

Depredación intragremial de ácaros predadores mediada por la presencia de domacia en las hojas

Intraguild predation among predatory mites through the presence of leaf domatia

Julia Karina Prado Beltrán¹, Miguel Alejandro Gómez Cabezas¹ y Clifford S. Sadof²

¹ Universidad Técnica del Norte,

² Purdue University

RESUMEN

Los ácaros depredadores *Neoseiulus fallacis* (Garman) (Acari: Phytoseiidae) y *Zetzellia mali* (Ewing) (Acari: Stigmaeidae) tienen el potencial de regular la población de ácaros plaga en diferentes cultivos. Una de las características que influyen para su eficiencia de control es la domacia en las hojas, ya que esta influye en la interacción entre depredadores fitoseidos y stigmatidos, proporcionándoles refugio y evitando la depredación intragremial entre estos dos grupos. La presencia de domacia es diferente entre cultivares, lo que muestra variabilidad dentro de ciertos cultivos que implican una influencia en la cantidad de enemigos naturales en las hojas. El objetivo de este ensayo es analizar los componentes importantes que involucran la presencia de la domacia en las hojas para entender como podría ser una alternativa para reducir el ataque de ácaros plaga en un agroecosistema por cultivar. La complejidad del sistema alrededor de la domacia es un factor que podría determinar la abundancia de los enemigos naturales en el cultivo. Al entender más sobre la complejidad de este hábitat, podría ayudar a los agricultores a tomar mejores decisiones en el manejo de ácaros y mejorar el servicio de control biológico en los sistemas agrícolas. La adopción de manejo de plagas por cultivar no es ampliamente conocida en el área agrícola, y es necesaria la investigación para mostrar los beneficios de la presencia de domacia en el control de ácaros plaga.

Palabras claves: *Phytoseiidae*, *Stigmaeidae*, domacia, *Acer*, *Oligonychus*.

ABSTRACT

Predatory mites *Neoseiulus fallacis* (Garman) (Acari: Phytoseiidae) and *Zetzellia mali* (Ewing) (Acari: Stigmaeidae) have the potential to regulate pest mite population in different crops. One of the characteristics that influence its efficiency of control is the domatia on leaves through the interactions between phytoseiids and stigmatids predators. Domatia provide shelter and avoid intragremial predation between these two groups. Domatia shows difference between cultivars, which display within certain crops that imply an influence on the amount of natural enemies in the leaves. The objective of this essay is to analyze the important components that involve the presence of domatia in the leaves, besides understand how it could be an alternative to reduce the damage of mite pest of an agroecosystem. The complexity of the habitat around the domatia is a factor that could determine the abundance of natural enemies in the crop. Knowing domatia system could help farmers to reduce pesticide application and increase the efficacy of pest integrated management of mite pest using biological control. The adoption of pest management by cultivar is not widely known in the agricultural area and research is necessary to explain the benefits of the presence of domatia in mite pest control.

Key words: *Phytoseiidae*, *Stigmaeidae*, domatia, *Acer*, *Oligonychus*.

Las plantas, por su capacidad de formar estructuras para brindar refugio a depredadores, pueden influir en la habilidad de los mismos para suprimir poblaciones de herbívoros (Dicke, 1998). Dentro de este grupo de estructuras está la domacia, también denominada acarodomacia. Estas son pequeñas cavidades que contienen densas masas pubescentes en la parte inferior de las hojas, y están formadas por tejido en las intersecciones de las venas axilares (O'Dowd y Willson, 1991; Nishida *et al.*, 2005). La domacia en las

hojas ha sido reportada en su mayoría entre plantas angiospermas, alrededor de 277 familias de plantas y cerca de 2000 especies. La estructura está habitada principalmente por artrópodos depredadores más que herbívoros, lo que lleva a la conclusión de que existe mutualismo entre artrópodos y plantas (Agrawal y Karban, 1997).

Según Agrawal *et al.* (2000), Seelman *et al.* (2007) y Schmidt (2014), los efectos de domacia en herbívoros

plaga pueden ser dependientes de la estructura de la domacia, la biología, la diversidad y la abundancia de los depredadores, especialmente de las familias Phytoseiidae y Stigmaeidae (MacRae y Croft, 1996; Slone y Croft, 1998; Agrawal *et al.*, 2000; Lester *et al.*, 2000; Slone y Croft, 2001; Kreiter *et al.*, 2002; Nishida *et al.*, 2005). La domacia puede incrementar la abundancia de ácaros depredadores por proveer refugio en condiciones ambientales desfavorables y evitar depredación intragremial (Norton *et al.*, 2001; Loughner *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2011). La depredación intragremial describe la interacción por la cual dos especies compiten por compartir una fuente de alimento limitante del que se alimentan los dos (Polis *et al.*, 1989). Los estudios realizados sugieren que las hojas con mayor presencia de domacia tienen una mayor población de ácaros depredadores que las hojas con menor domacia, mostrando una menor depredación intragremial (English-Loeb *et al.*, 2002; Loughner *et al.*, 2008). De hecho, en un reciente metaanálisis, Schmidt (2014) atribuyó la abundancia elevada de ácaros fitoseidos, en plantas, a la domacia misma, que reduce la depredación intragremial (Ferreira *et al.*, 2011).

En el caso específico de los ácaros, existen especies que pertenecen a diferentes niveles tróficos (herbívoros, depredadores, fungívoros u omnívoros) que son importantes componentes de la comunidad de artrópodos en el follaje de las plantas terrestres (Sudo y Osakabe, 2011). Los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae y Stigmaeidae han sido estudiados extensamente por su capacidad de regular poblaciones de ácaros plaga de la familia Tetranychidae en diferentes sistemas agrícolas (Duso, 1992; Sato *et al.*, 2001). Varios estudios han documentado que específicamente especies de *Neoseiulus* y *Typhlodromus* de la familia Phytoseiidae, y especies de *Zetzellia* de la familia Stigmaeidae se alimentan y regulan las especies de *Oligonychus* (Croft *et al.*, 1998; Pratt y Croft, 2000; Shrewsbury y Hardin, 2003). El género *Oligonychus* incluye ácaros de hábito fitófago y polífago que ataca cultivos como café, aguacate, coníferas, maple, árboles en viveros y otros (Reyes-Bello *et al.*, 2011).

Dentro de este género, la especie *Oligonychus aceris* (Shimer) (Acari: Tetranychidae) es plaga importante en viveros de árboles de maple; sin embargo, estudios de susceptibilidad de los diferentes cultivares demuestran que “Red Sunset” Red maples (*Acer rubrum descriptor*) son más resistentes a *O. aceris* que

“AutumnBlaze” Freeman maple (*Acer × fremanii*) (Potter y Spicer, 1993; Seagraves *et al.*, 2013; Prado *et al.*, 2014 a,b). La resistencia relativa a *O. aceris* se debe a una diferencia varietal en la abundancia de domacia en las hojas que puede proveer refugio a los ácaros depredadores fitoseidos (*Neoseiulus fallacis* Garman y *Typhlodromus caudiglans* Schuster) y stigmatidos (*Zetzellia mali* Ewing) (Croft *et al.*, 2004; Prado *et al.*, 2015).

Los cultivares de maple difieren significativamente en la abundancia y complejidad de la domacia en las hojas. Por ejemplo, en el cultivar AutumnBlaze la distribución de domacia en las hojas fue limitado a las venas primarias que se encuentran cerca del peciolo, mientras que en el cultivar Red Sunset la domacia se presenta de manera abundante hasta las intersecciones de las venas cuaternarias, siendo estas hojas mucho más complejas estructuralmente (Prado *et al.*, 2015), lo que indica que los árboles de maple son un claro ejemplo del efecto de la presencia de domacia en los ácaros plaga y depredadores. El cultivar Red Sunset presenta consistentemente bajas poblaciones de *O. aceris* comparado con AutumnBlaze, a pesar de tener similares densidades de fitoseidos en las hojas, sugiriendo que la baja población de *O. aceris* en Red Sunset es debido a una mayor depredación por *Z. mali*, que es más abundante en este cultivar resistente (Prado *et al.*, 2014 a,b), confirmando el efecto positivo de esta estructura para proveer refugio a la población de *Z. mali* de la depredación por *N. fallacis* (Croft y MacRae, 1993; Clements y Harmsen, 1990). Adicionalmente, tanto *N. fallacis* y *Z. mali* son capaces de consumir *O. aceris* en todos los estadios en hojas de maple; sin embargo, cada especie muestra diferencia en cuanto al consumo en el número y estadio de su presa. *N. fallacis* ataca más ninfas y adultos, mientras que *Z. mali* consume más huevos (Jansen y Sabelis, 1992).

La relación encontrada entre las poblaciones de stigmatidos, fitoseidos y *O. aceris* es similar a otras encontradas en estudios de dinámica de poblaciones de ácaros de otros cultivos. Tanto depredadores fitoseidos como stigmatidos son importantes también para disminuir las poblaciones de tetránquidos en cultivares de manzana debido a su capacidad de consumo de diferentes estadios móviles y sésiles de su presa (Clements y Harmsen, 1990). Los modelos sobre estudios de ciclos de vida en cultivares de manzana sugieren que los ácaros fitoseidos son más efectivos en

controlar altas densidades debido a su alta proporción de reproducción y capacidad de dispersión a nuevos sitios donde las poblaciones de ácaros son altas. Los depredadores stigmatidos en cambio son mucho más importantes en lugares con baja densidad de ácaros plaga por su alta capacidad de sobrevivir en diferentes tipos de hospederos (Jansen y Sabellis, 1992; Clements y Harmsen, 1992).

Sudo *et al.* (2010) reportaron que el arbusto *Viburnum erosum* Thunb. var. *Punctatum* que contiene domacia y tricomas en sus hojas es habitada por una alta población de ácaros, comparada con las variedades que no cuentan con estas estructuras, la mayoría de ácaros depredadores corresponden a la familia Phytoseiidae. En árboles de alcanforero (*Cinnamomum camphora* Linn.) existe mutualismo sistemático como resultado de la interacción entre ácaros eriófidos plaga y los depredadores *Euseius sojaensis* (Acari: Phytoseiidae) (Kasai *et al.*, 2005; Nishida, 2005). Las plantas ofrecen una estructura particular que es la domacia que limita la infestación causada por la plaga. *E. sojaensis* significativamente reduce la inducción de agallas causadas por los ácaros eriófidos; *E. sojaensis* se ubica cerca de la domacia buscando ácaros eriófidos, los cuales habitan la domacia (Kasai *et al.*, 2002). Los ácaros eriófidos inducen agallas únicamente durante la floración; *C. camphora* atrae los depredadores previamente antes de esta época por medio de los ácaros eriófidos dentro de la domacia que atrae a los ácaros depredadores *E. sojaensis* (Kasai *et al.*, 2005).

En plantas de yuca, la abundancia de ácaros depredadores en los ápices indica que la planta muestra una estructura como refugio que ocasiona que incremente su población y logre reducir el daño causado por ácaros herbívoros. Los ácaros depredadores reduce la densidad de ácaros plaga en las hojas jóvenes cerca del ápice, y especialmente esas hojas son de gran importancia a la capacidad fotosintética de las plantas de yuca. Los ácaros depredadores forzan a los ácaros plaga a alimentarse de hojas viejas, lo cual causa reducción en la tasa de reproducción (Onzo *et al.*, 2003). Los géneros de Stigmaeidae asociados con domacia (*Agistemus*, *Stigmaeus* y *Zetzellia*) contienen especies que son ácaros depredadores de otros invertebrados en café en Costa Rica, así como especies de Phytoseiidae y Tydeidae. Científicos brasileños han reportado los efectos positivos de la disponibilidad de domacia en el comportamiento de los ácaros depredadores *Iphiseioides zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) (Matos *et al.*, 2006).

La domacia en las hojas, como describen las investigaciones mencionadas, proveen de refugio a los enemigos naturales, especialmente los ácaros depredadores. Sin embargo, esta estructura crea un hábitat en donde las interacciones entre los diferentes grupos de depredadores son modificadas en beneficio de un depredador, logrando un mejor desempeño de este último en la reducción de plagas. Cabe indicar que dentro de un mismo cultivo la domacia se presenta en mayor proporción en ciertos cultivares, siendo esta una característica morfológica que influye en el manejo integrado de plagas, infiriendo que la interacción depredador plaga esta mediada por la domacia. Al considerar la diferencia de domacia en las variedades o cultivares, los productores podrían contar con una alternativa sostenible en la tendencia de la agricultura de reducir las aplicaciones de pesticidas e incrementar la aplicación de control biológico.

REFERENCIAS

- Agrawal, A.A.; R. Karban. 1997. Domatia mediate plant-arthropod mutualism. *Nature* 387: 562-563.
- Agrawal, A.A.; R. Karban; R.G. Colfer. 2000. How leaf domatia and induced plant resistance affect herbivores, natural enemies and plant performance. *Oikos* 89: 70-80.
- Clements, D.R.; R. Harmsen. 1990. Predatory behaviour and prey-stage preferences of stigmatid and phytoseiid mites and their potential compatibility in biological control. *Can. Ent.* 122: 321-328.
- Clements, D.R.; R. Harmsen. 1992. Stigmatid-phytoseiid interactions and the impact of natural enemy complexes on plant-inhabiting mites. *Exp. Appl. Acarol.* 14: 327-341.
- Croft, B.A.; I.V. MacRae. 1993. Biological control of apple mites: impact of *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) on *Typhlodromus pyri* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* 22(4): 865-873.
- Croft, B.A.; J.A. Murtry; H.K. Luh. 1998. Do literature records of predation reflect food specialization and predation types among phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae)? *Exp. Appl. Acarol.* 22: 467-480.
- Croft, B.A.; J.S. Blackwood; J.A. McMurtry. 2004. Classifying life-style types of phytoseiid mites: diagnostic traits. *Exp. Appl. Acarol.* 33: 247-260.
- Dicke, M. 1998. Direct and indirect effects of plants on beneficial organisms. In *Handbook of pest management*, J.R. Ruberson (ed.), pp. 105-153. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Duso, C. 1992. Role of *Amblyseius aberrans* (Oud.), *Typhlodromus pyri* (Scheuten) and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) in vineyards. *J. Appl. Ent.* 114: 455-462.
- English-Loeb, G.; A.P. Norton; A. Walter. 2002. Behavioral and population consequences of acarodomatia in grapes on phytoseiid mites (Mesostigmata) and implications for plant breeding. *Entomol. Exp. Appl.* 104: 307-319.
- Ferrera, J.A.M.; F.S.C. Dayson; A. Pallini; M.W. Sabelis; A. Janssen. 2011. Leaf domatia reduce intraguild predation among predatory mites. *Ecological Entomology* 36:435-41.
- Jansen, V.A.A.; M.W. Sabellis. 1992. Prey dispersal and predator persistence. *Experimental and Applied Acarology* 14: 215-231.

- Kasai, A.; S. Yano; A. Takafuji. 2002. Density of the eriophyid mite inhabiting the domatia of *Cinnamomum camphora* Linn affects the density of the predatory mite, *Amblyseius sojaensis* Ehara (Acari: Phytoseiidae), not inhabiting the domatia. *Appl. Entomol. Zool* 37:617–619.
- Kasai, A.; S. Yano; A. Takafuji. 2005. Prey-predator mutualism in a tritrophic system on a camphor tree. *Ecol Res* 20: 163-166.
- Kreiter, S.; M.S. Tixier; B.A. Croft; P. Auger; D. Barret. 2002. Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. *Environ. Entomol.* 31(4): 648-660.
- Lester, P.J.; H.M.A. Thistlewood; R. Harmsen. 2000. Some effects of pre-release host-plant on the biological control of *Panonychus ulmi* by the predatory mite *Amblyseius fallacis*. *Exp. Appl. Acarol.* 24: 19-33.
- Loughner, R.; K. Goldman; G. English-Loeb; J. Nyrop. 2008. Influence of leaf trichomes on predatory mite (*Typhlodromus pyri*) abundance in grape varieties. *Exp. Appl. Acarol.* 45: 111-122.
- O'Dowd, D.J.; M.F. Willson. 1991. Associations between mites and leaf domatia. *Trends in Ecol. Evol.* 6(6): 179-182.
- Onzo, A.; H. Rachid; I. Zannou; M.W. Sabelis; J. Yaninek. 2003. Dynamics of refuge use: diurnal, vertical migration by predatory and herbivorous mites within cassava plants. *Oikos* 101: 59-69.
- MacRae, I.V.; B.A. Croft. 1996. Differential impact of egg predation by *Zetzelliamali* (Acari: Stigmaeidae) on *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 20: 143-154.
- Matos, C.H.C.; A. Pallini; F.F. Chaves; J.H. Schoederer; A. Janssen. 2006. Do domatia mediate mutualistic interactions between coffee plants and predatory mites? *Entomol. Exper. Appl.* 118: 185-192.
- Nishida, S.; A. Naiki, T. 2005. Morphological variation in leaf domatia enables coexistence of antagonistic mites in *Cinnamomum camphora*. *Can. J. Bot.* 83:93-101.
- Norton, A.P.; G. English-Loeb; E. Belden. 2001. Host plant manipulation of natural enemies: leaf domatia protect beneficial mites from insect predators. *Oecologia* 126: 535-542.
- Pratt, P.D.; B.A. Croft. 2000. Screening of predatory mites as potential control agents of pest mites in landscape plant nurseries of the Pacific Northwest. *J. Environ. Hort.* 18(4): 218-223.
- Potter, D.A.; P.G. Spicer. 1993. Seasonal phenology, management, and host preferences of potato leafhopper on nursery-grown maples. *J. Environ. Hort.* 11(3): 101-106.
- Prado, J.; C. Quesada; C. Sadof. 2014a. Effects of pesticide application on Arthropod pests of nursery grown maples. *J. Econ. Entomol.* 107(2): 708-717.
- Prado, J.; C. Quesada; C. Sadof; M. Mickelbart. 2014b. Effects of Fertilization on Potato Leafhopper and Maple Spider Mite on Nursery Grown Maples. *J. Econ. Entomol.* 108(3): 1221-7.
- Prado, J.; A. Witte; C. Sadof. 2015. Do Leaf Domatia Mediate Intraguild Predation and Host Plant Resistance to *Oligonychus aceris* (Shimer) on Red Sunset (*Acer rubrum*)? *Biological Control* 90:187-192.
- Polis, G.A.; C.A. Myers; R.D. Holt. 1989. The Ecology and Evolution of Intraguild Predation: Potential Competitors that Eat Each Other. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20: 297-330.
- Reyes-Bello, J.C.; N.C. Mesa-Cobo; T. Kondo. 2011. Biología de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) sobre aguacate *Persea americana* Mill. Cv. Lorena (Lauraceae). *Caldasia* 33 (1).
- Sato, M.E.; A. Raga; L.C. Ceravolo; M.F. De Souza Filho; A.C. Rossi; G.J. De Moraes. 2001. Effect of insecticides and fungicides on the interaction between members of the mite families Phytoseiidae and Stigmaeidae on citrus. *Exp. Appl. Acarol.* 25: 809-818.
- Schmidt, R. A. 2014. Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control. *Exp. Appl. Acarol.* 62:1-17.
- Seagraves, B.L.; C.T. Redmond; D.A. Potter. 2013. Relative resistance or susceptibility of maple (*Acer*) species, hybrids and cultivars to six arthropod pests of production nurseries. *Pest Manag. Sci.* 69(1): 112-119.
- Seelmann, L.; A. Auer; D. Hoffmann; P. Schausberger. 2007. Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. *Oikos* 807-817.
- Shrewsbury, P.M.; M.R. Hardin. 2003. Evaluation of predatory mite (Acari: Phytoseiidae) releases to suppress spruce spider mites, *Oligonychus ununguis* (Acari: Tetranychidae), on juniper. *J. Econ. Entomol.* 96(6): 1675-1684.
- Slone, D.H.; B.A. Croft. 1998. Spatial aggregation of apple mites (Acari: Phytoseiidae, Stigmaeidae, Tetranychidae) as measured by a binomial model: effects of life stage, reproduction, competition, and predation. *Environ. Entomol.* 27(4): 918-925.
- Slone, D.H.; B.A. Croft. 2001. Species association among predaceous and phytophagous apple mites (Acari: Eriophyidae, Phytoseiidae, Stigmaeidae, Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 25: 109-126.
- Sudo M.; S. Nishida; T. Itioka. 2010. Seasonal fluctuations in foliar mite populations on *Viburnum erosum* Thunb. var. *punctatum* Franch. Et Sav. (Adoxaceae) and sympatric shrubs in temperate secondary forests in western Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 45(3): 405-415.
- Sudo, M.; M. Osakabe. 2011. Do plant mites commonly prefer the underside of leaves? *Exp. Appl. Acarol.* 55(1): 25-38.