

## HACIA UN USO RACIONAL DE LOS PLAGUICIDAS SINTETICOS: UNA PERSPECTIVA AGROECOLOGICA<sup>1</sup>

Luis Felipe Arauz\*

### RESUMEN

La agricultura que utiliza principios agroecológicos como la base para obtener altos rendimientos con bajo impacto negativo en el ambiente y la salud humana se define como "agricultura racional". El manejo de plagas en agricultura racional busca minimizar la necesidad de aplicar plaguicidas. La diferencia con la agricultura orgánica estriba en que si se requiere de la aplicación de un plaguicida, la escogencia no se basa en el origen, natural o sintético del plaguicida, sino en criterios múltiples económicos, ambientales y de salud humana. Se argumenta que los plaguicidas naturales utilizados en sistemas de agricultura orgánica no garantiza la seguridad ambiental y humana, porque algunos son altamente tóxicos o carcinogénicos, y no están sujetos a regulaciones en la mayoría de los países.

### ABSTRACT

*Towards a rational use of synthetic pesticides: an agroecological perspective.* Agriculture that uses agroecological principles to achieve high yield with a low negative environmental effect and safety for human beings is defined as "rational agriculture". Pest management in rational agriculture seeks to minimize the need for pesticides. It differs from organic agriculture in that, if pesticides are needed, the choice is not based on whether their origin is natural or synthetic, but on multiple economic, environmental and human hazard criteria. It is argued that the natural pesticides used in organic agricultural systems do not warrant environmental and human safety, because some are highly toxic or carcinogenic, and they are not regulated in most countries.

133

### EL USO UNILATERAL DE PLAGUICIDAS

La agricultura "química", basada en el uso de plaguicidas como forma "unilateral" de manejo de plagas es una agricultura que no existe en la realidad. Incluso las explotaciones agrícolas de uso más intensivo de plaguicidas usan en alguna medida controles culturales y biológicos. La medida en que estos o aquellos tipos de combate de plagas se usen, no es el problema de fon-

do. El problema no es de "uso vs. no uso", sino más bien de enfoque en el diseño de sistemas agrícolas. El grado de uso de una determinada estrategia de manejo de plagas es consecuencia del diseño del sistema agrícola. Así, el enfoque "productivista" busca altos rendimientos y calidad a un bajo costo como primera meta, y resolver sobre la marcha los problemas de plagas y otros desbalances que se vayan presentando. Este enfoque ha sacrificado la defensa natural de las plantas en pro de variedades de alto potencial de rendimiento. En aras de reducir la competencia por malezas ha relegado a segundo plano el papel de algunas plantas silvestres como refugios de enemigos naturales de plagas. Debido a la respuesta espectacular que se obtiene en un cultivo al aplicarle un fertilizante altamente concentrado, la fertilización orgánica fue relegada y con

1/ Documento expuesto en el X Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. Julio 1996, San José, Costa Rica.

\* Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos (CIPROC), Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

ella los beneficios adicionales de la materia orgánica, como fuente de agentes antagonistas de patógenos habitantes del suelo. Todo esto ha llevado a un uso excesivo e irracional de los plaguicidas sintéticos. Afortunadamente, la agricultura productivista poco a poco va cediendo lugar a una agricultura racional y sostenible, donde se equilibra lo productivo, lo social y lo ecológico. Varios factores son responsables de esta transformación, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- Los efectos negativos creados por la misma agricultura productivista.
- Los altos precios de los agroquímicos.
- La mayor concientización en agricultores y consumidores.
- La investigación científica, incluyendo el desarrollo del manejo integrado de plagas y de la agroecología.
- La experiencia de la agricultura orgánica.
- Apoyo oficial a las corrientes ambientalistas.

El citado uso excesivo e irracional de los plaguicidas ha llevado a problemas bien conocidos, los cuales han creado una mala reputación de los plaguicidas sintéticos en general y, como corolario, una mitificación de los plaguicidas naturales. El presente trabajo pretende en primer lugar aclarar algunos puntos de confusión sobre los plaguicidas sintéticos y al mismo tiempo desmitificar y poner en perspectiva el uso de los plaguicidas naturales. Segundo, y quizá más importante, se pretende dar una visión sobre el papel que podrían jugar los plaguicidas sintéticos en una verdadera agricultura ecológica. Lamentablemente, el término "agricultura ecológica" ha sido usurpado por los promotores de la agricultura orgánica para describir una agricultura que es más "naturalista" que verdaderamente "ecológica", por lo cual se harán las aclaraciones del caso más adelante. Para evitar confusiones en los párrafos que siguen, llamaremos "agricultura racional" a aquella que, sin ser orgánica, es ecológica y socialmente responsable.

### **AGRICULTURA ECOLOGICA vs. AGRICULTURA ORGANICA**

El manejo agroecológico de la salud de los cultivos incluye aspectos como el diseño de

sistemas equilibrados, el manejo de la salud ambiental y humana y el uso racional de los plaguicidas y fertilizantes, sean estos sintéticos o naturales. La agricultura ecológica entiende y utiliza los principios ecológicos en una forma racional, minimizando el daño al medio ambiente y al ser humano. Tanto en agricultura orgánica como en la agricultura racional, se pueden usar los principios ecológicos y las prácticas regenerativas del medio. Nadie impide a un productor racional incorporar materia orgánica, fabricar compost, utilizar variedades resistentes y rotaciones adecuadas de cultivos. Por tanto, la sustitución de agroquímicos artificiales por agroquímicos naturales es la única técnica productiva que la diferencia de los sistemas racionales. Todas las demás técnicas de producción a que se recurre en la agricultura orgánica son o pueden ser compartidas con los sistemas racionales. Indudablemente la agricultura orgánica hace un uso bastante exhaustivo de los principios ecológicos. Estos principios enseñan que aún en los sistemas más equilibrados las poblaciones de organismos fitófagos pueden alcanzar niveles destructivos (Burdon 1993). Por tanto es ilógico pensar que esto no va a ocurrir en los agroecosistemas orgánicos, de modo que siempre existe la posibilidad de que una determinada plaga alcance niveles de daño económico, y se requiera de la aplicación de un plaguicida. En esta situación la agricultura orgánica ha recurrido al uso de plaguicidas naturales, al no permitir el uso de agroquímicos sintéticos. Al proceder de esta manera la agricultura orgánica ha perdido una herramienta que permitiría hacer un manejo agroecológico de las plagas mucho más eficiente y saludable que el que practica. La anterior afirmación parece contradictoria. Hace unos años lo sería, mas no lo es ahora, en primer lugar porque los plaguicidas sintéticos modernos (desarrollados en los últimos 10 años) son mucho más seguros que los antiguos, y no es correcto achacarles los defectos del DDT y de otros que ya ni siquiera existen o están en vías de extinción. Segundo, algunos plaguicidas sintéticos modernos tienen características toxicológicas y ecológicas más amigables que muchos de los extractos vegetales y productos minerales usados para el combate de plagas en sistemas orgánicos. Tercero, en agricultura orgánica se usan extractos vegetales y otros "menjures" de efecto errático y de consecuencias negativas desconocidas. De ahí que sea más adecuado considerar

el término "naturalista" que "ecológico" para referirse a los sistemas orgánicos. La ecología, entendida como el estudio de las interrelaciones entre los seres vivos y de éstos con el medio, es mucho más que "naturalismo". La aplicación racional de principios ecológicos a los sistemas agrícolas requiere un conocimiento profundo de los fenómenos que ocurren a nivel de individuos, poblaciones, comunidades y de todo el ecosistema.

### AGROQUIMICOS SINTETICOS vs. NATURALES EN EL MANEJO ECOLÓGICO DE LAS PLAGAS

En la siguiente discusión se explica cómo en numerosos casos los agroquímicos sintéticos pueden ser más adecuados que los plaguicidas naturales en la defensa de las plantas basada en un uso racional de principios agroecológicos. Los principios se presentarán con base en el tradicional enfoque de niveles jerárquicos de organización ecológica, desde el nivel de individuo al nivel de ecosistema.

#### Conceptos a nivel individual

- **La planta:** La defensa vegetal contra las plagas se basa en una serie de armas químicas producto del metabolismo secundario (Rosenthal 1986). Las reacciones bioquímicas que llevan a la producción de sustancias de defensa de las plantas están íntimamente ligadas a la nutrición, y muy especialmente a los elementos menores (Graham 1983). La industria agroquímica ha desarrollado un buen número de fertilizantes, de aplicación tanto al suelo como foliar, de concentración y efecto fisiológico conocido y absorción mejorada, que permiten corregir deficiencias nutricionales en forma muy eficiente.
- **La plaga:** Plaga es cualquier organismo que cause daño al hombre y sus actividades. La fisiología de muchas plagas (insectos, malezas, hongos, etc.) ha sido estudiada. Gracias al conocimiento de la fisiología de la plaga se han diseñado plaguicidas con un mecanismo de acción específico (Steffens y Kleier 1995), el cual es base de

la alta selectividad de muchos plaguicidas modernos.

#### Conceptos a nivel de población

Las características de las poblaciones naturales incluyen el desarrollo (dependiente de la tasa de natalidad, mortalidad y migración), estructura de edades y estructura genética.

- **Desarrollo:** El uso del desarrollo de una población de plaga como criterio para la aplicación de un plaguicida ("umbral") requiere de productos eficaces y confiables. En el caso de fitopatógenos se requiere de productos con capacidad curativa. Estas características son menos predecibles en los plaguicidas naturales que en los sintéticos.
- **Estructura de edades:** El uso de productos específicos para distintas etapas en el desarrollo de una plaga permite un combate selectivo, aprovechando el conocimiento sobre la estructura de edades de la población. Así, por ejemplo, si la mayoría de las lesiones de una enfermedad fungosa en un cultivo de encuentra en una etapa pre-reproductiva (aún no ha esporulado), el fungicida a aplicar será diferente que si en la gran mayoría del tejido enfermo el hongo ya está esporulando. Este discernimiento sólo es posible si se conoce muy bien la forma como actúa un plaguicida. La forma de actividad de los plaguicidas sintéticos es bien conocida, no así la de los plaguicidas naturales.
- **Estructura genética:** Las poblaciones naturales poseen una estructura genética diversa, incluyendo diversidad en su respuesta a las sustancias que les son adversas. Esta heterogeneidad posibilita a las poblaciones a adaptarse y volverse resistentes a los plaguicidas. El conocimiento del modo de acción bioquímico de los plaguicidas sintéticos permite diseñar secuencias racionales de aplicaciones que impidan la selección de subpoblaciones resistentes al plaguicida. Este no es el caso con los plaguicidas naturales, a los cuales también se adaptan las plagas. Al no conocerse el modo de acción bioquímico de ellos,

cualquier secuencia que se establezca será más empírica que racional.

### Conceptos a nivel de comunidad: interacciones entre poblaciones

Al basarse en las sustancias de defensa producidas por las plantas, que afectan indistintamente a la plaga y a sus enemigos naturales (Duffey y Bloem 1986), los plaguicidas naturales tienden a ser venenos de amplio espectro (por ejemplo, nicotina, piretrina). Los plaguicidas sintéticos modernos, por su alta especificidad, tienden a ser selectivos, tanto a enemigos naturales como a microorganismos descomponedores. Incluso productos viejos, como los organofosforados, tienen cierto grado de selectividad a los enemigos naturales de las plagas; es bien conocido el hecho que los ácaros depredadores fitoseídos no son afectados por este grupo de insecticidas.

Si se considera la diversidad de cultivos como una característica deseable para el equilibrio de un agroecosistema, es de esperarse una alta diversidad de plagas y de etapas de desarrollo de las mismas. La alta especificidad de los plaguicidas modernos permite escoger opciones específicas para necesidades específicas.

### Conceptos a nivel de agroecosistema

**Salud ambiental.** Una de las críticas, muy válidas por cierto, que se han señalado al uso de plaguicidas sintéticos ha sido sus efectos en el ambiente. Efectivamente se han hecho verdaderos desastres ecológicos, por un uso irracional en unos casos, y por problemas inherentes a los productos en otros. En el primer caso, el papel que juegan o deberían jugar la educación y la legislación son evidentes. En el segundo caso, la regulación de los productos peligrosos y el empeño de la industria agroquímica para mejorar sus productos son las dos herramientas principales para evitar este tipo de situaciones. Hemos visto salir del mercado al DDT, al DBCP y a otros de triste fama, y hemos visto a la industria agroquímica considerar los aspectos de seguridad ambiental en el desarrollo de nuevos productos (James et al. 1993).

Por otro lado, es un error creer que los productos naturales estén exentos de peligros al ambiente, pero debido a este error, en muchos casos este tipo de plaguicida está exento de regulación,

lo cual aumenta el riesgo potencial de su uso. Este mismo error puede llevar a un uso descuidado de productos que pueden ser bastante nocivos al ambiente. Observaciones de campo indican que esto último de hecho ocurre, por ejemplo, con el producto abamectina, insecticida natural extremadamente tóxico a peces, tóxico a abejas y medianamente tóxico a aves (Castillo et al. 1995). El extracto de neem, también es tóxico a peces (Osuala y Okwuosa 1993). Se presume que los productos naturales de origen orgánico se degradan fácilmente en el ambiente, pero esto en muchos casos no se conoce y esta suposición puede ser riesgosa. Con los productos naturales de origen mineral como el caldo bordelés se conocen casos de persistencia en el suelo con efectos nocivos (Cordero y Ramírez 1979).

**Salud humana.** Los efectos de los plaguicidas sintéticos antiguos en la salud humana están bien documentados. Muchos de estos productos han salido del mercado y otros están en "lista negra". Ya muy poca gente discute que los productos altamente peligrosos deben desaparecer y los demás, regularse. Porque se conocen sus efectos en el ser humano, estos productos son sujetos de regulación, pero este no es el caso con los productos naturales. Muchos efectos tóxicos agudos de los productos naturales son bien conocidos. Algunos productos naturales peligrosos incluyen el toxafeno (ya prohibido, derivado del aceite de pino), la abamectina y la nicotina (Castillo et al. 1995). Sin embargo los efectos crónicos no se conocen bien. Por ejemplo, el producto azadirachtin, obtenido del aceite de neem, es considerado bastante inocuo, pues su toxicidad aguda es bastante baja. Sin embargo, estudios recientes documentan su potencial carcinogénico (Rosenkranz y Klopman 1995). El establecimiento de niveles de tolerancia de residuos en alimentos (Coscolla 1993) requiere conocer el denominado "nivel de no efecto" de un plaguicida en animales de experimentación. Al no existir esta información para los productos naturales, no es posible establecer niveles de tolerancia, exponiéndose los consumidores a riesgos de proporciones desconocidas. Al respecto debe señalarse el estudio de Ames et al. (1990), quienes señalan que solamente 52 plaguicidas naturales (sustancias de defensa de las plantas) se habían estudiado a esa fecha en estudios de carcinogenicidad

en animales de laboratorio. De estos compuestos, 27 resultaron carcinógenos. Por otra parte, los plaguicidas sintéticos modernos requieren de un exhaustivo proceso de evaluación toxicológica antes de ser liberados al mercado (James et al. 1993).

### CONCLUSIONES

La agricultura orgánica ha sido fundamental en el desarrollo agrícola sostenible, y mucho debe aprender de ella la agricultura convencional si quiere llegar a ser sostenible. Difiero de quienes dicen que la agricultura orgánica y la convencional son opuestas. Quizá lo eran hace unos años pero cada vez la agricultura convencional ha ido incorporando más elementos de manejo agroecológico de las plagas y del agroecosistema en general, y acercándose a sistemas agrícolas racionales, y por su parte la agricultura orgánica ha adoptado elementos cuyas raíces están en la agricultura convencional, como lo es el manejo integrado de plagas. Las barreras entre ambos sistemas son cada vez más mentales que biológicas y son más producto del fanatismo que del raciocinio.

El uso de plaguicidas naturales tiene la gran ventaja de poder dar origen a una agroindustria de plaguicidas basada en materiales locales renovables, pero por lo demás no es la mejor solución a los problemas asociados al uso de plaguicidas. Por el contrario, la mitificación de los productos naturales podría estar causando problemas mayores de lo que es posible imaginar. La solución está en una verdadera agricultura ecológica, en la cual puede jugar un importante rol el uso racional de los plaguicidas independientemente de su origen natural o sintético. Lo natural no siempre es bueno ni lo artificial malo. Artificiales son el arte, la ciencia y todas las demás manifestaciones del espíritu creador del hombre.

### LITERATURA CITADA

- AMES, B.N.; PROFET, M.; SWIRSKY GOLD, L. 1990. Dietary pesticides (99.99% all natural). Proceedings National Academy of Science, USA (Medical Sciences) 87:7777-7781.
- BURDON, J.J. 1993. The structure of pathogen populations in natural plant communities. *Annual Review of Phytopathology* 31:305-323.
- CASTILLO, L.; CHAVERRI, F.; RUEPPERT, C.; WESSE-LING, C. (eds.). 1995. Manual de plaguicidas, guía para América Central. Heredia, EUNA. 680 p.
- CORDERO, A.; RAMIREZ, G.F. 1979. Acumulamiento de cobre en los suelos del Pacífico Sur de Costa Rica y sus efectos detrimentales en la agricultura. *Agronomía Costarricense* 3:63-78.
- COSCOLLA, R. 1993. Residuos de plaguicidas en alimentos vegetales. Madrid, Mundi-Prensa. 205 p.
- DUFFEY, S.S.; BLOEM, K.A. 1986. Plant defense-herbivore-parasite interactions and biological control. *In Ecological theory and integrated pest management practice*. Ed. by M. Kogan. New York, Wiley. p. 135-183.
- GRAHAM, R.D. 1983. Effect of nutrient stress on susceptibility of plants to disease, with particular reference to trace elements. *Advances in Botanical Research* 10:221-276.
- JAMES, J.R.; TWEEDY, B.G.; NEWBY, L.C. 1993. Efforts of industry to improve the environmental safety of pesticides. *Annual Review of Phytopathology* 31:423-439.
- OSUALA, F.O.; OKWUOSA, V.N. 1993. Toxicity of Azadirachta indica to freshwater snails and fish, with reference to the physicochemical factor effect on potency. *Applied Parasitology* 34:63-68 (Abstr.)
- ROSENKRANZ, H.S.; KLOPMAN, G. 1995. An examination of the potential "genotoxic" carcinogenicity of a biopesticide derived from the neem tree. *Environ Mol Mutagen* 26:255-260 (Abstr.)
- ROSENTHAL, G.A. 1986. The chemical defenses of higher plants. *Scientific American* 254:94-99.
- STEFFENS, J.J.; KLEIER, D.A. 1995. Computer aided discovery and optimization of fungicides. *In Modern selective fungicides*. Ed. by H. Lyr. New York, Fischer Verlag, p. 518-542.