MORDUE, A. J.; BLACKWELL, L. Azadirachtin: an update. **Journal Insect Physiology**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 903-924, 1993.
- MORDUE, A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachata indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 615-632, 2000.
- MOSCARDI, F. O Controle de Pragas Agrícolas e a sustentabilidade ecológica. In: BRESSAN, D. A. (Ed.) **Ciência e Ambiente**. n. 27, Santa Maria: Brochura, 2003. p. 66-84.
- MOTTA, J. da S. **Mandioca, a raiz do Brasil**. Disponível em: <<<http://www.agrosoft.org.br/agropag/26880.htm>>>. Acesso em 30 out 2009.
- MOURIER, M. Effects of neem (*Azadirachta indica*) Kernel water extracts on cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 121, p. 231-236, 1997.
- NARDO, E. A. B.; CAPALBO, D. M. F. Utilização de Agentes Microbianos de Controle de Praga: Mercado, Riscos e Regulamentações. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle Biológico**. Jaguariúna: Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, vol. 1, cap. 8, 1998. p. 231-262.
- NATURAL RURAL. **Insumos orgânicos**. Disponível em: <<http://www.naturalrural.com.br/>>. Acesso em 02 jan. 2010.
- NEUENSCHWANDER, P. Biological control of the cassava mealybug in Africa: a review. **Biological Control**, v. 21, p. 214-229, 2001.
- NEVES, E. M.; RODRIGUES, L.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D. S. Citricultura brasileira: Efeitos econômicos-financeiros, 1996-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 432-436, 2001.
- OLIVEIRA, M. R. V.; LIMA, L. H. C. **Moscas-brancas na cultura da mandioca no Brasil**. Brasília: Embrapa-Recursos Genéticos e Biotecnológicos, 2006. 74p. (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 186).
- OLIVEIRA, M. R. V.; MORETZSHON, M.C.; QUEIROZ, P.R.; LAGO, W.N.M.; LIMA, L.H.C. **Levantamento de moscas-brancas na cultura da mandioca no Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 20p. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).
- OLSEN, K. M. SSRs and inferences on cassava's origin. **Plant Molecular Biology**, Holana, v. 56, n. 4, p. 517-526, 2004.

OLSEN, K. M.; SCHAAL, B. A. Evidence on the origin of cassava: phylogeography of *Manihot esculenta*. **Evolution**, Lancaster, v. 96, n. 10, p. 5586-5591, 1999.

PADULLA, L. F. L. **Estudos de fungos entomopatogênicos para o controle de ninfas psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera psyllidae)**. Piracicaba, 2007, 92p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. O Futuro do Controle Biológico. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.) **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 1. ed. cap.33, 2002. p. 581-587.

PASCHOAL, A. D. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979. 102 p.

PENTEADO, S. R. **Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa**. Campinas: Buena Mendes Gráfica e Editora, 2000. 95p.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Campinas: D'Áurea, 1999. 79p.

PEREIRA, R. M.; ALVES, S. B.; REIS, P. R. Segurança no emprego de entomopatógenos. In: ALVES, S.B.(ed.) **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2.ed. cap.6, 1998. p.171-194.

PIETROWSKI, V. **Pragas da cultura da mandioca: percevejo de renda e cochonilhas**. Disponível em: <<<http://www.cerat.unesp.br/compendio/palestras/palestra5.pdf>>>. Acesso em 10 out 2009.

POGETTO, M. H. F. do A. D. **Avaliação de produtos comerciais de fungos entomopatogênicos no controle do psílídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae)**. 2009, 90p. Dissertação (Mestrado em agronomia). Faculdade de Ciência Agronômicas, Botucatu.

POHL, J. E. **Plantarum Brasiliae Icones et Descriptiones**. Vindobonae:Viena, v.1, 1827.136p.

POLITO, W. L. Os fertiprotetores (calda sulfocálcica, calda bordalesa, calda Viçosa e outro) no contexto da trofobiose. In: Encontro de Processos de Produção de plantas: controle ecológico de pragas e doenças, 1., **Resumos...** Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 75-89.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1999. 549p.

PRONAF – **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. Disponível em: <<http://www.pronaf.gov.br>>. Acesso em 07 jan. 2010.

REMBOLD, H.; SIEBER, K. P. Inhibition of oogenesis and ovarian ecdysteroid synthesis by azadirachtin in *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.). **Zeitschrift für Naturforschung**, Tübingen, v. 36, p. 466- 469, 1981.

REZENDE, M. E.; CARAZZA, F.; SAMPAIO, R.; GONÇALVES, R. R. Evolução do mercado de subprodutos da carbonização. In SEMINARIO LATINO-AMERICANO DE CARVÃO VEGETAL, **Resumos...** Belo Horizonte, 2004. p. 1-13.

ROBERTS, D. W.; KRASNOFF, S. B. Toxinas e enzimas de fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed.) **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2. ed. cap. 32, 1998. p. 967-985.

ROGERS, D. J. Some botanical and ethnological considerations of *Manihot esculenta*. **Economic Botany**, New York, v.19, n. 4, p. 369-377, 1965.

ROHDE, C.; ALVES, L.F.A.; BRESSAN, D.F.; NEVES, P.M.O.J.; ALVES, S.B.; PINTO, D.O.; ALMEIDA, J.E.M. Seleção de Isolados de fungos para o controle do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 2, 2006.

SCHMITT, A.T. Principais insetos pragas da mandioca e seu controle. In: CEREDA, M. P. (Coord) **Agricultura : tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 539p.

SCHULTHESS, F.; BAUMGARTNER, J. U.; DELUCCHI, V.; GUITIERREZ, A. P. The influence of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Horn., Pseudococcidae) on yield formation of cassava, *Manihot esculenta* Crantz. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.111, p. 155-165, 2009.

SCHULTHESS, F.; NEUENSCHWANDER, P.; GOUNOU, S. Multi-trophic interactions in cassava, *Manihot esculenta*, cropping systems in the subhumid tropics of West Africa. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, Amsterdam, v. 66, n. 3, p. 211-222, 1997.

SCHUMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, (*Azadirachta indica*). **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 271-97, 1990.

SEAB. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná**. Prognóstico agrícola. Disponível em <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em 27 dez. 2009.

SEAB. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná**. Prognóstico agrícola. Disponível em <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em 10 mar. 2008.

SHAH, P. A.; GOETTEL, M. S. **Directory of Microbial Products and Services. Society for Invertebrate Pathology**. Division of Microbial Control. Raleigh: NC, 1999. 31p.

SILVA, D. M.; BASTOS, C. N. Antifungal activity of essential oils of Piper species against *Crinipellis perniciosus*, *Phytophthora palmivora* and *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 143-145, 2007.

SILVA, R. M.; FARALDO, M. I. F.; AKIHIKO, A.; VEASEY, E. A. Variabilidade genética em etnovarietades de mandioca. In: CEREDA, M. P. (Ed.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, p. 207-241.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia, da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 1104p.

SOUZA, L. de S. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa, Mandioca e Fruticultura, 2006. 817p.

STOL, G. **Protección natural de cultivos** (baseada em Recursos locais em El Trópico y Subtropical). Weikersheim: Margraf, 1989.

SUNDARAM, K. M. S.; CAMPBELL, R.; SLOANE, L.; STUDENS, J. Uptake, translocation, persistence and fate of azadirachtin in aspen plants (*Populus tremuloides* Michx) and effects on pestiferous two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Crop protection**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 415-421, 1995.

TAKAHASHI, M. Cultivo comercial na região centro sul do Brasil. In: CEREDA, M. P. (Org.) **Agricultura: Tuberosas amiláceas latino americanas**. 1 ed. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, 2002. p. 258-273.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. 1. ed. Paranaí: Editora Grafica Olimpica, 2001. 88 p.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. 2. ed. Paranaí: Olímpica, 2005. 116p.

TERTULIANO, M.; DOSSOU-GBETE, S.; LE RÜ, B. Antixenotic and antibiotic componentes of resistance to the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae), in various host-plants. **Insect Science and Its Application**, Kenya, v. 5, p. 657-665, 1993.

TOLEDO, S. M.; CARNEIRO, P. G.; TEIXEIRA, M. Z. Pesquisa homeopática na agricultura: premissas básicas. **Revista de Homeopatia**, São Paulo, v. 68, n. 1-2, p. 63-73, 2003.

TSUZUKI, E. WAKIYAMA, Y.; ETO, H.; HANDA, H. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plant. **Japan Journal Crop Science**, Bankyo-ku, v. 66, n. 4, p. 15 - 16, 2000.

TURRA, C. **Elementos químicos como critério de discriminação de citros orgânicos de convencionais**. Piracicaba, 2005. 97p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

VEZON, M.; ROSADO, M. da C.; PINTO, C. M. F.; DUARTE, V. da S.; EUZÉBIO, D. E.; PALLINI, A. Potencial de defensivos alternativos para o controle do ácaro-branco em pimenta "Malagueta". **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 224-227, 2006.

VIEIRA, L. S. **Fitoterapia da Amazônia: manual de plantas medicinais**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 347p.

VILAS-BOAS, A. M.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; LUNA-ALVES-LIMA, E. A. Desenvolvimento e aperfeiçoamento de inseticidas biológicos para o controle de pragas. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 35, n. 4, p. 749-761, 1992.

WARE, G. W. **The pesticide book**. Fresno: Thomson Publications. 4. ed. 1993. p. 57-62.

WILDE, A. R.; HEYNDRICKX, A.; CARTON, D. A case of fatal rotenone poisoning in a child. **Journal of Forensic Sciences**, v. 31, p. 1492-1498, 1986.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JÚNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em limoeiro cravo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 529-533, 2004.