

# EL PAPEL DE LA ECOLOGIA EN EL DISEÑO DE PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.

*Laura E. Powers\**

Los sistemas de manejo integrado de plagas son bien satisfactorios desde el punto de vista ecológico porque confían en el control biológico lo más que se pueda antes de recurrir al uso de químicos. Pero se requiere una gran cantidad de información para implementar programas de manejo integrado que funcionen. Frecuentemente, se necesitan datos de factores tales como: condiciones climáticas, desarrollo de las plantas, ciclos de vida de las plagas, e interacciones entre especies de modo que los científicos puedan predecir el desarrollo de las plantas y juzgar la necesidad de aplicación de químicos. Generalmente, las interacciones entre especies son bien difíciles de predecir y un análisis de cada interacción potencial no es realista. Todavía, con un gran conocimiento de la ecología, los científicos pueden estimar algunos de los efectos de un esquema de manejo de plagas en el agroecosistema.

Quiero considerar hoy las interacciones ecológicas que pueden existir dentro de todos los agroecosistemas, y discutir cómo el conocimiento de éstas interacciones pueden ayudar a los científicos a diseñar sistemas de manejo integrado de plagas.

La primera interacción a considerar es la de competencia. Todos los organismos son consumidores y la mayoría se arriesgan a ser consumidos por otros organismos. Los mecanismos de interacciones entre el consumidor y el recurso pueden ser los mayores determinantes de la composición de especies y la diversidad de comunidades naturales y perturbadas. Un conocimiento de estos mecanismos puede permitir una predicción de las dinámicas y el resultado de las interacciones interespecíficas.

Un recurso es definido como cualquier substancia que es consumida por un organismo y causa un aumento en la tasa de crecimiento por individuo a medida que su disponibilidad incrementa. Si una especie

---

\* Departamento de Entomología y Nematología Universidad de Florida, Gainesville, FL 32611

- 1) La proporción óptima de un tipo dado de alimento que debe ser tomado es 0 o 1; nunca es óptimo consumir una fracción de los alimentos encontrados.
- 2) Los alimentos deben ser clasificados basado en el contenido de energía dividido entre el tiempo de manejo. La dieta óptima consiste de aquellos tipos clasificados más altos.
- 3) Un cambio en la abundancia de los alimentos que no son incluidos normalmente en la dieta del organismo, no va a hacer que se incluyan en la dieta. Un aumento en la abundancia de los alimentos clasificados más altos, los cuales son incluidos en la dieta, eventualmente resultará en que los alimentos clasificados más bajos desaparezcan de la dieta.

Estos son tres principios ecológicos bien importantes que son esenciales entender antes de diseñar un sistema MIP. Antes de discutir como encajar estos principios en MIP, discutamos una teoría más. Una de las mayores controversias en ecología circunda sobre la premisa básica de "un aumento en la diversidad implica un aumento en la estabilidad" (Goldsmith et al., 1972) en todos los sistemas, todas las veces. Pero ¿es diversificación en los agroecosistemas la clave para la estabilidad?, y si es cierto, ¿pueden ser beneficiosos económicamente estos sistemas?

Para muchos ecólogos, la estabilidad representa fluctuaciones bajas en las poblaciones a través del tiempo. Pero para los agrónomos, las fluctuaciones bajas no significan nada si las poblaciones de las plagas existen a un nivel más alto que el nivel crítico de daño. Por eso, una definición más apropiada para los agrónomos sería "fluctuaciones bajas en una población abajo de un umbral económico a través del tiempo". Es teorizado que la diversidad puede incrementar la estabilidad, ya que (1) las poblaciones de depredadores y parásitos generalistas pueden incrementarse en un sistema diversificado, porque pueden cambiar y comer una variedad amplia de herbívoros durante toda la época, proveyendo así mejor control de herbívoros, y (2) que las especies de plantas asociadas pueden tener efectos directos en la habilidad del herbívoro de encontrar y utilizar su planta hospedera.

Como en sistemas naturales, la diversidad en agroecosistemas incluye tanto el número de especies en la comunidad como la igualdad con que éstas especies están presentes (Pielou, 1977). La diversidad de plantas puede deberse por la adición de cultivos diferentes a los monocultivos, por métodos diferentes de cultivo. La diversidad de animales será estimulada por las plantas escogidas puestas en el sistema. La diversi-

dad aumentada en un sistema provee un potencial mayor para interacción entre las especies presentes. Con esto en consideración, podemos usar lo que sabemos sobre competencia, depredación, y preferencia de dieta para diseñar agroecosistemas estables y sostenibles, y programas de MIP funcionales.

Discutamos brevemente algunos de los factores a considerar en el diseño de sistemas MIP.

Empecemos con la interacción competitiva. Es bien común que las malezas compitan con todas las especies de cultivos por la luz, los nutrientes, y el agua. Si uno de estos recursos es limitante, y las malezas pueden obtener mejor el recurso o pueden crecer bajo condiciones pobres, podrían competir mejor que el cultivo. Con un conocimiento de la biología de las plantas y el tipo de la competencia, el productor puede ajustar los niveles del recurso por el cual se compete, o puede quitar al competidor, dependiendo de cual es la opción más viable ecológicamente y económicamente. Igualmente, si una plaga maleza compite pobremente contra un cultivo, puede ser una pérdida de recursos el aplicar un herbicida o desmalezar el campo.

Un conocimiento de las interacciones competitivas también es importante cuando diversificamos un ecosistema. Las especies de plantas asociadas pueden disminuir las poblaciones de plagas, pero los efectos negativos de la competencia sobre el rendimiento pueden eclipsar los efectos beneficiosos de ataques menores de las plagas. Un conocimiento de la naturaleza competitiva de organismos diferentes pueden ser determinados en ensayos sencillos de campo, y éste conocimiento aplicado al diseño de programas MIP.

El conocimiento de relaciones entre los depredadores y la presa es posiblemente uno de los aspectos más importantes del MIP. La introducción de enemigos naturales ha sido probada en sistemas innumerables en todo el mundo. Para determinar si una introducción funcionará en un sistema MIP, las dinámicas de el depredador y la presa tienen que ser estudiadas cuidadosamente. Teóricamente, incrementando una población de depredadores ya presente en un sistema no tiene razón ya que los depredadores y la presa ya están en equilibrio o se están moviendo hacia un equilibrio que es independiente del número inicial presente en el campo. Además, la presa tiene que estar en cantidades suficientes para prevenir que la población de depredadores se extinga gradualmente. Por eso, la aplicación de químicos que disminuye la población de las plagas a casi nada también puede extirpar la población de depredadores es-

pecialistas). Si la plaga es luego reintroducida al sistema, ya no habrá un enemigo natural para controlar la población de las plagas.

Por fin, discutamos la preferencia de la dieta. Ya habíamos discutido cómo el aumento en el tiempo de manejo del alimento disminuye la clasificación de un tipo de alimento en la dieta de un organismo. En términos de manejo de plagas, entonces, si una plaga generalista no puede encontrar fácilmente su fuente de alimento, puede escoger otro alimento menos óptimo en términos de contenido de energía, pero más óptimo en términos de tiempo de manejo. Esto nos dirige a la diversificación del hábitat. Creando un mosaico de cultivos, el tiempo de búsqueda de las plagas va a aumentar, y el peligro de depredadores también puede aumentar. Además, prevenir una plaga generalista con una alimentación más abundante (que está presente normalmente en la dieta), puede resultar en una alimentación menos óptima a desaparecer de la dieta. Entonces es importante recordar que, ya que el control puede estar basado en la inhabilidad de la plaga de encontrar una planta en vez de la habilidad del enemigo natural de encontrar la plaga (Ewel, 1986), la no existencia de un enemigo natural no implica necesariamente el fracaso de un sistema diversificado como una opción de control de plagas.

A pesar de todo, en un gran número de proyectos de investigaciones, no hay una relación simple entre diversidad y estabilidad (Krebs, 1985). En algunos casos, la diversificación al dejar malezas en el sistema o vegetación alrededor de los campos cultivados puede ser beneficioso, al refugiarse parásitos y depredadores importantes. En otros casos, puede ser en efecto detrimental, al refugiarse plagas agronómicas durante la época seca o cuando los cultivos no están disponibles. El papel que la vegetación desempeña variará de sitio a sitio, y tiene que ser determinada en base a cada campo en particular (Janzen, 1986). Además, la diversidad del sistema puede afectar componentes diferentes de manera diferente. Mientras disminuyen las poblaciones de insectos, pueden aumentar las poblaciones de nematodos fitoparásitos. El manejo integrado de plagas está obligado a ser exactamente eso - integrado.

En el futuro, la ecología va a desempeñar un papel aún más importante en MIP. Como el aumento de la población mundial continúa, vamos a estar al límite de nuestra capacidad para desarrollar nuevas técnicas para alimentar a la población creciente. Un MIP basado en la ecología es la única solución para el mundo que quiere comer y todavía tiene algo sobrante de la naturaleza para heredar a sus hijos. Para introducir e instalar firmemente la ecología en la agricultura en general y MIP en específico, tenemos que considerar lo siguiente:

- A. La planificación de sistemas funcionales sólo es posible con un conocimiento bien profundo de la ecología del sistema y las plagas que quiere manejar.
- B. Las ciencias básicas no pueden ser desconocidas. Estudios para entender mejor los ciclos de vida de plagas, fluctuaciones de comunidades, e interacciones de poblaciones son necesarios. Use investigaciones con testigos para controlar variables. No acepte hechos que nunca había probado.
- C. Use la ecología. Muchos ensayos se han hecho para formular ecuaciones y para describir las dinámicas de comunidades y de poblaciones. Uselos para estudiar, predecir, y modificar sus sistemas.
- D. Use ecólogos. Pregunte sobre teorías que pueden afectar su sistema. Pida ayuda en aplicar los modelos matemáticos diseñados para predecir las dinámicas del sistema. La ecología y el manejo de plagas no pueden ser exclusivos. Trabajan juntos para planear sistemas de manejo de plagas que funcionan.

### Referencias Citadas

- ALSTAD, D., J. CURTSINGER, P. ABRAMS and D. TILMAN. 1991. *Populus: Simulations of population biology*. Dept. of Ecology, Evolution, and Behavior, Univ. of Minnesota.
- EWEL, J.J. 1986. Designing agricultural ecosystems for the humid tropics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17:245-71.
- GOLDSMITH, E., R. ALLEN, M. ALLABY, J. DAVOLL and S. LAWRENCE. 1972. A blue-print for survival. Introduction: The need for change. *Ecologist* 2:2-7.
- HOLLING, C.S. 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 45: 3-60.
- JANZEN, D.H. 1976. Additional land at what price? - Responsible use of the tropics in a food-population confrontation. *Proc. Amer. Phytopathol. Soc.* 3:35-39.

- KREBS, C.J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Harla, Mexico.
- LITSINGER, J.A., and K. MOODY. 1976. Integrated pest management in multiple cropping systems, p. 293-216. In: R.I. Papendick, P.A. Sanchez, and G.B. Triplett (eds.). Multiple cropping. Amer. Soc. Agron. Spec. Pub. 27.
- PIELOU, E.C. 1977. Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York.
- PYKE, G.H. 1984. Optimal foraging theory: a critical review. Annual Review of Ecology and Systematics 15:523-575.
- RICKLEFS, R.E. 1990. Ecology (3rd edn.). W.H. Freeman and Company, New York. pp. 413-416.
- RISCH, S.J., D. ANDOW, and M.A. ALTIERI. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. Environ. Entomol. 12:625-629.
- ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecol. Monogr. 43: 94-125.
- ROSENZWEIG, M.L. and R.H. MacARTHUR, 1963. Graphical representation and stability conditions of predator-prey interactions. American Naturalist 97:209-223.
- TANNER, J.T. 1975. The stability and the intrinsic growth rates of prey and predator populations. Ecology 56: 855-867.
- TILMAN, D. 1980. Resources: A graphical-mechanistic approach to competition and predation. American Naturalist 116:362-393.