

Cultivos en asocio, diversidad de cultivos y manejo integrado de plagas¹

Hugh Smith y Oscar Liburd²

El cultivo en asocio (o cultivo intercalado) es una práctica en donde se siembran diversos cultivos en un mismo campo. Existen varias combinaciones espaciales para el cultivo en asocio las cuales incluyen el cultivo mixto, con diferentes cultivos sembrados en una misma fila, o sin arreglo espacial. También incluye cultivo de asocio en surcos en donde se siembran diferentes cultivos en surcos alternos. La rotación de cultivos involucra sembrar diversos cultivos en un mismo campo durante diferentes épocas en el año, lo cual puede incluir los beneficios del intercalado tales como la reducción de poblaciones de insectos plaga, el aumento de insectos beneficiosos así como la supresión de malezas. Adicionalmente plantas que no son cultivos, tales como las malezas, cultivos rastreados o de cobertura, así como plantas del hábitat, se pueden combinar en el espacio y tiempo para influir en el número de plagas o artrópodos benéficos en un cultivo principal.

Diversidad de cultivos

A menudo se ha dicho que las plagas son menos dañinas en los campos que tienen una mezcla de cultivos que en los que tienen uno sólo (conocidos como monocultivos). Esta idea está basada en parte en la suposición que una determinada plaga encontrará en un campo más diverso menos posibles hospederos o menos lugares en donde poner sus huevecillos. Sin embargo, revisiones de la literatura indican que los insectos que tienen un amplio

espectro de hospederos usualmente no se reducen por la diversificación de cultivos (Andow 1991). Los resultados pueden ser contradictorios. Por ejemplo, el cultivo en asocio para mosca blanca (*Bemisia tabaci*), que se alimenta de una amplia gama de cultivos, ha demostrado una reducción en números en algunos estudios mientras que en otros no (Figura 1). Smith y McSorley (2000) y Smith et al. (2000, 2001) han encontrado que no hay reducción en las densidades de mosca blanca utilizando berengena o ayote como cultivos trampa, ni con maíz como cultivo barrera o mezclas de hospederos pobres como cultivos de “distracción.” Por otro lado, Frank y Liburd (2005) encontraron números reducidos de *Bemisia tabaci* y áfidos (varias especies) en un sistema de cultivo diverso el cual incluye ayote y el abono vivo llamado trigo sarraceno o buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.)

La investigación indica que aquellos insectos con espectro reducido de hospederos, tales como insectos plaga que atacan sólamente a cultivos de las crucíferas (Brassicaceae), son más fácilmente reducidos en número cuando los cultivos hospederos se asocian o mezclan con cultivos no hospederos (Andow 1991, Hooks and Marshall 2003). La palomilla de dorso diamante (*Plutella xylostella*,) que sólamente ataca cultivos crucíferos, es un ejemplo de una plaga con un espectro reducido de hospederos (Figura 2a-b).

- Este documento, ENY-862-S, es uno de una serie de publicaciones del Entomology and Nematology, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IFAS). Fecha de primera publicación: junio 2012. Revisado junio 2018. Visite nuestro sitio web EDIS en <<http://edis.ifas.ufl.edu>>.
- Hugh Smith, profesor asistente; y Oscar Liburd, profesor, Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de Florida, Gainesville, FL 32611. Traducido por Ana Lucrecia MacVean, Herbario PAC, Pennsylvania State University.

The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) is an Equal Opportunity Institution authorized to provide research, educational information and other services only to individuals and institutions that function with non-discrimination with respect to race, creed, color, religion, age, disability, sex, sexual orientation, marital status, national origin, political opinions or affiliations. For more information on obtaining other UF/IFAS Extension publications, contact your county's UF/IFAS Extension office.

U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A & M University Cooperative Extension Program, and Boards of County Commissioners Cooperating. Nick T. Place, dean for UF/IFAS Extension.



Figura 1. La mosca blanca, *Bemisia tabaci*, ataca a una amplia gama de cultivos. Los adultos, que aquí se muestran en una hoja de ayote, depositan sus huevecillos en el envés de las hojas.

Créditos: Hugh Smith



Figura 2a. Palomilla de dorso diamante adulto.

Créditos: Lyle Buss



Figura 2b. Palomilla de dorso diamante, oruga.

Créditos: Lyle Buss

Cuando un herbívoro encuentra una planta en la cual no se puede alimentar, debe invertir tiempo y energía adicional en la búsqueda de una planta aceptable. Esto reduce el

tiempo y energía que dispone un insecto para causar daño en un cultivo o para depositar huevecillos, y en algunos casos, estimula que el insecto migre de esa área. Los insectos dependen de estímulos visuales, olfativos y táctiles para encontrar plantas hospederas. La presencia de plantas no hospedadoras puede interferir con la habilidad que tiene el insecto para detectar plantas hospedadoras enmascarando físicamente la presencia de la planta o por medio de la producción de compuestos volátiles que confunden al insecto. En este sentido un hábitat diverso puede reducir la “apariencia” de la planta hospedera a los insectos plaga (Figuras 3 y 4).



Figura 3. Una granja orgánica diversa en el norte del estado de Florida. La siembra de una diversidad de cultivos puede reducir la “apariencia” de algunas plantas hospedadoras para ciertas plagas, lo cual hace que las plantas sean más difíciles de encontrar para los insectos plaga.

Créditos: Hugh Smith



Figura 4. El valle de Almolonga, Guatemala, en donde muchos cultivos hortícolas son producidos en pequeñas parcelas. La diversidad de cultivos puede reducir la acumulación de ciertas especies. Créditos: Hugh Smith

La gama de hospederos y la búsqueda de hospederos son dos aspectos del comportamiento de los insectos que determinan como éstos reaccionan a una mezcla dada de cultivos. La hipótesis de “concentración de recursos” de

los cultivos de asocio y manejo de plagas plantea que es más fácil para un herbívoro volverse abundante cuando los recursos que necesita para vivir y reproducirse se concentran en un monocultivo que cuando estos recursos están diluidos con plantas no hospederas. Esta explicación de cómo el cultivo en asocio puede reducir las densidades de plaga se aplica a plagas con una gama estrecha más que los de una gama amplia de hospederos.

Cultivos trampa

El cultivo trampa busca manipular los mecanismos que utiliza el insecto para encontrar hospederos y su preferencia de hospederos. Un cultivo trampa es el que aleja a una plaga de un cultivo principal. El uso efectivo de un cultivo trampa requiere que los insectos que están concentrados en dichos cultivos sean destruidos antes de que se dispersen a otras plantas, ya sea por aspersión o labranza. Los cultivos trampa pueden estar intercalados con el cultivo principal, aunque la mayoría de veces están sembradas en el perímetro del campo en donde se encuentra el cultivo principal. En algunos casos, los cultivos trampa y el cultivo principal son la misma especie solo que el cultivo trampa es sembrado con antelación. A menudo cuando una plaga se vuelve más abundante en una especie de cultivo que en otra, se asume incorrectamente que la que tiene mayor número de plagas es la que funciona como cultivo trampa. Para poder ser un cultivo trampa, la especie de planta debe alejar a las plagas lejos del cultivo principal, resultando en un número menor de plagas en el cultivo principal comparado con la ausencia del cultivo trampa. La alfalfa se ha utilizado como cultivo trampa para alejar a chinches del género *Lygus* (conocido en inglés como "western tarnished plant bug," *Lygus hesperus*) de los cultivos principales de algodón y fresas (Figura 5). Sin embargo, la alfalfa debe ser cuidadosamente manejada con insecticidas, una aspiradora de insectos o por medio de cortes rutinarios para prevenir que las poblaciones de *Lygus* aumenten y migren al cultivo de algodón o de fresas (UC IPM 2011). En el estado de Florida, la col verde o berza col (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) ha sido usada como cultivo trampa para suprimir las infestaciones de la palomilla de dorso diamante (Mitchell et al. 2000). Aunque existen sólamente algunos casos limitados del uso exitoso de cultivos trampa por agricultores, estos dos ejemplos demuestran que los cultivos trampa pueden ser usados para manejar plagas generalistas tales como *Lygus* o especializadas como la palomilla de dorso diamante.



Figura 5. *Lygus hesperus*, chinche conocida como "western tarnished plant bug". Cultivos trampa con alfalfa han sido utilizados para manejar *Lygus* en algodón y fresas. Créditos: Hugh Smith

Abonos vivos

Los abonos vivos incluyen cultivos menores que se plantan dentro de un cultivo principal y esto puede ser considerado como un tipo de cultivo en asocio. Los abonos vivos pueden ser sembrados en surcos adyacentes de un cultivo principal, en el mismo surco que el cultivo principal y/o en proximidad a éste. En siembras de vegetales se utilizan como abonos vivos plantas que generalmente no son cultivos; entre ellas encontramos el trigo sarraceno o el trébol blanco, *Trifolium repens* L. Algunos beneficios de usar abonos vivos son la reducción de poblaciones de plagas, el aumento de la densidad de insectos benéficos así como la mejora de la textura del suelo y su estructura debido al aumento de materia orgánica agregada al suelo (Frank y Liburd 2005, Nyoike y Liburd 2010). Nyoike y Liburd (2010) reportan un aumento en las poblaciones de insectos benéficos en ayote cuando éste se intercala con trigo sarraceno comparado con el uso de sustratos reflectores de rayos UV. Similarmente, Frank y Liburd (2005) encontraron una menor presión de plagas y un aumento en las poblaciones de insectos benéficos en tratamientos que tenían trigo sarraceno y ayote comparado con sistemas convencionales de siembra de ayote en ausencia de un abono vivo (Figura 6).

Enemigos naturales

1. Recursos florales

El cultivo en asocio que incluye plantas insectarias, comúnmente llamadas plantas acompañantes, puede mejorar la actividad de los depredadores y parasitoides dándoles un hábitat y fuente de alimentación como néctar, polen y hospederos y presas alternos. Para muchos artrópodos benéficos, incluyendo a polinizadores, el polen

es una fuente importante de proteína así como otros nutrientes y el néctar es una importante fuente de energía y alimento (Jervis et al. 2005). Investigaciones en el estado de Florida han demostrado que los diminutos antocóridos depredadores (conocidos como pirate bugs, *Orius* spp.) pueden llegar a estar en grandes cantidades en los girasoles (*Helianthus annuus* L.). Si se siembra girasoles en el perímetro alrededor de campos de chile pimiento esto aumenta la densidad de los antocóridos en los chiles pimientos lo cual ayuda a suprimir a los trips de la especie *Frankliniella occidentalis* (conocido en inglés como “western flower thrips”) (Funderburk et al. 2011). En el estado de Florida el parasitismo de grillos topo (Gryllotalpidae) por una especie introducida de avispa, *Larra bicolor*, aumenta por la disponibilidad de néctar de las plantas con flores tales como *Spermacoce verticillata* y *Chamaecrista fasciculata* (Portman et al. 2010) (Figuras 7 y 8). En el estado de Nueva Jersey el cultivo en asocio de berejena con eneldo aumentó la depredación de huevecillos del escarabajo de la papa de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) por mariquitas y crisopas (Patt et al. 1997).



Figura 6. Ayote con abono vivo de trigo sarraceno.
Créditos: Oscar Liburd



Figura 7. *Larra bicolor*, parasitoide del grillo topo, alimentándose de néctar de *Spermacoce verticillata*.
Créditos: Lyle Buss



Figura 8. *Larra bicolor* atacando a un grillo topo, *Scapteriscus vicinus*.
Créditos: Lyle Buss



Figura 9. *Alyssum* en asocio con lechuga romana orgánica en una granja del estado de California. *Alyssum* provee recursos florales a los sírfidos adultos los cuales depositan sus huevecillos en las hojas de lechugas romanas infestadas con áfidos.
Créditos: Hugh Smith



Figura 10. Adulto sírfido.
Créditos: Hugh Smith

En la costa central del estado de California, los agricultores orgánicos intercalan lechuga con alyssum (*Lobularia maritima*) para aumentar la actividad de las moscas sírfidas que comen el néctar y polen como adultos y se alimentan de áfidos cuando son larvas (Figura 11) (Bugg et al. 2008). Las “mezclas para insectos buenos” son usadas primordialmente por agricultores orgánicos para proveer recursos florales a sírfidos y otros enemigos naturales y así suprimir plagas (Figura 12). Las “mezclas para insectos buenos” son combinaciones de semillas que florecen a diferente tiempo

y así ofrecen néctar y polen a lo largo de la temporada de crecimiento. Las malezas también pueden servir como una fuente de néctar y polen para enemigos naturales (Figura 13).



Figura 11. La larva de un sírfido alimentándose de áfidos.

Créditos: William Chaney



Figura 12. Una mezcla de plantas para "insectos buenos" adyacente a un campo de fresas en el estado de California. Estas mezclas de plantas son sembradas para proveer un hábitat a los depredadores y parasitoides que atacan a las plagas de fresas.

Créditos: Joe Valdez.



Figura 13. Malezas en campos adyacentes o en las orillas proveen un recurso tanto para las plagas como para artrópodos benéficos.

Créditos: John Capinera

Es importante tener en mente que algunas especies plaga tales como trips, minadores de hoja, *Lygus* y algunas palomillas también se pueden beneficiar de la disponibilidad de recursos florales. Las densidades de la palomilla dorso diamante así como de la mariposa blanca de la col (*Pieris rapae*) fueron más altas en brócoli intercalado con algunas plantas con flor que cuando estaba sembrado solo (Zhao et al. 1992). Para ser efectivas las plantas acompañantes deben ser fácilmente integradas al sistema de producción del agricultor, no volverse malezas, y no servir como un hospedero para otros insectos plaga así como enfermedades.

2. Barreras vivas y refugios para escarabajos/"beetle banks"

Las barreras vivas son filas de plantas en su mayoría leñosas que están sembradas cerca una a la otra, y muchas veces existe vegetación herbácea debajo de ellas. Las barreras vivas generalmente se establecen entre campos y pueden proveer un hábitat y un sitio de refugio para una variedad de enemigos naturales incluyendo arañas y escarabajos depredadores. También pueden usarse para establecer y mantener especies nativas de vegetación. Aunque existen muchas buenas razones para conservar especies de plantas nativas, éstas muchas veces no necesariamente proveen el mejor hábitat para artrópodos benéficos comparadas con especies de plantas introducidas o no endémicas. Las barreras vivas también son un hábitat para pájaros y otra vida silvestre que en algunos casos pueden ser detratamentales para las prácticas agrícolas.

Los refugios para escarabajos son crestas de tierra que han sido sembradas con vegetación gramínea típica del sotobosque de las barreras vivas. Estas áreas proveen un hábitat para depredadores y reduce la distancia que éstos deben viajar para colonizar un cultivo. Los bancos de escarabajos han sido evaluados principalmente en Gran Bretaña como un medio para establecer depredadores de áfidos en campos de trigo (Collins et al. 2003).

3. Plantas "banco"/Banker Plants

Las plantas banco son aquellas que son intencionalmente infestadas con un herbívoro que sirve como un hospedero alterno o como presa para un parasitoide específico o un depredador. El herbívoro no causa daño al cultivo principal sembrado para la cosecha. Actualmente, las plantas banco están siendo principalmente utilizadas en invernaderos, casas malla así como en otras formas de agricultura protegida para establecer y mantener agentes de control biológico que se encuentran comercialmente disponibles (Osborne and Barrett 2005).

Ejemplos de plantas banco incluyen la cebada (winter barley, *Hordeum vulgare* L.) para sostener al áfido o pulgón verde de la avena (*Rhopalosiphum padi*) o el áfido/pulgón de la hoja de maíz (*R. maidis*) en trigo como un hospedero alterno para parasitoides de áfidos como *Aphidius colemani*; papaya o fruta bomba (*Carica papaya* L.) para establecer mosca blanca de la papaya (*Trialeurodes variabilis*) como un hospedero alterno para parasitoides de mosca blanca (Figura 14); y maíz o sorgo con el ácaro de grama conocido en inglés como “banks grass mite” (*Oligonychus pratensis*) como una presa alterna para *Feltiella acarisuga* así como otros depredadores de ácaros.



Figura 14. Planta de papaya o fruta bomba en un invernadero con tomates. La papaya es planta hospedera para especies de mosca blanca que no atacan a cultivos hortícolas. Algunos parasitoides de mosca blanca se establecen en la papaya y están disponibles para parasitar a la mosca blanca de la hoja plateada (*Bemisia tabaci*) la cual si ataca al tomate.

4. La hipótesis de “enemigos”

Otra teoría que intenta explicar por qué el daño de plagas es menor en sistemas diversos de cultivo sugiere que las mezclas de cultivos proveen una mayor diversidad de hábitats a los artrópodos, por lo que ofrece una mayor abundancia y variedad de presas y huéspedes para depredadores y parasitoides. A esto se le conoce como la hipótesis de “enemigos.” Los depredadores generalistas, tales como algunas arañas, pueden tener una ventaja cuando existe una diversidad de presas disponibles. Sin embargo, enemigos naturales especialistas, un grupo que incluye a la mayoría de parasitoides así como a muchos depredadores que ayudan a suprimir plagas clave de importancia agrícola, probablemente encuentran a sus víctimas más rápidamente cuando el ambiente en donde buscan es uniforme. Algunos de los estudios originales de cultivo en asocio con crucíferas (brásicas) demostraron que los enemigos naturales eran más abundantes y diversos en monocultivos que en cultivos que tienen una mezcla de especies (Pimentel 1961, Root

1973). Varios estudios han indicado que el suministro de recursos florales y hábitat pueden aumentar la densidad y diversidad de enemigos naturales (citas anteriores y Jervis et al. 2005). Sin embargo la diversidad de cultivos por sí sola probablemente no aumenta la eficacia de enemigos naturales.

Cultivo en asocio y otras estrategias de manejo de plagas

El combinar cultivos puede ser el único enfoque para el manejo de plagas o bien puede ser usado en combinación con otras estrategias de manejo de plagas que incluyen control biológico y químico así como el uso de variedades de plantas resistentes. El uso exitoso del cultivo en asocio para el manejo de plagas depende de un entendimiento riguroso de cómo las características de cada cultivo y sus combinaciones influyen en el comportamiento de las plagas y artrópodos benéficos. Adicionalmente se deben estudiar los retos de combinar diversos cultivos en una manera que minimicen la competencia y aseguren rendimientos aceptables.

Referencias

- Andow, D. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. Annual Review of Entomology 36: 561–86.
- Bugg, R. L., W. E. Chaney, R. G. Colfer, J. A. Cannon y H. A. Smith. 2008. Flower flies (Diptera: Syrphidae) and other important allies in controlling pests of California vegetable crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 8285. University of California Press, Davis, CA.
- Collins, K. L., N. D. Boatman, A. Wilcox, J. M. Holland y K. Chaney. 2002. Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. Agriculture, Ecosystems and Environment 93: 337–350.
- Frank, D.L. y O.E. Liburd. 2005. Effects of living and synthetic mulch on the population dynamics of whiteflies and aphids, their associated natural enemies and insect-transmitted plant diseases in zucchini. Environmental Entomology 34: 857–865.
- Funderburk, J., S. Reitz, P. Stansly, S. Olson, D. Sui, G. McAvoy, A. Whidden, O. Demirozer, G. Nuessly y N. Leppla. 2011. Managing thrips in pepper and eggplant. University of Florida IFAS Extension Publication ENY 658. 11 pp.

- Hooks, C. R. R. y M. W. Johnson. 2003. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection* 22: 223–238.
- Jervis, M. A., G. E. Heimpel. Phytophagy *In* Insects as natural enemies; Jervis, M. A. Ed., Springer, Netherlands, 525–550.
- Mitchell, E. R., G. Hu y D. Johanowicz. 2000. Management of diamondback moth in cabbage using collard as a trap crop. *HortScience* 35: 875–879.
- Nyoike, T. W. y O. E. Liburd. 2010. Effect of living (buckwheat) and UV reflective mulches with and without imidacloprid on whiteflies, aphids and marketable yields of zucchini squash. *International Journal of Pest Management* 56: 31–39.
- Osborne, L. S. y J. E. Barrett. 2005. You can bank on it: banker plants can be used to rear natural enemies to help control greenhouse pests. *Ornamental Outlook* (September) pp. 26–27 (<http://mrec.ifas.ufl.edu/lso/banker/Documents/BANKERFoliage.pdf>).
- Patt, J. M., G. C. Hamilton y J. H. Lashomb. 1997. Impact of strip-insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. *Advances in Horticultural Science* 11: 175–181.
- Pimentel, D. 1961. Species diversity and insect population outbreaks. *Annals of the Entomological Society of America* 54: 76–86.
- Portman, S. L., J. H. Frank, R. McSorley y N. C. Leppla. 2010. Nectar-seeking and host-seeking by *Larra bicolor*, a parasitoid of *Scapteriscus* mole crickets. *Environmental Entomology* 39: 939–943.
- Root, R. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats. The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95–124.
- Smith, H. A. y R. McSorley. 2000. Potential of field corn as a barrier crop and eggplant as a trap crop for management of *Bemisia argentifolii* on common bean in north Florida. *Florida Entomologist*. 83: 145 –158.
- Smith, H. A., R. L. Koenig, H. J. McAuslane y R. McSorley. 2000. Effect of silver reflective mulch and a summer squash trap crop on densities of immature *Bemisia argentifolii* on organic bean. *Journal of Economic Entomology* 93: 726–731.
- Smith, H. A., R. McSorley y J. A. Sierra Izaguirre. 2001. The effect of intercropping common bean with poor hosts and nonhosts on numbers of immature whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) in the Salamá valley, Guatemala. *Environmental Entomology* 30: 89–100.
- UC IPM website Strawberry *Lygus* Bug. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r734300111.html>. Consulted Dec 14 2011.
- Zhao, J. Z., G. S. Ayers, E. J. Grafius y F. W. Stehr. 1992. Effects of neighboring nectar-producing plants on populations of pest Lepidoptera and their parasitoids in broccoli plantings. *Great Lakes Entomologist* 24: 253–258.