

MANEJO ALTERNATIVO DE ÁCAROS PLAGAS

ALTERNATIVE MANAGEMENT OF PEST MITES

Alberto Soto G¹.

Fecha de recepción: Agosto 06 de 2013

Fecha de aceptación: Octubre 26 de 2013

RESUMEN

Alternativas menos tóxicas, como los caldos fitoprotectores y los extractos de plantas, que causen menor impacto ambiental y que sean eficientes para el control de plagas, son estrategias con potencial para uso en los sistemas orgánicos de producción. La selectividad a los enemigos naturales debe ser considerada para tener eficiencia en campo en el manejo de plagas. El agricultor y el técnico responsable por el control de plagas deben tener conocimiento de que la selectividad es obtenida de acuerdo con la dosis y formulación establecida para cada plaga en cada cultivo. En este artículo se presentan productos alternativos para el manejo de ácaros fitófagos.

Palabras clave: Manejo integrado de plagas, artrópodos, productos alternativos

ABSTRACT

Less toxic alternatives, such as phytoprotective broths and plant extracts that cause less environmental impact and are more effective for the control of pests, are strategies with potential use in organic production systems. Selectivity to natural enemies should be considered in order to achieve field efficiency in pest management. The farmer and the technician responsible for pest control must keep in mind that selectivity is obtained according to the established dose and formulation for each plague in each crop. This article presents alternative products for pest management of phytophagous mites.

Keywords: Integrated pest management, arthropods, alternative products.

¹ Profesor Departamento de Producción Agropecuaria, I.A., M.Sc., Ph.D. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia; alberto.soto@ucaldas.edu.co

INTRODUCCIÓN

El manejo de ácaros en sistemas orgánicos de producción de alimentos es uno de los principales desafíos encontrados por los agricultores. La araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) es una de las principales plagas que ataca cultivos ocasionando pérdidas hasta del 80% de la producción, debido principalmente a su alto potencial reproductivo (Chiavegato y Mischán, 1981; Helle y Sabelis, 1985; Fadini y Alvarenga, 1999; Antunes *et al.*, 2007; Simões *et al.*, 2007; Moraes y Flechtmann, 2008; Soto *et al.*, 2011).

El ácaro rojo *Tetranychus evansi* Baker y Pritchard (Acari: Tetranychidae) es actualmente considerado una plaga importante en regiones africanas productoras de tomate con reducciones hasta del 90% de la productividad (Knapp *et al.*, 2003). En Brasil, la población de este ácaro fitófago ha venido aumentando en los últimos años, principalmente en cultivos de tomate en invernadero (Sarmiento, 2003; Pereira, 2005; Soto *et al.*, 2010).

Para el control de estos fitófagos, los agricultores dependen casi exclusivamente de aplicaciones de agrotóxicos organosintéticos. La utilización excesiva e inadecuada de estos productos, ha sido relacionada a problemas ecológicos, afectando organismos benéficos, promoviendo el desarrollo de resistencia a agrotóxicos y trayendo riesgos para la salud de los agricultores y consumidores (Guerra, 1985; Sibanda *et al.*, 2000, Saunyama y Knapp, 2003; Picanço *et al.*, 2007). Se estima que el control químico representa cerca del 30% del costo total de producción de tomates en cultivos convencionales (Leite *et al.*, 1995; Sibanda *et al.*, 2000).

Aun es incipiente la utilización de insumos fitoprotectores alternativos y ecológicamente sustentables para el control de artrópodos. Uno de los factores responsables por la poca utilización de esos productos es el deficiente conocimiento sobre su eficiencia en relación a la productividad que se puede alcanzar cuando se aplican esos productos (Abreu Junior, 1998; Venzon *et al.*, 2008a).

La disponibilidad de métodos alternativos al uso exclusivo del control químico, es una necesidad no solamente de productores, sino de los consumidores que demandan productos libres de residuos de agrotóxicos, con tecnología ambientalmente segura. En la búsqueda de tales métodos, productos alternativos como los caldos fitoprotectores y los extractos de plantas han sido utilizados por agricultores para control de plagas y enfermedades, especialmente en los sistemas de producción ecológicos y orgánicos (Penteado, 2000; Campanhola y Bettiol, 2003; Soto *et al.*, 2011). En este artículo se presentan productos alternativos para el manejo de ácaros plaga de cultivos.

Productos alternativos

Una estrategia que puede contribuir con éxito a programas de manejo integrado de plagas es la utilización de compuestos naturales extraídos de plantas, los cuales vienen siendo ampliamente estudiados y con resultados promisorios en el control de ácaros fitófagos (Potenza *et al.*, 1999; Gonçalves *et al.*, 2001; Brito *et al.*, 2006; Carvalho, 2008; Venzon *et al.*, 2008b; Soto, 2009) y la liberación de los ácaros predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks), *Phytoseiulus persimilis* (ATHIAS-HENRIOT) y *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae), entre otros, los cuales presentan eficiencia predatoria

(García y Chiavegato, 1997; McMurtry y Croft, 1997; Croft *et al.*, 1998; Oliveira *et al.*, 2007, 2009).

De acuerdo con la lista de sustancias permitidas para manejo y control de plagas en sistemas orgánicos de producción, los extractos y otros preparados de plantas utilizados en la alimentación humana podrán ser utilizados libremente en partes comestibles de las plantas cultivadas (Brasil, 2008).

Nim: El nim *Azadirachta indica* A. Juss, cuyo principal compuesto activo es la azadirachtina, un tetranortriterpenoide aislado de las semillas (Rembold, 1989), presenta elevada acción insecticida y acaricida, bajísima toxicidad al hombre y animales domésticos, selectividad a los enemigos naturales no agrede el ambiente (Castagnoli *et al.*, 2000; El-Gengaihi *et al.*, 2000; Mourão *et al.*, 2004). Otros limonoides (grupo de tetranortriterpenoides), además de la azadirachtina, fueron aislados del árbol de nim, incluyendo la solanina, 14-epoxiazadiradiona, melantriol, nimbidina, nimbina, melianona, gedunina, nimbolina, ninbinem, deacetilsalanina, azadiractol, azadirona, vilosinina, meliacarpina.

Esas sustancias presentan efectos múltiples sobre artrópodos como: inhibición de la alimentación, repelencia, disminución de la oviposición, interrupción del desarrollo de la ecdisis y reducción de la fertilidad, fecundidad y mortalidad (Dimetry *et al.*, 1993; Castiglioni *et al.*, 2002, Martínez, 2002), y selectividad a los enemigos naturales (Mansour *et al.*, 1993; Spollen y Isman, 1996; Momen *et al.*, 1997; Schmutterer, 1997; Brito *et al.*, 2006; Soto *et al.*, 2011). Una característica importante

de productos derivados del nim es que ellos poseen, además de la acción de contacto, acción sistémica y translaminar (Venzon *et al.*, 2005).

El extracto de semillas de nim al 0,5% disminuyó el crecimiento poblacional del pulgón verde *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) (Venzon *et al.*, 2007). Sin embargo, para el predador *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), el producto presentó efectos negativos, pues solamente el 9,1% y el 10% de las larvas del predador en plantas infestadas con el pulgón tratadas con nim al 0,25% y 0,5%, respectivamente, formaron pupas y no hubo emergencia de adultos (Venzon *et al.*, 2007). Las concentraciones de tres productos comerciales a base de nim (Azamax 497 mg i.a/L, Organic Neem 62 mg i.a/L y Neemseto 49 mg i.a/L) que fueron eficientes para el control del ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Acari: Tarsonemidae en plantas de pimienta en invernadero no fueron selectivas al ácaro depredador *Amblyseius herbicolus* Acari: Phytoseiidae (Brito *et al.*, 2006).

Es posible seleccionar dosis de los productos que sean eficientes para el control de la plaga y que no afecten negativamente algunas especies de enemigos naturales. En trabajo realizado por Soto *et al.*, (2011) se verificó la compatibilidad del uso de productos a base de nim (Neem Pro, Organic Neem y Natuneem) y el predador *P. macropilis*, por medio de la aplicación de dosis selectivas a ese predador. La aplicación conjunta de los productos y la liberación del predador presentaron mayores niveles de control de *T. urticae* en plantas de fresa diez días después de la aplicación de los productos, presentándose un incremento de la población de *P. macropilis*.

Para el ácaro rojo del café *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), la aplicación del extracto de semillas de nim (10 g/L de azadirachtina), en dosis superiores a 0,065 g/L de azadirachtina, causó disminución de la tasa de crecimiento poblacional de *O. ilicis* en experimento de laboratorio (Venzon *et al.*, 2005). Con relación a la selectividad del nim al ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma Acari: Phytoseiidae, los extractos de hojas y de semillas fueron poco tóxicos, mientras que el extracto de aceite de la torta de nim fue altamente tóxico (Mourão *et al.*, 2004).

Piretrina o piretro: Es extraído de semillas o flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* y *Chrysanthemum cineum* (Asteraceae). Las piretrinas tienen baja toxicidad a mamíferos, causan parálisis en los insectos, actuando por contacto e ingestión. Ese insecticida hace parte del grupo de los piretroides y se une a los canales de sodio, manteniéndolos abiertos, lo que resulta en estado de hiperexcitabilidad (Glynne-Jones, 2001; Klaassen y Watkins III, 2003). Tiene actividad insecticida sobre gran número de artrópodos; ácaros, cucarachas, pulgones, trips y moscas de las frutas (Reigart y Roberts, 1999; Cox, 2002).

Rotenona: Es un compuesto insecticida presente en *Lonchocarpus* spp., encontrada en América del Sur, y *Derris* spp., encontrada en Asia. La rotenona causa efecto tóxico inicialmente en los músculos y nervios, cesando rápidamente la alimentación de los insectos y causando su muerte algunas horas o días después de la exposición. La rotenona es un potente inhibidor de la respiración celular, bloqueando la cadena de transporte de electrones en las mitocondrias (Tada-Oikawa *et al.*, 2003). Posee una de las mayores

toxicidades entre los insecticidas botánicos, siendo más tóxico a insectos que muchos insecticidas organosintéticos, y muy poco tóxico al hombre (Reigart y Roberts, 1999). Este compuesto tiene acción insecticida y acaricida por ingestión y contacto, siendo inestable a la luz, al calor y al aire (Cox, 2002).

Sabadilla: Es extraída de semillas de *Schoenocaulon officinale*, planta de la familia Liliaceae. Los principales compuestos activos son alcaloides conocidos como veratrina; dentro de estos, los de mayor actividad insecticida son la veratridina y la cavadina. La sabadilla mata algunas especies de insectos inmediatamente, mientras que otras sobreviven en estado de parálisis por varios días antes de morir por pérdida de las funciones nerviosas (Cloyd, 2004). Es uno de los insecticidas botánicos comercializados menos tóxicos al hombre; penetran al cuerpo de los insectos y ácaros por la cutícula y por ingestión (Cloyd, 2004), siendo usados contra ácaros, cochinillas, cigarras, trips, y pulgones (Reigart y Roberts, 1999; Cox, 2002).

Rianoides: Son extraídos de la cáscara de *Ryania speciosa* (Flacourtiaceae); el extracto contiene una serie de rianoides (Jefferies *et al.*, 1992), que causan la parálisis de insectos inmediatamente después de la aplicación. La rianodina ataca los canales liberadores de calcio en el retículo sarcoplasmático, alterando la permeabilidad de las vesículas al calcio (Usherwood y Grundfest, 1965). Este insecticida actúa por contacto e ingestión y posee baja toxicidad a mamíferos, además no es perjudicial a insectos parasitoides y predadores. Posee amplio espectro de acción, siendo utilizado en el control de ácaros, trips, moscas blancas y pulgones (Reigart y Roberts, 1999; Cox, 2002).

Nicotina: Es un alcaloide simple extraído de *Nicotiana tabacum* (Solanaceae); la nicotina es una toxina que actúa sobre el sistema nervioso y con efecto muy rápido (Reigart y Roberts, 1999). La nicotina, en su forma pura, es extremadamente tóxica a mamíferos y particularmente peligrosa por penetrar en la piel, en los ojos y en las mucosas, pudiendo llevar a la muerte. Normalmente, es más activa cuando se aplica en las horas más calientes del día, siendo totalmente degradada en 24 horas, sin dejar residuos tóxicos. Se utiliza para el control de artrópodos chupadores como ácaros, pulgones, moscas blancas y trips (Reigart y Roberts, 1999; Cox, 2002).

Aceite de cítricos: Es extraído de la cascara de naranja y de otras frutas cítricas. Los dos principales compuestos son el limoneno, que representa el 90% del extracto crudo, y el linalol, en menor cantidad. También están presentes en el aceite esencial de la cáscara de cítricos compuestos como aldehídos, cetonas, ésteres y alcoholes. El limoneno causa aumento de la actividad de los nervios sensoriales, resultando en pérdida de coordinación y convulsión y parálisis corporal. Actúa como insecticida de contacto y tiene espectro fumigante, el cual ha sido utilizado para el control de ácaros, garrapatas, cochinillas, pulgas y piojos (Cox, 2002).

Dialil - disulfito: El extracto de ajo, *Allium sativum* L., posee varios compuestos organosulfurados con actividad insecticida, entre ellos el principal es el dialil-disulfito (Thomas y Callaghan, 1999). Los extractos de ajo son insecticidas de amplio espectro de acción, por lo tanto, presentan baja selectividad a los enemigos naturales, lo que limita su uso (Olkowski *et al.*, 1995). Existen productos comerciales a base de ajo para el control de algunas plagas, siendo

recomendado como repelente, insecticida, acaricida, nematocida, fungicida, garrapaticida y antibactericida (Prakash y Rao, 1997).

Piperinas y capsaicina: El extracto de pimientas del género *Piper* (Piperaceae), como la pimienta, presenta una serie de amidas, siendo la más común la piperina. Estas sustancias actúan como neurotoxinas, afectando las funciones del sistema nervioso central y causando rápidamente la parálisis del insecto (Scott *et al.*, 2002). Las piperinas son también inhibidoras del citocromo P450, actuando como sinergistas, además presenta baja toxicidad a mamíferos (Scott *et al.*, 2002). Los extractos acetónicos y metanólicos de *Piper nigrum* en concentraciones de 20 mg/mL causaron 90% de mortalidad a *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae), con efectos residuales hasta de 90 días (Boff y Almeida, 1995). Otras especies de pimientas del género *Capsicum*, cuyo principal principio activo es la capsaicina, presentan efecto neurotóxico, y han sido usadas contra ácaros y pulgones (Szallasi y Blumberg, 1999).

Caldo sulfocálcico: El caldo sulfocálcico es obtenido por el tratamiento térmico del azufre y de la cal. El efecto tóxico es debido a la liberación de gas sulfídrico (H₂S) y azufre coloidal (Abbot, 1945), ha sido utilizado con éxito para el control de insectos y ácaros (Wardlow y Ludlam, 1975; Guerra, 1985; Penteado, 2000; Ocete *et al.*, 2003; Venzon *et al.*, 2008a, Venzon *et al.*, 2013; Soto *et al.*, 2009; Soto *et al.*, 2010; Soto *et al.*, 2011). Uno de los inconvenientes es la baja selectividad a enemigos naturales. Sin embargo, es posible utilizar dosis del producto que sean eficientes en el control de la plaga y que sean selectivos a los principales enemigos naturales (Venzon *et al.*, 2007; Soto *et al.*, 2011).

Se verificó la eficiencia del producto en concentración de 0,35% (30^o Baumé) en el control del ácaro *O. ilicis* (Tuelher, 2006). En experimento de campo se observó que la aplicación del caldo sulfocálcico en las concentraciones de 0,5, 1,0 y 1,5% (31,5^o Baumé) fue eficiente en la reducción de la población de *O. ilicis*, siendo la mortalidad del ácaro superior a 90% (Soto, 2009).

El uso de concentraciones bajas del caldo sulfocálcico debe ser priorizado debido a la selectividad a los enemigos naturales. La menor concentración evaluada para *O. ilicis* (0,5%) (Soto, 2009) corresponde a CL₁₁ (concentración letal) para el predador *I. zuluagai* (Tuelher, 2006). Adicionalmente, el caldo sulfocálcico al 0,5% es más selectivo a ese predador que el azufre, otro producto de uso frecuente en la caficultura para el control de *O. ilicis*. La concentración de azufre recomendada para el control de *O. ilicis* en café (5 g i.a./L) corresponde a CL₆₀ para *I. zuluagai*, lo que causa su extinción (Teodoro, 2003).

Para el control del ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) la concentración letal del producto, capaz de matar el 90% de la población del ácaro en laboratorio fue del 1% (30^o Baumé) (Venzon *et al.* 2008a). Para otro predador de ocurrencia frecuente en diversos agroecosistemas, *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae), fue observada reducción significativa en la sobrevivencia larval con el aumento de las concentraciones del caldo sulfocálcico. Insectos expuestos a concentraciones superiores al 1,5% tuvieron reducción significativa de la sobrevivencia, en comparación con insectos expuestos al agua.

Caldo Viçosa: Este consiste en la mezcla de sulfato de cobre y óxido de calcio, con la adición de micronutrientes, y es utilizada especialmente como fungicida y como abono foliar. Este producto ha sido utilizado en algunos cultivos como café y hortalizas para controlar plagas, sin embargo, resultados de diversas investigaciones indican que éste no actúa eficientemente en la reducción de la población de algunas plagas de hortalizas y de café (Picanço *et al.*, 1999; Venzon *et al.*, 2008a; Michereff *et al.*, 2008). Existe la posibilidad que este producto aumente la resistencia de las plantas al ataque de plagas por el suministro de nutrientes (Picanço *et al.*, 2007).

Un aspecto positivo observado en experimentos realizados en laboratorio es que el caldo Viçosa no afecta la población de los ácaros predadores *A. herbicolus* y *P. macropilis* y del predador *C. externa* (Venzon *et al.*, 2007). Por lo tanto, cuando se utiliza para el manejo de enfermedades en hortalizas, de acuerdo con la recomendación técnica, el producto probablemente no afectaría negativamente esos agentes de control biológico.

CONCLUSIONES

El desarrollo de estrategias alternativas de control de artrópodos es necesario debido a la reducida eficacia de los agrotóxicos convencionales y potenciales riesgos de éstos a los humanos y al ambiente. Se busca desarrollar productos alternativos que puedan ofrecer a los productores nuevas opciones para ser incorporadas en programas de manejo integrado de plagas.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBOT, C.E. 1945. The toxic gases of lime-sulfur. *Journal of Economic Entomology* 38 (5):618 - 620.
- ABREU JÚNIOR, H. 1998. Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura. Campinas: Emopi. 115 p.
- ANTUNES, L.E.C., DUARTE FILHO, J., CALEGARIO, F.F, COSTA, H. y JÚNIOR, C.R. 2007. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte. 28(236):34 - 39.
- BOFF, M.I.C. y ALMEIDA, A.A. 1995. Efeito residual de extratos de *Piper nigrum* (L) sobre larvas neonatas de *Sitotroga cerealella* (Oliv.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 24:115 - 121.
- BRASIL. 2008. Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. Instrução Normativa No. 64. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. 21 - 26 p.
- BRITO, H.M., GONDIM, M.G.C., OLIVEIRA, J.V. y GOMES, C.A. 2006. Toxicidade de Natuneem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*. 30(4):685 - 691.
- CAMPANHOLA, C. y BETTIOL, W. 2003. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. In: Campanhola, C.; Bettiol, W. (ed.). Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. 13 - 51 p.
- CARVALHO, T.M.B. 2008. Avaliação de extratos vegetais no controle de *Brevipalpus phoenicis* (GEIJSKES, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras. 101 p.
- CASTAGNOLI, M., SIMONI, S. y GOGGIOLI, D. 2000. Attività biológica di sostanze vegetali nei confronti di *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e del suo predatore *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae). *Redia*. 83:141- 150.
- CASTIGLIONI, E., VENDRAMIM, J.D. y TAMAI, M.A. 2002. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari, Tetranychidae). *Agrociência*. 6:75 - 82.
- CHIAVEGATO, L.G. y MISCHAM, M.M. 1981. Efeito do ácaro *Tetranychus urticae* (KOCH, 1836) (Acari, Tetranychidae) na produção no morangueiro (*Fragaria* spp.) CV. Científica. 9:257 - 266.
- CLOYD, R. 2004. Natural indeed: Are natural insecticide safer and better then conventional insecticide?. *Illionis Pesticide Review*. 17:1 - 3
- CROFT, B.A., MONETTI, L.N. y PRATT, P.D. 1998. Comparative life histories and predation types: are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari: Phytoseiidae) similar Type II selective predators of spider mites. *Environmental Entomology* 27: 531 - 538.
- COX, C. 2002. Pyrethrins/Pyrethrum. *Jornal of Pesticide Reform*. 22:14 - 20.
- DIMETRY, N.Z., AMER, S.A.A. y REDA, A.S. 1993. Biological activity of two neem seed kernel extracts against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Ecology*. 116:308 - 312.
- EL-GENGAIHI, S., DIMETRY, N.Z., AMER, S.A.A. y MOHAMED, S.M. 2000. Acaricidal activity of lipoidal matter of different plant extracts against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *International Journal of Tropical Insect Science*. 20(3):191 - 194.
- FADINI, M.A.M. y ALVARENGA, D. 1999. Pragas do morangueiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte. 20(198):75 - 79.

- GARCÍA, I.P. y CHIAVEGATO, L.G. 1997. Respostas funcional e reprodutiva de *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) (Acari: Phytoseiidae) a diferentes densidades de ovos de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). Científica. 25:35 - 43.
- GLYNNE-JONES, A. 2001. Pyrethrum. Pesticide Outlook. 195 - 198 p.
- GONÇALVES, M.E.C., OLIVEIRA, J.V., BARROS, R. y TORRES, J.B. 2001. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). Neotropical Entomology, Londrina. 30(2):305 - 309.
- GUERRA, M.S. 1985. Receituário caseiro: alternativa para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos. Brasília: EMATER. 166 p.
- HELLE, W. y SABELIS, M.W. 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier. 405 p.
- JEFFERIES, P.A., TOIA, R.F., BRANNIGAN, B., PESSAH, I. y CASSIDA, J.E. 1992. Ryania insecticide: analysis and biological activity of 10 natural ryanoids. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 40:142 - 146.
- KLAASSEN, C.D. y WATKINS III, J.B. 2003. Essential of toxicology. New York: McGraw Hill. 533 p.
- KNAPP, M., WAGENER, B. y NAVAJAS, M. 2003. Molecular discrimination between the spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, an important pest of tomatoes in southern Africa and the closely related species *T. urticae* Koch (Acari, Tetranychidae). African Entomology. 2:300 - 304.
- LEITE, D., BRESCIANI, A.F., GROppo, A.G., PAZINI, W.C. y GRAVENA, S. 1995. Comparação de estratégias de manejo de pragas na cultura do tomate estaqueado. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 24(1):27 - 32.
- MANSOUR, F.A., ASCHER, K.R.S. y ABO-MOCH, F. 1993. Effects of Margosan-OTM, AzatinTM and RD9-Repelin on spiders, and on predacious and phytophagous mites. Phytoparasitica, Israel. 21(3):205 - 211.
- MARTÍNEZ, S.S. 2002. O nim - *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção. Londrina, IAPAR. 142 p.
- McMURTRY, J.A. y CROFT, B.A. 1997. Life styles of phytoseiid mites and their roles as biological control agents. Annual Review of Entomology 42: 291-321.
- MICHEREFF-FILHO, M., TORRES, J.B., ANDRADE, L.N.T. y NUNES, M.U.C. 2008. Effect of some biorational insecticides on *Spodoptera eridania* in organic cabbage. Pest Management Science 64: 761-767.
- MOMEN, F.M., REDA, A.S. y AMER, S.A.A. 1997. Effect of Neem Azal-F on *Tetranychus urticae* and three predacious mites of the family Phytoseiidae. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 32:355 - 362.
- MORAES, G.J. y FLECHTMANN, C.H.W. 2008. Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 288 p.
- MOURÃO, S.A., SILVA, J.C.T., GUEDES, R.N.C. VENZON, M., JHAM, C.L., OLIVEIRA, H. y ZANUNCIO, J.C. 2004. Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). Neotropical Entomology. 33:613 - 617.
- OCETE, R., LÓPEZ, M.A., DANCSHÁZY, Z., OCETE, M.E., PÉREZ, M.A.I., KAJAT, I. y RULL, G. 2003. IPM-sustainable tests on two apple tree pests, *Eriosoma*

- lanigerum* Hausm (Homoptera: Aphididae) and *Aphis pomi* De Geer (Homoptera: Aphididae), carried out in La Rioja (Spain). Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 35 - 45 p.
- OLIVEIRA, H.G., JANSSEN, A., PALLINI, A., VENZON, M., FADINI, M.A.M. y DUARTE, V.S. 2007. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Biological Control. 42:105 - 109.
- OLIVEIRA, H., FADINI, M.A.M., VENZON, M., REZENDE, D., REZENDE, F. y PALLINI, A. 2009. Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. Experimental and Applied Acarology 47: 275 - 283.
- OLKOWSKI, W., DAAR, S. y OLKOWSKI, H.T. 1995. The organic gardener's handbook of natural insect and disease control. Emmaus, Pennsylvania, Rodale. 117 - 122 p.
- PEREIRA, G.V.N. 2005. Seleção para alto teor de açúcares em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e à traça (*Tuta absoluta*). Tese doutorado. Universidade Federal de Lavras. Brasil. 70 p.
- PENTEADO, S.R. 2000. Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa. Buena Mendes Gráfica e Editora, Campinas. 95 p.
- PICANÇO, M., PALLINI FILHO, A., LEITE, G.L.D. y MATIOLI, A.L. 1999. Avaliação de produtos não convencionais para o controle de *Tuta absoluta* em tomate. Manejo Integrado de Plagas. 54:27 - 30.
- PICANÇO, M.C., SOTO, A., BACCI, L., FIDELIS, E.G., SILVA, G.A. y DE SENA, M.E. 2007. Controle biológico das principais pragas de hortaliças no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças. Viçosa: UFV. 505 - 537 p.
- POTENZA, M.R., TAKEMATSU, A.P., SIVIERI, A.P., SATO, M.E. y PASSEROTTI, C.M. 1999. Efeito acaricida de alguns extratos vegetais sobre *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. Arquivos do Instituto Biológico. 66:31 - 37.
- PRAKASH, A. y RAO, J. 1997. Botanical pesticides in agriculture. USA: CRC. 461 p.
- REIGART, J.R. y ROBERTS, J.R. 1999. Biologicals and insecticides of biological origin In: REIGART, J.R. y ROBERTS, J.R. Recognition and management of pesticide poisonings. National Pesticide Information Center (NPIC). 119 - 132 p.
- REMBOLD, H. 1989. Azadirachtins, their structure and mode of action. En: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Ed.) Insecticides of plant origin. Washington: ACS. 11:150 - 163.
- SARMENTO, R.A. 2003. Resposta comportamental de artrópodes em teia alimentar de tomateiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 161 p.
- SAUNYAMA, I.G.M. y KNAPP, M. 2003. The effects of pruning and trellising of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) on red spider mite (*Tetranychus evansi* Baker & Pritchard) incidence and crop yield in Zimbabwe. African Crop Science Journal, Pretoria. 11:269 - 277.
- SCOTT, I.M., PUNIANI, E., DURST, T., PHELPS, D., MERALI, S., ASSABJUI, R.A., SANCHEZ-VINDAS, P., POVEDA, L., PHILOGENE, B.J.R. y ARNASON, J.T. 2002. Insecticidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq. Extracts: synergistic interaction of piperamides. Agricultural and Forest Entomology. 4:137 - 144.

- SCHMUTTERER, H. 1997. Insect growth-disrupting and fecundity reducing ingredients from the neem and chinaberry trees, p.119-170. In E.D. Morgan & N.B. Mandava (eds.), CRC Handbook of natural pesticides. Florida, CRC series in naturally occurring pesticides. 453 p.
- SIBANDA, T., DOBSON, H.M., COOPER, J.F., MANYANGARIWA, W. y CHIIMBA, W. 2000. Pest management challenges for smallholder vegetable farmers in Zimbabwe. *Crop Protection*. Guildford. 19:807 - 815.
- SIMÕES, J.C., FADINI, M.A.M. y VENZON, M. 2007. Manejo integrado de pragas na cultura do morangueiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 28(236):56 - 63.
- SOTO, A. 2009. Control del ácaro *Oligonychus ilicis* con calda sulfocálcica. *Revista Agronomía*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas 17(1):7 - 11.
- SOTO, A., VENZON, M., OLIVEIRA, R., OLIVEIRA, H. y PALLINI, A. 2010. Alternative control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) on tomato plants grown in greenhouses. *Neotropical Entomology*. 39(4):363 - 368.
- SOTO, A., VENZON, M. y PALLINI, A. 2011. Integración de control biológico y de productos alternativos contra *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*. 14(1):23 - 29.
- SPOLEEN, K.M. y ISMAN, M.B. 1996. Acute and sublethal effects of a neem insecticide on the commercial biological control agents *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). *Journal of Economic Entomology*. 89:1379 - 1386.
- SZALLASI, A. y BLUMBERG, P.M. 1999. Vanilloid (capsaicin) receptors and mechanism. *Pharmacological Review* 51:159 - 211.
- TADA-OIKADA, S., HIRAKU, Y., KAWANISHI, M. y KAWANISHI, S. 2003. Mechanism for generation of hydrogen peroxide and change of mitochondrial membrane potential during rotenone-induced apoptosis. *Life Science*. 73:3277 - 3288.
- TEODORO, A.V. 2003. Interferências subletais de acaricidas em uma teia alimentar de cafeeiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 60 p.
- THOMAS, C.J. y CALLAGHAN, A. 1999. The use of garlic (*Allium sativa*) and lemon peel (*Citrus limon*) extracts as *Culex pipiens* larvicides: persistence and interaction with the organophosphate resistance mechanism. *Chemosphere* 39:2489 - 2496.
- TUELHER E. de S. 2006. Toxicidade de bioprotetores da cafeicultura orgânica sobre o ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* e o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai*. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 59 p.
- USHERWOOD. P.N.R. y H. GRUNDFEST. 1965. Peripheral inhibition in skeletal muscle of insects. *Journal Neurophysiology*. 28:497.
- VENZON, M., ROSADO, M.C., FADINI, M.A. M., PALLINI, A. y CIOCIOLA JUNIOR, A.I. 2005. The potential of NeemAzal for the control of coffee leaf pests. *Crop Protection*, United Kingdom, Elsevier. 24:213 - 219.
- VENZON, M., PALLINI, A., FADINI, M.A.M., OLIVEIRA, H., MIRANDA, V.S. y DE ANDRADE, A.P.S. 2007. Controle alternativo de ácaros em hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças. Viçosa: UFV. 607 - 625 p.
- VENZON, M., TUELHER, E.S., SOTO, A., OLIVEIRA, H.G. y PALLINI, A. 2008a. Controle of coffee red mit *Oligonychus ilicis* with lime sulphur at three

different scales In: 22 International Conference on Coffee Science, 2008, Campinas. Abstracts of 22 International Conference on Coffee Science. Campinas: ASIC. 257 p.

VENZON, M., OLIVEIRA, H.G., SOTO, A., OLIVEIRA, R.M., FREITAS, R.C.P. y LOPEZ, I.P.C. 2008b. Potencial de produtos alternativos para o controle de pragas In: POLTRONIERI, L.S.; ISHIDA, A.K.N. Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas. Belem: Embrapa Amazonia Oriental. 263 - 287 p.

VENZON, M., FERREIRA, R., SOTO, A., TUELHER, E., SANTOS, I., FADINI, M.A. y FONSECA, M.C. 2013. Toxicity of organic farming-compatible products to the coffee leaf miner. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 48(3):241 - 248.

WARDLOW, L.R. y LUDLAM, F.A.B. 1975. Biological studies and chemical control of brown scale (*Parthenolecanium corni* (Bouché)) on Red Currant. Plant Pathology 24:213 -216.