

3.1. EFECTO DE LAS ESTRUCTURAS ECOLÓGICAS EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE INSECTOS PLAGA Y DE LOS REGULADORES NATURALES

Stella Zerbino, Antonio Panizzi, Flavia S. Clochet

Introducción

La estabilidad de un sistema de producción se manifiesta a través de la incidencia de insectos plaga (Altieri, 1999a). Algunos autores consideran que la densidad de insectos plaga es indicador de la sustentabilidad y de la contaminación de recursos naturales, mientras que la abundancia y diversidad de insectos benéficos son indicadores de sustentabilidad y de calidad del paisaje.

La vegetación adyacente tiene importantes efectos sobre los insectos plaga y sus antagonistas. Entender los mecanismos por los cuales la biodiversidad favorece el manejo de plagas es un paso muy importante. La diversificación vegetal puede beneficiar vía directa “botton up” en el primer nivel trófico de la plaga mediante la concentración de recursos y otros mecanismos. La supresión del insecto plaga puede resultar de “top down” vía mejora de enemigos naturales y conservación del control biológico (Smith y McSorely, 2000; Gurr et al., 2003).

En los agroecosistemas donde se produce un aumento de la biodiversidad vegetal hay un incremento de la abundancia de depredadores y parasitoides, como resultado de una mayor disponibilidad de presas alternativas, fuentes de polen y néctar; y microhábitats adecuados (Altieri y Nicholls, 2005). Estos beneficios se pueden extender espacialmente a otros cultivos y temporalmente a las producciones subsiguientes, y de esta manera incrementar la sustentabilidad del predio (Gurr et al., 2003).

El incremento de la biodiversidad vegetal se realiza a través de la construcción de infraestructuras ecológicas, que además de proporcionar alimento y hábitat a los antagonistas de los insectos plaga, sirven de corredores biológicos para la dispersión de depredadores y parasitoides (Altieri, 1999b). Las especies de insectos tienen diferentes requerimientos respecto al tamaño de la infraestructura y la distancia máxima como consecuencia de sus diferencias en el tamaño y movilidad. En términos generales el nivel de diversidad de insectos depende de cuatro características del sistema: la diversidad de la vegetación dentro y alrededor del predio, la durabilidad del cultivo, la intensidad de manejo y el aislamiento de la vegetación natural. Por lo tanto, para que las infraestructuras sean eficientes en la promoción de los antagonistas, es necesario tener en cuenta aspectos como el tamaño, la ubicación, el manejo y la intensidad que requieren, la diversidad de especies vegetales y la distribución (Cuadro 1). También es necesario conocer la vegetación adyacente y el arreglo de los cultivos en el tiempo y en el espacio.

Cuadro 1. Aspectos de diseño a tener en cuenta en la promoción de los antagonistas

| | |
|----------------------|---|
| Tamaño | <ul style="list-style-type: none"> • 5 – 10% del área |
| Ubicación | <ul style="list-style-type: none"> • Dentro del cultivo • Siembras no muy densas • Cultivos intercalados en línea (“intercropping”) • Fajas de conservación • Cultivos de borde |
| Estado de desarrollo | |
| Diversidad | <ul style="list-style-type: none"> • Coccinélidos y ácaros predadores son dependientes de los bordes y bordes forestados • Sífidos, arañas y carábidos prefieren praderas pobres, fajas de flores silvestres barbechos rotacionales y cabeceras de conservación |
| Distribución | <ul style="list-style-type: none"> • Una buena distribución es requisito previo para tener rápidos movimientos |

El grado de complejidad de estas infraestructuras varía desde la mera diversificación de la estructura de edad de las plantas dentro de un monocultivo, hasta en el extremo opuesto a nivel del paisaje, dónde la diversificación incluye la vegetación perenne y toda la que no tiene su la producción como destino (Cuadro 2) (Gurr et al., 2003). Ejemplo de esto incluyen las cabeceras, los corta vientos, la restauración de humedales y áreas riparias, fajas de vegetación buffer y el uso de plantaciones para el desarrollo de poblaciones de insectos (Boller et al., 2004; Lovell y Sullivan 2006).

Cuadro 2. Ejemplos de mejora de la biodiversidad con niveles crecientes de complejidad (Gurr et al., 2003)

| Nivel de complejidad | Naturaleza de la diversificación | Ejemplo |
|--|--|--|
| Diversificación dentro de un monocultivo | Hacer el cultivo estructuralmente mas diverso | Cosecha de alfalfa en fajas |
| Monocultivos “relax” | Mezcla de variedades o especies relacionadas | Enfermedades en cultivos extensivos, cultivos trampa en soja |
| Áreas con vegetación espontánea dentro del monocultivo | Desarrollo de vegetación espontánea dentro de áreas del cultivo | Fajas de vegetación espontánea incrementan la densidad de enemigos naturales |
| Diversificación del borde del monocultivo | Sembrar en el margen del cultivo con otras especies. | Especies que sean fuente de polen para enemigos naturales de pulgones |
| Policultivos | Desarrollo de dos o más cultivos en la misma chacra | Fajas alternadas que actúan como barreras vivas, trampas de plagas o hábitat para enemigos naturales |
| Diversificación de la vegetación más allá del borde | Sembrar o generar naturalmente vegetación en barbechos adyacentes al cultivo | Hábitat de antagonistas (ej: parasitoides) |
| Diversificación de predio | Integración de sistemas productivos (“sistemas mixtos”) | Incremento de las densidades de artrópodos |
| Cambios a nivel de paisaje | Paisajes con áreas arbóreas | Incrementa la tasas de parasitismo |

Diversificación dentro del monocultivo: Un ejemplo es el corte en fajas de alfalfa, donde los enemigos naturales migran a las fajas no cortadas y cuando el cultivo rebrota se mudan nuevamente, de esta manera son controladas algunas especies de lepidópteros. La diversificación puede ser aplicada a cultivos perennes como frutales y viñas. Otras plantas que no sean malezas también pueden ser introducidas como fajas dentro de los cultivos.

Cultivos “Relax”. Consiste en la mezcla de variedades relacionadas. Esta estrategia ha sido muy utilizada para disminuir la incidencia de enfermedades, pero ha demostrado tener potencial para insectos plaga.

Vegetación espontánea dentro del cultivo. La eliminación de malezas puede ser contraria al manejo de artrópodos plaga. A menudo las áreas de vegetación espontánea contribuyen con la hipótesis de la concentración de recursos. También pueden favorecer a los enemigos naturales al proporcionar polen y néctar, o brindando hábitat a huéspedes alternativos o presas, y proporcionando hábitat o microclimas adecuados. Fajas de 1,5 m de ancho de malezas utilizadas a intervalos de 24 m dentro de áreas cultivadas favorecen a enemigos naturales tales como sírfidos, crisópidos y coccinélidos. Las cabeceras de los cuadros, donde la producción es menor a causa de la compactación del suelo, podrían ser utilizadas para estos propósitos.

Márgenes con vegetación espontánea en las adyacencias del cultivo. Se dispone de una extensión de vegetación integrada fundamentalmente por plantas ricas en polen que favorecen a los parasitoides y sírfidos. Cuando la vegetación circundante es alta impide la dispersión de los sírfidos al cultivo próximo, por lo tanto la estructura del hábitat puede restringir en el espacio los beneficios del agregado de recursos florales.

Rotaciones, cultivos intercalados, cultivos trampa, abonos verdes. Grandes niveles de complejidad pueden ser apreciados cuando se abandona el monocultivo y son aplicadas prácticas culturales en las cuales se desarrollan más de una especie vegetal dentro del predio. Esto puede tomar una variedad de formas con un rango de complejidad que va desde la discreta inclusión de un área de un cultivo secundario hasta patrones de policultivos espaciales y temporales.

Diversificación más allá de la escala del cultivo. Grandes niveles de complejidad pueden ser obtenidos fuera de los límites de las chacras. Áreas tales como bosques, cercos de vegetación que se extienden más allá del área del predio pueden tener un largo rango de efectos en la tasa de parasitismo de plagas de cultivos.

Estudio de caso sobre el uso de la diversidad vegetal para disminuir el impacto de las chinches en cultivo de soja

La naturaleza variable de los factores abióticos y bióticos determina que las condiciones adecuadas para el crecimiento, desarrollo y reproducción de los insectos no sean permanentes. Para superar los períodos adversos éstos poseen adaptaciones fisiológicas y de comportamiento que les permite explotar recursos estacionales fluctuantes y colonizar zonas que de otra manera les sería imposible habitar.

Los hemípteros fitófagos, exploran una variedad de plantas huéspedes dentro y entre generaciones. Las ninfas y adultos se movilizan en las mismas o diferentes especies de plantas, las cuales pueden ser colonizadas en secuencia. En primavera-verano, aproximadamente la tercera parte del año, se alimentan y crían en plantas cultivadas. Comienzan a colonizar el cultivo de soja cuando se inicia la formación de vainas; inicialmente por adultos (Costa y Link, 1982; Zerbino et al., 2010) y más tarde por las ninfas (Panizzi et al., 1980, Zerbino et al., 2010). Cuando el grano está maduro, se movilizan en busca de otras fuentes de alimento, cultivadas o silvestres que no son sus preferidas, y son capaces de obtener nutrientes de brotes o flores (Panizzi, 2000). Finalmente, en el invierno cuando el ambiente les es desfavorable pueden permanecer en ellas o ir a ocupar otros

hábitats, donde generalmente no se reproducen y tampoco generan descendencia (Panizzi, 2000; Panizzi y Parra, 2009).

Avances en el estudio de las interacciones de especies vegetales y chinches

Implementar programas de manejo de insectos holísticos, eficientes y ecológicamente compatibles, implica el desarrollo de tácticas de manejo que puedan ser aplicadas durante el otoño y el invierno, antes de que estos insectos colonicen el cultivo de soja. Uno de los aspectos a ser considerados es el manejo de las plantas que son utilizadas como hospederas alternativas. Para diseñar estas estrategias de manejo, es necesario conocer cuáles hospederas alternativas silvestres son explorados y en qué secuencia los utilizan las distintas generaciones, cuán adecuados son para el desarrollo de ninfas y/o la reproducción de adultos, y cuándo ocurre la dispersión desde y hacia las plantas cultivadas y silvestres respectivamente (Panizzi, 1997). Con estos estudios se puede establecer cuál es el huésped alternativo más importante en la biología del insecto y en cuáles especies vegetales se deben concentrar los esfuerzos para desarrollar tácticas de manejo que mitiguen el impacto de las chinches en los cultivos. Este es quizás uno de los mayores desafíos de los entomólogos, porque es necesario generar mucha información sobre su biología, ecología y comportamiento (Panizzi y Parra, 2009).

El conocimiento sobre la ecología de chinches a nivel nacional es reducido (Zerbino, 2010; Zerbino et al., 2010). Se desconoce la estrategia de sobrevivencia durante el período de ausencia del hospedero preferido y cuando los factores abióticos son desfavorables. Es necesario realizar estudios que aporten información para responder preguntas tales como: en qué momento los adultos se dispersan desde y hacia las especies cultivadas; cuál es la performance de las ninfas y los adultos cuando se alimentan de plantas hospederas alternativas y que estrategia utilizan para sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables. Es así que en el año 2008 se inició un proyecto de cooperación técnica (Proyecto Prosul Edital CNPq No. 011/2008. Chamada I I – Projetos Conjuntos em C&T&I) sobre el uso y manejo de la biodiversidad vegetal para el manejo integrado de chinches fitófagas de la soja. En este trabajo, se presentan resultados de los estudios realizados que tienen como propósito: 1) determinar las especies vegetales y/o el hábitat donde son encontradas las chinches fitófagas en el período de la entre zafra; 2) conocer el estado fisiológico de las poblaciones de chinches fitófagas colectadas en las plantas hospederas alternativas; 3) estudiar el rol que las especies vegetales cumplen en la biología; y 4) determinar qué especies vegetales pueden ser eficientes como barreras vivas.

Materiales y métodos

Determinar las especies vegetales y/o el hábitat donde son encontradas las chinches fitófagas en el período de la entre zafra

Durante un año se realizaron muestreos periódicos de hemípteros en distintas especies vegetales, en la familia Leguminosae: alfalfa - *Medicago sativa*, trébol rojo- *Trifolium pratense*, trébol blanco-*Trifolium repens* y lotus- *Lotus corniculatus*; en la familia Pittosporaceae *Phytosporum undulatum*, en la familia Oleaceae *Ligustrum lucidum* y en la familia Myoporaceae transparente - *Myoporum laetums*. El material colectado fue separado por especie y sexo.

Conocer el estado fisiológico de las poblaciones de chinches fitófagas colectadas en las plantas hospederas alternativas

Se realizó la evaluación del grado de desarrollo de los órganos reproductivos mediante la disección de los insectos, los cuales fueron fijados con alfileres entomológicos en la región anterior del pronoto y se les retiró las alas, el escutelo y las placas que cubren la región dorsal del abdomen. La cavidad abdominal se limpió con alcohol 70 de manera de tener una

correcta visión de los órganos reproductivos, los cuales fueron categorizados, de acuerdo con Chocorosqui (2001) y Mourão y Panizzi (2002).

Rol que cumplen las especies vegetales en la biología de las chinches.

Se realizó la biología de ninfas alimentadas con soja, alfalfa, trébol rojo, trébol blanco, *Phytosporum undulatum*, *Ligustrum lucidum* y *Myoporum laetum*.

Determinar las especies vegetales con potencial como barreras vivas.

Se evaluó el potencial de uso del maíz, sorgo y girasol como barreras vivas. A partir del estado R1 del cultivo de soja, se realizaron muestreos semanales de los distintos tratamientos (Figura 1)

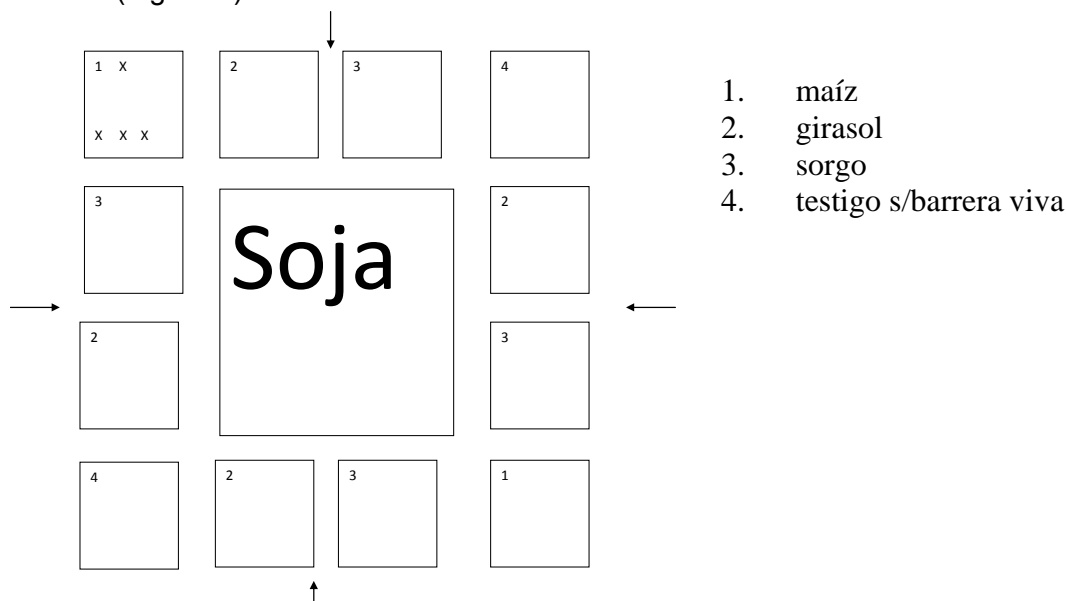


Figura 1. Diagrama del experimento de barreras vivas

Resultados

Los resultados de los muestreos indican que *Piezodorus guildinii*, fue la chinche más abundante, seguido de *N. viridula*. En el período que abarca desde fines de abril hasta fines de octubre, su presencia fue registrada en *P. undulatum*, *L. lucidum* y *M. laetum*, siendo más frecuente en la primer especie. En alfalfa fue observada entre fines de octubre y fines de marzo, y en trébol rojo desde mediados de diciembre hasta fines de abril. En trébol blanco en primavera y en lotus en verano, fueron colectados un número pequeño de individuos. Acompañando este estudio se realizaron muestreos en restos vegetales de cultivos de soja, girasol y sorgo. *Piezodorus guildinii* fue colectada en restos de soja en mayo-junio y en rastrojos de sorgo en julio.

El total de hembras colectadas en verano tuvieron los órganos reproductivos maduros; este valor comienza a disminuir a comienzos del otoño llegando a cero en el invierno, y vuelve a aumentar en primavera, a fines del mes de octubre. La totalidad de los machos colectados en verano tuvieron los órganos reproductivos maduros; en otoño y primavera el valor registrado fue un poco menor, y en el invierno todos los machos presentaron los órganos reproductivos inmaduros.

En laboratorio, las ninfas fueron alimentadas con *Phytosporum undulatum*, ligustro, trébol blanco, vainas de alfalfa y soja. Ningún individuo sobrevivió al ser alimentado con las primeras tres especies. Cuando fueron alimentadas con alfalfa y soja la duración del estado

de ninfa fue similar (24,2 y 24,5 días respectivamente). Cuando fueron alimentadas con trébol rojo tuvo una duración de 29,6 días. El porcentaje de mortalidad más alto registrado a partir del tercer estadio fue con trébol rojo (60%), seguido por alfalfa (30%), siendo nulo cuando se alimentaron de soja. El caso de soja y alfalfa la relación macho:hembra fue 2.5:1, mientras que para trébol rojo no se determinó esta relación por disponer de pocos ejemplares.

Se evaluó el potencial de uso del maíz, sorgo y girasol como barreras vivas. Las especies de chinches más abundantes fueron *P. guildinii* y *Nezara viridula* que representaron el 51% y el 35% del total de individuos colectados, respectivamente. Los primeros ejemplares se observaron en R2. Desde ese momento y hasta R5 en la soja cercada por maíz se registró un número menor de individuos de *P. guildinii* y *N. viridula* que en la soja sin barrera viva.

Las actividades desarrolladas en este trabajo aportaron nuevos conocimientos sobre las interacciones entre la vegetación y las chinches con mayor importancia en el cultivo de soja en Uruguay, fundamentalmente *P. guildinii*.

Bibliografía

- Altieri, M. 1999a. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan Comunidad, Montevideo. 338p.
- Altieri, M. 1999b. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:19-31.
- Altieri, M. Nicholls, C. 2005. Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture. United Nations Environment Programme. México. ISBN 968-7913-35-5.
- Boller, E.f.; Hänni, F.; Poehling, H.M. 2004. Ecological Infrastructures: Ideabook on functional biodiversity at the farm level. Temperates Zones of Europe. IOBCwprs Commission on Integrated production Guidelines and Endorsement.
- Chocorosqui, V.R. 2001. Bioecología de *Dichelops (Diceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851)(Heteroptera:Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no norte do Paraná. Tese de Doutorado, UFP, Curitiba, 160 p.
- Costa, E.C.; Link, D. 1982. Dispersão de adultos de *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) em soja. *Revista do Centro de Ciências Rurais* 12:51:57
- Gurr, G.M.; Wratten, S.D.; Luna, J.M. 2003. Multifunction agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic Applied Ecology* 4:107-116
- Lovell, S. T.; Sullivan, W.C. 2006. Environmental benefits of conservation buffers in the United States: Evidence, promise, and open questions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112(4):249-260.
- Mourão, A.P.M.; Panizzi, A. R. 2002. Photophase influence on the reproductive diapauses, seasonal morphs, and feeding activity of *Euchistus heros* (Fabr., 1978)(Hemiptera Pentatomidae). *Brazilian Journal of Biology* 62:231-238.
- Panizzi, A.R. 1997. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual Review of Entomology* 42: 99-122.
- Panizzi, A.R. 2000. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 1-12.
- Panizzi, A.R.; Galileo, M.H.M.; Gastal, H.A.O.; Toledo, J.F.F.; Wild, D.C.H. 1980. Dispersal of *Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii* nymphs in soybeans. *Environmental Entomology* 9:293-297.
- Panizzi, A.R.; Parra, J.R.P. 2009. A bioecologia e a nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In Panizzi, A.R.; Parra, J.R.P.(eds. técnicos) *Bioecologia e nutrição de insetos; base para o manejo de pragas*. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília DF.Cap 26. p.p. 1107-1139.

- Smith, H.A.; McSorley, R. 2000. Intercropping and pest management: a review of major concepts. *American Entomologist* 46:156-161.
- Zerbino, M.S. 2010. Manejo de chinches en soja. *Revista INIA* N°23 p.24- 27.
- Zerbino, M.S.; Silva, F.A.C; Panizzi, A.R. 2010. Avanços recentes sobre a interação plantas hospedeiras/percevejos no Uruguai. In (XXIII, Natal) Congresso Brasileiro de Entomologia. P 968. 1CD.