

LA LUCHA CONTRA LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS Y LA CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE

*Ing. Agr. Freddy Portilla Farfán**

INTRODUCCIÓN

Mientras unos científicos de tendencia humanista entregan su vida en la lucha contra las plagas y enfermedades de los cultivos, buscando obtener mejores cosechas en calidad y cantidad suficientes; otros científicos, han hipotecado su conciencia a grupos interesados que buscan someter a su dominio a la población humana hambrienta no solo de pan, sino de justicia social. Una lucha desigual entre quienes ven en el ser humano y la naturaleza la razón de la existencia, y los otros que lo ven como el lucro de su egoísmo interminable.

Surgen entonces las preguntas: ¿Es válido aún el esfuerzo de quienes a diario investigan nuevas formas de producir alimentos de origen vegetal para la población humana y animal? ¿Cuánta validez tiene que los Estados destinen en sus presupuestos los pequeños rubros hacia la agricultura, la salud y la vivienda, si por otro lado son altos los rubros destinados a las armas y al entrenamiento militar y policial? ¿Hasta qué punto es válida la investigación universitaria en lo que concierne a la biotecnología, la conservación del ambiente y el manejo integrado de plagas en los cultivos, si por otro lado existe una política estatal de dependencia extranjera? Muchas preguntas más podrían anotarse, cuyas respuestas son difíciles de contestar, sin antes ubicarnos en la realidad circundante.

El sector agropecuario ecuatoriano ha sido y es uno de los más golpeados por la crisis económica, cuyo despliegue se debe al es-

** Decano de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Agroindustriales de la UPS Sede Matriz Cuenca.*

fuerzo de los propios agricultores y grupos empresariales. En verdad, los organismos estatales solo se han constituido en elefantes blancos llenos de una burocracia partidista, que no han aportado nada al desarrollo del sector agrario del país, salvo honrosas excepciones, que han sido fugaces o ahogadas por los recortes presupuestarios de los gobiernos de turno. Así, los programas estatales de lucha contra las plagas de los cultivos y la conservación del ambiente, han quedado como discursos líricos sobre el escritorio de los administradores.

Por su parte, la empresa privada ha llevado sus propios planes de control de plagas y así han surgido los cultivos intensivos, cuya materia prima está destinada principalmente a la exportación: hablese del banano, cacao, café, frutas, flores, etc. Este tipo de cultivo intensivo demanda un excesivo cuidado en cuanto a la calidad, pues los mercados externos son muy exigentes, añadiéndose a esto un prolijo control de plagas en las aduanas. En ese orden, los empresarios han tenido que recurrir casi exclusivamente al control químico, lo que implica un rompimiento del equilibrio ambiental, por cuanto los químicos son altamente contaminantes y tóxicos.

Contrariamente a lo anterior, los agricultores minifundistas, propietarios de las peores tierras de cultivo, con dificultad de acceso a los sistemas de riego, a la casi nula asistencia técnica estatal y al segregacionista crédito de los organismos financieros, se ven forzados a abandonar sus tierras emprendiendo el éxodo hacia las ciudades más pobladas y en los últimos años al extranjero. Los que se quedan, dejan a la voluntad del tiempo y de su fe, la escasa producción de sus tierras.

Este panorama triste y real, ha llevado a nuestro pequeño país de haber sido productor a importador de alimentos de todo tipo. Crecen con dificultad las empresas agroexportadoras en detrimento de la calidad ambiental, porque los agroquímicos son utilizados por toneladas y en la mayoría de los casos constituyen productos prohibidos en otros países.

BREVE HISTORIA

Según Agrios¹ “El hombre ha sabido de las enfermedades de las plantas desde los primeros días de la Antigüedad. Esto se comprueba en el Antiguo Testamento, donde los mildius y tizones se mencionan junto con la guerra y las enfermedades humanas, como los grandes azotes de los pueblos. El gran filósofo Teofastro (370 – 286 a.C.) fue el primero en estudiar y escribir acerca de las enfermedades de árboles, cereales y leguminosas... El descubrimiento del microscopio compuesto en el siglo XVII abrió una nueva era en las ciencias de la vida. Se estudió la anatomía de las plantas y se descubrieron los hongos, bacterias y muchos otros organismos... Tillet en 1855 descubre el añublo del trigo; mientras que en 1853 Debarry descubre las royas... Pasteur y Koch demostraron en 1876 que la enfermedad del ántrax, en los animales era ocasionada por una bacteria. Cobb de 1913 a 1932 efectuó estudios sobre los fitoparásitos y contribuyó ampliamente en los aspectos de metodología, morfología y taxonomía de los nematodos... Mayer en 1886, reprodujo la enfermedad del mosaico del tabaco, al inyectar el jugo de las plantas de tabaco infectadas en otras sanas. En 1909, Lafont observó protozoarios flagelados en las células productoras de látex de las plantas lactíferas de las familias Euforbiaceae... En 1967, en Japón, Doi y sus colaboradores observaron cuerpos semejantes a los micoplasmas en el floema de las plantas infectadas por varias enfermedades transmitidas por chicharritas, y en 1972 Davis descubrió un microorganismo helicoidal y móvil asociado con la enfermedad del acaparamiento del maíz, al que denominó espiroplasma... En 1971, Diener señaló que la enfermedad del tubérculo fusiforme de la papa era ocasionada por una pequeña molécula de ácido infeccioso (ARN) al que denominó viroide”.

Revisando la etiología² de la enfermedad, Pasteur demostró claramente la correlación entre las bacterias y la enfermedad, y sus teorías tuvieron un impacto decisivo. Las hipótesis defendidas por Bernard, sobre la presencia de factores múltiples que actuaban si-

¹ AGRIOS, Jorge *Manual de Enfermedades de las Plantas. Tomo 1. Ediciones Ciencia y Técnica S.A. México 1991. pp. 23 – 28.*

² www.agroecologia.net/agroecologia/plagas_AE.pdf

nérgicamente, fueron rechazados y con ello el concepto de etiología definido por Robert Koch, quedó completamente instaurado en la ciencia oficial. La idea de una enfermedad causada por un solo factor, pasó a formar parte de la cultura científica. Sin embargo, Pasteur tenía una visión mucho mas amplia sobre la enfermedad y escribía en su diario: “Si tuviese que emprender nuevamente mis estudios sobre las enfermedades, dirigiría mis esfuerzos a delimitar las condiciones ambientales que aumentan su valor y resistencia...” Durante mucho tiempo, y aun en la actualidad, la patología vegetal se ha basado principalmente, en el postulado que relaciona cada enfermedad con un agente causal. Hasta tal punto esta asociación ha sido aceptada, que es costumbre entre los fitopatólogos, referirse a una enfermedad, por el nombre científico del organismo causal. Sin embargo, hoy, podemos incorporar a la patología, los conocimientos sobre fisiología vegetal, biología y ecología, y como consecuencia de ello, cada vez se nos presenta como más raro, la existencia de asociaciones específicas y genuinas, entre una enfermedad y un agente patógeno, en el sentido, de que para que tal relación se manifieste, se necesita que confluyan muchas otras circunstancias, tan importantes o más para el desarrollo de la enfermedad que el propio agente patógeno.

Ya hemos visto que el concepto de enfermedad es delimitado en un patosistema vegetal desde un punto de vista clásico, como el proceso de interacción entre unas condiciones ambientales favorables al desarrollo de un parásito, sobre un huésped sensible a este, en un espacio y tiempo determinados.

Tradicionalmente, todos los esfuerzos e investigaciones se han centrado, bien en estudiar cómo acabar con la viabilidad del parásito, o bien cómo introducir resistencias al huésped como estrategia para romper el triángulo de la enfermedad y con ello el desarrollo de la misma.

Los estudios sobre el **ambiente**, han quedado tradicionalmente relegados o reducidos en todo caso a la determinación de las condiciones climatológicas (humedad y temperaturas) necesarias para que se produzca la enfermedad. Quizás la dificultad de trabajar con un conjunto de parámetros, o bien porque la propia visión reduccionista de la ciencia imposibilitaba el acometer tales estudios

con un cuerpo de doctrina suficiente o porque los descubrimientos en este sentido iban a ser difícilmente comercializables, el caso es que la carencia de estudios de este tipo en la literatura científica es casi total.

Por todo ello, los estudios en epidemiología adolecen en general de la falta de dos planteamientos: Una profundización sobre el concepto de enfermedad y una ampliación del papel jugado por el ambiente en un sentido extenso, es decir incluyendo el suelo, el agua, el aire, luz y la biodiversidad, que constituyen en realidad los ambientes que envuelven y en los que se introduce la planta.

Al enmarcarse la epidemiología dentro del marco conceptual de la ecología aplicada, supone la incorporación, en el análisis y en la propia definición de enfermedad, del papel que juegan los ambientes, aéreo y subterráneo, diferenciados e interrelacionados, y sobre los que se apoya el desarrollo del complejo enfermedad.

CONTROL QUÍMICO

En la lucha contra las plagas y las enfermedades, el ser humano ha recurrido a los compuestos químicos, que en su momento dieron los mejores resultados, pero que al transcurrir del tiempo han dejado graves secuelas de intoxicación y cánceres. La mayoría de los compuestos químicos se utilizan para controlar enfermedades y plagas del follaje y de los demás órganos de la planta, mientras que otros se utilizan para desinfestar y desinfectar las semillas, tubérculos y bulbos. Algunos se utilizan para desinfectar los suelos de cultivo, los almacenes y áreas de invernaderos. Debido a que la gran mayoría de funguicidas y bactericidas tienen acción protectora, es importante señalar que deben aplicarse sobre la superficie de la planta, antes que la enfermedad llegue a esta. En el caso de los insecticidas, deben ser aplicados cuando ya están presentes sobre la planta.

Existen centenares de compuestos químicos para lograr una eficiente protección de los cultivos, los mismos que se aplican en forma de fumigantes, rocíos, polvos, pinturas, pastas, como compuestos sistémicos y para tratamientos de suelos. Así tenemos los derivados del cobre, como la pasta bordelesa que es una mezcla

de sulfato de cobre más hidróxido de calcio, y fue el primer fungicida utilizado en el mundo. Otro es el cobre fijado o insoluble cuyos compuestos tienen sulfato básico de cobre y otros son cloruros básicos. Los compuestos derivados del azufre, que pueden estar mezclados con cal o con carbamatos, como son el tirad, el ferbam y el ziram. Las quinonasas que son derivados fenólicos de las plantas con propiedad antimicrobiana; a su vez pueden venir en mezclas con cloro y son ampliamente usados para la desinfección de semillas. Los compuestos bencénicos que son tóxicos a los microorganismos, como son el dinitro-o-cresol, el heclorobenceno, el diclorán, el clorotalonil, etc. Los compuestos heterocíclicos como el captán, el folpet, captafol, etc. Los más fuertes son los sistémicos, es decir aquellos que son absorbidos por el follaje y las raíces, y son translocados en sentido ascendente y vía los HFV (haces fibro vasculares), pertenecen a tres grupos como son las oxantinas, los benzimidazoles y las pirimidinas. Otro grupo son los derivados orgánicos que pertenecen a otros grupos químicos distintos tales como el dodine, la fentina, el polyram, y los cádmicos. Los compuestos químicos derivados de la *Streptomyces griseus* para control de bacterias y los denominados reguladores del crecimiento tan utilizados en el mundo de las flores, pertenecen a las gibberellinas, auxinas y citoquininas sintéticas.

Mientras estos grupos químicos han sido utilizados en bajas cantidades y de acuerdo a las dosis recomendadas, no ha existido problema; pero la situación cambia cuando por falta de asistencia técnica, una mala utilización de dosis, subdosis y sobredosis de químicos, han provocado la resistencia paulatina de las plagas y enfermedades a ciertos grupos químicos. Consecuencia de esto en poco tiempo los patógenos resistentes constituyen nuevas plagas y enfermedades de los cultivos, convirtiéndose la lucha en una interminable batalla que cuesta dinero, tiempo e impacto ambiental en los cultivos. Agrios³ cita un ejemplo: “Desde hace varios años se sabe que las cepas de *Erwinia amylovora*, la bacteria del tizón del fuego, son resistentes al antibiótico sistémico estreptomina. Sin embargo, fue la introducción y el uso amplio de los fungicidas sistémicos, en particular del benomyl, lo que realmente

³ AGRIOS, Jorge *Manual de Enfermedades de las Plantas. Tomo 1. Ediciones Ciencia y Técnica S.A. México 1991. pp. 164.*

propició la aparición de cepas de numerosos hongos resistentes a uno o más de esos funguicidas. En algunos casos aparecieron cepas de numerosos hongos resistentes al benomyl, las cuales se propagaron solo después de dos años de haber utilizado ese funguicida, por lo que tuvo que suprimirse su uso. Hasta la fecha, se sabe de varios de los hongos patógenos importantes (como es el caso de *Cercospora*, *Fusarium*, *Sphaerotheca*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Ustilago*) han producido cepas resistentes a uno o varios de los funguicidas sistémicos, lo cual hace pensar que en un futuro no muy lejano se formen cepas resistentes de otros hongos”.

EFFECTOS DE LOS AGROQUÍMICOS

El manual del uso seguro de los pesticidas ⁴ presenta datos alarmantes provenientes de la fuente de la Organización Mundial de la Salud, quien dice que en los países subdesarrollados hay un caso de envenenamiento con plaguicidas (agroquímicos) por minuto, y que la venta de plaguicidas se ha expandido y la producción mundial de estos productos se eleva a dos mil millones de kilos por año, o sea, más de medio kilo por persona y por año.

Los agroquímicos entran en el cuerpo por cuatro vías:

1. Por la piel: Es la forma de envenenamiento más común.
2. Por la boca: a través de ingerir alimentos mientras se está fumigando.
3. Por la nariz: Por la inhalación de los vapores o polvo.
4. Por los ojos: A través de los lacrimales y córnea.

Los envenenamientos pueden ser agudos o crónicos. El último es el resultado de estar en contacto permanente o por largo tiempo con los agroquímicos. Los síntomas que se presentan son dolor de estómago y de cabeza, desmayos, vómitos, dolor del pecho, dilatación de las pupilas.

⁴ USO SEGURO DE LOS PESTICIDAS M.A.G. ECUADOR. Extractado del programa de capacitación para usuarios de plaguicidas: Manual del entrenador escrito por Granovsky, et al. Editorial Eugenio Espejo. Quito, Ecuador. 1985.

Los cuatro grupos químicos que generalmente causan envenenamiento son:

1. Los orgánico clorinados que se acumulan en los tejidos adiposos.
2. Los orgánico-fosforados que atacan al sistema nervioso y las neuronas cerebrales.
3. Los carbamatos: que causan molestias al estómago y a la cabeza.
4. Los piretroides sintéticos que son los menos tóxicos⁵.

Es paradójico que sean precisamente las funciones de los organismos que no se prestan a estudios reduccionistas, las que definan la salud de aquellos, como son las que determinan la relación de los organismos con el entorno, y que le permiten una mayor o menor integración en él. Como consecuencia de ello, los patólogos de hoy se ven incapacitados para entender y controlar las enfermedades vegetales más importantes de hoy: las virosis. Ya hemos visto que al concentrarse los esfuerzos de los patólogos modernos en las fronteras de fragmentos más pequeños, (virus, viroides, microplasma, ...), se pierde de vista la presencia del suelo y del aire como parte del propio paciente. Al igual que el concepto de vida, el concepto de salud no es un concepto limitado, sino fronterado, por lo que resulta difícil definirlo con precisión. De hecho el concepto de salud va a moverse dependiendo de la visión que se tenga de un organismo viviente y de su relación con el entorno, y este concepto sabemos que cambia de un lugar a otro y de una época a otra. Pero para poder progresar y entendernos necesitamos definir un concepto de salud vegetal que incluya las dimensiones sociales y ecológicas aparte de las individuales, que nos aproxime a una visión integral e integradora de los organismos vivientes. Por lo tanto, resulta fácil de deducir la imposibilidad de definir la salud como un estado, sino como el espacio deseado, que está delimitado por un proceso ecológicamente equilibrado en continuo cambio y evolución. Para ello habría que ver la falta de salud dentro del amplio contexto de las relaciones que mantiene la planta, y admi-

⁵ *Ídem 4.*

tir que cualquier enfermedad o trastorno solo puede entenderse en relación con toda la red de interacciones en la que está implicada, en el espacio y en el tiempo⁶.

PROTECCIÓN DEL AMBIENTE

En el manual de entrenamiento para la aplicación privada de pesticidas⁷, nos habla de la contaminación por pesticidas, cuyos daños son: “daños a cultivos sensibles, ornamentales, vida silvestre y a la gente; contaminación de agua y edificios; residualidad en el suelo y apareamiento de enfermedades en la piel de los animales y el hombre”.

La Constitución Política del Ecuador, publicada en registro Oficial No. 1 del 11 de agosto de 1998, como ley suprema de la República, en su Título 1 de los Principios fundamentales del Estado, Art. 3 numerales 3 y 4 establece como deber principal del Estado el de defender el patrimonio natural y cultural del país y **proteger el medio ambiente**. En el título 111 de los Derechos, Deberes y garantías, Art. 23 numerales 6 y 20 constan disposiciones referentes a los derechos a vivir en un medio ambiente sano y a una calidad de vida que asegure satisfacción de necesidades básicas de la población, entre ellas el saneamiento ambiental. En el capítulo V de este mismo título, sección segunda Art. 86 se establecen una serie de normas encaminadas a la protección del medio ambiente, declarándose de interés público; la preservación del medio ambiente, la prevención de la contaminación ambiental; y el establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas... El Art. 89 determina que el Estado debe promover el uso de tecnologías limpias, establecer estímulos por la realización de acciones ambientalmente sanas y desarrollar normas sobre bioseguridad. El Art. 91 establece que el Estado, a través de sus funcionarios, será responsable por los daños ambientales⁸.

⁶ PORCUNA J.L. (1977). *El ambiente y la predisposición de las plantas a virosis en el levante español* Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral.

⁷ PRIVATE PESTICIDE APPLICATORS TRAINING MANUAL. *Educational Development system Minnesota Extension Service. University of Minnesota. St Paul. 55108. 1991. pp. 5-2.*

⁸ MANUAL DE GESTIÓN AMBIENTAL Comisión de Gestión Ambiental Municipio de Cuenca – Ministerio del Ambiente UCP PATRA. 2000. pp. 21

De la misma manera nuestro país mantiene convenios internacionales, como los firmados con las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (Rio de Janeiro 1992); Convención sobre el Comercio Internacional de las especies amenazadas de flora y fauna silvestre (CITERS), 1975; Convención relativa a las zonas húmedas de importancia internacional; y el Régimen común sobre acceso de los recursos genéticos, 1996.

La Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario, en sus artículos 29, 30 y 31, nos habla de la utilización racional del suelo y su manejo, y la Ley de Prevención y control de la contaminación ambiental en sus artículos 1, 4, 11 y 12, nos habla de la prevención y control de la contaminación ambiental, prohibición de descargas en la atmósfera. Los reglamentos establecidos para tales leyes manifiestan los pasos a seguir en la mitigación y control ambiental, dentro de los mismos establece la obligatoriedad de llevar un monitoreo y uso adecuado de los pesticidas utilizados el sector agropecuario.

La Ley No. 73⁹ para formulación, fabricación, importación, comercialización, y empleo de plaguicidas y productos afines de usos agrícola disposiciones legales, Registro Oficial No. 442: “Art. 2 Para los efectos de esta ley, plaguicida o producto afín es toda sustancia química, orgánica o inorgánica que se utilice sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier otra forma de vida que cause perjuicio directo o indirecto a los cultivos agrícolas, productos vegetales o plantas en general... Art. 3. Para la clasificación de los plaguicidas y productos afines se establece los siguientes grupos: la) Extremadamente tóxicos; Ib) Altamente tóxicos; II) Moderadamente tóxicos, y III) Ligeramente tóxicos, la misma que se basa en la dosis letal media oral y dermal del tipo de formulación... Art. 8. Las atribuciones y facultades que se establecen en la presente ley y que deben ser ejercidas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, serán realizadas a través de la respectiva Unidad Administrativa de Sanidad Vegetal de ese Portafolio... **Art. 12. Se negará el registro de un plaguicida o producto afín en el caso que fuere**

⁹ *VADEMÉCUM AGRÍCOLA EDIFARM Tercera Edición 1994. Editora Argudo Hermanos. Quito, Ecuador. Pp 416 – 417.*

nocivo para la salud de los consumidores, de los productos que vayan a generarse y/o produzcan contaminación ambiental y en los demás casos que señale en el Reglamento... Art. 16. Toda persona natural o jurídica que se dedique a la formulación, fabricación, importación, distribución y comercialización de plaguicidas o productos afines, deberá contar con los servicios de un Ingeniero Agrónomo, en libre ejercicio profesional, debidamente colegiado y con experiencia no menor de tres años.

Como se puede ver claramente el marco legal para la protección ambiental está dado, lo que falta es el cumplimiento por parte de los ciudadanos, y en lo que concierne de los agricultores y ganaderos, y una vigilancia permanente de las autoridades respectivas como es caso de los Ministerio del Ambiente y Agricultura de nuestro país.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO, AIRE Y AGUA

La contaminación por el uso de los agroquímicos está dirigida al suelo, al aire y al agua, es decir los tres componentes básicos del medio de desarrollo de los vegetales. Por ello es necesario detenerse para analizar cuáles son estos efectos.

El suelo¹⁰: En él ocurren innumerables y muy complejas interacciones. Sabemos que las prácticas de agricultura intensiva, basada en las variedades híbridas y en la fertilización química, en detrimento de las aportaciones orgánicas, han provocado, desde el punto de vista del ecólogo, la pérdida de biodiversidad, representada por multitud de artrópodos, lombrices, hongos, etc., que junto con su desaparición han dejado de realizar las funciones básicas de mulción y aireación del suelo. Contrariamente se ha producido un desarrollo ventajoso de la flora microbiana anaeróbica inductora de procesos tóxicos radiculares, incrementándose en consecuencia la susceptibilidad de las plantas frente a patógenos telúricos. En términos del agrónomo se acuña el concepto de “fatiga del suelo”. En el mismo sentido, el edafólogo, observa el efecto de esta intensificación agrícola en nuestros suelos, favoreciendo la destrucción y pérdida del complejo arcilloso húmico, y el con-

¹⁰ PORCUNA: www.agroecología.net/agroecología/plagas.

siguiente lavado y arrastre a capas profundas de arcillas, que al no estar enlazadas al humus, dejan de estar presente en los lugares en los que se producen las interacciones –patógeno/raíz–, y por lo tanto, dejan de jugar un papel importante en los posibles procesos de resistencias a hongos vasculares. En el caso de resistencias de suelos a *Fusarium oxysporum*, Stotzky (1963, 1966) y Alabouvette (1986) explican que la fracción mineral del suelo tiene un papel determinante en el fenómeno de los suelos resistentes a *F. oxysporum*, aunque desconozcan la parte específica de dicha acción.

Continúa Porcuna¹¹ indicando que, igualmente será necesario valorar la influencia negativa que tienen las aportaciones de fosfatos, sobre la presencia de micorrizas asociadas a las raíces. El papel jugado por estas para explorar mayor superficie de suelo y conseguir para la plantas elementos imprescindibles para su desarrollo equilibrado cobra cada vez más importancia. Además el papel de las micorrizas minimizando los estrés de las plantas, así como su acción protectora frente a numerosos patógenos ha sido documentada en numerosas ocasiones.

El aire, aporta más del 95% de los constituyentes de la propia planta, y en la actualidad, está sometido a la presión de numerosos agentes que inciden sobre él, provocando alteraciones mucho más rápidas que los procesos adaptativos de los seres vivos que habitan en él. El calentamiento global, el incremento de los niveles de CO₂, o de ozono, así como los episodios de deposiciones ácidas y de incremento de las radiaciones UV-B6, comportan unos condicionantes evolutivos muy importantes, al tiempo que juegan un determinante papel en las interacciones planta–patógenos, ya sea favoreciendo, frenando o modificando el desarrollo de la interacción. En el caso del ozono, se ha estudiado su interacción con el desarrollo de numerosas enfermedades de las plantas. En el caso del Mediterráneo, se ha relacionado la presencia constante de enfermedades de origen viral durante los últimos años, con episodios de concentraciones de ozono troposférico superiores a las directivas europeas durante los períodos de primavera-verano (Gimeno, 1995, Porcuna 1997)¹².

¹¹ *Ídem 9.*

¹² GIMENO B.S., PEÑUELAS J., PORCUNA J.L., Reinert R.A. (1995b). *Biomonitoring ozone phytotoxicity in eastern Spain. Water, Air and Soil Pollution 85. 1521-1526.*

Estudiando material vegetal de herbarios recolectados en los últimos doscientos años, se puede observar cómo ha disminuido la densidad estomática entre un 20 y 30%, como consecuencia, entre otras causas, del incremento de CO₂ en más de 80 ppm en los últimos años. Al disponerse de más sustrato, más CO₂, es de esperar que haya aumentado la tasa fotosintética y el crecimiento vegetal, lo que supone una demanda mayor de nutrientes como N y P. Si estos aumentos no son paralelos a un incremento de las tasas de fijación simbiótica del primero, o un incremento de la eficiencia de las micorrizas en el caso del segundo, las áreas de suelos moderadamente fértiles, podrían evolucionar a muy limitadas por nutrientes, y las fértiles iniciarían un declive evolutivo, que requeriría la aportación de mayores cantidades de elementos nutritivos (Peñuelas 1995)¹³.

Por otra parte, la calidad del exudado radicular, va a servir entre otras funciones, para definir un tipo de selección de microorganismos en las zonas más próximas a la raíz, y en este sentido proveer a cierto tipo de hongos, bacterias y nematodos, de un medio energético para su reproducción y desarrollo. Sin embargo, y en la medida que la composición de este exudado va a ser influenciado en la calidad y cantidad por la contaminación del aire, aparecerá una influencia indirecta del medio aéreo, en el desarrollo de patógenesis en el medio subterráneo.

Efectivamente, el aire contaminado puede aumentar o suprimir la infección, la penetración y en consecuencia, la interpretación y evaluación de resultados experimentales que no lo hayan considerado. Igualmente los patógenos, pueden también modificar la sensibilidad de las plantas huéspedes a los contaminantes, y en definitiva estas alteraciones, pueden producir una modificación en el propio desarrollo y evolución de los agrosistemas.

El tercer elemento considerado es el agua. Conocemos lo esencial de la cantidad de agua aportada en el curso de una irrigación que sirve para asegurar las necesidades de transpiración de las plantas. La transpiración es, de hecho una evaporación del agua a par-

¹³ PEÑUELAS J., Matamala R. (1990). *Changes in N and S leaf content stomatal density and specific.*

tir de las hojas hacia la atmósfera, este fenómeno, pues, está íntimamente ligado con los factores climáticos, tales como la temperatura y la sequedad del aire, del viento, etc. Estos elementos no son más que la expresión de la energía disponible en el aire para asegurar la evaporación de una cierta cantidad de agua, energía que tiene como origen la radiación directa o indirecta del sol. Las cantidades de agua intercambiadas son, sin embargo, muy distintas según los climas. A pesar de las grandes posibilidades energéticas de evaporación, las zonas áridas y semiáridas tienen unos intercambios muy reducidos, porque reciben aportaciones de agua muy pequeños.

Las proporciones de agua en los tejidos vegetales son muy elevadas; se puede retener a groso modo, entre el 80% y el 90% de su peso para los órganos que se hallan en plena actividad. Se observan, ciertamente, variaciones sensibles en función de la naturaleza del órgano, de su edad, de las condiciones de desarrollo como la humedad del suelo. La mayor parte del agua absorbida por las raíces sirve para asegurar las necesidades de la transpiración y para transportar los minerales extraídos del suelo. Una pequeña parte queda almacenada en el interior de la planta; una muy pequeña parte es utilizada para el crecimiento, la formación de frutos, de granos, etc., se calcula así que solo el uno por ciento del volumen de agua absorbida por las raíces durante el día es utilizada para la fotosíntesis.

En esa medida de absorción del agua por las raíces, y luego su transpiración y evaporación, se produce el ciclo vital de la misma, es decir la posterior formación de nubes y la lluvia. Por su parte los excedentes de agua son percolados y por gravedad forman los ríos subterráneos y los visibles que almacenan sus aguas en los lagos, lagunas y pantanos. La utilización de agroquímicos, necesita la concurrencia del agua para disolver los sólidos, y lamentablemente los residuos son vertidos en las corrientes acuíferas, que junto con la transpiración vegetal y la evaporación de la superficie del suelo, constituyen grandes focos de contaminación. Los animales y el hombre beben de las aguas contaminadas, y se alimentan de los vegetales regados con dichas aguas. Caso nuestro son las contaminaciones en la zona oeste del cantón Cuenca, en el sector de San Joaquín que por tradición es hortícola, donde los

campesinos lavan los equipos de fumigación en las vertientes de agua, y derraman los sobrantes en los mismas. Otro caso patético es la zona de la cuenca del Paute, donde el uso del suelo ha cambiado, pues antes eran cañaverales y hoy son suelos destinados para la floricultura de exportación, para la cual necesitan abundante agua de riego, y cuyos remanentes van a dar en las vertientes cercanas y luego al río principal. Es zona muerta a la ecología, y las flores son cultivadas con abundancia de fertilizantes sintéticos y plaguicidas de los más contaminantes.

El recurso agua, es muy frágil, y quedan ya pocas fuentes vírgenes en nuestro país, pues cada vez la frontera agrícola de los minifundios se encumbra en los Andes, deforestando la poca vegetación natural, y por consiguiente contaminando las fuentes hídricas.

CONTROL AGROECOLÓGICO DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES

En realidad en la agricultura ecológica ¹⁴ no se pretende en ningún momento, eliminar o controlar totalmente la plaga o la enfermedad, sino que el objetivo es mantener niveles equilibrados de estas, de tal forma, que los daños que provoque sean asumibles económica y ecológicamente. A pesar el proceso se realiza en función de interés público y no en función de intereses comerciales.

En ella (agricultura biológica) se relacionan muchas de las plagas y enfermedades de los cultivos con los niveles de nitrógenos absorbidos y la actividad proteolítica desarrollada en el interior de la misma; que todos los elementos se integren para que el desarrollo de plagas y enfermedades esté siempre dentro de los límites señalados anteriormente, pueden aparecer incidencias altas de insectos o enfermedades respecto a los que hay que intervenir directamente. Estos métodos de control van a perseguir reforzar el equilibrio del sistema productivo en uno o varios puntos, y tradicionalmente son clasificados en:

¹⁴ PORCUNA J.L.(1977). *El ambiente y la predisposición de las plantas a virosis en el levante español* Universidad Politécnica Valencia. Tesis Doctoral.

- A.- Acciones agronómicas
- B.- Medidas físicas
- C.- Medidas biológicas
- D.- Utilización de biopreparados
- E.- Utilización de productos vegetales que refuerzan la resistencia de las plantas, inhiben el desarrollo de los parásitos vegetales o actúan como insecticidas.
- F.- Empleo de productos minerales, que aumentan la resistencia de las plantas o inhiben o controlan los parásitos vegetales.

En general los medios de control físico lo que tratan es de ganar equilibrio reforzando la capacidad de cerrarse el sistema (ej: mallas mosquiteras en ventanas de invernaderos). Los medios de control biológicos pretenden reforzar el equilibrio del sistema mediante un incremento de la complementaridad de los fitófagos (utilización de insectos parásitos o depredadores) y por último la utilización de biopreparados, productos vegetales y minerales, lo que trata en realidad es de corregir los desequilibrios presentes en la parcela al haber fallado el resto de estrategias tanto de manejo como de diseño. Abordaremos en este capítulo, el análisis de la sanidad vegetal, poniendo énfasis en señalar que las propias plagas y enfermedades son consecuencias provocadas por el propio desequilibrio del ecosistema y que realmente lo que hay que corregir son estos desequilibrios de fondos, ya que plagas y enfermedades constituirían las consecuencias o las evidencias de la existencia de un desequilibrio mayor. Para ello, las actuaciones a nivel agronómico, resultan una eficaz estrategia.

Dentro de los planteamientos agronómicos para la salud vegetal, en general podríamos dividir las estrategias dirigidas a conseguir niveles de equilibrio y de salud en las plantas de dos tipos:

- Las de diseño, mediante las cuales vamos a reforzar la integración de la parcela dentro del agrosistema en el que se incluye.
- Las de manejo, mediante las que se pretende reforzar la autoafirmación del “subsistema parcela” frente al agrosistema mayor.

En realidad estas constituyen la base de la sanidad vegetal. Mientras que las primeras se refieren a la disposición de todos los ele-

mentos que constituyen el sistema productivo, las segundas se ocupan de definir la utilización de los elementos productivos a lo largo del tiempo. El diseño de la parcela comprende un conjunto de actuaciones determinantes en la salud de los cultivos; en resumen podríamos clasificarlas así:

– Primero: ¿Qué cultivo? ¿Qué variedad?

De la diversidad genética de las variedades “población” hemos pasado al nuevo feudalismo de las variedades transgénicas. La elección errónea del material vegetal, puede determinar la aparición de numerosos problemas de fisiopatías (inadaptaciones climáticas, a suelos, al agua y consecuente predisposición a problemas fitopatológicos) o de plagas y enfermedades (falta de adaptación a las especies o razas de hongos e insectos presentes en la zona). El “que pongo” haría referencia a la “diversidad genética”.

La mejora de los trigos promocionada por la “revolución verde” incrementó considerablemente los rendimientos mundiales de estos cuando eran acompañados de paquetes tecnológicos (abono químico + fitosanitario), pero sin embargo la pérdida de miles de variedades locales favoreció la aparición de royas y septoriosis que provocaron pérdidas que en algunos casos superaron el 50%. En el caso del arroz la situación fue muy parecida, siendo en este caso las bacteriosis además de la micosis las que produjeron importantes pérdidas en los arrozales.

– Segundo: ¿Cuándo planto? ¿Detrás de qué?

La rotación constituye una verdadera estrategia de diversificación en el tiempo. La situación del cultivo en la rotación va a ser determinante en la sanidad del mismo, en cuanto va a permitir que se desarrollen sinergias alentadas por el hecho de explorar distintos espacios en el suelo, o de consumir distintos tipo de nutrientes, o tal vez por el efecto favorable de los químicos, en vez de “de altos rendimientos”.

De igual forma se pueden inducir enfermedades o plagas provocadas por la colocación de un cultivo en un lugar erróneo en la rotación. En este grupo, entrarían sobre todo los problemas de hongos

de suelo y estaríamos haciendo referencia al manejo de la “diversidad en el tiempo”. En definitiva lo que pretendemos decir, es que la presencia microbiana en un suelo, es reflejo de las plantas y de las prácticas que le precedieron y la influencia de muchos de estos microorganismos, como las bacterias quitinolíticas sobre las enfermedades foliares, constituyen una evidencia ampliamente documentada.

– Tercero: ¿Tiene que estar limpia mi parcela?

Ribazos, setos y cubiertas vegetales junto con las asociaciones de cultivos, han sido reseñadas en no pocas ocasiones como un factor importante a la hora de frenar la proliferación de numerosas plagas. Igualmente ha sido citado en numerosas ocasiones los efectos beneficiosos de la presencia de setos, ribazos, cubiertas vegetales... (zonas de reserva ecológica) que contribuyan a mantener el equilibrio e los sistemas agrarios al ofrecer numerosos refugios y fuentes de alimentos a insectos nocivos así como a los benéficos. Estaríamos hablando de la “diversidad local”.

– Cubierta vegetal: Un caso de utilización del incremento de la diversidad local para el control (prevención) de enfermedades la constituye la utilización muy generalizada de *Oxalis pescaprae* como cubierta vegetal en los campos de cítricos del litoral mediterráneo peninsular. Aunque su finalidad principal es evitar el “aguado” de los cítricos (*Phytophthora*), al evitar que las salpicaduras de la lluvia sobre el suelo, sirvan de contaminación de esporas y propágulos del hongo sobre los frutos situados en las partes bajas del árbol. Posteriores estudios han demostrado que otras muchas funciones eran ejercidas por la cubierta vegetal de oxalis, entre ellas: proteger las raíces superficiales de los cítricos, con las que no compiten; favorecer la instalación y el mantenimiento de micorizas, evitar la erosión y facilitar la formación de agregados, una cierta acción acidificante, muy positiva para los suelos calcáreos mediterráneos; reservorio de fitoseidos como *Euseius stipulatus*, *Ambliseius barkeri*,.....; acción de repelencia de *Aphis gossipy* y escarabajos, disminuir los riesgos de heladas por irradiación, atrayente de *Coccinella septempunctata*..., entre otras.

– Plantas bancos: La utilización de plantas bancos es un método que permite optimizar la lucha biológica especialmente en invernaderos. En general una planta banco es una planta de una familia distinta de la del cultivo que se pretende proteger, precozmente introducida entre las plantas de este. La especie vegetal introducida servirá de huésped para una plaga inocua al cultivo. Y sobre esta plaga se desarrollarán las poblaciones de parásito que las utilizarán a las plantas “bancos” para parasitar plagas que sí ataquen al cultivo a proteger. Los primeros ensayos con esta técnica se iniciaron a principio de 1970 con *Trialeurodes vaporariorum* en cultivos de tomate. Más tarde se ensayó la lucha contra *Macrosiphum euphorbiae* introduciendo macetas de rosales con *Macrosiphum rosae* parasitado por *Praon volucre*.

La utilización de gramíneas tropicales adaptadas a altas condiciones de temperatura y humedad, como *Eleusine coracana*, permite mantener en ella poblaciones estables de pulgones de gramíneas, sin capacidad de infestar de alimentarse de pepino, tomate, etc. Estas plantas son utilizadas de punto de suelta y de multiplicación de poblaciones de *A. colemani* (0,5 ind/m²), que irán a su vez colonizando y parasitando a *A. Gossypii* sobre las plantas del cultivo.

– Plantas cebo: Incluye este concepto a las especies vegetales que son utilizadas intercaladas o en líneas alrededor de las parcelas de cultivo, con el fin de atraer a plagas y evitar de esta manera que la colonización del cultivo que queremos proteger se produzca en un determinado momento. En la mayoría de los casos los resultados que se obtienen es que el cultivo a proteger concentra menos poblaciones de fitófagos o la presencia de estos se realiza algunas semanas más tarde. Un poco de tiempo suele ser suficiente, en numerosos casos, para que los daños en el cultivo sean menos importantes o bien para que las poblaciones de parásitos o depredadores se encuentren, en ese momento, en niveles más altos y por lo tanto con mayor capacidad de control.

CONCLUSIÓN

Definitivamente, la lucha contra las plagas y enfermedades de los cultivos, es una tarea muy ardua y permanente, que exige un com-

promiso ético de quienes tienen que ver con la producción agropecuaria, hacia la conservación del medio ambiente. Los discursos líricos sobre el aire, el agua y la tierra, deben quedar de lado, y la población debe exigir, ante los organismos pertinentes, la garantía de un espacio físico para vivir libre de contaminantes. El compromiso va dirigido sustancialmente hacia quienes tienen productos de agroexportación, para que en la medida de un control integrado de plagas y enfermedades, disminuyan el consumo de agroquímicos altamente nocivos para la salud humana y animal. No escapan a la responsabilidad quienes hacen negocio de los agroquímicos, para que en un acto de ética social, no comercialicen plaguicidas de uso prohibido en otros países, y por último la responsabilidad de los técnicos agropecuarios, pues son ellos los llamados a concienciar a los agricultores sobre el buen uso y manejo de los agroquímicos.

La lucha contra las plagas y enfermedades de los cultivos, exige de una investigación permanente, y allí es donde los institutos superiores y universidades, tienen el compromiso con la sociedad, porque la ciencia está en sus manos y deben ponerla al servicio comunitario. Cada institución está llamada a velar por una permanente investigación de campo y de laboratorio, con miras a obtener resultados favorables en el control de las plagas y enfermedades, sin descuidar los impactos que ello podría causar al ambiente natural que nos rodea.

La lucha contra las plagas y enfermedades, es también una lucha social, porque los actores se pertenecen a una causa en particular, sin embargo, es tiempo de unir esfuerzos para que la lucha se convierta en causa común, cual es la conservación del suelo, el agua y el aire, como elementos básicos para la vida natural.