

Intensificación Agrícola: Efecto sobre la biodiversidad y la incidencia de insectos plaga

María Stella Zerbino¹

Introducción

Los agroecosistemas son unidades geográficas más o menos complejas, donde se manejan recursos naturales, ingresan insumos y dan como resultados productos. Su comportamiento depende básicamente de la interacción de los diversos componentes bióticos y abióticos. La biodiversidad presente en ellos a través de flujos de energía y nutrientes y de sinergias biológicas, cumple funciones en el reciclaje de nutrientes, en la regulación de procesos hidrológicos locales, en la regulación de la abundancia de organismos indeseables y en la detoxificación de productos químicos nocivos. La persistencia de estos procesos que son fundamentalmente depende del mantenimiento de la diversidad biológica (Figura 1). La intensificación y la simplificación del sistema hacen que las funciones, antes descritas, se pierdan progresivamente, por lo que deben ser sustituidas por insumos químicos con los consecuentemente los costos económicos y ambientales. Por lo tanto la reducción en la biodiversidad de plantas y los efectos epidémicos resultantes pueden afectar adversamente el funcionamiento de los agroecosistemas con consecuencias graves sobre la productividad y sustentabilidad agrícola.

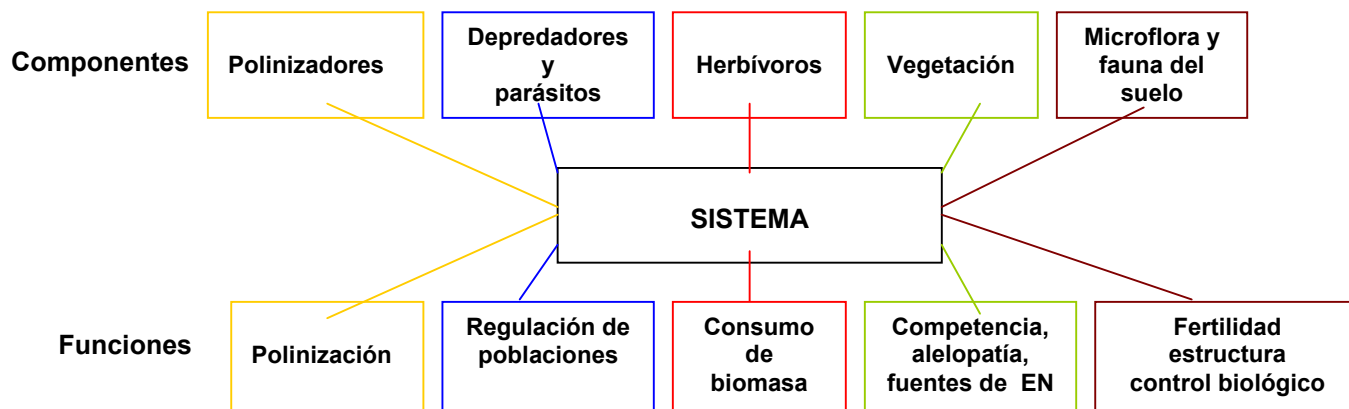


Figura 1. Componentes bióticos de un sistema y sus funciones (Adaptado de: Altieri, 1991)

Una de las formas en que se manifiesta la estabilidad de un sistema es a través de la incidencia de insectos plaga (Flint y Roberts, 1988). Meyer *et al.* (1992) consideran que la abundancia y diversidad de insectos benéficos son indicadores de sustentabilidad y de calidad del paisaje, mientras que la densidad de insectos plaga es indicador de la sustentabilidad y de la contaminación de recursos naturales.

¹ Ing. Agr., Sección Protección Vegetal, INIA La Estanzuela. E-mail: stella@inia.org.uy

Tipos de biodiversidad en los agroecosistemas

Vandermeer y Perfecto (1995), distinguen en un agroecosistema dos tipos de componentes de biodiversidad, la planificada representada por el sistema de producción (cultivos, animales, etc.) y la asociada que incluye la flora y fauna del suelo, los herbívoros, descomponedores y depredadores que colonizan desde los ambientes circundantes y que su permanencia depende del tipo de manejo adoptado. La relación entre ambos tipos de biodiversidad se ilustra en la figura 2, se observa que la planificada tiene efectos directos sobre las funciones del agroecosistema y que la asociada que tiene funciones ecológicas importantes al mediar procesos como la introgresión genética, el control natural, el reciclaje de nutrientes, la descomposición etc., está determinada por la planificada.

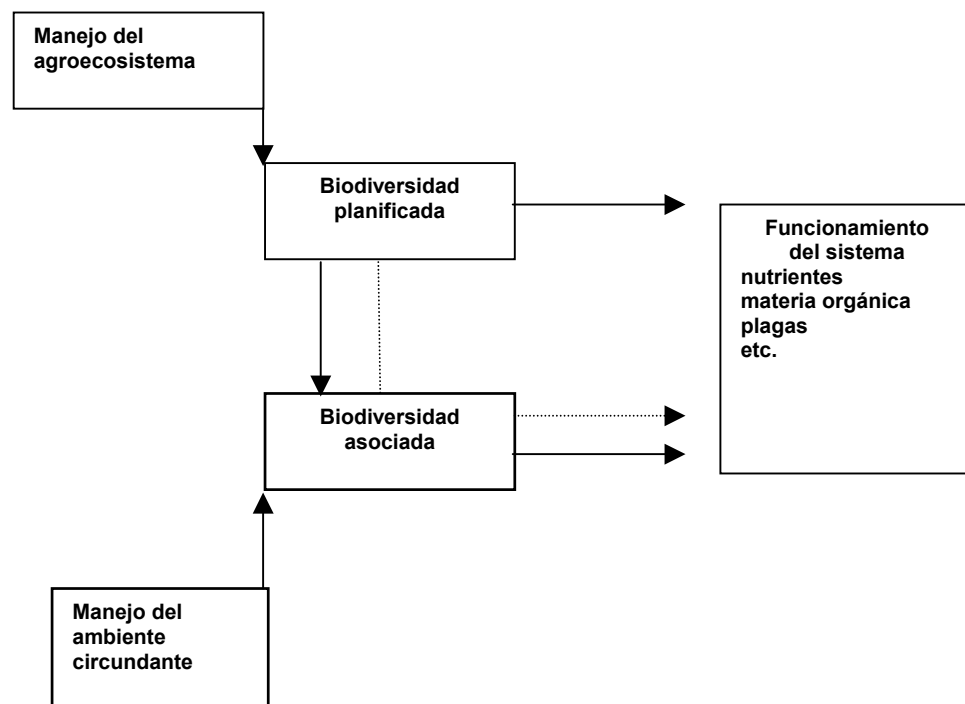


Figura 2. Relación entre los diferentes tipos de biodiversidad y el funcionamiento de agroecosistemas (adaptado de: Vandermeer y Perfecto, 1995)

Importancia del manejo del hábitat en la presencia de insectos

La planificación del hábitat tiene por objetivo disminuir la incidencia de los insectos que causen daño y que los enemigos naturales encuentren un ambiente adecuado que favorezca la supervivencia y reproducción. Para ello es importante considerar las estrategias de vida. Los insectos, como todos los organismos, se pueden clasificar en buenos competidores (estrategas K) y buenos colonizadores (estrategas r). Los insectos fitófagos que habitan el suelo, los depredadores y parasitoides, son estrategas K, tienen limitada capacidad de dispersión, colonizan sitios vacantes en forma lenta, es decir un ambiente estable. La mayoría de los insectos que atacan la

parte aérea de cultivos, son estrategias r, tienen gran capacidad de dispersión y producción de progenie y presentan varias generaciones en el año. Según la especie, colonizan el cultivo desde áreas circundantes o desde distancias considerables.

En general, el nivel de diversidad de insectos depende de cuatro características (Southwood y Way, 1970):

- 1) de la diversidad de la vegetación dentro y alrededor del predio
- 2) la durabilidad del cultivo
- 3) la intensidad de manejo
- 4) el aislamiento de la vegetación natural

La relación entre la diversidad de la vegetación y la de los artrópodos es directa. La heterogeneidad de especies vegetales determina la variedad de herbívoros presentes la que a su vez determina la abundancia y diversidad de depredadores y parásitos.

La continuidad de un gran número de plantas de la misma especie (característica de un cultivo extensivo) favorece el surgimiento violento de los insectos herbívoros debido a que encuentran los recursos concentrados y hay una mínima exposición a factores adversos. Por el contrario los enemigos naturales colonizan en forma lenta y además son menos abundantes, porque los ambientes simplificados no proporcionan fuentes alternativas adecuadas de alimentación, refugio, reproducción (van den Bosch y Telford, 1964, Root, 1973). En estas situaciones las áreas no cultivadas, tienen un papel muy importante como reservorio de enemigos naturales, los cuales podrán ingresar rápidamente al cultivo disminuyendo el tamaño de la población plaga (van Emden, 1965).

La presencia de praderas en los agroecosistemas es un factor con efecto positivo en la estabilidad de un mayor número de especies de invertebrados y en la disminución de los daños a los cultivos. Hay dos hipótesis que explican la menor abundancia de herbívoros en los policultivos, como es el caso de las praderas: la de la concentración de recursos y la de los enemigos naturales, ambas sugieren mecanismos claves de regulación (Root, 1973). De acuerdo a las mismas, una menor densidad de herbívoros puede ser el resultado de una de una menor colonización y reproducción de plagas ya sea por repelencia química, camuflaje o inhibición de alimentación por parte de plantas no-hospederas, prevención de inmigración u otros factores (Andow, 1991) o alternativamente consecuencia de una mayor depredación y parasitismo. El incremento de la población de enemigos naturales se debe a las mejores condiciones de supervivencia (hábitat y alimento). Los policultivos ofrecen más fuentes de néctar y polen y ello aumenta su potencial reproductivo (Altieri y Liebman, 1988).

Las malezas también influyen en la diversidad y abundancia de los insectos herbívoros y enemigos naturales asociados a los sistemas de cultivos. Ciertas especies vegetales, fundamentalmente de las familias de las umbellíferas, compuestas y crucíferas ofrecen refugio o complementan la alimentación de los enemigos naturales (Altieri y Whitcomb, 1979).

Los patrones espaciales del paisaje afectan la biología de los artrópodos de forma directa e indirecta, afectando en consecuencia la abundancia y diversidad de enemigos naturales y la magnitud de la incidencia de insectos plagas. Sin embargo, la relación entre la estabilidad y la diversidad de especies no es sencilla dado que las características funcionales de los componentes son tan importantes como el número total de especies (Nicholls y Altieri, 2004).

El éxito de las medidas de incremento de diversidad vegetal es determinado por la escala en que son implementadas. El tamaño de las chacras, la composición de la vegetación circundante y el nivel de aislamiento (distancia de la fuente de los colonizadores), afectaran las tasas de inmigración y emigración y el tiempo efectivo que permanece un determinado enemigo natural en un campo cultivado (Price, 1976).

La expansión de la agricultura, que trae como resultado monocultivos extensivos o patrones de rotación cortos con poca diversidad de especies y la siembra homogénea de especies y/o variedades similares reduce la diversidad a nivel regional y favorece la presencia de insectos plaga (Andow, 1983). Por el contrario, en una región agrícola ganadera coexisten cultivos y áreas sin cultivar con praderas artificiales y campo natural que permanecen con pocas modificaciones durante varios años. Este sistema proporciona continuidad de huéspedes vegetales a algunas especies fitófagas, pero también ejerce el mismo efecto sobre los enemigos naturales.

Uso racional de los insecticidas

Los insecticidas son sustancias tóxicas cuyos efectos sobre los seres vivos dependen de su estructura química, modo de acción y empleo y de las características del receptor. La mayoría de ellos no son específicos y es casi inevitable que como consecuencia de su uso mueran especies no objetivo (enemigos naturales, polinizadores, aves, peces, etc.). Otro efecto inevitable e indirecto es que elimina el alimento de muchos de los agentes de control natural. En la mayoría de los casos el efecto en las especies no objetivo es local y temporal, por lo que se pueden recuperar y volver a recolonizar. En las especies no objetivo pueden ser esperados efectos similares a los causados por los organoclorados, cuando un insecticida no persistente es aplicado repetidas veces en un cultivo perenne o en un cultivo anual que se desarrolla en la misma área. Si el cultivo ocupa grandes extensiones y los insecticidas utilizados son los mismos, los efectos pueden ser mayores, las posibilidades de la recolonización son escasas e incluso podría causar la desaparición de las especies no objetivo, incrementando los problemas de resurgencia y resistencia (Dempster, 1987).

La base del manejo racional de insecticidas son las relaciones entre toxicidad, dosis, selectividad y residualidad (Castiglioni, 2000). Con esta estrategia se pretende controlar al agente nocivo, evitando efectos colaterales indeseables, como la eliminación de organismos útiles. Conociendo el comportamiento de los insectos plaga y de los enemigos naturales, conjuntamente con el desarrollo de métodos de monitoreo se puede establecer el momento más apropiado del tratamiento reduciendo los efectos negativos sobre los organismos benéficos (Hassan, 1987).

En los últimos años, la preocupación por los efectos adversos que producen los insecticidas sobre el ambiente y la salud humana llevó al desarrollo de moléculas más selectivas y con menor persistencia en el ambiente (Omoto, 2000). El avance en los conocimientos sobre la endocrinología de los insectos llevó al desarrollo de productos de origen sintético o natural de estructura similar a ciertas hormonas que regulan el crecimiento de los artrópodos (inhibidores de quitina, juvenoides, etc.). Su efecto es interferir el desarrollo impidiendo que el insecto complete su ciclo. Son relativamente específicos, pero su uso requiere mayor supervisión y experiencia (Wilkinson, 1987).

Si bien los insecticidas de origen biológico son conocidos desde hace mucho tiempo, en los últimos años hubieron avances importantes con la aparición de formulaciones de insecticidas de origen microbiano y botánico.

Consideraciones finales

Los sistemas agrícolas, como consecuencia de la simplificación de la biodiversidad son más inestables. Los problemas con insectos plaga se acentúan y por lo tanto requieren mayor uso de insecticidas con los efectos colaterales negativos que causan (intoxicaciones, contaminaciones, muerte de fauna silvestre, muerte de enemigos naturales, resurgencia y resistencia de plagas).

Existen algunas medidas de manejo que pueden disminuir estos efectos negativos:

- incrementar la biodiversidad a través de la permanencia de la vegetación natural en los bordes de las chacras, el uso de corredores con vegetación diversa y/o la siembra de franjas de especies vegetales que brinden refugio y alimento a los enemigos naturales.
- sembrar cultivos trampa que atraigan los insectos plaga y que permitan reducir el uso de insecticidas.
- usar insecticidas y dosis selectivos.

Bibliografía

Altieri, M. A. 1991. Traditional farming in Latin America. *The ecologist* 21:93-99.

Altieri, M.A.; Liebman, M.Z. 1988. Weed management in agroecosystems. Ecological approaches. Florida, CRC Press.

Altieri, M.A.; Rosset, P. 1995. Agroecology and the conversion of large-scale conventional systems to sustainable management. In press, *International Journal of Environmental Studies*.

Altieri, M.A.; Whitcomb, W.H. 1979. The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. *Hort. Science* 14:12-18.

Andow, D.A. 1983. The extent of monoculture and its effects on insect pest populations with particular reference to wheat and cotton. *Agr. Ecosyst. Environ* 9:25-36.

Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561:586.

Castiglioni, E. 2000. Elementos para las decisiones de aplicación. In Zerbino, M.S.; Ribeiro, A. (eds) Manejo de plagas en pasturas y cultivos. INIA, Uruguay. Serie Técnica N° 112. pp. 97-105.

Dempster, J.P. 1987. Effects on wildlife and priorities in future studies. In Brent, K.J.; Atkin, R.K. (eds) Rational pesticide use. Cambridge University Press. pp. 17-25.

- Flint, M.L.; Roberts, P.A. 1988. Using crop diversity to manage pest problems: some California examples. *Am. J. Of Alternative Agriculture* 3: 164-167.
- Hassan, S.A. 1987. Integrating chemical control with the activity of beneficial organism. In Brent, K.J.; Atkin, R.K. (eds) *Rational pesticide use*. Cambridge University Press. pp. 27-32.
- Meyer, J.R. Campbell, C.L.; Moser, T.J.; Hess, G.R.; Rawlings, J.O.; Peck, S.; Heck, W.W. 1992. Indicators of the ecological status of agroeco-systems. In McKenzie, D.H.; Hiatt, D.E.; McDonald, V.J. (eds) *Ecological Indicators*. London Elsevier Applied Science. Vol 1
- Nicholls, C.I.; Altieri, M.A. 2004. Designing species rich, pest suppressive agroecosystems through habitat management. In Rickerl, D.; Francis, C. (eds). *Agroecosystems analysis*. American Society of Aronomy, Madison. WI. Chapter 4. pp 49-62.
- Omoto, C. 2000. Modo de ação de insecticidas e resistência de insectos a insecticidas. In Guedes, J.C.; Dressler, I. da C.; Castiglioni, E. (eds) *Bases e técnicas do manejo de insectos*. pp. 31-49.
- Price, P.W. 1976. Colonization of crops by arthropods: Non equilibrium communities in soybean fields. *Environmental Entomology* 5 (4) : 605-611
- Root, R.B. 1973. Organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*) *Ecol. Monogr.* 43:95-124.
- Southwood, T.R.E.; Way, M.J. 1970. Ecological background to pest management. In Rabb, R.L.; Guthrie, F.E. (eds) *Concepts of pest management*. North Carolina State University. pp. 6-28.
- Van den Bosch, R.; Telford, A.D. 1964. Environmental modification and biological control. In DeBach, P. (ed) *Biological control of insect pest and weeds*. New York, Reinhold. pp. 459-488.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 1995. *Breakfast of Biodiversity: the truth about rainforest destruction*. Oakland, FFB. sp.
- Van Emden, H.F. 1965. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Sci. Hort.* 17:121-136.
- Wilkinson.C.F. 1987. Environmental toxicology, its role in crop protection. In Brent, K.J.; Atkin, R.K. (eds) *Rational pesticide use*. Cambridge University Press. pp. 33-41.