

MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) A ABAMECTINA EM CAMPOS DE VIDEIRA NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

por

VANESKA BARBOSA MONTEIRO

(Sob Orientação do Professor Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE)

RESUMO

Tetranychus urticae Koch é considerada uma importante praga na cultura da videira na região do Submédio do Vale do São Francisco. O controle desse ácaro é feito através da aplicação de acaricidas, no entanto o uso intensivo destes produtos nesta região tem provocado falhas de controle em campo. Neste trabalho foram realizadas curvas de concentração-resposta periodicamente para monitorar a toxicidade de abamectina a *T. urticae* durante dois anos em dois campos de videira. Concentrações diagnósticas de 1mg e 9mg de abamectina/L de água foram estabelecidas baseadas nesse monitoramento para detectar a resistência de *T. urticae* a abamectina em diferentes campos da região. As populações consideradas resistentes foram submetidas a curvas de concentração-resposta para abamectina, bifentrina e carbosulfano. Discos de folha cotiledonar de feijão de porco (*Canavalia ensiformes* L.) com 5 cm de diâmetro foram imersos por 5 segundos na solução do acaricida. Em seguida, foram confeccionadas arenas com os discos de folha, nos quais foram confinadas fêmeas adultas. A mortalidade dos ácaros foi avaliada após 48 horas. Os valores das CLs variaram ao longo do tempo nos dois campos estudados, provavelmente, em função do manejo da cultura. Foram amostradas outras 35 propriedades, sendo estabelecidas 20 populações de *T. urticae*. Os resultados indicaram que 45% das populações

submetidas à concentração diagnóstica de 9mg/L de abamectina apresentaram mortalidade inferior a 80%, sendo consideradas resistentes. A frequência de ácaros resistentes variou de 4,14% a 80,40%. A razão de resistência variou de 2.441 a 8.102 quando comparada com uma população suscetível de laboratório. A resistência cruzada entre abamectina e bifentrina deve ser investigada, contudo as populações não apresentaram resistência a carbosulfano.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro rajado, controle químico, uva

MONITORING OF RESISTANCE TO ABAMECTIN IN *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) ON GRAPEVINE IN THE SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO VALLEY

por

VANESKA BARBOSA MONTEIRO

(Sob Orientação do Professor Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE)

ABSTRACT

Tetranychus urticae Koch is considered an important pest of grapevine in the Submédio São Francisco Valley. The control of this mite is done through the application of acaricides. However, the intensive use of these products in that region has caused control failures in commercial fields. In this study were performed concentration-response curves periodically to monitor the toxicity of abamectin to *T. urticae* for two years in two fields of grapevines. Diagnostic concentrations of 1mg and 9mg of abamectin/L of water were established to monitoring the resistance of *T. urticae* in different fields. Populations considered resistant were subjected to concentration-response curve to abamectin, bifenthrin and carbosulfan. Cotyledon discs of the jack bean (*Canavalia ensiformes* L.) with 5cm diameter were immersed for 5 seconds in the acaricide solution. Then, adult females were confined on each disc (experimental unit). The mortality was evaluated after 48 hours. The values of LCs varied over the time in the two fields, probably due to the crop management. Thirty five others fields were sampled and 20 populations of *T. urticae* were collected. Forty five percent of the populations subjected to diagnostic concentration with 9mg/L of abamectin showed less than 80% mortality, denoting resistance evolution. The frequency of resistant mites ranged from 4.14% to 80.40%. Concentration-

response curves showed that resistance ratios ranged 2,441 to 8,102 compared to a susceptible population (reared on laboratory). The cross-resistance between abamectin and bifenthrin should be investigated, resistance to carbosulfan was not observed.

KEY WORDS: Two-spotted spider mite, chemical control, grape

MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) A ABAMECTINA EM CAMPOS DE VIDEIRA NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

por

VANESKA BARBOSA MONTEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro - 2014

MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) A ABAMECTINA EM CAMPOS DE VIDEIRA NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

por

VANESKA BARBOSA MONTEIRO

Comitê de Orientação:

Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE

José Eudes de Morais Oliveira – EMBRAPA Semiárido

Josilene Maria de Sousa – PNP/ UFRPE

MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI:
TETRANYCHIDAE) A ABAMECTINA EM CAMPOS DE VIDEIRA NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

por

VANESKA BARBOSA MONTEIRO

Orientador:

Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE

Examinadores:

José Eudes de Moraes Oliveira – EMBRAPA Semiárido

Herbert Álvaro Abreu de Siqueira – UFRPE

Josilene Maria de Sousa – PNPd/ UFRPE

DEDICATÓRIA

A Deus; aos meus pais Luiz Candido Monteiro e Josefa Pereira Barbosa Candido Monteiro; aos meus irmãos Ana Karyna Barbosa Monteiro, Patrícia Martins Monteiro, Luciana Martins Monteiro, Marcio Martins Monteiro; aos meus sobrinhos; a meus avós; a todos os meus tios e primas, em especial a minha tia Neco; ao meu namorado Adriano de Souza Leite e sua família.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, por me dar amor, força e saúde necessária para realizar meus sonhos e me ajudar a concluir as etapas da minha vida e me guiar por onde for me mostrando sempre o melhor caminho a seguir.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de realização do curso.

A Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão do Auxílio Mobilidade Discente (AMD).

Aos meus pais Luiz C. Monteiro e Josefa P. B. C. Monteiro por serem meus eternos professores, por me dar amor e sempre me estimular, ajudar e investir em meus estudos me proporcionando uma educação de qualidade.

Aos meus irmãos Ana Karyna, Luciana, Patricia e Marcio por me apoiarem em todas as minhas decisões.

Aos meus tios e primos, em especial minha grande incentivadora Tia Nocy por me incentivar desde a iniciação científica a seguir a carreira acadêmica.

Ao meu namorado Adriano de Souza Leite por estar sempre ao meu lado, paciência, amor, carinho e força, e sua família pela ajuda necessária em todos os momentos.

Ao meu orientador Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior, Co-orientadores José Eudes de Moraes Oliveira, Herbert Álvaro de Abreu Siqueira e Josilene Maria de Sousa por acompanharem

meu desenvolvimento acadêmico, proporcionando a iniciação no meio científico e o desenvolvimento deste trabalho.

As minhas amigas Ana Rita Pedrosa, Karine Duarte, Sara Lúcia, Elis Helena e Jeaninne Azevedo. Aos meus amigos Kleber Nascimento e Victor Hugo.

A minha amiga Kamilla Dutra por compartilhar todos os momentos acadêmicos comigo.

Aos meus amigos Débora e Wagner pelo companheirismo e todo ensino no laboratório.

Aos colegas de turma pelo companheirismo e momentos alegres que me proporcionaram.

Aos amigos do laboratório de Acarologia Agrícola (Andreia Serra Galvão, Aleuny Coutinho Reis, Carla Patricia de Oliveira Assis, Cecília Ferreira Batista Sanguinetti, Cleiton Araujo Domingos, Cristina, Daniela Rezende, Débora de Lima, Girleide França, Hellen Karoline, José Wagner, Josilene Maria de Souza, Vanessa Farias) pelo carinho e atenção.

Aos amigos da Embrapa (Maria Herlândia, Karen, Andreia, Ingrid e Victor) pelo carinho e atenção.

Aos funcionários da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Ariella Rayder G.S. Cahú, Darci Martins Correia da Silva e José Romildo Nunes pela competência e eficiência na prestação de serviços.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento deste estudo me apoiando e confiando em sua conclusão.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| AGRADECIMENTOS | ix |
| CAPÍTULOS | |
| 1 INTRODUÇÃO | 01 |
| LITERATURA CITADA..... | 06 |
| 2 MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA DE <i>Tetranychus urticae</i> KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) A ABAMECTINA EM CAMPOS DE VIDEIRA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO | 13 |
| RESUMO..... | 14 |
| ABSTRACT..... | 15 |
| INTRODUÇÃO | 17 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| RESULTADOS..... | 23 |
| DISCUSSÃO | 24 |
| AGRADECIMENTOS | 27 |
| LITERATURA CITADA | 27 |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A videira é uma planta perene, lenhosa, caducifólia, sarmentosa e pertencente à família *Vitaceae*, que compreende 11 gêneros e aproximadamente 450 espécies. Duas espécies se destacam, sendo *Vitis vinifera* L. conhecida como produtora de uvas finas e *Vitis labrusca* L., produtora de uvas rústicas (Sousa 1996a). A uva pode ser destinada ao consumo *in natura* ou para processamento e fabricação de vinhos, espumantes ou sucos. Quando o fruto não atinge padrão de qualidade para tais fins é considerado refugo e, normalmente, utilizado para produção de vinagres e uva passa (Sousa 1996b).

No Brasil, a viticultura está implantada em uma área de aproximadamente 78.363 ha. O país exportou 60.805 toneladas de uvas *in natura* no ano de 2010, o colocando em 11º lugar no ranking mundial (FAOSTAT 2013). O Nordeste é a principal região exportadora de uvas *in natura* do país, sendo responsável por mais de 95% do total, representada, sobretudo, pelos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) localizados no Submédio do Vale do São Francisco (Agriannual 2009, Mello 2010, FAOSTAT 2013). Esta região é privilegiada pelos ótimos índices de insolação e calor, aliado ao clima seco do semiárido e solo favorável à irrigação, permitindo a produção durante todo o ano. Isto é uma vantagem que possibilita melhor aproveitamento e oportunidades de preço, inclusive quando as demais regiões produtoras concorrentes estão na entressafra (Silva & Correia 2000, Silva *et al.* 2009, BNB 2011).

Diversas espécies de ácaros são encontradas em associação com a videira na região do Submédio do Vale do São Francisco (Haji & Alencar 2000). Dentre elas destacam-se o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch, o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) e o ácaro

vermelho *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapra) (Haji & Alencar 2000, Domingos 2010). *Tetranychus urticae* é uma espécie cosmopolita e polífaga, tendo mais de 1.200 hospedeiros, em 140 diferentes gêneros de plantas em todo o mundo (Bolland *et al.* 1998, Grbic *et al.* 2011). No Brasil, *T. urticae* está entre os três principais ácaros pragas, causando danos em elevado número de culturas de importância econômica (Moraes & Flechtmann 2008). Esta espécie encontra-se, normalmente na face inferior das folhas, onde tece grande quantidade de teia. As condições climáticas do Submédio do Vale do São Francisco favorecem o desenvolvimento do ácaro durante todo o ano (Domingos 2010). Os danos na videira são caracterizados por manchas cloróticas nas folhas, que posteriormente podem se tornar avermelhadas, necróticas e secas (Carmona 1996, Haji *et al.* 2001, Oliveira & Moreira 2009).

O controle de *T. urticae* é realizado de diversas formas, sobretudo através da utilização de acaricidas (Herron & Rophail 1993, Sato *et al.* 2000, van Leeuwen *et al.* 2010) ou de inimigos naturais (McMurtry & Croft 1997, Moraes 2002, Sato *et al.* 2002). Os principais inimigos naturais de ácaros fitófagos são os ácaros predadores da família Phytoseiidae (Chant 1985, van de Vrie 1985, Moraes 2002). Os fitoseídeos são predadores considerados muito eficientes na regulação populacional de ácaros fitófagos devido ao baixo requerimento alimentar, rápido desenvolvimento, alta habilidade de forrageamento, persistência em plantas com baixa infestação de presas e capacidade de sobrevivência em substratos alternativos (McMurtry & Croft 1997). Liberações massais de fitoseídeos para controle de *T. urticae*, sobretudo em cultivos protegidos, é uma prática comum nos Estados Unidos da América (EUA) e em países da Europa (van de Vrie 1985). No Brasil, algumas espécies como *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) são comercializadas para controle de *T. urticae*, sobretudo em cultivo de flores e fruteiras (Sato *et al.* 2002, Poletti *et al.* 2006). Dentre estas, apenas *N. californicus* tem sido encontrada em associação com videira no Estado do Rio Grande do Sul (Johan *et al.* 2009).

Na região do Submédio do Vale do São Francisco são encontradas, normalmente, em associação com tetraniquídeos em videira, as espécies *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (Domingos 2010).

O controle de *T. urticae* com a utilização de inseticidas/acaricidas sintéticos pode promover a contaminação do ambiente, presença de resíduos nos frutos e outras partes vegetais, eliminação de artrópodes benéficos e desenvolvimento de resistência (van de Vrie *et al.* 1972). A resistência de artrópodes a inseticidas tem sido um dos maiores problemas da produção agrícola (Whalon *et al.* 2008), e pode ser definida como a habilidade herdada de uma população de tolerar doses de tóxicos que seriam letais para uma população normal (suscetível) da mesma espécie, através da seleção de indivíduos que sobrevivem a doses cada vez mais altas (Who 1957, Guedes 1999). Um dos principais fatores que afetam o desenvolvimento da resistência é a pressão de seleção, a qual é exercida pelo uso contínuo de um determinado princípio ativo. Quanto maior a pressão de seleção, mais rápido é o desenvolvimento da resistência (Crow 1957). Além da pressão de seleção, outros fatores operacionais, genéticos e biológicos também podem contribuir para o surgimento da resistência (Georghiou & Taylor 1986). Os fatores genéticos podem ser representados como a frequência inicial, número e dominância de alelos que conferem resistência. Enquanto os fatores biológicos tratam do número de gerações por ano, modo de reprodução, dispersão e preferência alimentar. Já os fatores operacionais caracterizam-se pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, aumento na dose e frequência de aplicação. Estes últimos podem ser manipulados pelo homem para realizar o manejo da resistência (Georghiou & Taylor 1977a, 1977b, Georghiou 1994).

Após a introdução dos inseticidas organo-sintéticos no início da década de 40, casos de pragas resistentes tem aumentado ao longo do tempo. Na década de 90 em torno de 504 espécies de insetos e ácaros haviam desenvolvido linhagens resistentes, sendo 283 de importância agrícola.

Os ácaros representam 13,7% dos casos de resistência detectados, dentre eles 41 espécies são de importância agrícola (Georghiou & Lagunes-Tejeda 1991, Whalon *et al.* 2008).

Na literatura mundial, *T. urticae* se destaca como o artrópode resistente ao maior número de ingredientes ativos. O primeiro caso foi relatado em 1943 a um acaricida a base de sulfeto de selênio (APRD 2013). Atualmente são registrados 389 casos de resistência a 92 ingredientes ativos diferentes (APRD 2013). Casos de resistência de *T. urticae* a abamectina (Beers *et al.* 1998, Stumpf & Nauem 2002, Sato *et al.* 2005), organofosforados (van Zon & Overmeer 1975), dicofol (Fergusson-Kolmes *et al.* 1991), bifentrina (Tsagkarakau *et al.* 2009), hexitiazox (Herron & Rophail 1993), fenpiroximato (Stumpf & Nauen 2001, Sato *et al.* 2004), entre outros, são relatados em todo o mundo. A resistência de *T. urticae* a abamectina tem sido relatada na Austrália e África do Sul (Stumpf & Nauen 2002), Brasil (Sato *et al.* 2005, Sato *et al.* 2009, Ferreira *et al.* 2009, Nicastro *et al.* 2010), Colômbia (Stumpf & Nauen 2002), EUA (Campos *et al.* 1995, Beers *et al.* 1998), França (Stumpf & Nauen 2002), Grécia (Stumpf & Nauen 2002), Holanda (Stumpf & Nauem 2002, Khajehali *et al.* 2011), Itália (Tirello *et al.* 2012), México (Villegas-Elizalde *et al.* 2010) e Turquia (Yorulmaz & Ay 2009).

A resistência cruzada ocorre quando apenas um mecanismo confere resistência a dois ou mais ingredientes ativos (Yu 2008), como por exemplo, entre abamectina e milbemectin para populações de *T. urticae* (Sato *et al.* 2005, Nicastro *et al.* 2010). A resistência múltipla existe quando dois ou mais diferentes mecanismos coexistentes conferem resistência a diferentes ingredientes ativos (Georghiou & Taylor 1977b, Yu 2008), sendo observada também em populações de *T. urticae* (Kim *et al.* 2006).

O manejo da resistência tornou-se uma ferramenta significativa para evitar o aumento da resistência em populações de campo (Whalon *et al.* 2008). As estratégias de manejo podem ser por moderação, saturação e ataque múltiplo. O manejo por moderação tem como objetivo

preservar os indivíduos suscetíveis em uma determinada população, através da redução da pressão de seleção. O manejo por saturação consiste em saturar as defesas do ácaro por meio de dosagens que sejam altas suficientes para superar a resistência, e o uso de sinergistas prevenindo a destoxificação metabólica que o inseticida sofreria. Este método deve ser realizado em estágios iniciais quando os genes da resistência são raros. O manejo por ataque múltiplo implica na utilização de dois ou mais produtos em rotação ou mistura de diferentes grupos químicos (Georghiou 1994). Através de concentrações discriminatórias podem ser realizados testes rápidos, eficientes e precisos, capazes de causar mortalidade em praticamente todos os ácaros suscetíveis, sem causar mortalidade em ácaros resistentes de uma população de campo (Roush & Miller 1986). Com a utilização dessa técnica é possível verificar a frequência de indivíduos resistentes em uma população, e assim permitir que medidas de controle mais eficazes sejam adotadas (Whalon *et al.* 2008). O monitoramento da resistência de *T. urticae*, utilizando concentrações discriminatórias, foram realizados para abamectina e hexitiazox (Knight *et al.* 1990), clofentezine e óxido de fenbutatina (Herron *et al.* 1997), propargite (Shah *et al.* 2002), bifenazate, acequinocil, milbectina, bifentrina, ciflumetofeno, etoxazole e espiromesifeno (Khajehali *et al.* 2011). No Brasil, testes com concentrações discriminatórias mostraram que a frequência de resistência de *T. urticae* pode atingir 90% para abamectina e milbemectina (Nicastro *et al.* 2010), para fenpiroximato e clorfenapir de até 94% e 86% respectivamente (Sato *et al.* 2009, Nicastro *et al.* 2013).

Os produtos registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de *T. urticae* na videira são: abamectina, bifentrina e carbosulfano (AGROFIT 2013). Abamectina atua como agonista de receptores de GABA (ácido γ -aminobutírico), o qual é inibitório e está presente no sistema nervoso central e junções neuromusculares, ativando o fluxo de cloro que inibem a transmissão dos estímulos nervosos.

Afeta o mecanismo fisiológico, causando paralisia e conseqüentemente a morte (Lasota & Dybas 1991, Guedes 1999, Bloomquist 2001). Bifentrina pertence ao grupo dos piretróides que promove atraso no fechamento dos canais de sódio na membrana neuronal, e aumento do fluxo de sódio, causando excitabilidade, tremores e paralisia (Bloomquist 1996, Yu 2008). Carbosulfano pertence ao grupo dos carbamatos que é um inibidor da enzima acetilcolinesterase (AChE), impede a ligação da enzima com o substrato acetilcolina (ACh), ocorrendo o acúmulo de ACh e excessiva neuroexcitação. Este produto causa também irrequietabilidade, hiper-excitabilidade, tremores, convulsões, paralisia e morte (Weill *et al.* 2003, Gerson *et al.* 2004, Yu 2008, Alou *et al.* 2010).

Abamectina é bastante utilizada para controle de *T. urticae* em videira no Submédio do Vale do São Francisco. O aumento no número de aplicações desse produto pode estar associado a falhas de controle no campo, recentemente constatadas pelos agricultores da região. Essas falhas podem ser um indicativo do surgimento da resistência de *T. urticae* a esse acaricida, que é favorecido pelo elevado potencial reprodutivo, ciclo de vida curto dessa espécie (Stark *et al.* 1997, Stumpf & Nauen 2001) e condições climáticas da região. A utilização de concentração discriminatória capaz de causar mortalidade da maioria da população suscetível seria indicada para verificar a frequência da resistência (Halliday & Burnham 1990).

Literatura Citada

Agrianual. 2009. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP. 497 p.

AGROFIT. 2013. Sistema de agrotóxicos Fitossanitários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acessado em: 20 de abril de 2013.

Alou, L.P.A., A.A. Koffi, M.A. Adja, E. Tia, P.K. Kouassi, M. Koné & F. Chandre. 2010. Distribution of *ace-1R* and resistance to carbamates and organophosphates in *Anopheles gambiae* s.s. populations from Côte d'Ivoire. Malar. J. 9: 1-7.

- APRD. 2013.** Arthropod Pesticide Resistance Database. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org> Acessado em: 12 de abril de 2013.
- Beers, E.H., H. Riedl & J.E. Dunley. 1998.** Resistance to abamectin and reversion to susceptibility to fenbutatin oxide in spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in the Pacific Northwest. *J. Econ. Entomol.* 91: 352-360.
- Bloomquist, J.R. 1996.** Ion channels as targets for insecticides. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 163-90.
- Bloomquist, J.R. 2001.** GABA and glutamate receptors as biochemical sites for insecticides action, p. 17-41. In I. Ishaaya (ed.), *Biochemical sites of insecticide action and resistance.* New York, Springer, 361p.
- BNB. 2011.** Banco do Nordeste. Produção, área colhida e efetivo de uva no nordeste. Disponível em: http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/informe_uva.pdf Acessado em: 22 de julho de 2012.
- Bolland, H.R., J. Gutierrez & C.H.W. Flechtmann. 1998.** Species of Tetranychidae in alphabetic order, p. 214-217. *World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae).* Leiden, Brill, 392p.
- Campos, F., R.A. Dybas & D.A. Krupa. 1995.** Susceptibility of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in California to abamectin. *J. Econ. Entomol.* 88: 225-231.
- Carmona, M.M. 1996.** Fundamentos de acarologia agrícola. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 423 p.
- Chant, D.A. 1985.** The Phytoseiidae, p. 3-4. In W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), *Spider mite their biology, natural enemies and control.* 1B. Amsterdam, Elsevier, 458p.
- Crow, J.F. 1957.** Genetics of insect resistance to chemicals. *Annu. Rev. Entomol.* 2: 227-247.
- Domingos, C.A. 2010.** Diversidade e biologia de ácaros em *Vitis vinifera* (L.) no Submédio do Vale do São Francisco, Brasil. Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 77p.
- FAOSTAT 2013.** FAO. production-crops. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> disponível em: 01 de fevereiro de 2013.
- Fergusson-Kolmes, L.A., J.G. Scott & T.J. Dennehey. 1991.** Dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Cross-resistance and Pharmacokinetics. *J. Econ. Entomol.* 84: 41-48.
- Ferreira, C.B.S., M.G.C. Gondim Jr. & H.A.A. Siqueira. 2009.** Levantamento de resistência a Abamectina em populações de ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch. In JEPEX 2009 - IX Jornada de ensino, pesquisa e extensão da UFRPE, RECIFE. Anais JEPEX.

- Georghiou, G.P. & C.E. Taylor. 1977a.** Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. *J. Econ. Entomol.* 70: 319-323.
- Georghiou, G.P. & C.E. Taylor. 1977b.** Operational influences in the evolution of insecticide resistance. *J. Econ. Entomol.* 70: 653-658.
- Georghiou, G.P. & C.E. Taylor. 1986.** Factors influencing the evolution of resistance, p. 157-169. In National Research Council (ed.), *Pesticide resistance: strategies and tactics for management*. Washington, National Academy Press, 489p.
- Georghiou G.P. & A. Lagunes-Tejeda. 1991.** The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. Rome, FAO, 318 p.
- Georghiou, G.P. 1994.** Principles of insecticide resistance management. *Phytoprotection* 75: 51-59.
- Gerson, U., R.L. Smiley & R. Ochoa. 2004.** The effect of agricultural chemicals on acarine biocontrol agents, p. 267-269. In U. Gerson, R.L. Smiley & R. Ochoa (eds.), *Mites (Acari) for Pest Control*. Malden, Blackwell Science, 538p.
- Grbic, M., T.V. Leeuwen, R.M. Clark, S. Rombauts, P. Rouze, V. Grbic, E.J. Osborne, W. Dermauw, P.C.T. Ngoc, F. Ortego, P. Hernández-Crespo, I. Diaz, M. Martinez, M. Navajas, E. Sucena, S. Magalhães, L. Nagy, R.M. Pace, S. Djuranovic, G. Smagghe, M. Iga, O. Christiaens, J.A. Veenstra, J. Ewer, R.M. Villalobos, J.L. Hutter, S.D. Hudson, M. Velez, S.V. Yi, J. Zeng, A. P. da Silva, F. Roch, M. Cazaux, M. Navarro, V. Zhurov, G. Acevedo, A. Bjelica, J.A. Fawcett, E. Bonnet, C. Martens, G. Baele, L. Wissler, A. Sanchez-Rodriguez, L. Tirry, C. Blais, K. Demeestere, S.R. Henz, T.R. Gregory, J. Mathieu, L. Verdon, L. Farinelli, J. Schmutz, E. Lindquist, R. Feyereisen & Y.V. de Peer. 2011.** The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature* 479: 487-492.
- Guedes, R.N.C. 1999.** Mecanismos de Ação de Inseticidas. p. 24-26. In C. Omoto & R.N.C. Guedes (eds.), *Resistência de pragas a pesticidas: princípios e práticas*. Mogi Mirim, IRAC-BR, 28p.
- Haji, F.N.P. & J.A. Alencar. 2000.** Pragas da videira e alternativas de controle, p. 273-291. In P.C.S. Leão & J.M. Soares (eds.), *A viticultura no semiárido brasileiro*. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 336p.
- Haji, F.N.P., A.N. Moreira, R.C.F Ferreira, E. M. Leite, F.R. Barbosa & J.A. Alencar. 2001.** Monitoramento e Determinação do Nível de Ação do Ácaro-Rajado na Cultura da Uva. Petrolina, Embrapa Semiárido, 7p. (Circular técnica 71).
- Halliday, W.R. & K.P. Burnham. 1990.** Choosing the optimal diagnostic dose for monitoring insecticide resistance. *J. Econ. Entomol.* 83: 1151-1159.

- Herron, G.A. & J. Rophail. 1993.** Genetics of hexythiazox resistance in two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Exp. Appl. Acarol. 17: 423-431.
- Herron, G.A., S.E. Learmonth, J. Rophail & I. Barchia. 1997.** Clofentezine and fenbutatin oxide resistance in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from deciduous fruit tree orchards in Western Australia. Exp. Appl. Acarol. 21: 163-169.
- Johan, L., C.L. Klock, N.J. Ferla & M. Botton. 2009.** Acarofauna (Acari) associada à videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado do Rio Grande do Sul. Biociências 1: 1-19.
- Khajehali, J., P. van Nieuwenhuysse, P. Demaeght, L. Tirry & T. van Leeuwen, 2011.** Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouse in the Netherlands. Pest. Manag. Sci. 67: 1424-1433.
- Kim, Y.J., H.M. Park, J.R. Cho & Y.J. Ahn. 2006.** Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 99: 954-958.
- Knight, A.L., E.H. Beers, S.C. Hoyt & H. Rield. 1990.** Acaricide bioassays with spider mite (Acari: Tetranychidae) on Pome Fruits: evaluation of methods and selection of discriminating concentrations for resistance monitoring. J. Econ. Entomol. 83: 1752-1760.
- Lasota, J.A. & R.A. Dybas. 1991.** Avermectins, a novel class of compounds: Implications for Use in Arthropod Pest Control. Annu. Rev. Entomol. 36: 91-117.
- McMurtry, J.A. & A.B. Croft. 1997.** Life-styles of Phytoseiidae mites and their roles in biological control. Annu. Rev. Entomol. 42: 291-321.
- Mello, L.M.R. 2010.** Atuação do Brasil no Mercado Vitivinícola Mundial: panorama 2010. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 3p. (Artigos Técnicos).
- Moraes, G.J. 2002.** Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores, p. 225-237. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635p.
- Moraes, G.J. de & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 288 p.
- Nicastro, R.L., M.E. Sato & M.Z. da. Silva. 2010.** Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. Exp. Appl. Acarol. 50: 231-241.
- Nicastro, R.L., M.E. Sato, V. Arthur & M.Z. da. Silva. 2013.** Chlorfenapyr resistance in the spider mite *Tetranychus urticae*: stability, cross-resistance and monitoring of resistance. Phytoparasitica. DOI 10.1007/s12600-013-0309-x.

- Oliveira, J.E.M. & A.N. Moreira. 2009.** Manejo integrado de pragas da videira. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2010/41817/1/OPB2579.pdf>. Acessado em: 03 de abril de 2013.
- Poletti, M., R.H. Konno, M.E. Sato & C. Omoto. 2006.** Controle Biológico aplicado do ácaro rajado em cultivo protegido: viabilidade no emprego dos ácaros predadores, p. 193-203 In A.S. Pinto, D.E. Nava, M.M.Rossi & D.T.Malerbo-Souza (eds.), Controle biológico de pragas: na prática. Piracicaba, FEALQ, 278p.
- Roush, R.T. & G.L. Miller. 1986.** Considerations for design of insecticide resistance monitoring programs. J. Econ. Entomol. 79: 293-298.
- Sato, M.E., C.M. Passerotti, A.P.Takematsu, M.F. de Souza Filho, M.R. Potenza & A.P. Sivieri. 2000.** Resistência de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) a acaricidas, em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) em Paranapanema e Jundiaí, SP. Arq. Inst. Biol. 67: 117-123.
- Sato, M.E., M.Z. da Silva, L.R. Gonçalves, M.F. de Souza Filho & A. Raga. 2002.** Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. Neotrop. Entomol. 31: 449-456.
- Sato, M.E., T. Miyata, M.Z. da Silva, A. Raga & M.F. de Souza Filho. 2004.** Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, cross resistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool. 39: 293-302.
- Sato, M.E., M.Z. da Silva, A. Raga & M.F. de Souza Filho. 2005.** Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae): Selection, cross resistance and stability of resistance. Neotrop. Entomol. 34: 991-998.
- Sato, M.E., M.Z. da Silva, R.B. da Silva, M.F. de Souza Filho & A. Raga. 2009.** Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no Estado de São Paulo. Arq. Inst. Biol. 76: 217-223.
- Shah, R., S.P. Worner & R.B. Chapman. 2002.** Selection of a discriminating concentration (DC) for propargite-resistance detection and monitoring in *Tetranychus urticae* (Koch). Pakis. J. Biol. Sci. 5: 1074-1076.
- Silva, P.C.G. da & R.C. Correia. 2000.** Caracterização social e econômica da videira, p. 19-32. In P.C.S. Leão & J.M. Soares (eds.), A viticultura no semiárido brasileiro. Petrolina, Embrapa Semiárido, 366p.
- Silva, P.C.G. da, R.C. Correia & J.M. Soares. 2009.** Histórico e importância socioeconômica, p.21-34. In J.M. Soares & P.C.S. Leão (eds.), A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Petrolina, Embrapa Semiárido, 756p.

- Sousa, J.S.I. 1996a.** A videira: classificação, partes e funções, p. 157-165. In J.S.I. Sousa (ed.), Uvas para o Brasil. Piracicaba, FEALQ, 791p.
- Sousa, J.S.I. 1996b.** Colheita e destinação da uva, p. 729-741. In J.S.I. Sousa (ed.), Uvas para o Brasil. Piracicaba, FEALQ, 791p.
- Stark, J.D., L. Tanigoshi, M. Bounfour & A. Antonelli. 1997.** Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotox. Environ. Safe.* 37: 273-279.
- Stumpf, N. & R. Nauen. 2001.** Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 94: 1577-1583.
- Stumpf, N. & R. Nauen. 2002.** Biochemical Markers Linked to Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pestic. Biochem. Phys.* 72: 111-121.
- Tirello, P., A. Pozzebon, S. Cassanelli, T.V. Leeuwen & C. Duso. 2012.** Resistance to acaricides in Italian strains of *Tetranychus urticae*: toxicological and enzymatic assays. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 53-64.
- Tsagkarakau, A., T. Leeuwent, J. Khajehali, A. Grispou, M. Williamson, L. Tirry, & J. Yontas. 2009.** Identification of pyrethroid resistance associated mutations in the para sodium channel of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Insect. Mol. Biol.* 18: 583-593.
- van de Vrie, M., J.A. Murtry & C.B. Huffaker. 1972.** Ecology of mites and their natural enemies: a review III. Biology, ecology, and pest status, and host plant relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41: 354-432.
- van de Vrie, M. 1985.** Control of Tetranychidae in crops, p. 273-283. In W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), Spider mite their biology, natural enemies and control. Vol. 1B. Amsterdam, Elsevier, 458p.
- van Leeuwen T., J. Vontas, A. Tsagkarakou, W. Dermauw & L. Tirry. 2010.** Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect. Biochem. Mol. Biol.* 40: 563-572.
- van Zon, A.Q. & W.P.J. Overmeer. 1975.** The occurrence of pesticide resistance in red spider mite populations (*Tetranychus urticae* Koch) collected from wild plants in the greenhouse district of Aalsmeer, the Netherlands. *Z. Angew. Entomol.* 79: 213-222.
- Villegas-Elizalde, S.E., J.C. Rodríguez-Maciel, S. Anaya-Rosales, H. Sánchez-Arroyo, J. Hernández-Morales & R. Bujanos-Muñiz. 2010.** Resistance of *Tetranychus urticae* (Koch) to acaricides applied on strawberries in Zamora, Michoacán, México. *Agrociencia* 44: 75-81.

- Weill, M., G. Lutfalla, K. Mogensen, F. Chandre, A. Berthomieu, C. Berticat, N. Pasteur, A. Philips, P. Fort & M. Raymond. 2003.** Insecticide resistance in mosquito vectors. *Nature* 423: 136-137.
- Whalon, M.E., D. Mota-Sanchez & R.M. Hollingworth. 2008.** Analysis of global pesticide resistance in arthropods, p. 5-31. In M.E. Whalon, D. Mota-Sanchez & R.M. Hollingworth (eds.), *Global pesticide resistance in arthropods*. Cambridge, CAB International, 208p.
- Who. 1957.** Expert committee on insecticides: seventh report. Geneva, Technical Report Series 125, 31p.
- Yorulmaz S. & R. Ay. 2009.** Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Turk. J. Agric. For.* 33: 393-402.
- Yu, S.J. 2008.** Insecticide Resistance, p. 215-216. In Yu, S.J. (ed.) *The toxicology and biochemistry of insecticides*. Boca Raton, CRC Press, 283p.

CAPÍTULO 2

MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) A ABAMECTINA EM CAMPOS DE VIDEIRA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

VANESKA B. MONTEIRO¹, JOSÉ E. DE M. OLIVEIRA², HERBERT A.A. DE SIQUEIRA¹, JOSILENE MARIA DE SOUSA¹ E MANOEL G.C. GONDIM JR.¹

¹Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

²Embrapa Semiárido, Entomologia, Br 428 Km 152, Caixa Postal 23, 56302-970 Petrolina, PE, Brasil.

Monteiro, V.B., J.E.M. Oliveira, H.A.A. Siqueira, J.M. Sousa & M.G.C. Gondim Jr. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) a abamectina em campos de videira no Submédio do Vale do São Francisco. A ser submetido.

RESUMO – O controle de *Tetranychus urticae* Koch na região do Submédio do Vale do São Francisco é feito através da aplicação de acaricidas, no entanto o uso intensivo destes produtos nesta região tem provocado falhas de controle em campo. Neste trabalho foram realizadas curvas de concentração-resposta periodicamente para monitorar a toxicidade de abamectina a *T. urticae* durante dois anos em dois campos de videira. Concentrações diagnósticas de 1mg e 9mg de abamectina/L de água foram estabelecidas baseadas nesse monitoramento para detectar a resistência de *T. urticae* em diferentes campos da região. As populações consideradas resistentes foram submetidas a curvas de concentração-resposta para abamectina, bifentrina e carbosulfano. Discos de folha cotiledonar de feijão de porco (*Canavalia ensiformes* L.) foram imersos na solução dos acaricidas e utilizados na confecção de arenas para confinamento de *T. urticae*. A mortalidade dos ácaros foi avaliada após 48 horas. Os valores das CLs variaram ao longo do tempo nos dois campos estudados, provavelmente, em função do manejo da cultura. Foram amostradas outras 35 propriedades, sendo estabelecidas outras 20 populações. Os resultados indicaram que 45% das populações submetidas à concentração diagnóstica de 9mg/L de abamectina apresentaram mortalidade inferior a 80%, sendo consideradas resistentes. A frequência de ácaros resistentes variou de 4,14% a 80,40%. A razão de resistência variou de 2.441 a 8.102 quando comparada a uma população suscetível de laboratório. A resistência cruzada entre abamectina e bifentrina deve ser investigada, a resistência a carbosulfano não foi observada.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro rajado, controle químico, uva

MONITORING OF RESISTANCE TO ABAMECTIN IN *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) ON GRAPEVINE IN THE SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO VALLEY

ABSTRACT – *Tetranychus urticae* Koch is considered an important pest of grapevine in the Submédio São Francisco Valley. The control of this mite is done through the application of acaricides. However, the intensive use of these products in that region has caused control failures in commercial fields. In this study were performed concentration-response curves periodically to monitor the toxicity of abamectin to *T. urticae* for two years in two fields of grapevines. Diagnostic concentrations of 1mg and 9mg of abamectin/L of water were established to monitoring the resistance of *T. urticae* in different fields. Populations considered resistant were subjected to concentration-response curve to abamectin, bifenthrin and carbosulfan. Cotyledon discs of the jack bean (*Canavalia ensiformes* L.) with 5cm diameter were immersed for 5 seconds in the acaricide solution. Then, adult females were confined on each disc (experimental unit). The mortality was evaluated after 48 hours. The values of LCs varied over the time in the two fields, probably due to the crop management. Thirty five others fields were sampled and 20 populations of *T. urticae* were collected. Forty five percent of the populations subjected to diagnostic concentration with 9mg/L of abamectin showed less than 80% mortality, denoting resistance evolution. The frequency of resistant mites ranged from 4.14% to 80.40%. Concentration-response curves showed that resistance ratios ranged 2,441 to 8,102 compared to a susceptible population (reared on laboratory). The cross-resistance between abamectin and bifenthrin should be investigated, resistance to carbosulfan was not observed.

KEY WORDS: Two-spotted spider mite, chemical control, grape

Introdução

O ácaro *Tetranychus urticae* Koch é uma importante praga de videira em várias partes do mundo (Schruff 1985, Duso *et al.* 2010, James & Prischmann 2010), inclusive na região do Submédio do Vale do São Francisco (Haji & Alencar 2000, Oliveira & Moreira 2009, Domingos 2010). *Tetranychus urticae* causa manchas cloróticas nas folhas, que podem tornar-se avermelhadas, necróticas e secas. Altas infestações podem causar desfolhamentos e bronzeamento das bagas (Carmona 1996, Haji *et al.* 2001b, Botton 2005, Oliveira & Moreira 2009). Outras espécies também são importantes pragas na região, como o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) e o ácaro vermelho *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapro) (Haji & Alencar 2000, Domingos 2010).

As uvas produzidas no Submédio do Vale do São Francisco são principalmente direcionadas para o mercado externo. Para atender as exigências deste mercado, o produto precisa ter a certificação de empresas, cujas normas atendem as exigências dos países importadores (Fachinello 2001, Haji *et al.* 2001a, Silva *et al.* 2001). A certificação oferece garantias ao consumidor sobre a qualidade do produto, viabilizando a venda para o mercado externo (Fachinello 2001, Pinheiro & Adissi 2007). No entanto, apenas três acaricidas são registrados no Brasil para o controle de ácaros na cultura da videira, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e aceitos pelos países importadores sendo eles: abamectina, bifentrina e carbosulfano (Agrofit 2013). Os agricultores evitam utilizar mais de um acaricida, pois ainda precisam ser utilizados inseticidas para controle de tripes e, sobretudo fungicidas para o controle de míldio, *Plasmopara viticola* (Berkeley & M. A. Curtis) e oídio *Erysiphe necator* Schwein que são importantes doenças que afetam a videira. Desta forma, os agricultores costumam aplicar um acaricida de largo espectro que controla tanto tetraniquídeos (*T. urticae* e *O. mangiferus*) como o tarsonemídeo (*P. latus*), como é o caso de abamectina. Aparentemente, estes fatos tem promovido

o uso intenso de abamectina na região, elevando a pressão de seleção destas populações e a constatação de falhas de controle em campo, devido o surgimento de populações com alta frequência de indivíduos resistentes.

Tetranychus urticae destaca-se, dentre os artrópodes, por apresentar resistência a um grande número de acaricidas/inseticidas (Whalon *et al.* 2008). A resistência cruzada e múltipla tem sido relatada para este ácaro em diversas partes do mundo (Sato *et al.* 2005, Kim *et al.* 2006, Kwon *et al.* 2010, Nicastro *et al.* 2010). O curto ciclo de vida, tipo de reprodução e o alto potencial biótico favorecem ao rápido desenvolvimento da resistência dessa espécie a vários acaricidas (Stumpf & Nauen 2001). Em populações de campo a resistência pode ser fácil e rapidamente verificada através de testes de toxicidade, utilizando-se concentrações discriminatórias (Roush & Miller 1986). Estas concentrações promovem mortalidade à maioria dos indivíduos suscetíveis de uma população, diferenciando-os dos indivíduos resistentes (Kabir *et al.* 1991, Shah *et al.* 2002, Yu 2008, Sato *et al.* 2009). A concentração discriminatória é expressa por valores usualmente situados entre as CL₉₅ e CL₉₉ de populações suscetíveis, devendo causar mortalidade entre 95 e 99% dos indivíduos testados (Halliday & Burnham 1990). A utilização de concentrações discriminatórias é frequentemente utilizada em testes de toxicidade para monitoramento da frequência de resistência de populações de ácaros (Knight *et al.* 1990, Sato *et al.* 2009). O monitoramento da resistência de *T. urticae*, utilizando concentrações discriminatórias, foi realizado para abamectina e hexitiazox nos Estados Unidos da América (Knight *et al.* 1990), clofentezine e óxido de fenbutatina na Austrália (Herron *et al.* 1997), propargite na Nova Zelândia (Shah *et al.* 2002), bifenazate, acequinocil, abamectina, milbectina, bifentrina, ciflumetofeno, etoxazole e espiromesifeno na Holanda (Khajehali *et al.* 2011). No Brasil, testes com concentrações discriminatórias foram realizados no estado de São Paulo para abamectina e fenpiroximato, em populações de *T. urticae* oriundas de áster, crisântemo, feijão, figo, framboesa,

mamão, morango, pêssego, tango e tomate (Sato *et al.* 2009) e para abamectina e milbectina em crisântemo, framboesa, gérbera e morango (Nicastro *et al.* 2010).

O objetivo deste trabalho foi fornecer informações sobre a frequência de indivíduos de *T. urticae* resistentes a abamectina na região do Submédio do Vale do São Francisco. Para tanto, foram realizadas curvas de concentração-resposta periodicamente para monitorar a toxicidade de abamectina a *T. urticae* durante dois anos em dois campos de videira; testes de toxicidade de abamectina a *T. urticae* foram realizados por intermédio de concentrações diagnósticas em diferentes populações da região, e curvas de concentração-resposta para as populações resistentes. Foram realizados também testes de toxicidade para os outros dois acaricidas com registro para controle de *T. urticae* em videira no Brasil para verificar se ocorre resistência cruzada na região.

Material e Método

Monitoramento da toxicidade de abamectina a *T. urticae*, ao longo do tempo, em dois campos de videira no Submédio do Vale do São Francisco.

Obtenção e manutenção das populações de *T. urticae*. Foram coletadas folhas de videira em duas propriedades que apresentavam falhas de controle com abamectina no município de Petrolina-PE: população 1 (9°20'10,86''S; 40°38'51,43''O) e população 2 (9°17'45.82"S; 40°32'51.47"O). As coletas ocorreram no período de Julho de 2011 a Setembro de 2013, em intervalos de dois a três meses entre as coletas. Amostras de folha foram transportadas ao laboratório de Acarologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em sacos de papel, e estes no interior de uma caixa de isopor. No laboratório, os ácaros foram transferidos para plantas de feijão de porco (*Canavalia ensiformes* L.) mantidas a 25°C ± 1°C, 85 ±10% de umidade relativa do ar e fotofase de 12 horas.

Acaricida testado. Os experimentos foram realizados utilizando o acaricida abamectina (Kraft 36 EC, Cheminova Brasil Ltda).

Teste preliminar. Testes de toxicidade foram realizados de acordo com o método N° 4 da série de métodos de testes de suscetibilidade do Insecticide Resistance Action Committee (IRAC 2003). Foram preparadas concentrações diluídas em fator 10 (0,01; 0,1; 1; 10; 100; 1000 mg) de abamectina por litro de calda. A aplicação dos acaricidas foi realizado através da imersão de discos de folha de *C. ensiformes* de 5 cm de diâmetro, por 5 segundos, em um Becker que continha as concentrações. O tratamento controle correspondeu à imersão dos discos de folha em água destilada. Após a imersão, os discos foram postos para secar a temperatura ambiente durante 30 minutos. A unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro, no interior da qual foram sobrepostos espuma de polietileno de 1 cm de altura e papel de filtro de mesmo diâmetro. O disco de folha foi colocado sobre o papel de filtro, e os bordos cobertos com pedaços de papel toalha para evitar a fuga dos ácaros. A placa foi umedecida com água destilada para manter a turgescência do disco de folha. Para cada unidade experimental foram transferidas 10 fêmeas adultas de *T. urticae*. Cada concentração e controle tiveram três repetições, totalizando 30 ácaros. A mortalidade foi avaliada 48h após o tratamento, contando-se o número total de ácaros vivos e mortos por repetição. Foram considerados mortos, os ácaros que não caminharam pelo menos o comprimento de seu corpo, após serem tocados com um pincel de pelo N° 000. O percentual de mortalidade das concentrações foi corrigido pelo controle, através da fórmula de Abbott (1925).

Bioensaio: A partir dos testes preliminares, estabeleceu-se 7 a 8 concentrações diluídas em fator 2, entre aquelas que promoveram, aproximadamente, mortalidades de 0 e 100% dos ácaros. Todo o procedimento de impregnação do acaricida, confecção das arenas, confinamentos dos ácaros e avaliação foi semelhante ao teste preliminar. Cada concentração e controle tiveram três

repetições, totalizando 30 ácaros. Todo este procedimento foi repetido duas vezes, em dias diferentes, totalizando 60 ácaros por concentração. Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit (Finney 1971) depois da correção da mortalidade através do controle (Abbott 1925). O programa POLO-Plus 2.0 (LeOra Software 2005) foi utilizado para a obtenção das curvas de concentração resposta.

Monitoramento da resistência de populações de *T. urticae* a abamectina no Submédio do Vale do São Francisco.

Obtenção e manutenção das populações de *T. urticae*. Foram coletadas folhas de videira em 35 plantios comerciais de propriedades da região, no período de Janeiro a Abril de 2013, para obtenção e estabelecimento de populações em condições de laboratório. Os pontos de coleta foram georreferenciados com o auxílio de GPS (Fig.1). As amostras de folha foram transportadas ao laboratório da Embrapa Semiárido em sacos de papel, e estes no interior de uma caixa de isopor. No laboratório, os ácaros foram transferidos para plantas de *C. ensiformes*. As plantas foram mantidas a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $85 \pm 10\%$ de umidade relativa do ar e fotofase de 12 horas. Como padrão de suscetibilidade foi utilizada uma população de *T. urticae* obtida em Piracicaba-SP, em plantas de *Gossypium hirsutum* L. ($22^{\circ}42'48.22''\text{S}$; $47^{\circ}37'34.03''\text{O}$) no ano de 2000, e mantida no Laboratório de Acarologia da UFRPE desde então sem pressão de seleção.

Acaricida testado. Os experimentos foram realizados utilizando o acaricida abamectina (Kraft 36 EC, Cheminova Brasil Ltda).

Bioensaio: Foram utilizadas concentrações diagnósticas de 1mg/L e 9mg/L de abamectina estimadas através do ponto médio das CL_{50} e CL_{95} das populações do experimento anterior que se comportaram como suscetíveis a esse acaricida. Os procedimentos realizados foram semelhantes ao experimento anterior, quanto a aplicação dos acaricidas, confecção das unidades experimentais, confinamento dos ácaros e avaliação. Cada bioensaio correspondeu a uma população, com três

tratamentos, sendo dois correspondentes as concentrações diagnósticas e o outro apenas água destilada (testemunha). Cada tratamento era constituído por cinco unidades experimentais, totalizando 50 ácaros para cada tratamento. Cada bioensaio foi repetido três vezes, em dias diferentes, totalizando 150 ácaros por tratamento. Após o confinamento dos ácaros, as unidades experimentais foram colocadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $85 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12h. O percentual de mortalidade das concentrações foi corrigido pelo controle, através da fórmula de Abbott (1925). Considerou-se população resistente àquela que apresentou mortalidade menor que 80%, quando submetida a concentração diagnóstica de 9mg/L.

Testes de toxicidade de bifentrina e carbosulfano a populações de *T. urticae* resistentes a abamectina do Submédio do Vale do São Francisco.

Acaricidas Testados. Os experimentos foram realizados, utilizando-se os acaricidas bifentrina (Talstar CE, FMC Química do Brasil Ltda) e carbosulfano (Marshal 400 SC, FMC Química do Brasil Ltda).

Teste preliminar: Para as populações consideradas resistentes a abamectina (mortalidade < 80% na concentração diagnóstica de 9mg/L) foram realizados testes de toxicidade, de acordo com o método Nº 4 da série de métodos de testes de suscetibilidade do Insecticide Resistance Action Committee (IRAC 2003). Foram preparadas concentrações diluídas em fator 10 (0,1; 1; 10; 100; 1000, 10.000 mg) de bifentrina e carbosulfano por litro de calda. A aplicação dos acaricidas, confecção das unidades experimentais, confinamento dos ácaros, avaliação e análise dos resultados foram realizados conforme o teste preliminar do experimento de monitoramento de toxicidade a abamectina.

Bioensaio: A partir dos testes preliminares, estabeleceu-se 7 a 8 concentrações diluídas em fator 2, entre aquelas que promoveram, aproximadamente, mortalidades de 0 e 100% dos ácaros. Todos os procedimentos de aplicação dos acaricidas, confecção das arenas, confinamentos dos ácaros,

avaliação e análise dos dados foram semelhante ao bioensaio do experimento de monitoramento de toxicidade. Foi realizada uma correlação através do PROC CORR do SAS entre as CL₅₀s de bifentrina e abamectina (SAS Institute 2002)

Resultados

Monitoramento da toxicidade de abamectina a *T. urticae* ao longo do tempo.

A CL₅₀ da população 1 variou de 0,46 a 2,98 mg/L e a CL₉₅ de 1,79 a 15,55 mg/L. A CL₅₀ da população 2 variou de 0,62 a 3,51 mg/L, enquanto a CL₉₅ de 2,90 a 21,41 mg/L (Tabela 1).

Monitoramento da resistência de populações de *T. urticae* a abamectina no Submédio do Vale do São Francisco.

Foram visitadas 35 propriedades no Submédio do Vale do São Francisco, em 15 não foi encontrado *T. urticae* (populações 23-37) (Fig. 1). A mortalidade foi inferior a 50% quando as populações foram submetidas a concentração diagnóstica de 1mg/L (populações 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 17) e superior para as demais (populações 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21 e 22). A mortalidade foi inferior a 80% quando submetidas a concentração diagnóstica de 9mg/L (populações 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11), sendo consideradas resistentes, e superior para as demais (populações 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21 e 22), sendo consideradas suscetíveis (Fig. 2). A frequência de ácaros resistentes, quando submetidos a concentração diagnóstica de 9mg/L, variou de 4,14% a 80,40%.

As populações consideradas resistentes, ao serem submetidas a curvas de concentração resposta, apresentaram razão de resistência, variando de 2.405 (População 10) a 8.272 (População 8) vezes mais resistentes, quando comparada a uma população suscetível de laboratório (Tabela 2).

Testes de toxicidade de bifentrina e carbosulfano a populações de *T. urticae* resistentes a abamectina do Submédio do Vale do São Francisco.

Os testes de toxicidade de carbosulfano estimaram CL_{50} variando de 719 a 2.131 mg/L e CL_{95} de 2.461 a 11.095 mg/L, para as populações 5 e 6, respectivamente. As razões de resistência variaram de 1 a 3 vezes, quando comparada com a população suscetível. Os testes de toxicidade com bifentrina estimaram CL_{50} de 1.411 a 4.271 mg/L para as populações 8 e 3, respectivamente; enquanto as CL_{95} variaram de 8.069 a 24.792 mg/L para as populações 6 e 3, respectivamente. As razões de resistência variaram de 161 a 489 vezes, quando comparada a população suscetível (Tabela 3).

Discussão

Os resultados deste levantamento mostram claramente que abamectina tem sido utilizada intensivamente no Submédio do Vale do São Francisco para controle de *T. urticae* em videira, e o manejo da resistência a este acaricida tem sido negligenciado. Quarenta e cinco por cento das populações de *T. urticae*, dentre as 20 testadas, apresentaram resistência quando submetidas à concentração diagnóstica de 9mg/L. A resistência a abamectina também foi observada em outros levantamentos através de doses diagnóstica inferiores as utilizadas neste trabalho (Stumpf & Nauem 2002, Khajehali *et al.* 2011). No Brasil, testes para monitoramento da resistência de *T. urticae*, através de concentrações diagnósticas de abamectina (4,79 mg/L) e fenpiroximato (46,3 mg/L), foram realizados com 29 populações coletadas em diversas culturas de 15 municípios do Estado de São Paulo (Sato *et al.* 2009). Os autores observaram frequências de indivíduos resistentes para abamectina e fenpiroximato de até 82% e 95%, respectivamente. A frequência inicial de genes de resistência e intensidade de pressão de seleção de acaricidas pode resultar em diferentes níveis de resistência entre populações de determinada região (Osakabe *et al.* 2009).

Contudo, a resistência a abamectina é instável, e após a suspensão de seu uso, a frequência de indivíduos resistentes diminui drasticamente, favorecendo o manejo (Stumpf & Nauem 2002, Sato *et al.* 2005, Sato *et al.* 2009).

As condições climáticas da região do Submédio do Vale do São Francisco influenciam favoravelmente a biologia de *T. urticae*. Trata-se de uma região com temperaturas médias anuais elevadas e baixa umidade relativa do ar (Silva *et al.* 2009). O ciclo de vida de *T. urticae* a 30 °C é de aproximadamente 7 dias (Adb El-Wahed & El-Halawany 2012). A temperatura média anual, nos últimos quatro anos, na região do Submédio do Vale do São Francisco foi de 27 °C e 54% de umidade relativa (EMBRAPA 2013). Essas condições juntamente com o alto potencial reprodutivo de *T. urticae* aumentam a taxa de crescimento populacional da espécie, o número de gerações anuais, e conseqüentemente favorece o aumento na frequência de indivíduos resistentes, devido o uso intensivo de abamectina. *Tetranychus urticae* pode desenvolver até 37 gerações em um ano nestas condições (Riahi *et al.* 2013). Em outras regiões vitivinícolas do Brasil, como na Serra Gaúcha (Bento Gonçalves), no Estado do Rio Grande do Sul, o clima é temperado e úmido e a temperatura média anual é de 16°C (Tonietto *et al.* 2012). Isso pode explicar porque *T. urticae* nesta região não é considerado um ácaro-praga e, portanto, não são relatados casos de resistência a este ácaro em videira naquele estado.

A maioria das populações resistentes de *T. urticae* neste trabalho concentrou-se no lado oeste do mapa, enquanto a maioria das suscetíveis localizou-se mais a leste (Fig. 1). Na região do Submédio do Vale do São Francisco, a direção predominante do vento é de leste e sudeste para oeste (Windfinder 2013). Isto pode ter influenciado na distribuição das populações resistentes na região. À distância e o destino de ácaros que se dispersam pelo vento são fatores importantes que influenciam a distribuição da população (Kennedy & Smitley 1985, Osakabe *et al.* 2005, 2008). Estudos de dispersão com ácaros da família Tetranychidae sugerem que o vento constitui a

principal estratégia de dispersão a longas distâncias (Bell *et al.* 2005, Berg 2001). O comportamento de dispersão e colonização do ácaro também afeta a distribuição de genes de resistência a acaricidas (Grafton-Cardwell *et al.* 1991).

O valor das CLs variou nos dois campos monitorados ao longo do tempo (Tabela 1). A produção da região é direcionada tanto para o mercado externo como interno, contudo no segundo semestre e destinada prioritariamente para exportação, pois neste período o hemisfério Norte está na entressafra, promovendo maiores valores de comercialização (Araújo 2004, Lazzaroto & Fioravanço 2013). Verificou-se no início e meio do segundo semestre a redução das CLs nos dois campos monitorados. Esta é a época que antecede a floração e frutificação da videira. Nesse período, a aplicação de acaricidas é reduzida, pois é necessário respeitar os limites máximos de resíduos permitidos por lei nos frutos comercializados para o mercado externo. Contudo, no campo 1, cuja produção no primeiro semestre é destinada ao mercado interno, houve aumento consistente e progressivo dos valores das CLs ao longo do período estudado. Coincidentemente, este produtor mantinha leguminosas como *Canavalia ensiformes* L. e ervas daninhas nas entrelinhas para proteção do solo, sendo algumas delas hospedeiras de *T. urticae*. Apesar do produtor controlar o ácaro no parreiral, este deve ter entrado em contato com subdosagens de abamectina em plantas não alvo (*C. ensiformes* e ervas daninhas) favorecendo o aumento da resistência e posteriormente estes ácaros devem ter migrado para o parreiral com maiores frequências de resistência. Aparentemente a manutenção da cultura da videira no limpo favorece o manejo da resistência.

As populações de *T. urticae* testadas, resistentes a abamectina, também apresentaram resistência a bifentrina. A dose de bifentrina recomendada para controle de *T. urticae* é de 50 mg/L, essa concentração é muito menor que a CL₅₀ estimada neste trabalho, isso mostra que a dose recomendada pelo fabricante de bifentrina para controle de *T. urticae* é insuficiente para controlar

o ácaro. Na Bélgica, uma população de *T. urticae* sofreu sucessivas pulverizações de bifentrina em rotação com outros acaricidas, posteriormente essa população apresentou razão de resistência a este acaricida maior que 10.000 vezes (van Leeuwen *et al.* 2005). A utilização desse acaricida em populações que apresentam resistência a abamectina tem que ser moderada, pois podem ocorrer casos de resistência cruzada (Koh *et al.* 2009). Na Holanda, 60% das populações de *T. urticae* resistentes a abamectina também apresentaram resistência a bifentrina (Khajehali *et al.* 2011). No entanto, no presente trabalho, a correlação entre as CL₅₀s ($R^2=0,24$; $P=0,50$) e CL₉₅ ($R^2=0,16$; $P=0,65$) de abamectina e bifentrina não foram significativas (SAS Institute 2002). Portanto, a resistência destas populações pode ser conferida diferentemente para cada produto, uma vez que abamectina e bifentrina possuem sítios de ação distintos.

Carbosulfano foi o único acaricida, dentre os três produtos registrados para o controle de *T. urticae* em videira no Brasil, para o qual as populações testadas não apresentaram resistência. Apesar de não ser constatada a resistência, as CL₅₀s estimadas neste trabalho foram superiores a concentração recomendada para controle de *T. urticae* que é de 400 mg/L. Foi possível observar que mesmo em uma população suscetível de laboratório, essa concentração não seria eficiente em campo. Contudo, o uso desse produto em campo não é realizado na região, pois os metabólitos de carbosulfan (carbofuran, 3-hidroxi-carbofuran e 3-ceto-carbofuran) (Nigg *et al.* 1984, Sharma *et al.* 1992) podem ser detectados em análises de resíduo, dificultando a comercialização e exportação da uva. Carbofuran é de uso proibido em grande parte do mundo, incluindo o mercado comum europeu importante comércio de exportação da região (RAS 2011).

As falhas de controle de *T. urticae* por abamectina em videira no Submédio do Vale do São Francisco estão associadas à resistência. A resistência a bifentrina também foi comprovada. Carbosulfano não é utilizado pelos produtores devido a possibilidade de detecção de cabofuran em análises de resíduo de uva destinada ao mercado externo. O aumento do número de acaricidas

registrados para controle de *T. urticae* na cultura da videira poderia facilitar o manejo da resistência.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado ao primeiro autor. A Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pelo suporte financeiro através do Auxílio Mobilidade ao Discente (AMD).

Literatura Citada

- Adb El-Wahed N.M. & A.S. El-Halawany. 2012.** Effect of temperature degrees on the biology an life table parameters of *Tetranychus urticae* on two pear varieties. Egypt. Acad. J. Biolog. Sci. 4: 103-109.
- AGROFIT. 2013.** Sistema de agrotóxicos Fitossanitários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acessado em: 20 de abril de 2013.
- Araújo, J.L.P. 2004.** Mercado, comercialização, custos e rentabilidade. Petrolina: Embrapa semiárido. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira/custos.htm> Acessado em: 14 de janeiro de 2014.
- Beers, E.H., H. Riedl & J.E. Dunley. 1998.** Resistance to abamectin and reversion to susceptibility to fenbutatin oxide in spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in the Pacific Northwest. J. Econ. Entomol. 91: 352-360.
- Bell, J.R., D.A. Bohan & G.S. Weyman. 2005.** Ballooning dispersal using silk: world fauna, phylogenies, genetics and models. Bull. Entomol. Res. 95: 69-114.
- Bergh, J.C. 2001.** Ecology and aerobiology of dispersing citrus rust mites (Acari: Eriophyidae) in Central Florida. Environ. Entomol. 30: 319-326.
- Botton, M. 2005.** Pragas da videira. Sistema de produção de uva de mesa no norte de Minas Gerais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaNorteMinas/pragas.htm>. Acessado em: 25 de janeiro de 2012.

- Carmona, M.M. 1996.** Fundamentos de acarologia agrícola. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 423 p.
- Clark, J.M., J.G. Scott, F. Campos & J.R. Bloomquist. 1994.** Resistance to avermectins: extent, mechanisms, and management implications. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 1-30.
- Duso, C., S. Kreiter, M.S. Tixier, A. Pozzebon & V. Malagnini. 2010.** Biological control of mites in European vineyards and the impact of natural vegetation, p. 399-407. In M.W. Sabelis & J. Bruin (eds.), *Trends in Acarology: proceedings of the 12th International Congress*, 566p.
- Domingos, C.A. 2010.** Diversidade e biologia de ácaros em *Vitis vinifera* (L.) no Submédio do Vale do São Francisco, Brasil. Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 77p.
- EMBRAPA. 2013.** Médias anuais da estação agrometeorológicas de Bebedouro. Embrapa Semiárido. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-anual.html>. Acessado em: 22 de novembro de 2013.
- Fachinello, J.C. 2001.** Produção integrada de frutas: um breve histórico. *Inf. Agropec.* 22: 15-18.
- Grafton-Cardwell, E.E., J. Granett & S.M. Normington. 1991.** Influence of dispersal from almonds on the population dynamics and acaricide resistance frequencies of spider mites infesting neighboring cotton. *Exp. Appl. Acarol.* 10:187-212.
- Haji, F.N.P. & J.A. Alencar. 2000.** Pragas da videira e alternativas de controle, p. 273-291. In P.C.S. Leão & J.M. Soares (eds.), *A viticultura no Semi-árido brasileiro*. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 336p.
- Haji, F.N.P., A.N. Moreira, P.R.C. Lopes, R.C.F. Ferreira, L.M.M. Lopes & L.C.L. Freire. 2001a.** Produção integrada de uvas finas. *Inf. Agropec.* 22: 57-60.
- Haji, F.N.P., A.N. Moreira, R.C.F. Ferreira, E.M. Leite, F.R. Barbosa & J.A. Alencar. 2001b.** Monitoramento e Determinação do Nível de Ação do Ácaro-Rajado na Cultura da Uva. Petrolina, Embrapa Semiárido, 7p. (Circular técnica 71).
- Halliday, W.R. & K.P. Burnham. 1990.** Choosing the optimal diagnostic dose for monitoring insecticide resistance. *J. Econ. Entomol.* 83: 1151-1159.
- Herron, G.A., S.E. Learmonth, J. Rophail & I. Barchia. 1997.** Clofentezine and fenbutatin oxide resistance in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from deciduous fruit tree orchards in Western Australia. *Exp. Appl. Acarol.* 21: 163-169.
- James, D.G. & D. Prischmann. 2010.** The impact of sulfur on biological control spider mires in Washington State vineyard and hop yards, p. 477-482. In M.W. Sabelis & J. Bruin (eds.), *Trends in Acarology: proceedings of the 12th International Congress*, 566p.

- Kabir, M.K.H., R.B. Chapman, D.R. Penman & A.J. Popay. 1991.** Use of discriminating concentration for monitoring propargite resistance in two spotted spider mite. *N. Z. Plant. Prot.* 44: 252-256.
- Kennedy G.G. & D.R. Smitley. 1985.** Dispersal, p. 236-238. In W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Vol. 1A, Amsterdam, Elsevier, 455p.
- Khajehali, J., T. van Leeuwen & L. Tirry. 2009.** Susceptibility of an organophosphate resistance strain of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) to mixtures of bifenazate with organophosphate and carbamate insecticides. *Exp. Appl. Acarol.* 49: 185-192.
- Khajehali, J., P. van Nieuwenhuysse, P. Demaeght, L. Tirry & T. van Leeuwen. 2011.** Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouse in the Netherlands. *Pest. Manag. Sci.* 67: 1424-1433.
- Kim, Y.J., H.M. Park, J.R. Cho & Y.J. Ahn. 2006.** Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 99: 954-958.
- Knight, A.L., E.H. Beers, S.C. Hoyt & H. Rield. 1990.** Acaricide bioassays with spider mite (Acari: Tetranychidae) on Pome Fruits: evaluation of methods and selection of discriminating concentrations for resistance monitoring. *J. Econ. Entomol.* 83: 1752-1760.
- Koh, S.H., J. Ahn, J.S. Im, C. Jung, S.H. Lee & J.H. Lee. 2009.** Monitoring of acaricide resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Korean apple orchards. *J. Asia Pacific Entomol.* 12: 15-21.
- Kwon D.H., G.M. Seong, T.J. Kang & S.H. Lee. 2010.** Multiple resistance mechanism to abamectin in the two-spotted spider mite. *J. Asia Pacific Entomol.* 13: 229–232.
- Lazzaroto, J.J. & J.C. Fioravanço. 2013.** Comércio exterior mundial e brasileiro de uva de mesa: análise de indicadores de competitividade, tendências e sazonalidades. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 44p. (Documento 80).
- LeOra-Software 2005.** POLO-Plus, POLO for Windows computer program, version 2.0. By LeOra-Software, Petaluma, CA.
- Nicastro, R.L., M.E. Sato & M.Z. da. Silva. 2010.** Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. *Exp. Appl. Acarol.* 50: 231-241.
- Nicastro, R.L., M.E. Sato, V. Arthur & M.Z. da. Silva. 2013.** Chlorfenapyr resistance in the spider mite *Tetranychus urticae*: stability, cross-resistance and monitoring of resistance. *Phytoparasitica*. DOI 10.1007/s12600-013-0309-x.

- Oliveira, J.E.M. & A.N. Moreira. 2009.** Manejo integrado de pragas da videira. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2010/41817/1/OPB2579.pdf>. Acessado em: 03 de abril de 2013.
- Osakabe Mh., K. Goka, S. Toda, T. Shintaku & H. Amano. 2005.** Significance of habitat type for the genetic population structure of *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 36: 25-40.
- Osakabe Mh., H. Isobe, A. Kasai, R. Masuda, S. Kubota & M. Umeda. 2008.** Aerodynamic advantages of upside down take-off for aerial dispersal in *Tetranychus urticae* spider mite. *Exp. Appl. Acarol.* 44: 165-183.
- Osakabe Mh., R. Usegi & K. Goka. 2009.** Evolutionary aspects of acaricide-resistance development in spider mite. *Psyche*. doi:10.1155/2009/947439.
- Pinheiro, F.A. & P.J. Adissi. 2007.** Impactos socioambientais e de segurança do alimento na gestão da produção integrada de uvas finas de mesa. *Sistemas & Gestão* 2: 119-140.
- RAS. 2011.** Rede de Agricultura Sustentável. Lista de agroquímicos proibidos. Disponível em: https://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/RAS_Lista_de_Agroquimicos_Proibidos_Novembro_2011.pdf >Acessado em: 09/04/2014.
- Riahi E., P. Shishehbor, A.R. Nemati & Z. Saeidi. 2013.** Temperature effects on development and life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Agr. Sci. Tech.* 15: 661-672.
- Roush, R.T. & G.L. Miller. 1986.** Considerations for design of insecticide resistance monitoring programs. *J. Econ. Entomol.* 79: 293-298.
- SAS Institute. 2002.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sato, M.E., M.Z. da Silva, A. Raga, & M.F. de Souza Filho. 2005.** Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotrop. Entomol.* 34: 991-998.
- Sato, M.E., M.Z. da Silva, R.B. da Silva, M.F. de Souza Filho & A. Raga. 2009.** Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no Estado de São Paulo. *Arq. Inst. Biol.* 76: 217-223.
- Schruff, G.A. 1985.** Grape, p. 359-365. In W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Vol. 1B. Amsterdam, Elsevier, 455p.
- Shah, R., S.P. Worner & R.B. Chapman. 2002.** Selection of a discriminating concentration (DC) for propargite-resistance detection and monitoring in *Tetranychus urticae* (Koch). *Pakistan J. Biol. Sci.* 5: 1074-1076.

- Silva, A.S., M.C.P.Y. Pessoa, V.L. Ferracini, A. Chaim, C.M.M.S. Silva & L.C. Hermes. 2001.** Produção integrada de frutas, o que é? Inf. Agropec. 22: 5-14.
- Silva, P.C.G. da, R.C. Correia & J.M. Soares. 2009.** Histórico e importância socioeconômica, p. 21-34. In J.M. Soares & P.C.S. Leão (eds.), A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 756p.
- Stumpf, N. & R. Nauen. 2001.** Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 94: 1577-1583.
- Stumpf, N. & R. Nauen. 2002.** Biochemical Markers Linked to Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pestic. Biochem. Phys. 72: 111-121.
- Tirello, P., A. Pozzebon, S. Cassanelli, T.V. Leeuwen & C.Duso. 2012.** Resistance to acaricides in Italian strains of *Tetranychus urticae*: toxicological and enzymatic assays. Exp. Appl. Acarol. 57: 53-64.
- Tonietto J., F. Madelli, M.C. Zanús, C.C. Guerra & G.E. Pereira. 2012.** O clima vitícola das regiões produtoras de uva para vinhos finos do Brasil, p. 111-146. In J. Tonietto, V.S. Ruiz & V.D. Gomez-Miguel (eds.), Clima, zonificación y tipicidad del vino em regiones vitivinícolas Iberoamericanas. Madrid, Cytel, 411p.
- van Leeuwen T., S. van Pottelberge & L. Tirry. 2005.** Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. Pest. Manag. Sci. 61: 499-507.
- Whalon, M.E., D. Mota-Sanchez & R.M. Hollingworth. 2008.** Analysis of global pesticide resistance in arthropods, p. 5-31. In M.E. Whalon, D. Mota-Sanchez & R.M. Hollingworth (eds.), Global pesticide resistance in arthropods. Cambridge, CAB International, 208p.
- Windfinder. 2013.** Previsão de vento, ondas e tempo. http://pt.windfinder.com/windstats/windstatistic_petrolina.htm. Acessado em: 21 de novembro de 2013.
- Yu, S.J. 2008.** Insecticide Resistance, p. 215-216. In Yu, S.J. (ed.), The toxicology and biochemistry of insecticides. Boca Raton, CRC Press. 283p.

Tabela 1. Toxicidade de abamectina, ao longo do tempo, em duas populações de *T. urticae* coletadas em videira no Submédio do Vale do São Francisco, no período de julho de 2011 e setembro de 2013.

| População | Coleta | N ¹ | GL | Inclinação ± EP ² | CL ₅₀ (IC 95%) ³ | CL ₉₅ (IC 95%) | χ ² | |
|-----------|--------|----------------|-------------|------------------------------|--|---------------------------|-----------------------|------|
| 1 | Jul/11 | 355 | 4 | 1,83 ± 0,30 | 0,63 (0,33 – 0,90) | 5,00 (3,63 – 8,51) | 0,67 | |
| | Ago/11 | 345 | 4 | 1,98 ± 0,28 | 0,97 (0,63 – 1,28) | 6,58 (4,85 – 10,65) | 1,79 | |
| | Out/11 | 299 | 4 | 2,81 ± 0,24 | 0,46 (0,087 – 0,72) | 1,79 (1,36 – 3,64) | 0,62 | |
| | Fev/12 | 354 | 4 | 2,50 ± 0,24 | 1,09 (0,92 – 1,30) | 4,95 (3,85 – 7,12) | 2,67 | |
| | Abr/12 | 347 | 4 | 2,94 ± 0,29 | 1,09 (0,93 – 1,97) | 3,98 (3,14 – 5,53) | 2,49 | |
| | Jun/12 | 330 | 4 | 2,01 ± 0,21 | 1,29 (1,02 – 1,59) | 8,49 (6,19 – 13,33) | 2,05 | |
| | Set/12 | 367 | 4 | 2,13 ± 0,19 | 1,05 (0,77 – 1,39) | 6,22 (4,00 – 13,18) | 5,35 | |
| | Nov/12 | 349 | 4 | 2,83 ± 0,17 | 1,81 (1,32 – 2,42) | 14,01 (8,58 – 31,72) | 4,48 | |
| | Fev/13 | 340 | 4 | 1,68 ± 0,19 | 0,85 (0,63 – 1,00) | 8,04 (5,59 – 13,83) | 3,61 | |
| | Mai/13 | 343 | 4 | 2,44 ± 0,21 | 2,66 (2,04 – 3,48) | 12,50 (8,29 – 24,62) | 5,16 | |
| | Jul/13 | 345 | 4 | 2,25 ± 0,20 | 2,90 (2,44 – 3,44) | 15,55 (11,67 – 23,06) | 2,22 | |
| | Set/13 | 357 | 4 | 2,37 ± 0,21 | 2,98 (2,53 – 3,50) | 14,67 (11,21 – 21,11) | 1,80 | |
| | 2 | Jul/11 | 346 | 4 | 2,18 ± 0,22 | 3,51 (2,85 – 4,22) | 19,86 (14,91 – 29,71) | 2,26 |
| | | Ago/11 | 344 | 4 | 2,40 ± 0,22 | 4,53 (3,79 – 5,36) | 21,91 (16,80 – 31,52) | 1,61 |
| Out/11 | | 335 | 4 | 2,43 ± 0,32 | 0,62 (0,47 – 0,77) | 2,96 (2,25 – 4,51) | 1,58 | |
| Fev/12 | | 356 | 4 | 3,32 ± 0,35 | 0,92 (0,71 – 1,17) | 2,90 (2,08 – 5,38) | 5,44 | |
| Abr/12 | | 348 | 4 | 2,15 ± 0,20 | 0,89 (0,73 – 1,06) | 5,16 (3,84 – 7,80) | 3,95 | |
| Jun/12 | | 351 | 4 | 2,08 ± 0,19 | 1,55 (1,28 – 1,86) | 9,61 (7,12 – 14,51) | 2,44 | |
| Set/12 | | 315 | 4 | 2,04 ± 0,21 | 1,76 (1,43 – 2,12) | 11,25 (8,17 – 17,81) | 2,25 | |
| Nov/12 | | 352 | 4 | 2,31 ± 0,22 | 1,83 (1,53 – 2,17) | 9,44 (7,14 – 13,76) | 1,38 | |
| Fev/13 | | 356 | 4 | 2,48 ± 0,21 | 2,70 (2,13 – 3,42) | 12,42 (8,61 – 21,96) | 4,35 | |
| Mai/13 | | 352 | 4 | 1,77 ± 0,17 | 2,52 (2,04 – 3,07) | 21,41 (14,86 – 35,72) | 2,37 | |
| Julh/13 | 356 | 4 | 2,11 ± 0,19 | 2,30 (1,92 – 2,73) | 13,76 (10,22 – 20,66) | 2,37 | | |
| Set/13 | 345 | 4 | 2,09 ± 0,20 | 1,76 (1,43 – 2,11) | 10,77 (7,99 – 16,33) | 2,81 | | |

¹Número total de ácaros utilizados para obtenção das curvas de concentração-resposta;

²Inclinação da reta e erro padrão;

³Concentração letal média e intervalo de confiança a 95%.

Tabela 2. Toxicidade de abamectina a populações de *T. urticae* consideradas resistentes no Submédio do Vale do São Francisco.

| População | N ¹ | GL | Inclinação ± EP ² | CL50 (IC 95%) ³ | CL95 (IC 95%) | χ ² | RR(IC 95%) ⁴ |
|-------------|----------------|----|------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------------------------|
| Susceptível | 714 | 5 | 0,70 ± 0,06 | 0,00068 (0,00040 – 0,00106) | 0,149 (0,068 – 0,451) | 4,33 | – |
| 10 | 323 | 4 | 1,62 ± 0,19 | 1,66 (1,20 – 2,13) | 16,41 (11,31 – 28,62) | 0,36 | 2405,97 (1366,82 – 4235,16) |
| 11 | 345 | 4 | 1,84 ± 0,17 | 2,19 (1,43 – 3,15) | 17,71 (9,86 – 54,73) | 6,68 | 5545,16 (3272,50 – 9396,11) |
| 5 | 349 | 4 | 2,38 ± 0,20 | 2,29 (1,79 – 2,92) | 11,28 (7,71 – 20,41) | 4,35 | 3386,90 (2025,64 – 5662,96) |
| 6 | 341 | 4 | 2,22 ± 0,21 | 3,00 (2,47 – 3,59) | 16,55 (12,46 – 24,53) | 3,23 | 4432,75 (2630,22 – 7470,58) |
| 9 | 331 | 4 | 1,84 ± 0,17 | 3,76 (2,52 – 5,80) | 29,22 (14,94 – 112,78) | 7,65 | 5545,16 (3272,50 – 9396,11) |
| 7 | 314 | 4 | 1,91 ± 0,18 | 4,32 (2,99 – 6,16) | 31,34 (17,76 – 89,53) | 5,98 | 6369,83 (3760,55 – 10789,56) |
| 3 | 338 | 4 | 2,30 ± 0,20 | 4,68 (3,38 – 6,59) | 24,17 (14,61 – 59,91) | 7,08 | 6902,69 (4117,98 – 11570,50) |
| 4 | 340 | 4 | 1,87 ± 0,18 | 5,15 (3,30 – 7,73) | 38,70 (20,66 – 140,12) | 8,25 | 7589,67 (4486,71 – 12838,62) |
| 8 | 336 | 4 | 1,87 ± 0,18 | 5,51 (4,45 – 6,69) | 41,82 (29,65 – 67,90) | 3,57 | 8272,07 (4882,61 – 14014,46) |

¹Número total de ácaros utilizados para obtenção das curvas de concentração-resposta;

²Inclinação da reta e erro padrão;

³Concentração letal média e intervalo de confiança a 95%;

⁴Razão de Resistência (CL50 da população resistente/ CL50 da população suscetível) e intervalo de confiança a 95%.

Tabela 3. Toxicidade de bifentrina e carbosulfano a populações de *T. urticae* do Submédio do Vale do São Francisco, consideradas resistentes a abamectina.

| Produto | População | N ¹ | GL | Inclinação ± EP ² | CL50 (IC 95%) ³ | CL95 (IC 95%) | χ ² | RR(IC 95%) ⁴ |
|--------------|-------------|----------------|----|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------|--------------------------|
| Carbosulfano | Susceptível | 360 | 4 | 2,23 ± 0,19 | 715,35 (605,84 – 845,59) | 3902,20 (2912,80 – 5785,91) | 2,35 | --- |
| | 5 | 332 | 4 | 3,08 ± 0,28 | 719,80 (621,78 – 832,75) | 2461,49 (1959,65 – 3350,16) | 3,49 | 1,00 (0,80 – 1,25) |
| | 4 | 327 | 4 | 1,80 ± 0,17 | 751,39 (514,89 – 1119,88) | 6122,95 (3213,06 – 21283,04) | 6,54 | 1,05 (0,80 – 1,36) |
| | 10 | 349 | 4 | 2,57 ± 0,22 | 1078,47 (847,25 – 1377,89) | 4700,42 (3233,57 – 8477,30) | 4,68 | 1,50 (1,19 – 1,89) |
| | 11 | 360 | 4 | 2,13 ± 0,18 | 1094,44 (796,23 – 1517,71) | 6455,36 (3875,37 – 15943,65) | 6,52 | 1,53 (1,20 – 1,94) |
| | 3 | 360 | 4 | 1,80 ± 0,16 | 1302,46 (902,98 – 1875,54) | 10563,12 (5787,62 – 32340,89) | 6,54 | 1,82 (1,40 – 2,35) |
| | 7 | 344 | 4 | 2,26 ± 0,20 | 1324,30 (1020,48 – 1728,47) | 7076,27 (4616,99 – 14109,46) | 4,62 | 1,85 (1,45 – 2,35) |
| | 9 | 335 | 4 | 2,41 ± 0,20 | 1447,52 (1091,32 – 1930,61) | 6930,92 (4491,29 – 14347,06) | 5,96 | 2,02 (1,60 – 2,55) |
| | 8 | 349 | 4 | 2,65 ± 0,23 | 1587,47 (1258,84 – 2014,87) | 6612,07 (4590,47 – 11752,20) | 4,56 | 2,21 (1,76 – 2,78) |
| | 6 | 341 | 4 | 2,29 ± 0,21 | 2131,59 (1783,00 – 2526,80) | 11095,38 (8377,38 – 16276,45) | 3,64 | 2,97 (2,33– 3,79) |
| Bifentrina | Susceptível | 360 | 4 | 2,76 ± 0,30 | 8,73 (7,30 – 10,20) | 34,32 (26,91 – 48,70) | 1,02 | --- |
| | 8 | 315 | 4 | 2,12 ± 0,20 | 1411,13 (1158,39 – 1698,95) | 8378,27 (6162,20 – 12803,97) | 3,4 | 161,55 (125,35 – 208,21) |
| | 7 | 343 | 4 | 2,07 ± 0,20 | 1412,97 (1061,94 – 1822,22) | 8744,28 (5790,76 – 16984, 17) | 4,02 | 161,76 (126,01 – 207,65) |
| | 6 | 358 | 4 | 2,32 ± 0,21 | 1585,43 (1336,66 – 1865,35) | 8069,56 (6134,42 – 11732,81) | 3,88 | 181,50 (143,40 – 229,73) |
| | 4 | 311 | 4 | 1,97 ± 0,20 | 1724,30 (1165,91 – 2436,52) | 11780,29 (6851,39 – 32827,33) | 6,09 | 197,40 (152,07 – 256,26) |
| | 9 | 360 | 4 | 2,23 ± 0,21 | 1752,75 (1456,98 – 2076,08) | 9522,98 (7210,62 – 13958,73) | 1,36 | 200,66 (157,38 – 255,84) |
| | 10 | 345 | 4 | 2,45 ± 0,22 | 2059,70 (1733,91 – 2423,03) | 9621,79 (7420,31 – 13679,10) | 0,94 | 235,80 (186,21 – 298,60) |
| | 11 | 360 | 4 | 1,87 ± 0,17 | 2843,93 (1999,89 – 3978,76) | 21432,00 (12336,68 – 58061,39) | 6,11 | 325,59 (253,01 – 418,97) |
| | 5 | 336 | 4 | 2,71 ± 0,23 | 3668,50 (2795,55 – 4828,61) | 14795,00 (9974,27 – 28459,67) | 5,81 | 419,99 (334,40 – 527,48) |
| | 3 | 360 | 4 | 2,15 ± 0,18 | 4271,00 (3122,15 – 5961,57) | 24792,40 (3122,15 – 5961,57) | 6,54 | 488,97 (384,73 – 621,45) |

¹Número total de ácaros utilizados para obtenção das curvas de concentração-resposta;

²Inclinação da reta e erro padrão;

³Concentração letal média e intervalo de confiança a 95%;

⁴Razão de Resistência (CL₅₀ da população resistente/ CL₅₀ da população suscetível) e intervalo de confiança a 95%.

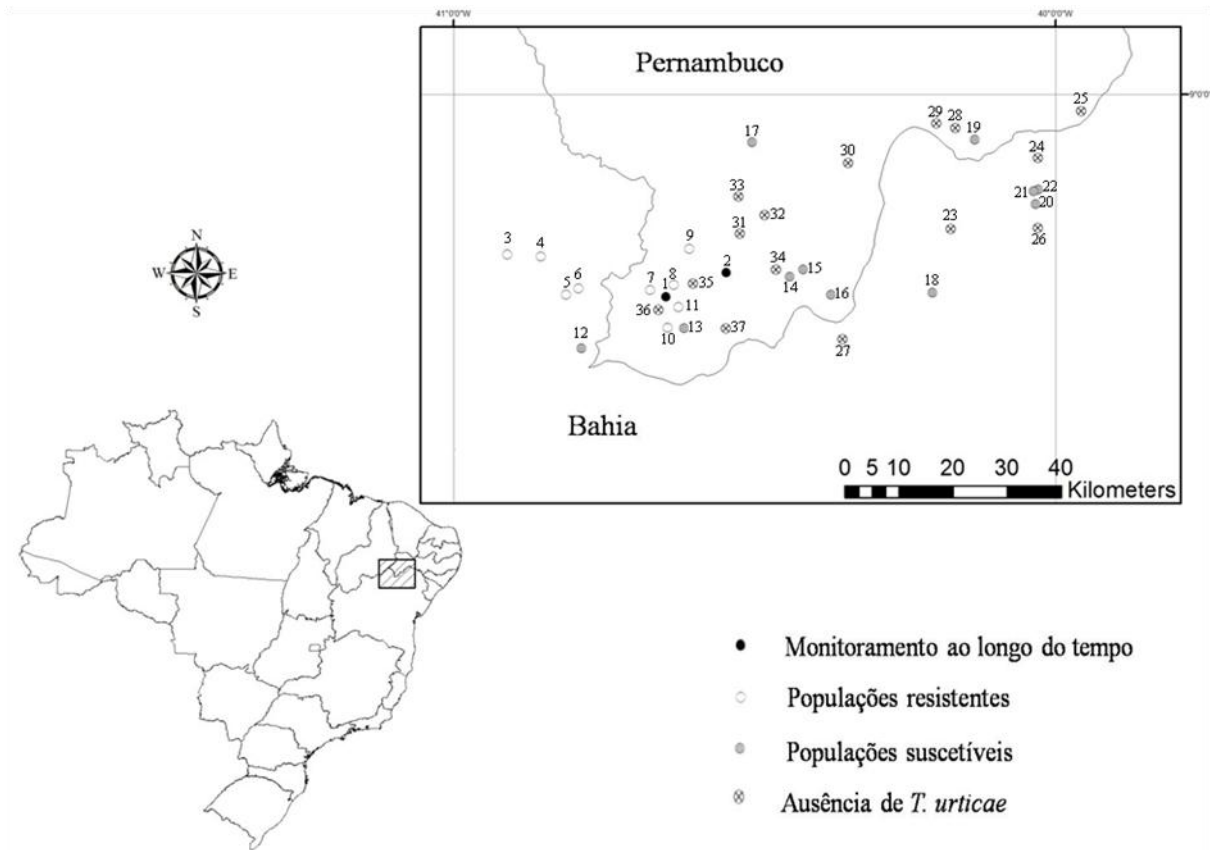


Figura 1. Locais de coleta das populações de *T. urticae* em plantios de videira na região do Submédio do Vale do São Francisco. Campos monitorados ao longo do tempo (1 e 2), campos com populações consideradas resistentes (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11), campos com populações consideradas suscetíveis (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22) e campos sem populações de *T. urticae* (23-37).

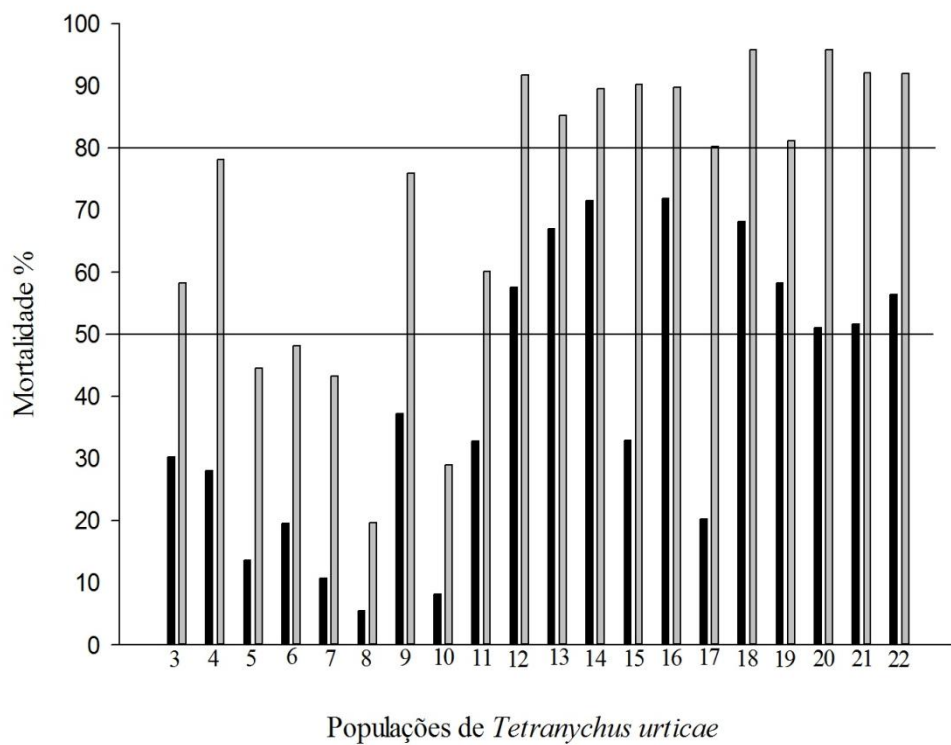


Figura 2. Percentual de mortalidade de populações de *T. urticae*, coletadas em campos de videira do Submédio do Vale do São Francisco, submetidas às concentrações diagnósticas de abamectina a 1mg/L (barra preta) e 9 mg/L(barra cinza).