

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

MARÍLIA CECILIA DE SOUZA BITTENCOURT

Situação atual do controle biológico de pragas com ácaros predadores no Brasil

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2017

MARÍLIA CECILIA DE SOUZA BITTENCOURT

Situação atual do controle biológico de pragas com ácaros predadores no Brasil

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: Revisão de Literatura.**

Orientador: Angelo Pallini Filho

Coorientadores: Felipe Colares

Marcus V. A. Duarte

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2017

MARÍLIA CECILIA DE SOUZA BITTENCOURT

Situação atual do controle biológico de pragas com ácaros predadores no Brasil

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: Revisão de Literatura.**

APROVADO:

**Prof. Angelo Pallini Filho
(orientador)
(UFV)**

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade concedida.

Ao orientador Angelo Pallini e aos coorientadores Felipe e Marcus, pelo apoio na elaboração do trabalho.

A minha família e amigos que, longe ou perto, sempre se fizeram presentes, não deixando faltar carinho e apoio.

RESUMO

O excessivo e indiscriminado uso de produtos químicos no controle de insetos e ácaros praga têm causado uma série de distúrbios ecológicos bem como danos à saúde humana. Como alternativa ao uso de agrotóxicos, tem-se o controle biológico, que consiste no emprego de organismos vivos – inimigos naturais - para combater pragas que atacam as lavouras. Trata-se de uma estratégia muito utilizada em sistemas agroecológicos, assim como na agricultura convencional que se vale do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Os ácaros predadores, em especial aqueles pertencentes à família Phytoseiidae, configuram-se como um tipo de inimigo natural que têm sido muito utilizados no controle biológico de ácaros pragas e pequenos insetos em diferentes países, incluindo o Brasil, ainda que de forma limitada. Atualmente, três ácaros predadores são comercializados no Brasil, sendo eles *Neoseiulus californicus*, *Phytoseiulus macropilis* e *Stratiolaelaps scimitus*, dos quais os dois primeiros pertencem à família Phytoseiidae e o último à família Laelapidae. Contudo, a área sob controle biológico com ácaros predadores no Brasil é irrisória, limitada por inúmeras razões culturais e estruturais. O objetivo do presente trabalho é elucidar sobre a situação do controle biológico utilizando ácaros predadores, em especial da família Phytoseiidae, no Brasil.

Palavras-chave: Phytoseiidae; inimigos naturais; agrotóxicos.

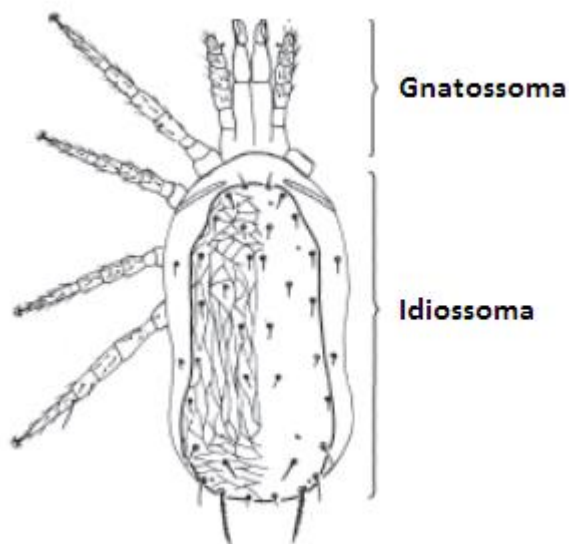
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	07
2 DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1 A família Phytoseiidae.....	13
2.2 O mercado de ácaros predadores no Brasil e no mundo.....	15
2.3 Métodos de liberação.....	20
2.4 Área sob controle biológico com ácaros predadores no Brasil.....	22
2.5. Desafios à expansão do controle biológico com ácaros predadores no Brasil.....	23
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
4 REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Os ácaros são artrópodes de tamanho reduzido pertencentes à classe Arachnida e subclasse Acari. Estes organismos, que representam o segundo maior grupo de artrópodes, atrás apenas dos insetos (MORAES, 2008), possuem hábitos alimentares dos mais diversos, sendo as espécies fitófagas de grande interesse econômico para o homem, uma vez que se constituem como pragas agrícolas de plantas cultivadas. Dentro do Filo Arthropoda, os ácaros se distinguem da classe dos insetos por apresentarem quatro pares de patas na fase adulta, ao invés de três, e por não apresentarem antenas (MENEZES, 2007). Além disso, a grande maioria dos ácaros não possui segmentação, o que os difere dos demais indivíduos da classe Arachnida (MORAES, 2008), bem como dos insetos. O corpo de um ácaro é, portanto, indiviso, porém, é basicamente delimitado por duas regiões, uma anterior, chamada de gnatossoma, e outra posterior, denominada idiossoma (figura 1), a fim de facilitar a taxonomia (MENEZES, 2007).

Figura 1 Divisão morfológica básica do corpo de um ácaro



Adaptado de: Moraes (2008).

Os ácaros que se alimentam de plantas, fitófagos, pertencem a cinco famílias: Tetranychidae, Tenuipalpidae, Eriophyidae, Tarsonemidae e Tuckerellidae (GULATI, 2013), com destaque para a primeira, que compreende cerca de 60% das espécies de importância econômica a nível mundial (SATO, 2006). Os ácaros fitófagos atacam principalmente as folhas das plantas, onde perfuram as células da epiderme e se alimentam do conteúdo celular,

provocando injúrias que podem afetar a taxa fotossintética e, por conseguinte, reduzir a produção. Além disso, algumas espécies de ácaros estão associadas a vírus de plantas, como por exemplo, o *Brevipalpus phoenicis*, vetor do “citrus leprosis virus” (CiLV) e do “coffee ringspot virus” (CoRSV) (COSTA, 1998). Estima-se que, no Brasil, existam entre 20 e 30 espécies de ácaros de importância agrícola, sendo as principais o ácaro-da-leprose (*Brevipalpus phoenicis*), o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) e o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*), devido ao número de espécies vegetais de valor econômico atacadas e a magnitude dos danos causados (MORAES, 2008).

O controle de ácaros fitófagos no Brasil é realizado majoritariamente através do uso de acaricidas, devido a sua eficiência e aplicação relativamente simples. Contudo, este método está associado a uma série de problemas, uma vez que os acaricidas não afetam somente os ácaros pragas, mas também outros artrópodes, incluindo inimigos naturais, além do meio ambiente e o próprio homem. O uso incorreto de defensivos, como a aplicação de doses superiores àquela recomendada e a não observação do período de carência estabelecido, têm como consequência a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos em níveis acima do limite máximo permitido pelos órgãos fiscalizadores. O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) realizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), tem como objetivo avaliar os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal que chegam à mesa do consumidor. Dentre as amostras de alimentos analisadas no PARA de 2012, 25% se mostraram insatisfatórias, por conterem irregularidades como a presença de resíduos em quantidade acima do limite máximo tolerado e ou por apresentarem resíduos de agrotóxicos não registrados para cultura (ANVISA, 2014). Um documento divulgado pelo Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) em 2015, revela o posicionamento do órgão do Ministério da Saúde acerca dos agrotóxicos, onde esclarece sobre os efeitos associados à exposição a estes produtos. Segundo o INCA, tanto as pessoas que entram em contato diretamente com agrotóxicos (exposição ocupacional) quanto àquelas expostas a pequenas e recorrentes doses presentes em alimentos e no ambiente estão sujeitas aos efeitos tóxicos destes produtos. As implicações à saúde devido a exposição crônica e aguda aos agrotóxicos incluem aborto, convulsões, câncer e até mesmo a morte (INCA, 2015). De acordo com o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), entre 2007 e 2015 foram verificados 84.206 casos de intoxicação por agrotóxicos no Brasil (ALMEIDA et al., 2017), número que, apesar de notável, subestima a magnitude do problema no País, dado a grande proporção de sub-registro de casos.

Além de contaminar o solo e a água, e causar efeitos adversos à saúde humana, aplicações constantes de pesticidas têm levado ao desenvolvimento de populações resistentes, problema que tem sido observado com maior frequência para ácaros em relação a outros grupos de pragas (MORAES, 2008). A resistência desenvolvida por uma população de organismos é entendida como a capacidade que estes indivíduos adquirem em tolerar doses de pesticidas outrora letais (MORAES, 2008). O desenvolvimento de resistência, fenômeno hereditário (CROW, 1957), está ligado a exposições frequentes a um mesmo ingrediente ativo, onde certos indivíduos de uma população são selecionados e progressivamente passam a ocorrer em maiores proporções (MORAES, 2008). Casos de resistência de espécies de ácaros a diferentes acaricidas têm sido reportados no Brasil e no mundo (CAMPOS, 2001; SATO et al., 2007; FRANCO et al., 2007; HERRON et al., 1993; STUMPF et al., 2001; VAN LEEUWEN et al., 2010). O desenvolvimento de resistência tem sido observado com maior frequência para ácaros em relação a outros grupos de pragas devido às suas características biológicas, de tal modo que, num curto período de um a quatro anos, altos níveis de resistência podem ser constatados (MORAES, 2008). O ciclo de vida curto, que permite a exposição de gerações sucessivas a determinado agrotóxico, as altas taxas de mutação e o padrão reprodutivo dos ácaros contribuem para os altos índices de resistência observados (MORAES, 2008). Em decorrência do surgimento de populações resistentes, os produtores, naturalmente, passam a aplicar doses maiores e não recomendadas e com maior frequência, solução momentânea que agravará o problema no longo prazo (GEORGHIOU, 1986). Uma das práticas do manejo de resistência a pesticidas que contribui para retardar a evolução do problema é a rotação de produtos com modos de ação diferentes, porém, tal medida muitas vezes torna-se limitada devido ao escasso número de produtos registrados para determinadas culturas, principalmente aquelas de baixo valor de mercado.

Os danos decorrentes do uso de pesticidas na agricultura, tanto para saúde humana quanto para o meio ambiente, têm sido cada vez mais questionados pela sociedade, o que tem aberto espaço para sistemas de cultivo mais sustentáveis (PESSOA et al., 2002). Produtos identificados como orgânicos, ou que possuam algum outro tipo de certificação que os caracterizem como ambientalmente ou socialmente corretos têm crescido em importância, ainda que o preço pago por tais produtos seja mais elevado (PESSOA et al., 2002). Ao comprar um produto orgânico, devidamente certificado, o consumidor tem garantido, além da qualidade, a segurança ambiental atendida por esse sistema de produção, assim como a segurança alimentar. O mercado de produtos orgânicos, já consolidado em países da Europa e

nos Estados Unidos, tem ganhado visibilidade cada vez maior no Brasil. Apesar da crise econômica, o mercado nacional de orgânicos cresceu 20% em 2016, com faturamento estimado de 3 bilhões, de acordo com o Conselho Nacional da Produção Orgânica Sustentável – Organics (GLOBO RURAL, 2017). O Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), traçou pela primeira vez o perfil da atividade no País, onde constatou-se a existência de 90 mil estabelecimentos agropecuários praticantes da agricultura orgânica, os quais perfazem 2% do total de estabelecimentos (IBGE, 2009), o que demonstra o grande potencial de expansão deste segmento. O mercado de orgânicos no Brasil encontra-se em processo de consolidação, e possui grande potencial de expansão nos próximos anos, tanto com destino ao mercado externo quanto interno, onde um dos principais entraves ao consumo ainda é o preço dos produtos, que chega a ser em média 30% maior do que o de seus similares convencionais (CAMARGO FILHO et al., 2004). Pesquisas indicam que 82% das famílias americanas consumiram orgânicos no último ano, já no Brasil, o número cai para 15% (LIU, 2017), fato que pode ser facilmente explicado pela notória diferença de poder aquisitivo e nível de instrução entre as populações destes países. Portanto, espera-se que, com o desenvolvimento econômico do Brasil e consequente melhoria no padrão de vida de seus habitantes, bem como no nível de escolaridade, haja um aumento significativo no consumo de produtos orgânicos.

Embora muito atrativa tanto em termos financeiros quanto ideológicos, a prática da agricultura orgânica é limitada pela falta de insumos, principalmente no que se refere ao controle de pragas e doenças (NEVES et al., 2000). Fundamentada na conservação dos recursos naturais e de base agroecológica, a agricultura orgânica não permite, entre outras práticas, o emprego de agrotóxicos. Sendo assim, o controle biológico de pragas apresenta-se como uma alternativa passível de ser utilizada em substituição aos agrotóxicos em sistemas de produção orgânicos e outros de base agroecológica, bem como em sistemas de cultivo direcionados a algum tipo de certificação que restrinja o uso do controle químico ou ainda em sistemas de cultivo convencionais que se valem do Manejo Integrado de Pragas.

O termo Controle Biológico possui dois enfoques distintos, podendo ser diferenciado em controle biológico natural e controle biológico aplicado. Do ponto de vista ecológico, o controle biológico é uma parte do controle natural, onde uma população de organismos é controlada por uma combinação de fatores classificados como bióticos ou abióticos. (MORAES, 2008). Os inimigos naturais, grupo formado por parasitas (parasitoides),

predadores e patógenos, compreendem os fatores bióticos de controle natural, pois afetam de alguma forma o organismo considerado. Portanto, em ecossistemas naturais, assim como em agroecossistemas, muitos artrópodes fitófagos são mantidos em baixas densidades populacionais devido à ação dos inimigos naturais que ocorrem naturalmente no ambiente. Do ponto de vista aplicado, o controle biológico refere-se ao uso, pelo homem, de inimigos naturais para controlar pragas agrícolas e assim reduzir suas populações abaixo do nível de dano econômico (MORAES, 2008). Esse tipo de controle pode ser subdividido em três tipos: clássico, aumentativo e conservativo (MAHR et al., 2008). O *controle biológico clássico* envolve a importação de inimigos naturais de outro país ou região a fim de controlar determinada praga. O controle biológico clássico difere dos demais por requerer uma série de estudos prévios à introdução do inimigo natural não-nativo (MAHR et al., 2008) de modo a garantir a eficácia do controle assim como assegurar a inocuidade da espécie exótica sobre o equilíbrio do ecossistema que o recebe. No *controle biológico aumentativo*, inimigos naturais criados em laboratório são liberados periodicamente em áreas de produção agrícola. Esse tipo de controle conta com mais de 200 espécies de inimigos naturais disponíveis comercialmente no mercado mundial (VAN LENTEREN, 2000). Já o *controle biológico conservativo*, consiste na preservação dos inimigos naturais existentes na área através de práticas que permitam a sua sobrevivência e multiplicação, como a manutenção de fontes de alimento e habitat e uso de pesticidas seletivos. O controle biológico conservativo configura-se como uma prática relativamente simples que contribui para o equilíbrio do agroecossistema, e que pode proporcionar redução no custo de produção, devido à economia no controle fitossanitário.

Os inimigos naturais, como são denominados os agentes biológicos de controle, são diferenciados em grupos distintos, de acordo com a sua interação com a praga. Dentre os grupos de inimigos naturais existentes, estão os predadores, assim designados por serem geralmente maiores que suas presas e provocarem a morte das mesmas de imediato. Além disso, os inimigos naturais pertencentes ao grupo dos predadores requerem um grande número de presas para completar o seu ciclo de vida (PARRA, 2002), condição que em muito contribui para o controle efetivo da praga. Os ácaros predadores, em especial aqueles pertencentes à família Phytoseiidae, têm sido muito utilizados no controle de ácaros pragas e pequenos insetos em diferentes países, incluindo o Brasil, onde a diversidade de indivíduos desta família é extremamente elevada (MORAES, 2008). Até o ano 2004 haviam sido relatadas no País 131 espécies de fitoseídeos (MORAES et al., 2004). Segundo a Associação

Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio), atualmente três ácaros predadores são comercializados no Brasil, sendo eles *Neoseiulus californicus*, *Phytoseiulus macropilis* e *Stratiolaelaps scimitus*, dos quais os dois primeiros pertencem à família Phytoseiidae e o último à família Laelapidae (ABCBio, 2016). Os ácaros predadores comercializados mundialmente perfazem um total de 52 espécies (VAN LENTEREN, 2012; VAN LENTEREN et al., 2017), sendo que 45 pertencem à família Phytoseiidae, o que enfatiza o destaque deste grupo no controle biológico aplicado, principalmente de ácaros. Vale ressaltar que, entre as 25 espécies de inimigos naturais mais utilizadas no controle biológico aumentativo no mundo, 4 delas são ácaros da família Phytoseiidae (*Amblyseius swirskii*, *Neoseiulus cucumeris*, *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus*) (VAN LENTEREN, 2012).

O objetivo do presente trabalho é elucidar sobre a situação do controle biológico utilizando ácaros predadores, em especial da família Phytoseiidae, no Brasil.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A família Phytoseiidae

A família Phytoseiidae compreende cerca de 2.700 espécies (DEMITE et al., 2014) que incluem diversos predadores de ácaros e de insetos utilizadas como agentes de controle biológico de pragas agrícolas. Os fitoseídeos são especialmente importantes no controle biológico de ácaros, tripes e mosca-branca (MCMURTRY et al., 2013). Eles pertencem à ordem Acari, subordem Mesostigmata, e possuem as seguintes subfamílias: Amblyseiinae, Phytoseiinae e Typhlodrominae. Estes pequenos artrópodes caracterizam-se por não tolerarem luz incidente direta, sendo conhecidos como fototróficos negativos e por apresentarem rapidez em seus movimentos, buscando ativamente suas presas (MOARES, 2008). Ainda que possam ser encontrados no solo, os fitoseídeos ocorrem principalmente sobre as plantas (MORAES, 2008), onde são capazes de encontrar alimento e proteção. Em virtude de seu diminuto tamanho – 200 a 500 μ – os fitoseídeos são dispersos principalmente pelo vento, meio pelo qual eles deixam-se levar quando seu alimento se torna escasso (SABELIS et al., 1985).

Os fitoseídeos são reputados principalmente por seu hábito predatório sobre pequenos artrópodes e nematoides, no entanto, possuem outras fontes de alimento, como pólen, fungos, exsudatos de plantas, entre outros (MCMURTRY et al., 2013). McMurtry e Croft (1997) propuseram a subdivisão dos fitoseídeos em quatro grupos distintos, com base no modo de vida dos indivíduos, orientado pelo comportamento alimentar dos mesmos. A classificação de McMurtry & Croft (1997) foi recentemente revisada (MCMURTRY et al., 2013) e uma visão geral dos dois sistemas é apresentada na tabela 1. Além dos grupos de fitoseídeos já estabelecidos por estes autores, duas possíveis novas categorias podem ser propostas no futuro: fitoseídeos de hábito aquático e fitoseídeos que sugam líquido de células de plantas (MCMURTRY et al., 2013). Duas espécies de fitoseídeos já foram reportadas sobre plantas aquáticas na América do Sul e o primeiro relato sobre ácaros da família Phytoseiidae com capacidade de sugar líquido celular de folhas de plantas data de 1959 (CHANT, 1959). A adição de novos tipos de modo de vida na família Phytoseiidae requer, no entanto, estudos mais aprofundados.

A sistematização dos diferentes modos de vida – hábitos alimentares e habitat – exibidos pelos ácaros fitoseídeos é de fundamental importância no estudo de possíveis agentes

de controle biológico, bem como no desenvolvimento de técnicas favoráveis a manutenção destes inimigos naturais em áreas cultivadas. O uso de ácaros generalistas, por exemplo, no controle biológico, torna-se vantajoso uma vez que estes são capazes de permanecer nas plantas cultivadas mesmo na ausência de suas presas (praga alvo) dado a sua capacidade de se alimentar de outras fontes, como o pólen. Duarte et al., (2015) relatou que a suplementação de pólen nas plantas de pimenta atacadas por ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) melhorou o controle biológico pelo fitoseídeo generalista *Amblyseius herbicolus*. A empresa belga Biobest Sustainable Crop Management, comercializa, além de inimigos naturais para controle biológico, o Nutrimite™, um alimento suplementar para os ácaros predadores da família Phytoseiidae *Euseius gallicus* e *Amblyseius swirskii*, composto por uma mistura de pólenes selecionados. De acordo com o site da empresa, o Nutrimite™ é usado com a finalidade de acelerar e aumentar o desenvolvimento da população dos fitoseídeos aplicados como agentes de controle biológico. Constata-se então, a importância do estudo do comportamento dos ácaros fitoseídeos, em função do aperfeiçoamento de técnicas no controle biológico aplicado.

Tabela 1 Classificação de Phytoseiidae quanto ao modo de vida

McMurtry & Croft (1997)	McMurtry et al. (2013)
TIPO I – predadores especialistas de ácaros do gênero <i>Tetranychus</i>	TIPO I – predadores especialistas subdivididos de acordo com a especificidade por ácaros de diferentes grupos: I-a, b, c
TIPO II – predadores com preferência por ácaros da família Tetranychidae	TIPO II – predadores com preferência por ácaros da família Tetranychidae
TIPO III – generalistas – se alimentam de ácaros, tripes, mosca-branca, nematoides, fungos, pólen, <i>honeydew</i> , etc.	TIPO III – generalistas subdivididos de acordo com o habitat: III-a, b, c, d, e
TIPO IV – preferência por pólen e predação generalista	TIPO IV – preferência por pólen e predação generalista

Adaptado de: McMurtry et al., 2013

Segundo Moraes (1992) o primeiro relato sobre a predação de ácaros fitófagos por ácaros da família Phytoseiidae data de 1906, em que observou-se o fitoseídeo *Typhlodromus pomi* se alimentando de *Eriophyes pyri*, ácaro causador de galhas em folhas de pereira e outras espécies da família Rosaceae. Contudo, só a partir da segunda metade do século XX obteve-se um volume significativo de informações sobre o potencial desses predadores no controle biológico (PARRA, 2002). Van Lenteren (2012) estima que o primeiro emprego de ácaros predadores no controle biológico aplicado se deu em 1968, na Europa, com o fitoseídeo *Phytoseiulus persimilis*, atualmente utilizado mundialmente em mais de 20 países no controle de ácaros da família Tetranychidae.

2.2 O mercado de ácaros predadores no Brasil e no mundo

Segundo (VAN LENTEREN, 2012), até o ano 2011 existiam no mercado mundial 230 espécies de inimigos naturais invertebrados comercializados para aplicação no controle biológico de pragas, dos quais 219 pertenciam ao filo Arthropoda. Os ácaros configuravam o segundo grupo de maior expressão entre estes artrópodes (30 espécies), atrás apenas dos inimigos naturais pertencentes à ordem Hymenoptera (120 espécies). Dentre as 30 espécies de ácaros predadores comercializadas, 21 delas controlavam ácaros fitófagos e somente 5 não pertenciam à família Phytoseiidae. Van Lenteren et al., (2017) compilou uma nova lista de agentes de controle biológico disponíveis no mercado mundial em adição àquela feita em 2012, resultando em cerca de 350 inimigos naturais ao todo. Na lista adicional, 21 espécies de ácaros predadores foram inclusas, totalizando 51 espécies deste grupo, onde 43 pertencem à família Phytoseiidae (tabela 2). A facilidade com que se criam ácaros predadores de forma massal, a sua simples liberação no campo – que pode inclusive ser feita de forma mecânica - e o fato de não se espalharem ativamente por longas distâncias, são características que os tornam populares entre os agentes de controle biológico aplicado (VAN LENTEREN, 2012).

No Brasil, o número de empresas que comercializam agentes de controle biológico é escasso, e ainda mais escassas são aquelas que vendem ácaros predadores, sendo a Promip e a Koppert Biological Systems as únicas no ramo, ambas com sede no estado de São Paulo (tabela 3). A Koppert Biological Systems foi fundada na Holanda em 1967 e hoje possui distribuidores e subsidiárias na África, América, Ásia e Europa, abrangendo mais de 90 países. A empresa de origem holandesa comercializa, além de outros agentes de controle

biológico, o ácaro fitoseídeo *Neoseiulus californicus*, produto registro sob o nome SPICAL®, indicado principalmente para o controle do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), mas também capaz de predação o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) e o ácaro-vermelho-das-palmeiras (*Raoiella indica*), em todas e quaisquer culturas com ocorrência destas pragas. O produto SPICAL® é composto por ovos, formas jovens e adultos do fitoseídeo, misturados com vermiculita, um composto inerte utilizado como veículo para aplicação e distribuição dos predadores sobre as plantas.

A outra representante do comércio de ácaros predadores no Brasil, a Promip, foi fundada em 2006, como uma empresa incubada e associada à ESALQ/Tec, incubadora da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) em Piracicaba/SP, onde permaneceu por dois anos. Atualmente, a empresa conta com infraestrutura na cidade de Engenheiro Coelho/SP, onde consolidou sua biofábrica e centro de pesquisas. Segundo reportagem da revista EXAME, o faturamento esperado pela Promip para 2017 é de 15 milhões de reais, 30% a mais do que em 2016 (BRANCO, 2017). Além disso, os pesquisadores da Promip trabalham em parceria com a americana DuPont e a alemã Basf, líderes mundiais no comércio de agroquímicos, em projetos de pesquisa relacionados ao controle biológico. A Promip comercializa, além de serviços de caráter agrônomo e produtos utilizados em programas de Manejo Integrado de Pragas (como feromônios sexuais e armadilhas entomológicas), cinco agentes de controle biológico, sendo três deles ácaros predadores. Os fitoseídeos *Phytoseiulus macropilis* e *Neoseiulus californicus* são comercializados conjuntamente em um único produto, sob os nomes comerciais de NEOMIP MAX® e MACROMIP MAX®, e têm como praga alvo o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*). A diferença entre estes produtos é que o primeiro controla as populações de pragas em um período mais longo, enquanto o segundo promove o decaimento de grandes populações em um prazo menor, segundo Marcelo Poletti, CEO da Promip (SALLES, 2014). Cada frasco de NEOMIP MAX® e MACROMIP MAX® contém cerca de 2.000 ácaros predadores misturados com vermiculita. O 3º ácaro predador produzido pela Promip é o *Stratiolaelaps scimitus*, que, ao contrário dos demais, não pertence à família Phytoseiidae e não controla ácaros praga, mas sim a mosca-dos-fungos ou *fungus gnats* (*Bradysia matogrossensis*).

Alunos da pós-graduação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) fundaram em 2014 a Econrole, empresa de consultoria em manejo agroecológico de pragas, incubada pelo Centro Tecnológico de Desenvolvimento Regional de

Viçosa (CenTev), órgão ligado à Universidade. A Econtrole surgiu a partir do desejo de se repassar para os agricultores os conhecimentos gerados pela pesquisa na Universidade, que muitas vezes tinham seus resultados limitados à divulgação por meio de trabalhos científicos. A empresa atualmente presta serviços de identificação e monitoramento de populações de pragas e inimigos naturais nas lavouras e pretende, em breve, comercializar agentes de controle biológico, incluindo ácaros predadores. A Econtrole encontra-se em processo de obtenção de licenças ambientais e registro de ácaros junto aos órgãos responsáveis e dentro de pouco tempo estará no mercado de comércio varejista de agentes de controle biológico.

Tabela 2 Ácaros predadores comercializados mundialmente

Phytoseiidae		
Ácaro predador	Região onde é utilizado	Praga alvo
<i>Amblydromalus limonicus</i>	Europa	Tripes e mosca-branca
<i>Amblyseius andersoni</i>	Europa, América do Norte, Ásia	Ácaros
<i>Amblyseius largoensis</i>	Europa	Ácaros
<i>Amblyseius limonicus</i>	Europa	Ácaros, tripes
<i>Amblyseius swirskii</i>	Europa, África, Ásia América do Norte e Latina	Ácaros, tripes e mosca-branca
<i>Amblyseius womersleyii</i>	Ásia	Ácaros
<i>Amblyseius aizawa</i>	Ásia	Ácaros
<i>Amblyseius longispinosus</i>	Ásia	Ácaros
<i>Amblyseius makuwa</i>	Ásia	Ácaros
<i>Amblyseius mckenziei</i>	Europa	Ácaros
<i>Amblyseius nicholsi</i>	Ásia	Ácaros em citros
<i>Amblyseius spp.</i>	Austrália	Ácaros em citros
<i>Euseius finlandicus</i>	Europa	Ácaros
<i>Euseius scutalis</i>	Europa	Ácaros
<i>Euseius gallicus</i>	Europa	Tripes e mosca-branca
<i>Euseius ovalis</i>	Europa	Tripes e mosca-branca

Tabela 2 continuação

Phytoseiidae		
Ácaro predador	Região onde é utilizado	Praga alvo
<i>Euseius stipulatus</i>	Europa e América do Sul	Ácaros
<i>Galendromus occidentalis</i>	América do Norte e Austrália	Ácaros
<i>Galendromus annectens</i>	América do Norte	Ácaros
<i>Galendromus helveolus</i>	América do Norte	Ácaros
<i>Galendromus pyri</i>	América do Norte	Ácaros
<i>Gynaeseius liturivorus</i>	Ásia	Tripes e mosca-branca
<i>Iphiseius degenerans</i>	Europa e América do Norte	Tripes
<i>Mesoseiulus longipes</i>	América do Norte	Ácaros
<i>Metaseiulus occidentalis</i>	Europa	Ácaros
<i>Neoseiulus barkeri</i>	Europa e América Latina	Tripes
<i>Neoseiulus longispinosus</i>	América Latina	Ácaros
<i>Neoseiulus barkeri</i>	Europa	Tripes
<i>Neoseiulus californicus</i>	Europa, Ásia, África, América do Norte e Latina	Ácaros
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Europa, Ásia, África, Oceania, América do Norte e Latina	Ácaros e tripes
<i>Neoseiulus fallacis</i>	Europa e América do Norte	Ácaros
<i>Neoseiulus wearnei</i>	Austrália	Ácaros
<i>Phytoseius finitimus</i>	Europa	Ácaros
<i>Phytoseiulus longipes</i>	Europa	Ácaros
<i>Phytoseiulus macropilis</i>	América Latina	Ácaros
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	Europa, África, Ásia, Oceania, América do Norte e Latina	Ácaros
<i>Transeius montdorensis</i>	Europa	Tripes e mosca-branca
<i>Thyphiodromus pyri</i>	América Latina	Ácaros

Tabela 2 continuação

Ácaro predador	Região onde é utilizado	Praga alvo
Phytoseiidae		
<i>Typhlodromus occidentalis</i>	Austrália	Ácaros
<i>Typhlodromus athiasae</i>	Europa	Ácaros
<i>Typhlodromus doreenae</i>	Europa	Ácaros
<i>Typhlodromus pyri</i>	Europa	Ácaros
<i>Typhlodromips montdorensis</i>	Europa	Ácaros e tripes
Laelapidae		
<i>Androlaelaps casalis</i>	Europa	Ácaros
<i>Galeolaelaps aculeifer</i>	Europa, África, Ásia, América do Norte e Oceania	Ácaro, dípteros e tripes
<i>Galeolaelaps gillespiei</i>	América do Norte	Dípteros e tripes
<i>Stratiolaelaps Miles</i>	Europa, América do Norte e Oceania	Sciaridae
<i>Stratiolaelaps scimitus</i>	Europa e América Latina	Sciaridae
Macrochelidae		
<i>Macrocheles robustulus</i>	Europa	Dípteros, tripes e lepdoptera
Parasitidae		
<i>Pergamasus quisquiliarum</i>	Europa	Sínfilos
Cheyletidae		
<i>Cheyletus eruditus</i>	Europa	Ácaros

Adaptado de: Van Lenteren (2012) e Van Lenteren (2017).

Dentre os ácaros predadores supracitados na tabela 2, cerca de 65% são comercializadas no mercado europeu, que se destaca por apresentar o maior número de

espécies disponíveis para o emprego no controle biológico aplicado. A relevância desse mercado na Europa está intimamente relacionada à prática da agricultura sob ambiente protegido, que é bastante difundida no continente, com destaque para a Espanha, que possui uma das maiores áreas de cultivo com estufas no mundo (CHANG et al., 2013). Em termos de volume de vendas, os maiores mercados de inimigos naturais como um todo, são aqueles da Holanda, Reino Unido, França e Espanha, que, junto com os Estados Unidos, respondem por dois terços do total comercializado (BOLCKMANS, 1999). Embora ainda limitado, o mercado de inimigos naturais em países da África, Ásia e América Latina tem crescido de forma significativa nos últimos anos (VAN LENTEREN, 2012).

Tabela 3 Ácaros predadores comercializados no Brasil

Empresa: Promip			
Produto	I.A.	Alvo	Indicação
NEOMIP MAX®	<i>Neoseiulus californicus</i> <i>Phytoseiulus macropils</i>	<i>Tetranychus urticae</i>	Todas as culturas
MACROMIP MAX®	<i>Neoseiulus californicus</i> <i>Phytoseiulus macropils</i>	<i>Tetranychus urticae</i>	Todas as culturas
STRATIOMIP®	<i>Stratiolaelaps scimitus</i>	<i>Bradysia</i> <i>matogrossensis</i>	Todas as culturas
Empresa: Koppert Biological Systems			
Produto	I.A.	Alvo	Indicação
SPICAL®	<i>Neoseiulus californicus</i>	<i>Tetranychus urticae</i>	Todas as culturas

I.A. = ingrediente ativo.

2.3 Métodos de liberação

A aplicação ou liberação dos ácaros predadores no campo é, em geral, feita de forma manual, distribuindo-se o conteúdo dos frascos sobre as plantas infestadas (figura 2). O ideal é que a aplicação seja feita de forma preventiva ou sob baixa infestação da praga alvo,

melhorando assim a eficiência do controle. Para cobertura de maiores áreas, a Koppert possui em seu portfólio dois equipamentos destinados à liberação mecânica dos ácaros, o AIRBUG® e o Mini-AIRBUG® (figura 3). Além disso, para a aplicação manual em determinadas culturas a Koppert possui outra ferramenta, o DIBOX® (figura 3). É importante ressaltar que, por se tratar de organismos vivos, estes devem ser liberados de imediato, ou ainda serem armazenados por curto período de tempo, de acordo com as recomendações do fabricante. Também, deve-se observar o histórico de pulverizações da lavoura, uma vez que resíduos de produtos químicos podem afetar o desempenho dos ácaros predadores. As empresas Promip e Koppert disponibilizam para seus clientes uma lista de produtos compatíveis e incompatíveis com os agentes biológicos de controle. A Koppert possui também um aplicativo para tal finalidade, gratuito, e disponível para Android, iOS, e Windows Phone.

Ao contrário dos pesticidas químicos, as doses e intervalos de aplicação de ácaros predadores não são estritamente estabelecidos, e vão depender do nível de infestação em que se encontra a lavoura. Além disso, por se tratarem de agentes biológicos de controle, os ácaros predadores não são inclusos em nenhuma classe toxicológica e, portanto, não é esperado nenhum efeito tóxico sobre homens e animais. Em relação à periculosidade ambiental, os produtos contendo ácaros predadores no Brasil são considerados pouco perigosos ao meio ambiente (classe IV).

Figura 2 Liberação manual de NEOMIP MAX® em cultivo de morango



Fonte: site da Promip

Figura 3 Liberação manual de ácaros predadores com DIBOX® e mecânica com Mini-AIRBUG®



Fonte: site da Koppert

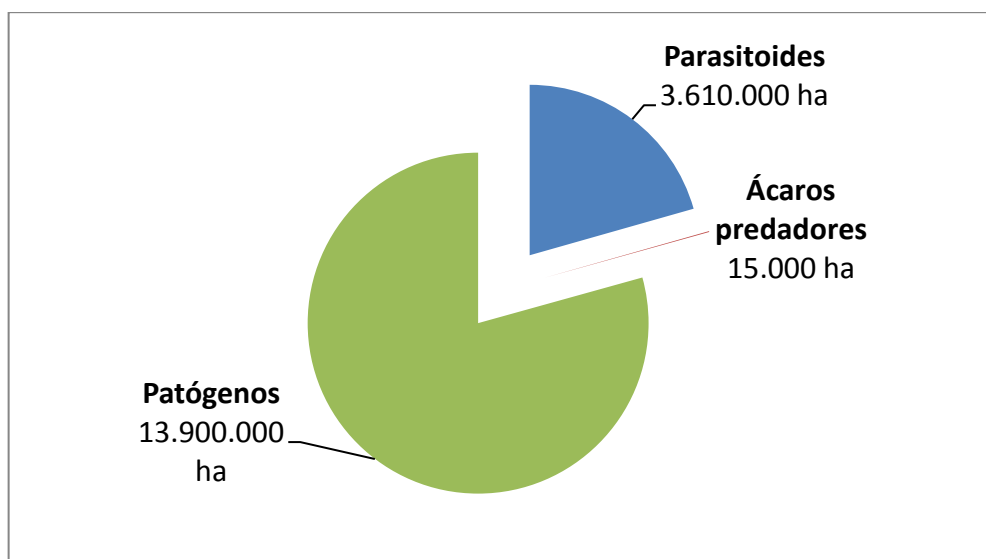
2.4 Área sob controle biológico com ácaros predadores no Brasil

Segundo Parra (2014), uma série de problemas limita o emprego do controle biológico no Brasil, sendo o aspecto cultural o de maior relevância, e que será discutido em mais detalhes no item 2.5. Outra limitação citada por Parra (2014) é o predomínio de estabelecimentos agrícolas extensos, onde se pratica a monocultura voltada para a produção de commodities, o que dificulta o processo de monitoramento de pragas e consequentemente a escolha da hora certa de se liberar os inimigos naturais. Como apontado por Van Lenteren (2012), o mercado de inimigos naturais com destino a lavouras sob campo aberto ainda é pouco relevante comparado àquele para emprego em cultivo protegido.

Parra (2016) estima que a área sob controle biológico com ácaros predadores no Brasil seja de 15.000 hectares, extensão irrisória, principalmente se comparada àquela sob controle com a vespa parasitoide *Cotesia flavipes*, usada no controle da broca-da-cana, que ultrapassa 3 milhões de hectares. A magnitude 200 vezes maior do controle biológico utilizando *C. Flavipes* é facilmente justificada pelo destaque da cana-de-açúcar no Brasil e a quase exclusividade do controle da broca através do parasitoide, em detrimento do controle químico.

Ainda assim, o potencial de uso de ácaros predadores no Brasil é parcamente explorado, cenário que tende a mudar nos próximos anos, em resposta à demanda por produtos livres de agrotóxicos.

Gráfico 1 Estimativa da área sob controle biológico no Brasil



Adaptado de: Parra (2016)

2.5. Desafios à expansão do controle biológico com ácaros predadores no Brasil

O modelo agrícola convencional, alicerçado na indústria agroquímica, passou a ser questionado a partir da década de 70 (PESSOA et al., 2002), em países da Europa e nos Estados Unidos principalmente, em virtude dos visíveis impactos negativos observados sobre o meio ambiente e o homem. Observou-se desde então, o surgimento de normas de certificação e de leis ambientais mais rígidas (PESSOA et al., 2002), bem como sistemas de cultivo alternativos de base agroecológica (NEVES et al., 2000), em que o uso de agrotóxicos é vetado. Neste contexto, surge também o Manejo Integrado de Pragas (MIP), método de controle de pragas que combina uma série de táticas complementares – incluindo o uso de inimigos naturais - em detrimento ao uso exclusivo de pesticidas (PARRA, 2014). Tem-se hoje, um cenário em que a demanda por produtos livres de resíduos de agrotóxicos é crescente, o que requer a busca por meios alternativos de controle de pragas e doenças. O controle biológico apresenta-se então como uma ferramenta capaz de contribuir para a

redução do emprego de agrotóxicos nas lavouras e, contudo, tem seu uso pouco difundido no Brasil, principalmente no que se refere aos ácaros predadores. As possíveis causas que limitam o uso de ácaros predadores no controle de pragas no Brasil serão brevemente discutidas no presente item.

A entomologia agrícola brasileira iniciou-se sob forte influência dos pesticidas, e a cultura de aplicar agroquímicos têm sido amplamente aceita e adotada por agricultores brasileiros (PARRA, 2014). A expansão do mercado de agrotóxicos no Brasil e no restante do mundo se deu principalmente em virtude do fim da 2ª Guerra Mundial, período em que as indústrias químicas que haviam sido desenvolvidas durante o conflito encontraram na agricultura um novo mercado a ser explorado (LONDRES, 2011). Assim, com os avanços tecnológicos advindos com a guerra, o Brasil, assim como outros países, passou por um período de modernização agrícola, onde o uso de defensivos químicos e outros insumos sintéticos foram amplamente difundidos entre os produtores. Soma-se a expansão do mercado de agroquímicos em nível mundial, o incentivo do governo brasileiro ao emprego de agrotóxicos, através do serviço de extensão rural oferecido, bem como por meio de políticas como o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, de 1975, e o Sistema Nacional de Crédito Rural, criado em 1965 (BUENO, 2013). O incentivo do governo, a eficiência no controle de moléstias que atacavam as lavouras, assim como os aumentos de produtividade obtidos com o emprego de defensivos e outros insumos sintéticos, contribuiu sobremaneira para a popularidade destes produtos e a sua consolidação como ferramenta indispensável na prática da agricultura. Tem-se então, como mencionado por Gorgen (2011) e Parra (2014), uma dependência cultural histórica em relação ao uso de agrotóxicos no Brasil, assim como no resto do mundo, segundo Van Lenteren (2012).

Ainda relacionado à concepção do produtor no que se refere ao controle de pragas, o fato do controle químico proporcionar rápidos resultados enquanto o emprego de ácaros predadores requer certo período de tempo até que haja a supressão da praga abaixo do nível de dano econômico, se configura como uma das principais razões da baixa aceitação do método (BALE et al., 2008). A postura imediatista dos produtores é um dos maiores desafios à expansão do controle biológico, e requer esforços tanto no sentido de aprimorar as técnicas de liberação quanto de tentar mudar a percepção dos produtores sobre o manejo de pragas.

Outra limitação ao emprego do controle biológico no Brasil como um todo, se refere à ineficiência dos serviços de extensão em promover a prática entre os agricultores (PARRA,

2014). Muitos produtores brasileiros sequer sabem da existência deste método de controle, e permanecem contando exclusivamente com o controle químico. A promoção do controle biológico por meio dos serviços de extensão, especialmente aos agricultores familiares, é de fundamental importância, principalmente se considerarmos as particularidades deste grupo. Os agricultores familiares produzem em pequenas áreas, de até quatro módulos fiscais e, segundo o Censo Agropecuária de 2006, são responsáveis por boa parte da produção de diversos itens da cesta básica do brasileiro, como a mandioca (87%) e o feijão (70%) (IBGE, 2009). Destaca-se ainda a representatividade desse grupo, que corresponde a 84% dos estabelecimentos rurais do País. Vale a pena ressaltar que, com o emprego do controle biológico, aliado a outros métodos que ajudem a reduzir ou mesmo eliminar o uso de pesticidas, o produtor é capaz de agregar valor aos seus produtos, por meio de selos de certificação ecológicos.

A logística de armazenamento e transporte também é uma limitação à utilização em larga escala de inimigos naturais, principalmente se levarmos em conta o tamanho do território brasileiro (PARRA, 2014). Por se tratarem de organismos vivos, os produtos contendo inimigos naturais requerem cuidados em seu manuseio e manutenção e possuem “vida de prateleira” curta. Sendo assim, caso o armazenamento e transporte de inimigos naturais sejam feitos de forma inadequada, a eficiência do controle poderá ser comprometida. No caso de ácaros predadores, a temperatura no transporte deve ser monitorada, e, tomando como exemplo o produto SPICAL®, estes podem ser armazenados por no máximo dois dias, a 8 – 10°C.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito embora os efeitos negativos dos agrotóxicos sobre o homem e o meio ambiente estejam mais do que comprovados, o Brasil lidera o consumo dessas substâncias, principalmente em virtude da forte expressão do monocultivo voltado para exportação de *commodities* no País. Por outro lado, sistemas de cultivo menos dependentes de agrotóxicos e mais sustentáveis têm crescido em importância e chamado cada vez mais atenção do mercado consumidor. O controle biológico, aliado a outras práticas de manejo de pragas, é uma ferramenta indispensável e promissora para ser utilizada em sistemas agroecológicos, bem como na agricultura convencional que se vale do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Comparado aos inseticidas, o emprego de inimigos naturais apresenta uma série de vantagens para o agricultor, para o meio ambiente e para a qualidade dos produtos, já que não possuem o inconveniente de intoxicar o homem e animais ou deixar resíduos tóxicos nos alimentos. Além disso, o emprego de agentes de controle biológico é incapaz de provocar o desenvolvimento de resistência de pragas.

Ainda que o controle biológico aplicado seja uma realidade no Brasil, o seu emprego está limitado a uma pequena área, principalmente com relação aos ácaros predadores. O avanço deste método no País esbarra em uma série de entraves, sendo um dos principais a percepção do agricultor. O produtor rural precisa ser informado e educado quanto a existência dos inimigos naturais e a sua eficiência no controle de pragas, bem como sobre as vantagens de se utilizar este método em detrimento do controle químico. Faz-se necessário também, o desenvolvimento de um modelo de controle biológico compatível com as características da agricultura brasileira, onde se tem plantios interruptos de culturas em grandes extensões sob área aberta em que a dinâmica de pragas é constante, contrário do cenário típico europeu, onde os inimigos naturais são empregados, em sua maioria, em cultivos sob ambiente protegido, onde o monitoramento de pragas é facilitado.

A agricultura é um campo bastante dinâmico e amplo e que está em constante inovação. Espera-se que com a entrada de profissionais recém formados no mercado de trabalho, as novas concepções de manejo de pragas, como a racionalização no uso de pesticidas e a incorporação do controle biológico, se dê de forma gradual, também em resposta a demanda da população por produtos de qualidade e isentos de resíduos tóxicos.

4 REFERÊNCIAS

ABCBio – Associação Brasileira das Empresas de Contol Biológico. Biodenfeivos registrados. Disponível em: <<http://www.abcbio.org.br/biodefensivos-registrados/>>. Acesso em: 26 agosto 2017.

ALMEIDA, M. D.; CAVENDISH, T. A.; BUENO, P. C.; ERVILHA, I. C.; GREGÓRIO, L. D. S.; KANASHIRO, N. B. O.; ROHLFS, D. B.; CARMO, T. F. M. A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 7, p. 1-11, 2017.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>>. Acesso em: 5 outubro 2017.

BALE, J. S.; VAN LENTEREN, J. C.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 363, n. 1492, p. 761–776, 2008.

BOLCKMANS, K. J. F. Commercial aspects of biological pest control in greenhouses. In: ALBAJES, R.; LODOVICA GULLINO, M.; VAN LENTEREN, J. C.; ELAD, Y. (eds). **Integrated pest, disease management in greenhouse crops**. Developments in Plant Pathology, vol. 14. Dordrecht: Springer, 1999. p. 310-318.

CAMARGO FILHO, W. P. C.; CAMARGO, F. P.; CAMARGO, A. M. M. P.; ALVES, H. S. Algumas considerações sobre a construção da cadeia de produtos orgânicos. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 2, p. 55-69, 2004.

CAMPOS, F. J. **Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) ao acaricida hexitiazox em citros**. 2001. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2001.

CHANG, J.; WU, X.; WANG, Y.; MEYERSON, L. A.; GU, B.; MIN, Y.; XUE, Y.; XUE, H.; PENG, C.; GE, Y. Does growing vegetables in plastic greenhouses enhance regional ecosystem services beyond the food supply? **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, n. 1, p. 43–49, 2013.

CHANT, D. A. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part I. Bionomics of seven species in south-eastern England. Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae with description of 38 new species. **Canadian Entomologist**, v. 91, Supplement 12, p. 1–166, 1959.

COSTA, C. L. Vetores de vírus de plantas. I. Insetos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 6, p. 103–171, 1998.

CROW, J. F. Genetics of insect resistance to chemicals. **Annual Review of Entomology**, v. 2, p. 227-246, 1957.

DEMITE, P. R.; MCMURTRY, J. A.; DE MORAES, G. J. Phytoseiidae database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). **Zootaxa**, v. 3795, n. 5, p. 571–577, 2014.

DUARTE, M. V. A.; VENZON, M.; BITTENCOURT, M. C. S.; RODRÍGUEZ-CRUZ, F. A.; PALLINI, A.; JANSSEN, A. Alternative food promotes broad mite control on chilli pepper plants. **BioControl**, v. 60, n. 6, p. 817–825, 2015.

FRANCO, C. R.; CASARIN, N. F. B.; DOMINGUES, F. A.; OMOTO, C. Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas inibidores da respiração celular em citros: resistência cruzada e custo adaptativo. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 4, p. 565–576, 2007.

GEORGHIOU, G. P. The magnitude of resistance problem. In: **Pesticide resistance: strategies and tactics for management**. Washington: National Academic Press, 1986. p. 14-43.

GLOBO RURAL. Mercado de orgânicos cresce 20% em 2016, com faturamento de R\$ 3 bi. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Sustentabilidade/noticia/2017/01/globo-rural-mercado-de-organicos-cresce-20-em-2016-com-faturamento-de-r-3-bi.html>>. Acesso em: 3 novembro 2017.

GÖRGEN, F. S. A. O círculo vicioso dos venenos agrícolas. In: **Agrotóxico: caderno de formação 1**. Brasil, 2011. p. 15-17.

HERRON, G.; EDGE, V.; ROPHAIL, J. Clofentezine and hexythiazox resistance in *Tetranychus urticae* Koch in Australia. **Experimental and Applied Acarology**, v. 17, n. 6, p. 433-440, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 11 novembro 2017.

INCA – Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf>. Acesso em: 10 outubro 2017.

LIU, M. Qual o tamanho do mercado de orgânicos no Brasil? Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/07/qual-o-tamanho-do-mercado-de-organicos-no-brasil.html>>. Acesso em: 2 novembro 2017.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

MAHR, D. L.; WHITAKER, P.; RIDGWAY, N. **Biological control of insects and mites: an introduction to beneficial natural enemies and their use in pest management**. Wisconsin: Cooperative Extension Publishing, University of Wisconsin- Extension, 2008.

MCMURTRY, J. A.; MORAES, G. J.; SOURASSOU, N. F. Revision of the lifestyles of Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and applied Acarology**, v. 18, n. 4, p. 297–320, 2013.

MCMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of Phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 42, n. 1, p. 291-321, 1997.

- MORAES, G. J. D.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.
- MORAES, G. J. D.; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H. A.; CAMPOS, C. B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v. 434, n. 1, p. 1-494, 2004.
- MORAES, G. J. D. Perspectivas para o uso de predadores no controle de ácaros fitófagos no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 263–270, 1992.
- NEVES, M. C. P.; MEDEIROS, C. A. B.; ALMEIDA, D. L.; DE POLLI, H.; RODRIGUES, H. R.; GUERRA, J. G. M.; NUNES, M. U. C.; CARDOSO, M. O.; AZEVEDO, M. S. F. R.; VIEIRA, R. C. M. T.; SAMINÊZ, T. C. O. Agricultura Orgânica: instrumento para a sustentabilidade dos sistemas de produção e valoração de produtos agropecuários. Seropédica: Embrapa Agrobiologia (Documentos), 2000. 22 p.
- PARRA, J. R. P. Situação do controle biológico no Brasil. Desafios da pesquisa em controle biológico na agricultura no estado de São Paulo - FAPESP. Disponível em: <http://www.fapesp.br/eventos/2016/02/cb/Jose_Roberto.pdf>. Acesso em: 23 agosto 2017.
- PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420-429, 2014.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil : parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 635 p.
- PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. S.; CAMARGO, C. P. **Qualidade e Certificação de Produtos Agropecuários**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica (Texto para Discussão), 2002. 188 p.
- SABELIS, M. W.; DICKE, M. Long range dispersal and searching behaviour. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (orgs.). **Spider mites and their control**. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 141-160.
- SALLES, M. Engenheiros agrônomos investem no controle biológico de pragas. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/09/engenheiros-agronomos-investem-no-controle-biologico-de-pragas.html>> Acesso em: 2 novembro 2017.
- SATO, M. E.; SILVA, M. Z.; CANGANI, K. G.; RAGA, A. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. **Bragantia**, v. 66, n. 1, p. 89-95, 2007.
- STUMPF, N.; ZEBITZ, C. P. W.; KRAUS, W.; MORAES, G. D.; NAUEN, R. Resistance to organophosphates and biochemical genotyping of acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 69, n. 2, p. 131–142, 2001.
- VAN LEEUWEN, T.; VONTAS, J.; TSAQKARAKOU, A.; DERMAUW, W.; TIRRY, L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 40, n. 8, p. 563–572, 2010.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSER, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, p. 1–21, 2017.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, n. 1, p. 1–20, 2012.

VAN LENTEREN, J. C. Success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies. In: **Biological Control: Measures of Success**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000. p. 77–103.