

ÁCAROS

UMA IMPORTANTE FERRAMENTA PARA O CONTROLE BIOLÓGICO

Daniel C. Oliveira
Gilberto J. de Moraes

Existe hoje uma preocupação crescente com a manutenção ou melhoria da qualidade dos produtos agrícolas e do meio ambiente. Esta preocupação tem conduzido à busca por métodos menos agressivos de controle de pragas, incluindo o desenvolvimento do controle biológico. O controle biológico de pragas mediante o uso de ácaros predadores tem-se desenvolvido muito nas últimas décadas, especialmente para supressão de ácaros e pequenos insetos que danificam as plantas cultivadas. Em destaque, a família Phytoseiidae, principal grupo de ácaros predadores que ocorre sobre plantas. Outras famílias desse mesmo grupo de organismos ocorrem no solo, dentre as quais Laelapidae e Macrochelidae. Espécies destas famílias são produzidas comercialmente para uso na agricultura. Informações básicas sobre os grupos de predadores que agem como inimigos naturais de organismos encontrados no ambiente agrícola e outros tipos de ambientes são igualmente destacadas neste trabalho.

Introdução

Nos dias atuais, observa-se uma preocupação crescente por parte da sociedade com a manutenção ou melhoria da qualidade dos produtos agrícolas e do meio ambiente. Tal preocupação tem conscientizado um número cada vez maior de pessoas a preconizarem práticas mais sustentáveis, que aproveitem ao máximo os recursos naturais. Na agricultura, uma das formas de se conseguir isso é com a racionalização do uso de produtos químicos para o controle de pragas, aproveitando melhor as interações dos organismos que ocorrem de forma natural ou as interações que são fomentadas pelo próprio homem. Dentre os processos interativos está o antagonismo de certos organismos em relação às pragas, através da predação, parasitismo ou patologia. Os organismos antagonísticos constituem-se no que se categoriza como inimigos naturais das pragas. Do ponto de vista aplicado, os inimigos naturais constituem-se nos “agentes de controle biológico”, por serem entendidos como os organismos que funcionalmente colaboram com o agricultor, diminuindo os danos causados pelas pragas.

O controle biológico que ocorre naturalmente é denominado de controle biológico natural e consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica.¹ Pode também ocorrer pela ação do homem feita com o objetivo de reduzir os níveis de um dado organismo abaixo de um limiar, a partir do qual este causa danos economicamente significativos, por reduzir a quantidade ou a qualidade dos produtos agrícolas. Este tipo de atividade é designado de controle biológico aplicado, podendo ser exercido através de estratégias conhecidas como controle biológico clássico, conservação e incremento.²

Muitos grupos de ácaros funcionam como agentes de controle biológico, exercendo a predação ou o parasitismo de organismos considerados pragas. Estudos aprofundados e documentados buscando utilizar ácaros como agentes de controle biológico de pragas iniciaram-se na segunda metade do século XX. Pode-se dizer que ainda hoje os esforços realizados para viabilizar o uso de ácaros como agentes de controle biológico no Brasil e muitos outros países sejam reduzidos³, embora nos últimos anos o uso comercial destes tenha aumentado significativamente.

O objetivo deste trabalho é ressaltar exemplos de ácaros que têm sido mais estudados para o controle biológico de ácaros, insetos, nematoides e plantas invasoras.

¹ PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. Controle Biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. *Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16 p.

² LENTEREN, J. C. van. Critérios de Seleção de Inimigos Naturais. In: BUENO, V. H. P. *Controle Biológico de Pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 11-32.

³ MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. *Controle Biológico no Brasil... Op. cit.* p. 235-237.

Ácaros inimigos naturais de ácaros-praga

Os ácaros predadores, aranhas e insetos são os principais inimigos naturais de ácaros.⁴ No entanto, os ácaros predadores são reconhecidamente os principais agentes de controle de outros ácaros. A seguir são sumariados aspectos do estágio atual do conhecimento e uso de ácaros predadores para o controle de outros ácaros.

Em plantas

A maioria das espécies de ácaros predadores encontradas sobre plantas pertence à família Phytoseiidae (figura 1A). De coloração palha, marrom ou avermelhada, de movimentos rápidos, buscam ativamente suas presas.⁵ Além dos ácaros fitófagos, os fitoseídeos também podem se alimentar de pólen, fungos, secreções açucaradas, pequenos insetos, exsudatos vegetais etc.⁶ Embora nem todas essas fontes de alimento permitam a reprodução dos referidos predadores, muitas podem garantir sua sobrevivência.⁷ McMurry & Croft⁸ classificaram os ácaros desta família em quatro grupos, de acordo com a especificidade em relação às principais fontes de alimento de seus membros. Em um extremo, os fitoseídeos do grupo I são os mais específicos, alimentando-se apenas de ácaros da família Tetranychidae, enquanto em outro extremo, os do grupo IV, são menos específicos como predadores, apresentando maior desempenho biológico quando alimentados com pólen.

O programa de controle biológico do ácaro-verde-da-mandioca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar), na África, é um bom exemplo de sucesso de controle biológico clássico com ácaros predadores. No início dos anos 1970, o ácaro-verde-da-mandioca foi constatado pela primeira vez na África causando grandes perdas a esta cultura, principal fonte de carboidrato da população de diversos países africanos. Essa constatação levou ao estabelecimento de um projeto internacional para o controle biológico clássico da praga naquele continente, visto que os inimigos naturais nativos não se mostraram suficientemente eficazes. Estudos conduzidos no Brasil, como parte deste projeto, mostraram a presença de trinta e duas espécies de ácaros predadores associadas à praga. Destas, as sete mais frequentemente encontradas em associação com a praga e que em estudos de laboratório se mostraram mais promissoras foram enviadas à África. Três delas foram inicialmente consideradas potenciais, *Amblydromalus manihoti* (Moraes), *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma e *Typhlodromalus aripo* De Leon.

⁴ MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos. *Informe Agropecuário*, v. 15, n. 167, p. 55-62, 1991. MANSOUR, F.; BERNSTEIN, E. & ABO-MOCH, F. The potential of spider of different taxa and a predatory mite to feed on the carmine spider-mite – a laboratory study. *Phytoparasitica*, v. 23, n. 3, p. 217-221, 1995.

⁵ MORAES, G. J. de & FLECHTMANN, C. H. W. *Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 288 p.

⁶ MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. *Op. cit.*

⁷ MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos. *Op. cit.*

⁸ McMURTRY, J. A. & CROFT, B. A. Life styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 42, p. 291-321, 1997.

⁹ ZANNOU, I. D.; MORAES, G. J. de & HANNA, R. Controle biológico do ácaro verde da mandioca, *Mononychellus tanajoa*. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M. & MALERBO-SOUZA, D. T. *Controle Biológico de Pragas: na Prática*. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 97-103. YANINEK, J. S. & HANNA, R. Green cassava mite in Africa – a unique example of successful classical biological

control of a mite pest on a continental scale. In: NEUENSCHWANDER, P.; BORGE-MEISTER, C. & LANGEWALD, J. (Eds.). *Biological Control in IPM Systems in Africa*. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 61-75.

¹⁰ FERRAGUT, F. & ESCUDERO, L. A. *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, v. 25, n. 2, p. 157-164, 1999.

SAUNYAMA, I. G. M. & KNAPP, M. Effect of pruning and trellising of tomatoes on red spider mite incidence and crop yield in Zimbabwe. *African Crop Science Journal*, v. 11, n. 4, p. 269-277, 2003.

¹¹ MABEYA, J.; KNAPP, M.; NDERITU, J. H. & OLU-BAYO, F. Comparaison de l'efficacité de l'Oberon (Spiromefisen) avec celle d'autres acaricides dans la lutte contre les acariens rouges (*Tetranychus evansi* Baker & Pritchard) sur la tomate. In: 15th Biennial Congress of the African Association of Insect Scientists (AAIS), Nairobi, Kenya, 13th June 2003.

¹² FURTADO, I. P.; MORAES, G. J. de; KREITER, S. & KNAPP, M. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* in south and southeast Brazil. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 40, p. 157-174, 2006.

FERRERO, M.; KREITER, S. & TIXIER, M. S. Ability of *Phytoseiulus longipes* to control spider mite pests on tomato in European greenhouses. In: BERTRAND, M.; KREITER, S.; MCCOY, K. D.; MIGEON, A.; NAVAJAS, M. & TIXIER, M. S. (Eds.). *Integrative acarology. Proceedings of the 6th European Congress*. Montpellier, 21-25 July 2008. European Association of Acarologists, p. 461-468, 2008.

Embora o estabelecimento destas espécies tenha sido mais tarde relatado em distintas regiões da África tropical, *T. aripo* tem sido citada como a mais eficiente, reduzindo a população da praga em cerca de 50% e levando ao aumento de aproximadamente 30% da produção de mandioca.⁹

O controle biológico do ácaro-vermelho-do-tomateiro, *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, na África e Sul da Europa¹⁰, corresponde a uma tentativa recente de implementação do controle biológico clássico. Os prejuízos causados à cultura de tomateiro, bem como a constatação de casos de resistência da praga aos agroquímicos utilizados em seu controle¹¹, levaram os pesquisadores a buscarem na América do Sul, provável região de origem da praga, inimigos naturais promissores para seu controle.

Intensos esforços foram conduzidos no Brasil e em outros países vizinhos na busca de inimigos naturais eficientes no controle desta praga. No entanto, apenas uma espécie promissora de ácaro predador foi encontrada, como resultado de investigações realizadas por extensa área do território brasileiro, do nordeste ao sul. Trata-se do fitoseídeo *Phytoseiulus longipes* Evans, encontrado no sul do Brasil e norte da Argentina.¹² Furtado *et al.*¹³ avaliaram os parâmetros biológicos de uma população deste predador encontrada em Uruguaiana, Rio Grande do Sul, quando exposta a diferentes fontes de alimento. Verificaram que o predador apresentou taxas de oviposição semelhantes quando alimentado com o ácaro-vermelho-do-tomateiro e com o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch. No mesmo trabalho, a elaboração de tabelas de vida indicou que o predador apresentava potencial biótico elevado quando alimentado com qualquer uma daquelas presas. Em uma fase seguinte, resultados muito promissores foram obtidos por Silva *et al.*¹⁴ com este predador, num estudo realizado em telados, mostrando uma redução significativa da praga em tomateiros em que o predador havia sido liberado. Pouco mais tarde, Ferrero *et al.*¹⁵ avaliaram a eficiência de *P. longipes* proveniente da Argentina para o controle daquelas duas pragas na cultura do tomateiro, em casas de vegetação na Espanha. Nas plantas em que o predador não havia sido liberado, os danos causados por ambas as pragas foram rapidamente notados. Entretanto, quando o predador foi liberado à razão de um predador para cada cinco presas, as populações foram mantidas abaixo do limite de 25 ácaros-praga por folhelo. Tais pesquisas foram muito importantes, por conseguirem determinar uma espécie de predador que pudesse ser usada na cultura do tomate, para o controle das duas espé-

- ¹³ FURTADO, I. P.; MORAES, G. J. de; KREITER, S.; TIXIER, M. S. & KNAPP, M. Potential of a Brazilian population of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* as a biological control agent of *Tetranychus evansi* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Biol. Control*, v. 42, p. 139-147, 2007.
- ¹⁴ SILVA, F. R.; MORAES, G. J. de; GONDIM Jr., M. G. C.; KNAPP, M.; ROUAM, S. L.; PAES, J. L. A. & OLIVEIRA, G. M. de. Efficiency of *Phytoseiulus longipes* Evans as a control agent of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae) on screenhouse tomatoes. *Neotrop. Entomol.*, v. 39, p. 991-995, 2010.
- ¹⁵ FERRERO, M.; CALVO, F. J.; ATUAHIVA, T.; TIXIER, M. S. & KREITER, S. Biological control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch by *Phytoseiulus longipes* Evans in tomato greenhouses in Spain [Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae]. *Biol. Control*, v. 58, p. 30-35, 2011.
- ¹⁶ LENTEREN, J. C. van. A greenhouse without pesticide: fact or fantasy? *Crop. Prot.*, v. 19, p. 375-384, 2000.
- ¹⁷ KOSTIAINEN, T. S. & HOY, M. A. *The Phytoseiidae as biological control agents of pest mites and insects: a bibliography (1960-1994)*. University of Florida Publications, 1996. (Monogr., 17).
MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. *Op. cit.*
- ¹⁸ DICKE, M.; BEEK, T. A. van; POSTHUMUS, M. A.; DOM, N. B.; BOKHOVEN, H. van & GROOT, A. E. de. Isolation and identification of volatile kairomone that affects acarine predator-prey interactions: involvement of host plant in its production. *J. Chem. Ecol.*, v. 16, p. 381-396, 1990.

cies relevantes de ácaros-praga. Até então, os fitoseídeos não haviam demonstrado bom potencial para o controle de ácaros-praga nesta cultura.

Sucesso considerável também tem sido obtido em relação à estratégia conhecida como incremento, principalmente com a utilização de fitoseídeos para o controle do ácaro-rajado em cultivos protegidos. Essa estratégia passou a ser adotada pelos agricultores europeus a partir da década iniciada em 1960, como uma alternativa à ineficiência do controle químico, cujo uso indiscriminado e frequente ocasionou a evolução da resistência dos ácaros a seu efeito.¹⁶

Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot é a espécie mais amplamente utilizada em todo o mundo para o controle de ácaros fitófagos do gênero *Tetranychus*, em casas de vegetação e no campo.¹⁷ Estudos avançados de ecologia química têm mostrado que *P. persimilis* é atraído por voláteis de plantas atacadas pelo ácaro-rajado, sua principal presa.¹⁸ É provável que o grau de especialização destes predadores esteja ligado à capacidade de percepção daqueles voláteis. Segundo Sznajder *et al.*¹⁹, a percepção de *P. longipes* por salicilato de metila, principal componente da mistura de voláteis liberados por plantas atacadas por *T. urticae*, varia entre distintas populações do predador, sugerindo a presença de um componente genético nesse comportamento.

Mais recentemente, demonstrou-se que outro predador, *Phytoseiulus macropilis* (Banks), também apresentou potencial para o combate de *T. urticae* em tomateiro.²⁰ Os pesquisadores avaliaram o efeito dos tricomas presentes em folhas de tomateiro e berinjela sobre a eficiência de predação e oviposição deste predador e de *P. longipes* em plantas infestadas com o ácaro-rajado. Apesar dos tricomas dificultarem a locomoção e reduzirem a oviposição e a taxa de predação de ambos, a teia produzida pelo ácaro-rajado eliminou o efeito negativo dos tricomas em folhas de berinjela e minimizou esse efeito em folhas de tomateiro. *Phytoseiulus macropilis* tem sido comercializado no Brasil para o controle do ácaro-rajado em plantas ornamentais e hortaliças, principalmente em cultivos protegidos.²¹

Outro fitoseídeo, *Neoseiulus longispinosus* (Evans), tem sido comumente encontrado em associação com ácaros *Tetranychus* em ambientes naturais e cultivados na Índia, leste da China, Taiwan, Filipinas, Malásia, Indonésia e Nova Zelândia.²² No início dos anos de 1990, o predador foi introduzido na Turquia para o controle de *T. urticae* (citado como *Tetranychus cinnabarinus*) em pepino, apresentando controle eficiente na proporção de cinco presas

- WIJK, M. van; de BRUIJN, P. J. A. & SABELIS, M. W. Predatory mite attraction to herbivore-induced plant odors is not a consequence of attraction to individual herbivore-induced plant volatiles. *J. Chem. Ecol.*, v. 34, p. 791-803, 2008.
- ¹⁹ SZNAJDER, B.; SABELIS, M. W. & EGAS, M. Innate responses of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* to a herbivore-induced plant volatile. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 54, p. 125-138, 2011.
- ²⁰ SATO, M. M.; MORAES, G. J. de; HADDAD, M. L. & WEKESA, V. W. Effect of trichomes on the predation of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato, and the interference of webbing. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 54, p. 21-32, 2011.
- ²¹ FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M. & GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 2, p. 1-8, 2007.
PROMIP. Disponível em: <http://www.promip.agr.br/produtos.asp?cID=1>. Acesso em: 15 de Agosto de 2011.
- ²² IBRAHIM, Y. B. & SEO, W. M. Behaviour of the predatory mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans), on two spotted spider mite as prey (Acari: Phytoseiidae; Tetranychidae). *Malay. Appl. Biol.*, v. 24, p. 67-72, 1995.
GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Mites (Acari) for pest control*. Oxford: Blackwell Publishing, 2003. 539 p.
- ²³ COLKESEN, T. & SEKE-ROGLU, E. The effect of *Amblyseius longispinosus* Evans (Acarina: Phytoseiidae) on *Tetranychus cinnabarinus* Boisd. (Acarina: Tetranychidae) on different cucumber cultivars. *IOBC/WPRS Bull.*, v. 23, n. 1, p. 187-193, 2000.
- por predador.²³ Estudos têm demonstrado ser este um importante agente de controle do ácaro-rajado, consumindo principalmente seus ovos.²⁴ Em Taiwan, *N. longispinosus* tem proporcionado o controle satisfatório de *Tetranychus kanzawai* Kishida na cultura do morango.²⁵
- Em diversos países comprova-se a eficiência de *Neoseiulus barkeri* Hughes para o controle do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), e do ácaro-do-enfezamento-do-morangueiro, *Phytonemus pallidus* (Banks), ambos Tarsonemidae.²⁶ Também no Brasil este predador é utilizado para o controle do ácaro-branco.
- Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) foi observado alimentando-se de *P. pallidus* em morango na Califórnia já há bastante tempo²⁷, conforme relato de Huffaker & Kennett²⁸, demonstrando capacidade de reduzir significativamente a população da praga. Um estudo realizado com pimentão em casas de vegetação em Israel mostrou que *N. cucumeris* também é um excelente predador do ácaro-branco naquela cultura.²⁹ Segundo os autores, embora os resultados alcançados com a liberação dos predadores e a aplicação de enxofre tivessem sido semelhantes, é preferível optar pelos predadores, uma vez que o enxofre aumentou a população de tripes.
- Neoseiulus californicus* (McGregor) é outro dos principais predadores utilizados para o controle de ácaros fitófagos em cultivos protegidos e no campo, especialmente do ácaro-rajado, em muitos países.³⁰ No Brasil, este ácaro começou a ser utilizado intensamente no sul do país para o controle do ácaro-vermelho-da-macieira, *Panonychus ulmi* (Koch), em pomares de maçã, há cerca de dez anos.³¹ Controle eficiente desse ácaro tem sido relatado em campo, liberando-se 150.000 predadores por hectare.³² Mais recentemente, passou a ser comercializado para o controle do ácaro-rajado em diversas outras culturas³³, em especial em plantas ornamentais, moranguinho e frutíferas. Segundo Peña & Osborne³⁴, *N. californicus* também é um eficiente predador do ácaro-branco em plantas de feijão e limão.
- Amblyseius swirskii* Athias-Henriot é outro fitoseídeo hoje muito utilizado no controle de pragas. O potencial desta espécie para controlar o ácaro-branco em pimentão foi avaliado no sudeste da Espanha.³⁵ Os autores mostraram em laboratório a capacidade daquele predador de se reproduzir quando alimentado com este ácaro, bem como sua eficiência no controle da praga em testes de casa de vegetação, quando liberado à proporção de um predador para 10 ou 20 ácaros-praga.

- ²⁴ IBRAHIM, Y. B. & ABDUL RAHMAN, R. B. Influence of prey density, species and developmental stages on the predatory behaviour of *Amblyseius longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, v. 42, p. 319-327, 1997.
- BLACKWOOD, J. S.; SCHAUSBERGER, P. & CROFT, B. A. Prey-stage preference in generalist and specialist phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) when offered *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) eggs and larvae. *Environ. Entomol.*, v. 30, n. 6, p. 1.103-1.111, 2001.
- GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
- ²⁵ LO, K.-C.; LEE, W. T.; WU, T.-K. & HO, C.-C. Use of predators to control spider mites (Acarina: Tetranychidae) in the Republic of China on Taiwan. In: BAY-PETERSEN, J. (Ed.). *The Use of Natural Enemies to Control Agricultural Pests*. FFTC Asian & Pacific Region, Ser. 40, Taipei, Taiwan, 1990. p. 166-177.
- ²⁶ FAN, Y. Q. & PETITT, F. L. Biological Control of Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), by *Neoseiulus barkei* Hughes on Pepper. *Biol. Control*, v. 4, n. 4, p. 390-395, 1994.
- TUOVINEN, T. & LINDQUIST, I. Maintenance of predatory phytoseiid mites for preventive control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* in strawberry plant propagation. *Biol. Control*, v. 54, p. 119-125, 2010.
- ²⁷ SMITH, L. M. & GOLD-SMITH, E. V. The cyclamen mite, *Tarsonemus pallidus*, and its control on field strawberries. *Hilgardia*, vol. 10, p. 53-94, 1936.
- ²⁸ HUFFAKER, C. B. & KENNETT, C. E. Experimental studies on predation: predation and cyclamen-mite populations on strawberries in California. *Hilgardia*, vol. 26, p. 191-222, 1956.

Muito significativos para a prática do controle biológico de ácaros foram os esforços realizados no final do século XX para estabelecer o programa de manejo integrado de ácaros na macieira, especialmente no norte dos Estados Unidos.³⁶ O programa envolvia a conservação de um fitoséideo nativo, *Neoseiulus fallacis* (Garman), com o uso de produtos seletivos para o controle de insetos-praga. Isto propiciava a ação do predador, que mantinha sob controle os tetraniquídeos-praga, especialmente o ácaro-vermelho-europeu. Dado o reconhecimento do trabalho, pesquisas similares foram conduzidas em países europeus, com a detecção de outros predadores importantes para o controle do ácaro-vermelho-europeu, principalmente *Amblyseius andersoni* (Chant) e *Typhlodromus pyri* Scheuten.³⁷ Dada a eficiência propalada destes predadores nessas regiões, os mesmos foram introduzidos em outros países para o controle de tetraniquídeos em macieira.

A utilização do controle químico para o controle de insetos-praga, não controladas eficientemente por inimigos naturais, pode comprometer o desempenho de ácaros predadores, reduzindo suas populações, tendo em vista que estes são muito suscetíveis a pesticidas. Para minimizar o problema, recomenda-se a utilização de produtos químicos reconhecidamente seletivos aos inimigos naturais ou a utilização de predadores resistentes.³⁸ De acordo com Poletti *et al.*³⁹, no Brasil, as populações de *N. californicus* e *P. macropilis*, coletadas em cultivos de morango e ornamentais, apresentam elevada tolerância à neonicotinoides, apesar de esses produtos afetarem o comportamento dos predadores. Segundo os autores, estudos complementares são necessários para avaliar a viabilidade de utilização desses produtos, permitindo a conservação dos ácaros predadores em programas de manejo integrado do ácaro-rajado em várias culturas.

Sato *et al.*⁴⁰ compararam o controle integrado (propargite + *N. californicus*) com o controle químico (cyhexatin + hexythiazox) para a redução da população do ácaro-rajado em cultivos de morango. Conforme os autores, a aplicação de propargite seguida da liberação de *N. californicus* resultou numa redução de 97% da população da praga em um período de três semanas, mantendo-a em baixos níveis durante as 10 semanas de avaliação. Embora a mistura de cyhexatin + hexythiazox tenha reduzido a população da praga em cerca de 81%, após a quinta semana de avaliação a população do ácaro-rajado aumentou a níveis próximos aos iniciais. A liberação do predador foi fundamental para a manutenção dos baixos níveis da praga.

- ²⁹ WEINTRAUB, P. G.; KLEITMAN, S.; MORI, R.; SHAPIRA, N. & PALEVSKY, E. Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). *Biol. Control*, v. 27, p. 300-309, 2003.
- ³⁰ GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
- ³¹ MONTEIRO, L. B. Criação de ácaros fitófagos e predadores: um caso de produção de *Neoseiulus californicus* por produtores de maçã. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. (Orgs.). *Controle Biológico no Brasil...* *Op. cit.* Barueri: Manole, 2002. p. 351-365.
- ³² MONTEIRO, L. B.; DOLL, A. & BOEING, L. F. Densidade de *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) no controle do ácaro-vermelho da macieira, Fraiburgo-SC. *Rev. Bras. Frutic.*, v. 30, n. 4, 2008, p. 902-906.
- ³³ PROMIP. *Op. cit.*
- ³⁴ PEÑA, J. E. & OSBORNE, L. Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* (Acarina: Tarsonemidae) in greenhouses and field trials using introductions of predatory mites (Acarina: Phytoseiidae). *Entomophaga*, v. 41, n. 2, p. 279-285, 1996.
- ³⁵ MAANEN, R. van; VILA, E.; SABELIS, M. W. & JANSSEN, A. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 52, p. 29-34, 2010.
- ³⁶ MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos. *Op. cit.*
- ³⁷ GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
- ³⁸ CROFT, B. A. *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. New York: Wiley, 1990.

Além da família Phytoseiidae, embora com importância muito menor, outras também contêm espécies que agem como inimigos naturais de ácaros em plantas. Ácaros da família Stigmaeidae (figura 1B) são encontrados em certas culturas, especialmente macieiras e citros, em níveis por vezes até mais elevados que os fitoseídeos. No Rio Grande do Sul, altas populações de estigmeídeos do gênero *Agistemus* são detectadas em certas épocas do ano em macieiras.⁴¹ Os estigmeídeos, representados principalmente por *Agistemus* sp., correspondem ao segundo maior grupo de ácaros predadores em citros no Estado de São Paulo e, juntamente com os fitoseídeos, atuam no controle biológico de espécies importantes, como o ácaro-da-leprose-dos-citros, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae), e o ácaro-da-falsaferrugem-dos-citros, *Phyllocoptuta oleivora* (Ashmead) (Eriophyidae).⁴² Investigando o efeito de inseticidas e fungicidas, Sato *et al.*⁴³ avaliaram a interação de espécies de fitoseídeos e estigmeídeos em pomares de citros no Brasil. Observaram que a maioria dos produtos avaliados afetava negativamente a população dos fitoseídeos, com o consequente aumento na população do estigmeídeo *Agistemus* aff. *bakeri*, o que os levou a concluir sobre a predação de estigmeídeos pelos fitoseídeos.

Ácaros de diversas outras famílias são encontrados alimentando-se de ácaros fitófagos em plantas, dentre as quais Anystidae, Ascidae, Bdellidae, Blattisociidae (figura 1C), Cheyletidae e Cunaxidae.⁴⁴ Todos esses participam do controle biológico que ocorre naturalmente no campo.

No solo

Outros grupos de ácaros aparecem como predadores de ácaros que danificam a parte subterrânea das plantas, principalmente os da família Acaridae. As principais famílias de ácaros predadores representadas nos solos tropicais são Ascidae, Laelapidae (figura 1D), Ologamasidae e Rhodacaridae⁴⁵. Apesar dos resultados promissores relatados por Castilho *et al.*⁴⁶ em pesquisas de laboratório, com *Protogamasellopsis posnaniensis* Wisniewski & Hirschmann (Rhodacaridae) como predador de *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze & Robin) (Acaridae), estudos complementares precisam ser conduzidos, com o objetivo de comprovar e viabilizar essa técnica de controle de pragas.

Em produtos armazenados

Os estudos relacionados ao controle biológico de ácaros em produtos armazenados não têm sido tão intensos

- ³⁹ POLETTI, M.; MAIA, A. H. N. & OMOTO, C. Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Biol. Control*, v. 40, p. 30-36, 2007.
- ⁴⁰ SATO, M. E.; SILVA, M. Z. da; de SOUZA FILHO, M. F.; MATIOLI, A. L. & RAGA, A. Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 42, p. 107-120, 2007.
- ⁴¹ LORENZATO, D.; GRELLMANN, E. O.; CHOUËNE, E. C. & MEYER-CACHAPUZ, L. M. Flutuação populacional de ácaros fitófagos e seus predadores associados à cultura da macieira (*Malus domestica* Bork) e efeitos dos controles químico e biológico. *Agronomia Subriograndense*, v. 22, p. 215-242, 1986.
- FERLA, N. J. & MORAES, G. J. de. Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v. 27, p. 649-654, 1998.
- ⁴² MOREIRA, P. H. R. Ocorrência, dinâmica populacional de ácaros predadores em citros e biologia de *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae). Dissertação de Mestrado, FCAVJ/UNESP, Jaboticabal, 1993. 110 p.
- GRAVENA, S.; BENETOLI, I.; MOREIRA, P. H. R. & YAMAMOTO, P. T. *Euseius citrifolius* Denmark and Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). *An. Soc. Entomol. Brasil*, v. 23, p. 209-218, 1994.
- ⁴³ SATO, M. E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L. C.; SOUZA FILHO, M. F. de; ROSSI, A. C. & MORAES, G. J. de. Effect of insecticides and fungicides on the interaction

quanto os estudos relacionados ao controle biológico dos ácaros sobre plantas no campo. Isto se deve em parte ao menor potencial do uso de predadores em armazéns, pois mesmo sendo a praga adequadamente controlada por inimigos naturais, a presença dos ácaros predadores sobre o produto armazenado que se destina ao consumo humano é considerada indesejável. A questão foi discutida por Haines⁴⁷, que salientou ser este problema maior em países em que é baixa a tolerância do consumidor às impurezas nos produtos alimentícios. Por outro lado, a presença de predadores sobre produtos armazenados praticamente não tem importância considerando órgãos de propagação, como sementes e bulbos. O controle biológico em tais ambientes poderia também ser viável no caso de produtos a serem utilizados diretamente ou como matéria-prima para a fabricação de alimentos destinados aos animais.



Figura 1: Ácaros predadores: A – Phytoseiidae; B – Stigmaeidae; C – Blattsociidae; D – Laelapidae. Fotos: D. C. Oliveira

Outra razão do menor interesse pelo uso de controle biológico de ácaros em armazéns refere-se à possibilidade de outras formas de controle. Problemas com ácaros (e não apenas estes) em produtos em armazéns ocorrem principal-

- between members of the mite families Phytoseiidae and Stigmaeidae on citrus. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 25, p. 809-818, 2001.
- ⁴⁴ MORAES, G. J. de. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. *Op. cit.*
GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
- ⁴⁵ MORAES, G. J. de; CASTILHO, R. de C.; BRITTO, E. P. J. & MOREIRA, G. F. Perspectivas para o uso de ácaros predadores para o controle de pequenos artrópodes de solo. *In: XII Reunião Sul-Brasileira sobre Pragas de Solo, Programa e Livro de Resumos, Piracicaba-SP, 25 a 27 de setembro de 2011, p. 78-81.*
- ⁴⁶ CASTILHO, R. de C.; MORAES, G. J. de; SILVA, E. S. & SILVA, L. O. Predation potential and biology of *Protogamasellopsis posnamiensis* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). *Biol. Control*, v. 48, 164-167, 2009.
- ⁴⁷ HAINES, C. P. Laboratory studies on the role of an egg predator, *Blattisocius tarsalis* (Berlese) (Acari: Ascidae), in relation to the natural control of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) in warehouses. *Bull. Entomol. Res.*, v. 71, p. 557-574, 1981.
- ⁴⁸ KRANTZ, G. W. The biology and ecology of granary mites of the Pacific Northwest I. Ecological considerations. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v. 54, p. 169-174, 1961.
- ⁴⁹ BAGGIO, D.; FIGUEIREDO, S. M.; FLECHTMANN, C. H. W.; ZAMBON, G. Q. & MIRANDA, S. H. G. Avaliação da presença de ácaros em cereais armazenados na grande São Paulo. *An. E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, v. 44, p. 617-626, 1987.
- ⁵⁰ FLECHTMANN, C. H. W. *Ácaros de produtos armazenados e na poeira domiciliar*. Piracicaba: FEALQ, 1986. 97 p.
- mente quando as condições de armazenamento não são adequadas, por exemplo, quando o nível de umidade é alto. Assim, a correção das condições de armazenagem é a ação mais racional a se buscar do que o concomitante esforço para o controle biológico dos ácaros.
- Os ácaros encontrados em produtos armazenados são divididos em três grupos, de acordo com a preferência alimentar: primários (Astigmata) – que se alimentam diretamente dos produtos armazenados; secundários (Mesostigmata e Prostigmata) – que compreendem os predadores e parasitos; e terciários (Astigmata, Mesostigmata, Oribatida e Prostigmata) – que são micófagos.⁴⁸ Os ácaros primários são os primeiros a infestarem os depósitos, seguidos dos secundários e, por fim, dos terciários.⁴⁹
- Alguns dos principais ácaros que causam perdas em produtos armazenados pertencem à família Acaridae. No Brasil, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), desta família, é a espécie predominante nos alimentos, enquanto *Acarus siro* L., também desta família, é a espécie predominante na Europa e América do Norte.⁵⁰ A colonização de armazéns por esses ácaros ocorre principalmente por forese em roedores, aves e insetos, em locais não adequadamente fechados.⁵¹
- A maioria dos ácaros que atuam como agentes de controle biológico de pragas em produtos armazenados pertence às famílias Ascidae, Blattisociidae, Cheyletidae e Pyemotidae.⁵²
- A espécie *Cheyletus eruditus* (Schrank) tem sido mencionada como útil em alguns países da Europa para o controle de espécies de Acaridae em produtos armazenados.⁵³ Predadores da família Blattisociidae são também comumente encontrados em armazéns.⁵⁴

De importância veterinária

Existem espécies de ácaros que parasitam animais criados para o consumo humano, causando prejuízos aos produtores. *Dermanyssus gallinae* (De Geer) (Dermanyssidae), é um importante ectoparasita sugador de sangue de aves, considerado parasito de grande importância econômica para as indústrias de aves em todo o mundo.⁵⁵ Ocorre principalmente em criações de aves poedeiras, mantidas em criação por períodos relativamente longos⁵⁶, o que permite o aumento populacional do ácaro.

Buffoni *et al.*⁵⁷ relataram a ocorrência espontânea do ácaro predador *C. eruditus* em aviários na Suíça, observando que estes se alimentavam dos estágios imaturos de *D. gallinae*. Lesna *et al.*⁵⁸ avaliaram os potenciais ácaros preda-

⁵¹ OLSEN, A. R. Food-contaminating mites from imported foods entering the United States through southern California. *Int. J. Acarol.*, v. 9, p. 189-193, 1983.

⁵² BRUCE, W. A. Mites as biological control of agents of stored product pests. In: HOY, M. A.; CUNNINGHAM, G. L. & KNUTSON, L. (Eds.). *Biological control of pests by mites*. Berkeley: Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, 1983. p. 74-78.

ZDARKOVA, E. & FEIT, R. Biological control of stored mites on oilseeds using the mites predator *Cheyletus eruditus* (Schrank). *Plant Prot. Sci.*, v. 35, p. 136-138, 1999.

REZK, H. A. Mites associated with stored dried-dates in Egypt and the role of *Blattisocius keegani* Fox as a biological control agent. *Alexandria J. Agric. Res.*, v. 45, p. 179-191, 2000.

FLECHTMANN, C. H. W. & ZEM, A. C. Ácaros de produtos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L. H. & SCUSSEL, V. M. *Armazenagem de grãos*. Campinas: IBG, 2002. p. 805-856.

⁵³ BRUCE, W. A. *Op. cit.* THIND, B. B. & FORD, H. L. Laboratory studies on the use of two new arenas to evaluate the impact of the predatory mites *Blattisocius tarsalis* and *Cheyletus eruditus* on residual populations of the stored product mite *Acarus siro*. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 38, p. 167-180, 2006.

⁵⁴ GRAHAM, W. M. Warehouse ecology studies of bagged maize in Kenya – II. Ecological observations of an infestation by *Ephestia (Cadra) cautella* (Walker) (Lepidoptera, Phycitidae). *J. Stored Prod. Res.*, v. 6, p. 157-167, 1970.

HUGHES, A. M. *The mites of stored food and houses*. London: Min. Agric. Fish. Food., 1976. 400 p.

dores de *D. gallinae* em ninhos de um pássaro conhecido como estorninho-comum, *Sturnus vulgaris* L., em aviários da Holanda. Os dois predadores mais frequentemente encontrados e em grande número nos ambientes avaliados foram *Gaeolaelaps aculeifer* (Canestrini), citado como *Hypoaspis aculeifer*, e *Androlaelaps casalis* (Berlese), ambos da família Laelapidae. No mesmo trabalho foi comprovado que os predadores não se alimentam do sangue das aves, mesmo na ausência de *D. gallinae*. Segundo os autores, *G. aculeifer*, *A. casalis* e *Stratiolaelaps miles* (Berlese) são considerados predadores candidatos ao controle biológico de *D. gallinae*.

Ácaros inimigos naturais de insetos-praga

Em plantas

Uma resenha dos principais trabalhos sobre ácaros parasitas e predadores de insetos da parte aérea das plantas foi apresentada por Eickwort⁵⁹.

Amblyseius swirskii é o ácaro predador mais utilizado para o controle de larvas de tripes, além de ovos e larvas das moscas-brancas *Trialeurodes vaporariorum* (West.) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Aleyrodidae), em cultivos protegidos de hortaliças e ornamentais na Europa. Este predador é capaz de se desenvolver e reproduzir quando alimentado com *B. tabaci* em casas de vegetação, suprimindo as populações da praga em plantas de pepino.⁶⁰ Temperaturas amenas (25 a 30°C) e umidade relativa superior a 60% constituem condições ótimas para o desenvolvimento desse predador.⁶¹ As empresas que comercializam tais ácaros na Europa desenvolveram um guia de recomendação, em que se estabelece a taxa de liberação em função do nível de infestação da praga. Para o controle preventivo, a taxa de liberação recomendada varia de 25 a 30 predadores por metro quadrado; já para o controle curativo essa taxa varia de 50, quando o tripes e/ou mosca branca estiver presente em níveis relativamente baixos, a 100 predadores por metro quadrado, quando a população da praga for alta.⁶²

Calvo *et al.*⁶³ avaliaram o controle de *B. tabaci* e do tripes *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thripidae) em pepino na Espanha, pela liberação de *A. swirskii*. O predador se mostrou capaz de controlar as pragas quando foram liberados à razão de 75 predadores por metro quadrado.

O primeiro fitoseídeo considerado para o controle de tripes foi *N. cucumeris*, conforme o primeiro relato sobre o potencial deste predador para o controle deste gru-

- ⁵⁵ AXTELL, R. C. & ARENDS, J. J. Ecology and management of arthropods pests of poultry. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 35, p. 101-126, 1990.
- ⁵⁶ MAURER, V.; BAUMGÄRTNER, J.; BIERI, M. & FÖLSCH, D. W. The occurrence of the chicken mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) in Swiss poultry houses. *Mitt Schweiz Entomol. Ges.*, v. 66, p. 87-97, 1993.
- ⁵⁷ BUFONI, G.; DI COLA, G.; BAUMGÄRTNER, J. & MAURER, V. A mathematical model for trophic interactions in an acarine predator-prey system. *J. Biol. Syst.*, v. 3, p. 303-312, 1995.
- ⁵⁸ LESNA, I.; WOLFS, P.; FARAJI, F.; ROY, L.; KOMDEUR, J. & SABELIS, M. W. Candidate predators for biological control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 48, p. 63-80, 2009.
- ⁵⁹ EICKWORT, G. C. Potential use of mites as biological control agents of leaf-feeding insects. In: HOY, M. A.; CUNNINGHAM, G. L. & KNUTSON, L. (Eds.). *Biological Control of Pests by Mites*. University of California, 1983. Special Publication, n. 3.304, p. 41-52.
- ⁶⁰ NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R. & SABELIS, M. W. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 25, p. 271-291, 2001.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R. & SABELIS, M. W. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 27, p. 57-68, 2002.
- NOMIKOU, M.; JANSSEN, A.; SCHRAAG, R. & SABELIS, M. W. Vulnerability of *Bemisia tabaci* immatures to phytoseiid predators: consequences for oviposition and influence of alternative food. *Entomol. Exp. Appl.*, v. 110, p. 95-102, 2004.

po de pragas feito na década iniciada em 1930.⁶⁴ Messelink *et al.*⁶⁵ avaliaram diversos fitoseídeos para o controle de *F. occidentalis* em pepino em casa de vegetação e compararam a eficiência de diferentes predadores com aquela de *N. cucumeris*, predador já comercializado para o controle do tripses. Concluíram que *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (citado como *Typhlodromalus limonicus*), *A. swirskii* e *Euseius ovalis* (Evans) foram as espécies mais promissoras, especialmente *A. limonicus*. *Iphiseius degenerans* (Berlese) tem sido estudado para o controle de tripses em casas de vegetação na Europa, porém os resultados nem sempre têm sido muito satisfatórios.⁶⁶

Ácaros predadores das famílias Camerobiidae, Cheyletidae, Erythraeidae, Eupalopsellidae e Hemisarcoptidae são frequentemente encontrados atacando cochonilhas.⁶⁷ Segundo Calmasur & Oezbek⁶⁸, *Hemisarcoptes coccophagus* Meyer (Hemisarcoptidae) pode ser considerado um forte candidato ao controle biológico de *Chionaspis salicis* (L.) (Diaspididae), importante praga do salgueiro (*Salix* spp.), álamo (*Populus* spp.) e Olmo (*Ulmus* spp.), no leste da Turquia. O predador consome principalmente ovos e ninfas da cochonilha.

Tandon & Lal⁶⁹ relataram a predação de *Drosicha mangiferae* (Stebbing) (Margarodidae), uma praga da manga na Índia, pelos erittraeídeos *Leptus* sp. e *Bochartia* sp.. Por sua vez, *Pyemotes* spp. (Pyemotidae) foi relatado por Mallea *et al.*⁷⁰ parasitando *Saissetia miranda* (Cockerell & Parrott) (Coccidae) (citado como *S. oleae*), uma praga de citros na Argentina, enquanto *Cheletogenes ornatus* (Canestrini & Fanzago) foi encontrado associado à cochonilha escama-farinha [*Pinnaspis strachani* (Cooley) (citado como *P. aspidistrae*)] em ramos de citros, no interior da Bahia.⁷¹ Neste último estudo, determinou-se que o consumo médio foi de menos de uma ninfa de primeiro estágio por predador a cada dia, e que o nível máximo de oviposição foi de 0,3 ovos do predador por fêmea por dia. Os dados sugerem ser pequeno o efeito dos predadores sobre a praga no campo, embora fosse alto o número de ácaros encontrados em associação com as cochonilhas.

No solo

O ciclo de vida de *F. occidentalis* e de outras espécies de tripses inclui o desenvolvimento no solo das fases de pré-pupa e pupa. Nessas fases, os insetos podem ser afetados por ácaros predadores aí encontrados. Berndt *et al.*⁷² investigaram na Alemanha o potencial de predação de fêmeas de *S.*

- ⁶¹ LEE, H.-SU & GILLESPIE, D. R. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 53, p. 17-27, 2011.
- ⁶² KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS. Disponível em: <http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/>. Acesso em: 10 de outubro de 2011.
- ⁶³ CALVO, F. J.; BOLCKMANS, K. & BELDA, J. E. Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. *BioControl*, v. 56, p. 185-192, 2011.
- ⁶⁴ GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
- ⁶⁵ MESSELINK, G. J.; STEENPAAL, S. E. F. van & RAMAKERS, P. M. J. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *Bio Control*, v. 51, p. 753-768, 2006.
- ⁶⁶ MESSELINK, G. J.; STEENPAAL, S. E. F. van & RAMAKERS, P. M. J. *Op. cit.*
- ⁶⁷ GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.* TANDON, P. L. & LAL, B. New record of predatory mites on mango mealy bug, *Drosicha magiferae* Green (Margarodidae: Hemiptera). *Current Sci.*, v. 45, p. 566-567, 1976.
- ⁶⁸ CALMASUR, O. & OEZBEK, H. Biological observations on *Hemisarcoptes coccophagus* Meyer (Acari: Astigmata: Hemisarcoptidae) associated with willow armored scale, *Chionaspis salicis* (L.) (Hemiptera: Diaspididae) in Erzurum, Turkey. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. v. 109, n. 4, p. 829-835, 2007.
- ⁶⁹ TANDON, P. L. & LAL, B. *Op. cit.*
- ⁷⁰ MALLEA, A. R.; MACOLA, G. S.; GARCIA SAEZ, J. G. & LAMATI, S. J. Localización de *Pyemotes* sp. (Acarina

miles e *G. aculeifer* sobre pré-pupas e pupas de *F. occidentalis* em condições de laboratório. Ambos os estágios de desenvolvimento do tripses foram aceitos como presa por cada uma das espécies predadoras. Segundo Castilho *et al.*⁷³, o ácaro *P. posnaniensis*, também de solo, demonstrou considerável potencial como predador *F. occidentalis* em laboratório.

Larvas do “fungus gnats” *Bradysia matogrossensis* (Lane) (Diptera: Sciaridae) causam danos consideráveis ao cogumelo *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann. Freire *et al.*⁷⁴ avaliaram o efeito do ácaro predador *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Laelapidae) no controle desta praga em cogumelos no Brasil. Os resultados mostraram redução significativa de sua população com a liberação de 665 predadores por unidade de 15 L, em que os cogumelos eram produzidos. Em continuidade ao trabalho, Castilho *et al.*⁷⁵ também mostraram o efeito positivo de *S. scimitus* na redução da população da mesma praga sobre outra espécie de cogumelo cultivada no Brasil, *Agaricus bisporus* (Lange). O predador é hoje comercializado no país para o controle de pragas do grupo em outros cultivos. Ainda em relação ao controle de outra praga deste mesmo grupo, Rudzinska⁷⁶ investigou o ciclo de vida do ácaro *Arctoseius semiscissus* (Berlese) (Ascidae) alimentando-se de ovos do “fungus gnat” *Lycoriella auripila* (Winnertz) (Sciaridae) e mostrou o potencial daquele predador para reduzir a população de *L. auripila* em cultivos de cogumelos.

Em produtos armazenados

Algumas espécies de ácaros são relatadas alimentando-se de ovos de insetos em depósitos de grãos, principalmente os ácaros Blattisociidae.⁷⁷ Poucos estudos têm sido realizados para se avaliar o potencial destes ácaros para o controle de insetos em produtos armazenados. Haines⁷⁸ apontou *Blattisocius tarsalis* (Berlese) como eficiente predador de ovos de *Cadra cautella* (Walker) (Pyralidae) (citado como *Ephestia cautella*) em armazéns. No Brasil, *B. tarsalis* foi coletado em ovos de *Sitotroga cerealella* Olivier (Gelechiidae).⁷⁹ *Blattisocius keegani* Fox foi considerado potencial agente de controle de *Amyelois transitella* Walker (Pyralidae) em depósitos de grãos.⁸⁰ Segundo Flechtmann & Zem⁸¹, *B. keegani* alimenta-se de ovos de coleópteros dos gêneros *Cryptolestes* (Cucujidae), *Tribolium* (Tenebrionidae), *Trogoderma* (Dermestidae) e *Oryzaephilus* (Silvanidae), todos eles importantes pragas de grãos armazenados.

No Brasil, diversos trabalhos, sumariados por Oliveira *et al.*⁸², têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar o

- Pyemotidae) sobre *Saissetia oleae* Bern. (Homoptera – Lecaniidae). *Intersectum*, v. 15, p. 8-10, 1983.
- ⁷¹ MORAES, G. J. de; SEVERO NETO, R. & PINTO, H. C. S. Morphology, biology and pesticide resistance of *Cheletogenes ornatus* (Canestrini & Fanzago) (Acari: Cheyletidae). *Entomophaga*, v. 34, p. 477-484, 1989.
- ⁷² BERNDT, O.; POEHLING, H.-M. & MEYHÖFER, R. Predation capacity of two predatory laelapid mites on soil-dwelling thrips stages. *Entomol. Exp. App.*, v. 112, p. 107-115, 2004.
- ⁷³ CASTILHO, R. de C.; MORAES, G. J. de; SILVA, E. S. & SILVA, L. O. *Op. cit.*
- ⁷⁴ FREIRE, R. A. P.; MORAES, G. J. de; SILVA, E. S.; VAZ, A. C. & CASTILHO, R. de C. Biological control of *Bradysia matogrossensis* (Diptera: Sciaridae) in mushroom cultivation with predatory mites. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 42, p. 87-93, 2007.
- ⁷⁵ CASTILHO, R. de C.; MORAES, G. J. de; SILVA, E. S. & SILVA, L. O. *Op. cit.*
- ⁷⁶ RUDZINSKA, M. Life history of the phoretic predatory mite *Arctoseius semiscissus* (Acari: Ascidae) on a diet of sciarid fly eggs. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 22, 643-648, 1998.
- ⁷⁷ FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros de produtos armazenados e na poeira... *Op. cit.* FLECHTMANN, C. H. W. & ZEM, A. C. *Ácaros de produtos armazenados. Op. cit.* MORAES, G. J. de & FLECHTMANN, C. H. W. *Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas... Op. cit.*
- ⁷⁸ HAINES, C. P. *Op. cit.*
- ⁷⁹ FLECHTMANN, C. H. W. & ZEM, A. C. *Ácaros de produtos armazenados. Op. cit.*
- ⁸⁰ THOMAS, H. Q.; ZALOM, F. G. & NICOLA, N. L. Laboratory studies of *Blattisocius keegani* (Fox) (Acari: Ascidae) reared on eggs of navel orange-

efeito de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) como agente de controle do coleóptero *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Bostrichidae) em produtos armazenados. Outras espécies de *Acarophenax* têm sido relatadas atacando outros insetos em grãos armazenados e em outros habitats.⁸³

De importância médica e veterinária

As larvas de vários dípteros de importância médica e veterinária desenvolvem-se sobre excrementos animais tanto no solo quanto na água, e podem ser atacadas por ácaros. Dentre os dípteros de maior importância, encontram-se moscas (Muscidae), pernilongos (Culicidae) e borrachudos (Simuliidae). Os ácaros predadores de dípteros com larvas aquáticas pertencem principalmente a várias famílias do grupo Hydrachnidia. As larvas destes ácaros são normalmente parasitas de insetos adultos, enquanto suas ninfas e adultos são predadores de artrópodes aquáticos.⁸⁴ Uma resenha dos trabalhos relativos a este assunto foi apresentada por Smith⁸⁵.

Os ácaros predadores de dípteros com larvas que se desenvolvem em diferentes tipos de matéria orgânica em decomposição, pertencem mais comumente às famílias Eviphididae, Laelapidae, Macrochelidae, Pachylaelapidae, Parasitidae e Uropodidae, da ordem Mesostigmata.⁸⁶ Todos os estágios pós-embrionários desses ácaros são predadores de ovos e larvas de dípteros e sua comum associação com essas pragas sugere que possam ser usados como agentes de controle biológico.⁸⁷

Ácaros inimigos naturais de nematoides

Ácaros Astigmata, Mesostigmata e Oribatida podem ser considerados importantes inimigos naturais de fitonematoides no solo.⁸⁸

Diversos estudos têm sido realizados para avaliar, em laboratório, o potencial de ácaros predadores edáficos como predadores de nematoides, principalmente Ascidae, Laelapidae, Rhodacaridae e Oribatida.⁸⁹ No entanto, até o momento, nenhuma espécie de ácaro foi utilizada na prática para o controle desses organismos. O problema maior, neste caso, refere-se ao fato de que os nematoides fitopatogênicos vivem nas camadas do solo que não são aquelas preferidas pelos ácaros predadores. Muitos destes, por serem de tamanhos relativamente grandes, podem ter sua atividade predatória limitada sobre nematoides, em virtude de sua movimentação restrita pelo tamanho dos espaços do solo

- worm: potential for biological control. *B. Entomol. Res.*, v. 11, p. 1-6, 2010.
- ⁸¹ FLECHTMANN, C. H. W. & ZEM, A. C. *Ácaros de produtos armazenados. Op. cit.*
- ⁸² OLIVEIRA, C. R. F. de; FARONI, L. R. D'A.; GUEDES, R. N. C.; PALLINI, A. & GONÇALVES, J. R. Dispersão de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em trigo armazenado, sob condições artificiais. *Neotrop. Entomol.*, v. 35, n. 4, p. 536-541, 2006.
- ⁸³ GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
- ⁸⁴ KRANTZ, G. W. & WALTER, D. E. *A Manual of Acarology*. 3rd ed. Austin: Tech University Press, 2009. 807 p.
- ⁸⁵ SMITH, B. P. The potential of mites as biological control agents of mosquitoes. In: HOY, M. A.; CUNNINGHAM, G. L. & KNUTSON, L. (Eds.). *Biological Control of Pests by Mites. Op. cit.* p. 79-85.
- ⁸⁶ KRANTZ, G. W. Mites as biological control agents of dung-breeding flies, with special reference to Macrochelidae. In: HOY, M. A.; CUNNINGHAM, G. L. & KNUTSON, L. (Eds.). *Biological Control of Pests by Mites. Op. cit.* p. 91-98.
- KRANTZ, G. W. & WALTER, D. E. *Op. cit.*
- ⁸⁷ GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
- ⁸⁸ KARG, W. Verbreitung and Bedeutung von Raubmilben der Cohors Gamasina als Antagonistern von Nematoden. *Pedobiologia*, v. 25, p. 419-32, 1983.
- OLIVEIRA, A. R.; MORAES, G. J. de & FERRAZ, L. C. C. B. Consumption rate of phytonematodes by *Pergalumna* sp. (Acari: Oribatida: Galumnidae) under laboratory conditions determined by a new method. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 41, p. 183-189, 2007.

por onde têm que transitar para encontrar os nematoides. Segundo Walter⁹⁰, provavelmente ácaros pequenos, com corpo estreito e achatado, alimentam-se com mais facilidade de nematoides fitopatogênicos por poderem acessar mais facilmente os espaços do solo em que estes se encontram. Estudos de campo são necessários para se comprovar a significância dos ácaros predadores no controle de fitonematoides, o que incentivaria os produtores a adotarem práticas mais conservacionistas, visando preservar esses organismos benéficos no solo.

Ácaros inimigos naturais de plantas invasoras

A capacidade dos ácaros fitófagos em reduzir o crescimento e a reprodução de plantas invasoras tem despertado o interesse dos pesquisadores em utilizá-los como agentes de controle biológico. Os eriofídeos são os ácaros mais empregados para o controle dessas plantas por serem geralmente mais específicos, reduzindo as chances de que possam causar efeitos indesejáveis em outras espécies vegetais.⁹¹ No entanto, espécies de outras famílias também foram consideradas no passado na busca por agentes de controle de invasoras.

O principal fator a ser considerado para a introdução de uma espécie fitófaga visando ao controle de uma planta invasora é o risco que essa espécie pode trazer a outras plantas não alvo. Neste caso, antes que seja feita a introdução do inimigo natural, é necessário avaliar o potencial do agente de controle biológico em atacar outras plantas da região, para se evitar impactos ambientais indesejáveis. Segundo Andres⁹², a busca por organismos para o controle de plantas invasoras deve ser feita por meio da análise da literatura e de trabalhos de campo, que avaliam sua biologia, especificidade hospedeira e características alimentares. Segundo Cromroy⁹³, as características ideais de um ácaro a ser utilizado para o controle de uma planta invasora são: ser facilmente criado em condições de laboratório; alimentar-se exclusivamente da planta invasora alvo; ser adequado para liberações inundativas; debilitar e eventualmente erradicar a planta invasora.

Pesquisas iniciais sobre o uso de ácaros para o controle biológico de invasoras envolveram o tetraniquídeo *Tetranychus desertorum* Banks (citado como *Tetranychus opuntiae*) para o controle de *Opuntia stricta* (Haw.) (citado como *Opuntia inermis*); e de *Orthagalumma terebrantis* Wallwork (Oribatida), para o controle de aguapé, *Eichhornia crassipes* (Mart.).⁹⁴

STURHAN, D. & HAMPEL, G. Pflanzenparasitische Nematoden als Beute der Wurzelmilbe *Rhizoglyphus echinopus* (Acarina, Tyroglyphidae). *Anz. Schädl. Pflanzensch., Umwelt.*, v. 50, p. 115-118, 1977.

- ⁸⁹ ABOU-AWAD, B. A.; KORAAYEM, A. M.; HASSAN, M. F. & ABOU-ELELA, M. A. Life history of the predatory mite *Lasioseius athiasae* (Acari, Ascidae) on various kinds of food substances: a polypeptide analysis of prey consideration. *J. Appl. Ent.*, v. 125, p. 125-130, 2001.
- BERNDT, O.; POEHLING, H.-M. & MEYHÖFER, R. *Op. cit.*
- CASTILHO, R. de C.; MORAES, G. J. de; SILVA, E. S. & SILVA, L. O. *Op. cit.*
- OLIVEIRA, A. R.; MORAES, G. J. de & FERRAZ, L. C. B. *Op. cit.*
- ⁹⁰ WALTER, D. E. Pradation and mycophagy by endeostigmatid mites (Acariformes: Prostigmata). *Exp. Appl. Acarol.*, v. 4, p. 159-166, 1988.
- ⁹¹ SKORACKA, A.; SMITH, L.; OLDFIELD, G.; CRISTOFARO, M. & AMRINE, J. W. Host-plant specificity and specialization in eriophyid mites and their importance for the use of eriophyid mites as biocontrol agents of weeds. *Exp. Appl. Acarol.*, p. 51:93-113, 2010.
- ⁹² ANDRES, L. A. Considerations in the use of phytophagous mites for the biological control of weeds. In: HOY, M. A.; CUNNINGHAM, G. L. & KNUTSON, L. (Eds.). *Biological Control of Pests by Mites. Op. cit.* p. 53-56.
- ⁹³ CROMROY, H. L. Potential use of mites in biological control of terrestrial and aquatic weeds. In: HOY, M. A.; CUNNINGHAM, G. L. & KNUTSON, L. (Eds.). *Biological Control of Pests by Mites. Op. cit.* p. 61-66.
- ⁹⁴ WILSON, F. *A review of the Biological Control of Insects*

Os principais trabalhos até agora realizados com o uso de eriofídeos envolveram a introdução de *Aceria chondrillae* (Canestrini) da Grécia e Itália, para o controle de *Chondrilla juncea* L. na Austrália e Estados Unidos, respectivamente⁹⁵; de *Aceria malherbae* Nuzzaci de regiões do Mediterrâneo para o controle de *Convolvulus arvensis* L. nos Estados Unidos⁹⁶ e África do Sul⁹⁷; e de *Cecidophyes rouhollahi* Craemer do sul da França para o controle de *Galium aparine* L. e *G. spurium* L. (Rubiaceae) no oeste do Canadá.⁹⁸

No Brasil, *Lantana camara* L. (Verbenaceae), conhecida comumente como lantana, é utilizada como ornamental, principalmente por florescer o ano todo. Entretanto, em diversos países da África e Ásia, assim como na Austrália, a lantana é considerada uma planta invasora extremamente agressiva, ocupando grandes áreas agrícolas e pastagens. Por essa razão, grande esforço tem sido dedicado em selecionar agentes promissores para o controle dessa planta naquelas regiões. Na década iniciada em 1970, o microácaro-da-galha, *Eriophyes lantanae* Cook, comumente associado a lantana no Brasil, chegou a ser considerado para a introdução na Austrália, porém sua exportação para esta finalidade não chegou a ocorrer.⁹⁹

Considerações finais

Existem atualmente dezenas de empresas especializadas na produção de ácaros predadores para uso agrícola, principalmente na América do Norte, Ásia e Europa. O quadro 1 mostra as principais espécies de ácaros predadores hoje comercializadas para o controle de diferentes organismos.

No Brasil existem hoje apenas uma pequena empresa que se dedica especialmente à produção de ácaros predadores para o controle biológico de ácaros fitófagos e outra empresa de grande porte, que deverá iniciar muito em breve a produção comercial desses organismos. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou a Instrução Normativa Conjunta nº 2 em 23 de janeiro de 2003, com intuito de estabelecer os procedimentos a serem adotados para efeito de registro de agentes biológicos de controle. Considera-se que a iniciativa promoverá a regulamentação da produção e comercialização de inimigos naturais no país, distinguindo legalmente os produtos biológicos dos agrotóxicos, os quais respondem a uma legislação específica para seu registro.¹⁰⁰

and Weeds in Australia and Australian New Guinea. Farnham: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1960. DEL FOSSE, E. S. Interaction between the mottled waterhyacinth weevil, *Neochetina eichhorniae* Warner and the waterhyacinth mite, *Orthogalumna terebrantis* Wallwork. In: Proc. FREEMAN, T. E. (Ed.). IV Int. Symp. Biological Control of Weeds, University of Florida, 1978. p. 93-7.

- ANDRES, L. A. *Op. cit.*
⁹⁵ ANDRES, L. A. *Op. cit.*
 GERSON, U.; SMILEY, R. L. & OCHOA, R. *Op. cit.*
⁹⁶ BOLDT, P. E. & SOBHIAN, R. Release and establishment of *Aceria malherbae* Nuzzaci (Acari: Eriophyidae) for control of field bindweed in Texas. *Environ. Entomol.*, v. 22, n. 1, p. 234-237, 1993.
⁹⁷ CRAEMER, C. Host specificity, and release in South Africa, on *Aceria malherbae* Nuzzaci (Acari: Eriophyidae), a natural enemy of *Convolvulus arvensis* L. (Convolvulaceae). *Afr. Entomol.*, v. 3, p. 213-215, 1995.
⁹⁸ SOBHIAN, R.; MCCLAY, A.; HASAN, S.; PETERSCHMITT, M. & HUGHES, R. B. Safety assessment and potential of *Cecidophyes rouhollabi* (Acari, Eriophyidae) for biological control of *Galium spurium* (Rubiaceae) in North America. *J. Appl. Entomol.*, v. 128, p. 258-266, 2004.
⁹⁹ MORAES, G. J. de & FLECHTMANN, C. H. W. *Op. cit.*
¹⁰⁰ POLETTI, M.; KONNO, R. H.; SATO, M. E. & OMOITO, C. Controle biológico aplicado do ácaro rajado em cultivo protegido: viabilidade no emprego dos ácaros predadores. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M. & MALERBO-SOUZA, D. T. (Orgs.). *Controle Biológico de Pragas: na Prática*. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 193-203.

Quadro 1: Principais ácaros predadores comercializados para o controle de diferentes grupos de organismos em diferentes países (2011)

Organismo a ser controlado		Predador	
Ácaros-praga			
Família	Espécie	Família	Espécie
Tarsonemidae	<i>Phytonemus pallidus</i>	Phytoseiidae	<i>Neoseiulus barkeri</i> <i>Neoseiulus californicus</i> <i>Neoseiulus cucumeris</i> <i>Neoseiulus fallacis</i>
Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Phytoseiidae	<i>N. barkeri</i> <i>N. californicus</i> <i>N. cucumeris</i> <i>N. fallacis</i>
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> spp.	Phytoseiidae	<i>N. californicus</i>
Tenuipalpidae	<i>Raoiella indica</i>	Phytoseiidae	<i>N. californicus</i>
Tetranychidae	<i>Panonychus citri</i>	Phytoseiidae	<i>N. californicus</i>
Tetranychidae	<i>Panonychus ulmi</i>	Phytoseiidae	<i>Amblyseius andersoni</i> <i>N. californicus</i>
Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	Phytoseiidae	<i>A. andersoni</i> <i>N. californicus</i> <i>N. cucumeris</i> <i>Phytoseiulus macropilis</i> <i>Phytoseiulus persimilis</i> <i>N. fallacis</i>
Insetos-praga			
Aleyrodidae	<i>Mosca branca</i>	Phytoseiidae	<i>Amblyseius swirskii</i>
Crambidae	<i>Duponchelia fovealis</i>	Laelapidae	<i>Stratiolaelaps miles</i>
Keroplastidae	<i>Lyprauta</i> sp.	Macrochelidae	<i>Macrocheles robustulus</i>
Sciaridae	"Fungus gnats"	Laelapidae	<i>Gaeolaelaps aculeifer</i> <i>S. miles</i> <i>Stratiolaelaps scimitus</i>
		Macrochelidae	<i>M. robustulus</i>
Thripidae	Tripes	Phytoseiidae	<i>A. swirskii</i> <i>N. barkeri</i> <i>N. cucumeris</i>
		Laelapidae	<i>S. miles</i> <i>S. scimitus</i>
		Macrochelidae	<i>M. robustulus</i>

Dada a importância da agricultura brasileira, estima-se que haja potencial para que novas empresas aqui se instalem e possam oferecer outras espécies eficientes de ácaros predadores para o controle das mais distintas espécies de organismos.

As exigências cada vez maiores da sociedade por produtos com menos resíduos químicos é uma tendência crescente em todo o mundo. Mesmo em países em que a legislação local não é tão restritiva em relação ao uso de agrotóxicos, a mesma tendência tem sido observada, tendo em vista que muitos destes países exportam seus produtos a outros em que a restrição ao uso de agrotóxicos tem aumentado. A utilização de ácaros como agentes de controle em programas de controle biológico é uma alternativa que deve ser explorada pelos pesquisadores da área.

No Brasil, a comercialização de ácaros inimigos naturais ainda é incipiente, limitada a apenas algumas culturas. A intensificação dos estudos de espécies nativas de agentes potenciais de controle biológico poderá levar à descoberta de espécies que sejam tão ou mais eficientes que as espécies atualmente em uso, aqui e em outros países. Os resultados obtidos poderão incentivar novos empreendimentos neste ramo da cadeia produtiva.

Daniel C. Oliveira é graduado em Engenharia Agrônoma, mestre em Entomologia e doutorando do programa de Pós-Graduação em Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo.

daniel_korggo@yahoo.com.br

Gilberto J. de Moraes é graduado em Engenharia Agrônoma, doutor em Entomologia e professor do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo.

moraesg@usp.br