

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCION VEGETAL
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
NUCLEO DE APOYO TECNICO Y CAPACITACION

SEMINARIO - TALLER

*Manejo Integrado de
Plagas y Enfermedades*



Pichilingue, Agosto 13 - 14, 1996
QUEVEDO - ECUADOR

CONTENIDO

- | | |
|---|-----------------------|
| * El agroecosistema: definiciones y conceptos básicos. | Dra. Carmen Suárez C. |
| * El ecosistema natural vs el agroecosistema. | Dra. Carmen Suárez C. |
| * Las prácticas de manejo de cultivos como factor de alteración de los agroecosistemas. | Ing. Iván Garzón C. |
| * Caracterización de los problemas fitosanitarios que afectan a los cultivos. | Ing. Jorge Mendoza M. |
| * Enfermedad: concepto y definiciones, características y clasificación. | In. Gustavo Macias C. |
| * Malezas: definiciones, característica y clasificación. Relación con los cultivos. Competencia maleza-cultivo. | Ing. Iván Garzón C. |
| * El manejo integrado de plagas: definición, características, alcance. | Ing. Jorge Mendoza M. |
| * Problemas y manejo fitosanitario en maíz y soya en la zona Central del Litoral ecuatoriano. | Ing. Raúl Quijije P. |

**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCION VEGETAL
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE**

**SEMINARIO-TALLER
"MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES"**

PARTICIPANTES : Técnicos de Instituciones públicas y privadas
FECHA : Agosto 13 y 14, 1996
COORDINACION : Ing. José Castro, NAT/C-EETP

TEMA:

**"El agroecosistema: Definiciones y conceptos básicos".
"El Ecosistema natural vs. el agroecosistema"**

INSTRUCTORA : Dra. Carmen Suárez Capello

EL ECOSISTEMA

El termino "ecosistema" representa el concepto de integralidad. Refleja una idea básica en ecología: en una comunidad natural, a causa de las intrincadas relaciones dentro de los organismos y entre éstos y su ambiente abiótico, un cambio en un componente tendrá un efecto reverberativo a través de toda la comunidad.

Una comunidad de organismos posee todos los atributos de un sistema: tiene componentes y relaciones funcionales entre ellos. La comunidad es el siguiente nivel más alto de organización biológica después de la población y consiste del conjunto de las poblaciones de diferentes especies, plantas y animales que ocupan un espacio particular.

El concepto de ecosistema ya fue planteado desde 1935 por Jansley, quien lo concibió para incluir no solo el complejo de organismos, sino también todo el complejo de factores físicos que nosotros llamamos ambiente.

El concepto de ecosistema es ahora ampliamente aceptado y la ecología viene a ser principalmente el estudio de la estructura y función de los ecosistemas. Un hecho básico de un ecosistema es que no es un sistema "cerrado" sino "abierto", del cual escapan continuamente materia y energía, que se reemplazan en un orden tal que el ecosistema puede continuar funcionando. Los caminos de pérdida y reposición de energía, frecuentemente conectan un ecosistema con otro. Por ese motivo, no es fácil establecer límites entre ellos. Sin embargo, la aceptación del concepto como unidad ecológica, ha ayudado sustancialmente en la comprensión del problema.

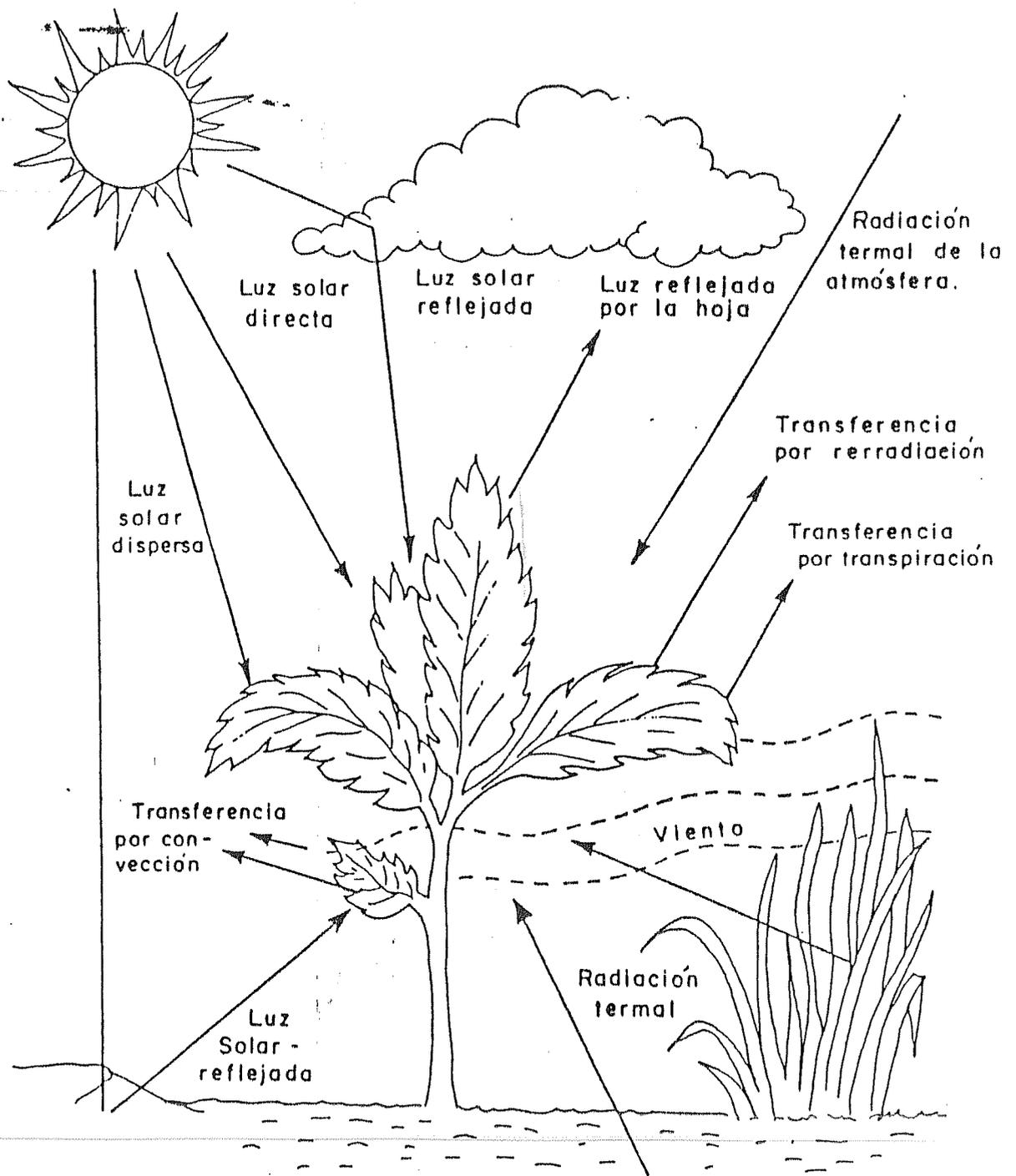
En relación a su estructura, un ecosistema tiene típicamente tres componentes biológicos: **productores** (organismos autótrofos) o vegetales verdes capaces de fijar energía lumínica; **consumidores**, animales fitófagos o herbívoros (heterótrofos) que se alimentan de

materia orgánica, especialmente plantas o productos del estrato anterior; y, finalmente, **reductores** o descompositores, que consisten de microorganismos que descomponen la materia orgánica liberando nutrientes solubles.

El aspecto funcional del ecosistema está dado por la velocidad de flujo de la energía a través del mismo, esto es, la velocidad de producción y respiración de los individuos, población y comunidades que lo componen; la velocidad de reciclaje de materiales o nutrientes (los ciclos bioquímicos); y los mecanismos de regulación ecológica. Esta última estudia tanto la regulación de los organismos por el ambiente, como la regulación del ambiente por los organismos. La Figura 1 ilustra solamente el flujo de energía lumínica y termal en un ecosistema.

Los organismos vivos y su actividad juegan un rol vital en estos procesos, que se manifiestan a través de la fotosíntesis, respiración, descomposición, herbivoría, parasitismo y simbiosis; la cadena alimentaria y otras interacciones de los organismos involucrados en ellas. El funcionamiento de un ecosistema también involucra los procesos físicos de evaporación, precipitación, erosión y deposición.

Es posible identificar un ecosistema particular por medio de una serie de factores reguladores que controlan las cantidades y velocidad de movimiento de materia y energía en ellos y que también limita el número de organismos presentes e influencia su fisiología y comportamiento. Algunos de éstos factores son los procesos de crecimiento, reproducción, mortalidad y dispersión o migración. El estudio de las interrelaciones de funcionamiento de los componentes del ecosistema es al mismo tiempo el estudio de niveles de nutrición o "niveles tróficos" (Productores-consumidores primarios - consumidores secundarios - reductores) de todos los organismos que se puedan encontrar en un ecosistema.



Ganancias y pérdidas de calor y energía de radiación entre una planta y su ambiente ligeramente modificado de "Heat Transfer in Plants", de David M. Sates. 1965. Scientific American.

Por este medio tambien se puede comparar diferentes clases de ecosistemas.

Los diferentes niveles tróficos se unen en una secuencia de eventos conocido como la "cadena alimentaria", por ej.:

Los saltamontes comen hojas, los batracios comen saltamontes, las culebras comen batracios, los patos comen culebras y el hombre come patos:

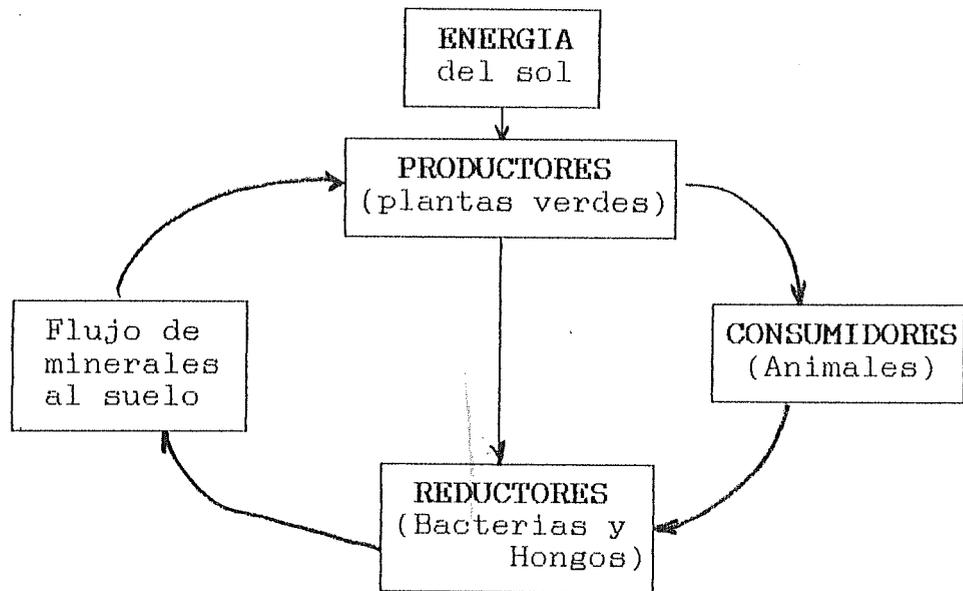
Hojas → Saltamontes → batracios → culebras → patos → hombre

La relación entre los niveles tróficos en la forma que se ilustra en la cadena alimentaria, provee solo algunos elementos para comprender la complejidad de las relaciones alimenticias que se encuentran en la naturaleza. En esta, cada nivel trófico tiene más de una relación alimenticia, formando una red: **la red alimentaria**. Hay varias formas de estudiar las relaciones alimentarias en la naturaleza, reconstruyendo la cadena alimentaria y la correspondiente red alimentaria. Una de estas técnicas es el uso de radioisotopos, "marcando" un grupo de individuos de una sola especie de planta. Luego se recoge, a intervalos regulares, muestras de otros seres vivos en los alrededores de las plantas marcadas y se mide la cantidad de elemento radioactivo que contenga. La presencia de radioactividad establece, con razonable índice de probabilidad, una relación directa o indirecta con la planta marcada inicialmente.

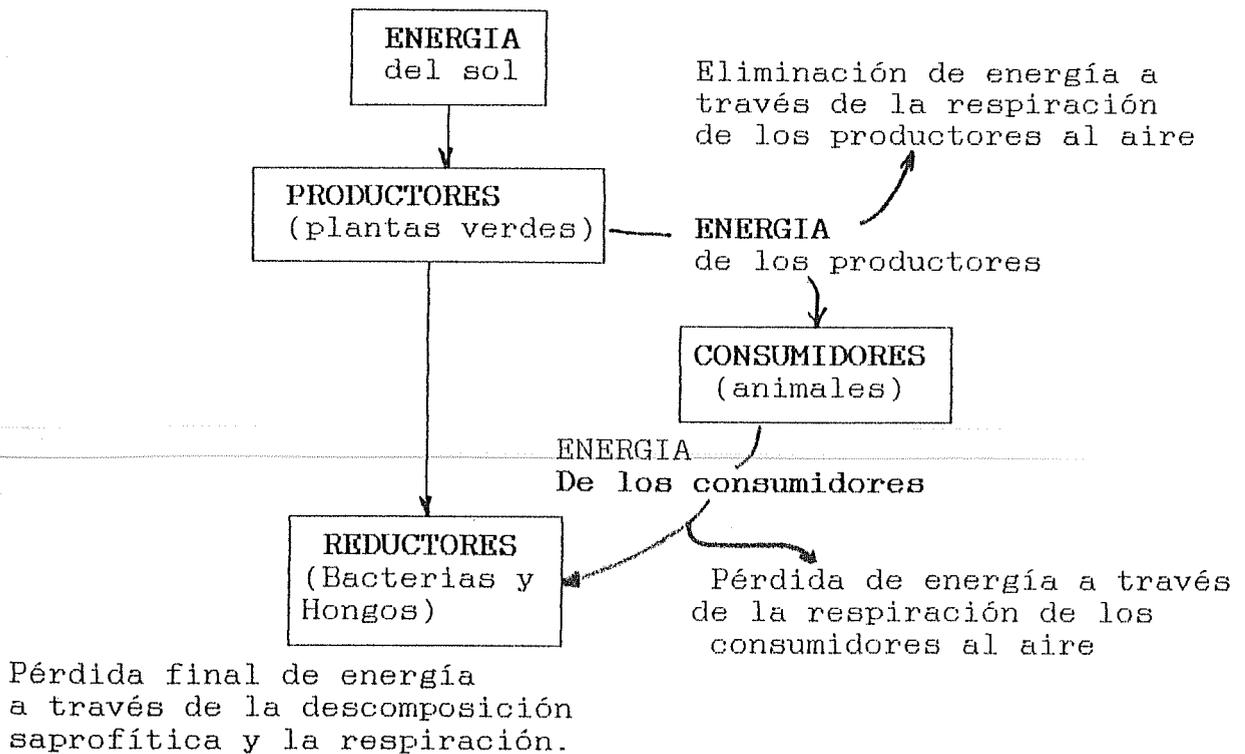
El estudio del funcionamiento de los diferentes niveles tróficos en un ecosistema ~~escapa al alcance de este curso,~~ sin embargo es conveniente recordar que el flujo de materia y energía sigue diferentes caminos en la naturaleza, como se ilustra en la fig. 2.

Dependiendo del proposito del estudio agroecológico, se pueden considerar tres niveles:

FIGURA 2. CICLO MINERAL Y ENERGÉTICO EN UN ECOSISTEMA.



a. Circulación de materiales en un ecosistema



b. Flujo de energía a través de un ecosistema.

1. sistema agroecológico individual
2. sistema agroecológico poblacional
3. sistema agroecológico comunitario.

En el manejo de un cultivo, así como en el control de plagas y enfermedades, se tienen que considerar los tres niveles.

A nivel individual, tenemos el estudio de la interacción entre la planta individual y su ambiente. Este último proporciona a la planta materia prima, energía y espacio vital; la planta a su vez responde con la producción del protoplasma necesario para su crecimiento, desarrollo y reproducción.

A nivel poblacional, especialmente en condiciones naturales, se considera a la población monoespecífica, formada por un conjunto de generaciones sucesivas desde un ancestro común y por lo tanto de alto grado de parentesco entre los componentes. La población en conjunto interactúa con su ambiente. Las poblaciones así constituidas son unidades de evolución de la especie, considerando la variabilidad genética que van experimentando de una generación a otra, debido a recombinaciones sexuales y mutaciones naturales.

Este incremento de la variabilidad genética permite que la especie vaya ampliando su rango ecológico y geográfico, siendo así menos proclive a la extinción cuando se presentan cambios ambientales drásticos en forma de plagas, enfermedades, alteraciones climáticas etc.

Por las razones antes mencionadas, los monocultivos de gran homogeneidad (eg. plantaciones de banano, soya, etc.) son muy vulnerables a los cambios ambientales severos, de allí que se debe conocer bien la fenología del cultivo en relación a los rangos de variación de los factores ambientales locales más importantes, para realizar las labores de control cultural en su momento

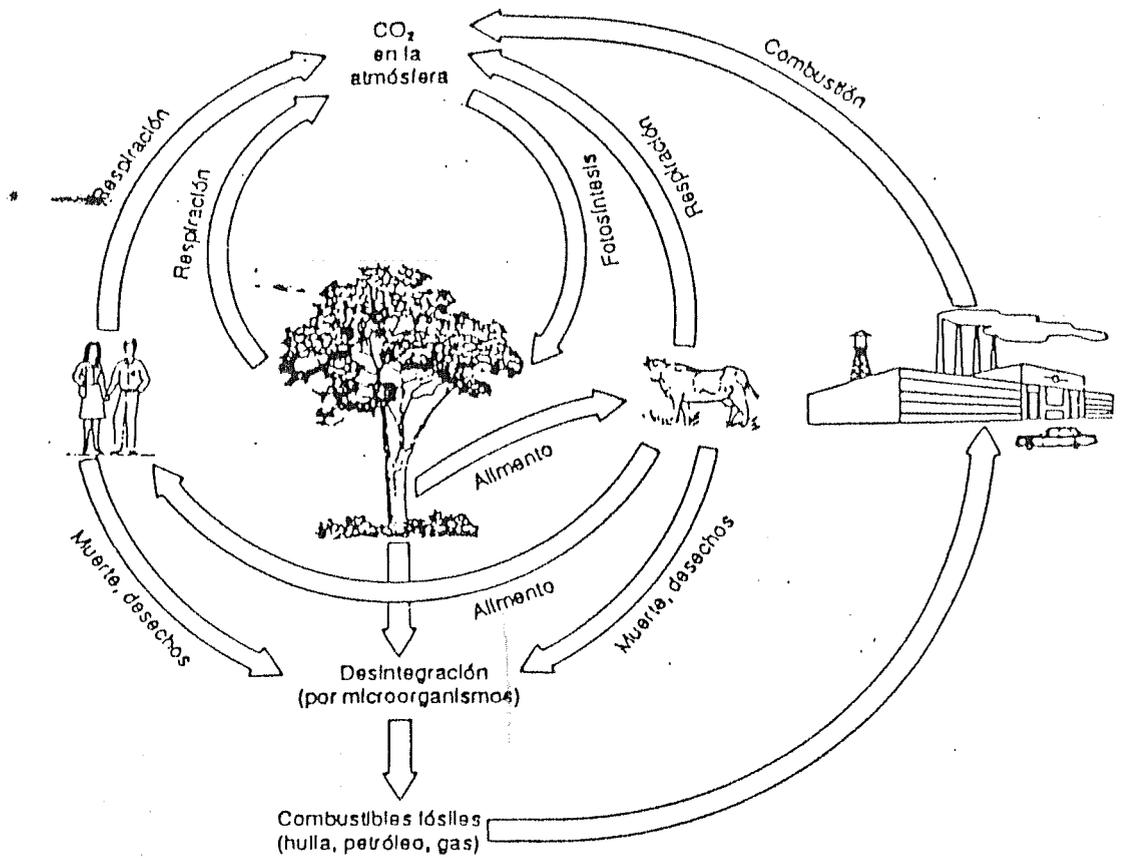
oportuno. El empleo simultáneo de diferentes variedades, las rotaciones, los cultivos asociados y los cultivos estratificados son alternativas que se utilizan para contrarrestar los efectos negativos de los cambios ambientales drásticos sobre monocultivos extensos, anuales o perennes.

El ecosistema natural vs. el agroecosistema

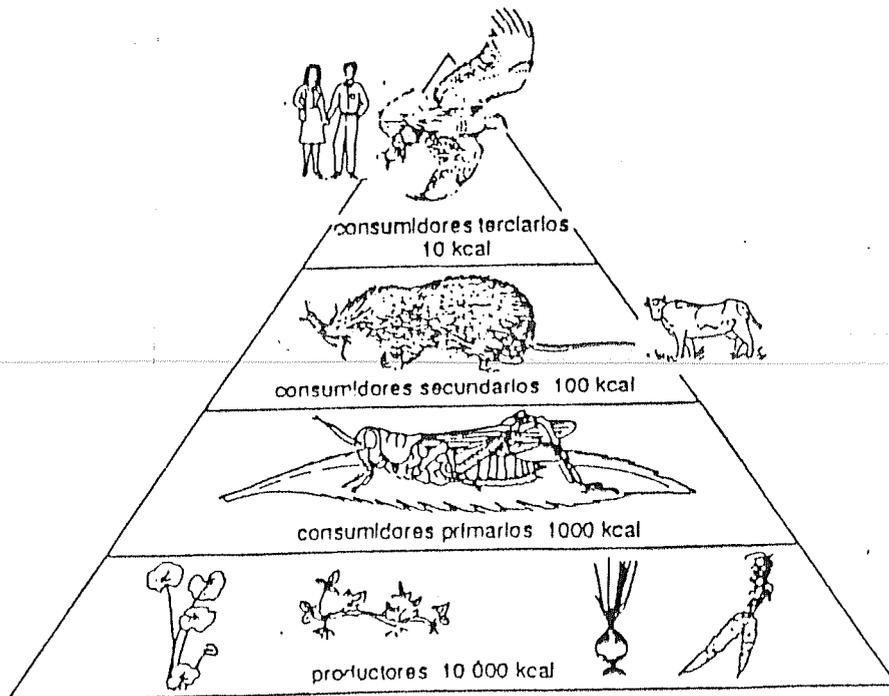
Una forma conveniente de mostrar los niveles tróficos es a través de una pirámide que representa número de individuos, o cantidades de materia o energía (Fig. 3). La forma de la pirámide nos permite visualizar que a causa de la eficiencia de conversión y las pérdidas de energía, cada paso hacia arriba disminuye en número de individuos, cantidad de energía o material procesado. En cada nivel están localizados muchos organismos de diferente clase, ocupando diferentes habitats y mostrando los atributos de poblaciones naturales en relación a densidad, dispersión, forma de vida y distribución cronológica (edades).

En un sistema natural, habrá una considerable complejidad y las muchísimas relaciones entre las poblaciones componentes conducen a una interdependencia que, dado un ambiente físico de relativa estabilidad, contribuirá por sí mismo a la estabilidad del sistema: las interrelaciones naturales son **determinantes** de la estabilidad en un ambiente sin intervención, o natural. (Figura 3)

Lo que es cierto para un sistema natural, no lo es en un agroecosistema. Consideremos lo que hacemos en la pirámide. Nuestra atención se va a centrar en los productores primarios ya sea que los consumamos directamente o se los demos a nuestros animales. A través de medios culturales creamos un habitat productivo; añadiendo control de malezas, disminuimos sustancialmente otras plantas competidoras. Plantamos en densidades desusadamente grandes y damos, a una población de edad



Cadena trófica típica que se inicia con un millón de Kcal del sol. Adaptado de Fried. G.H. 1990. "Biología". McGraw Hill.



Ciclo Alimentario terrestre. Adaptado de Fried. G.H. 1990. "Biología". McGraw Hill.

similar, una dispersión uniforme en la plantación. Enmiendas del suelo y fertilización aumentan la productividad primaria; el uso adicional de pesticidas disminuye la población de consumidores primarios que competirían con el hombre por la producción

primaria. La base de la pirámide aumenta de tamaño, pero se simplifica en el número y diversidad de especies. Esto, en su oportunidad, restringe la clase de organismos primarios pero no necesariamente su número.

EL AGROECOSISTEMA

El nivel mas complejo y completo del estudio ecológico es el de agroecosistemas, en el que interaccionan simultáneamente varias poblaciones de diferentes especies en un ambiente dado. En este caso, el principio de la cadena trófica juega un rol fundamental.

En este nivel de estudio, se debe incluir necesariamente al factor humano conjuntamente con los factores bióticos y los abióticos, lo que demanda un enfoque integral y una labor multidisciplinaria integrada (holística) para llegar a conclusiones validas, en base a las cuales se pueda tomar decisiones que permitan un apropiado y eficiente funcionamiento del agroecosistema (Fig. 4).

Factores que actuan en un agroecosistema

Factores abióticos

Radiacion solar y energia neta

La radiacion solar es fuente de energia necesaria para la fotosíntesis, los cultivos convierten alrededor del 1% de la energia lumínica a la energia química (azucares) necesaria para su crecimiento. Esta producción primaria sustenta a su vez una cadema de consumidores (hervíboros, carnívoros y hombre) así como

a otros organismos reductores y transformadores (microorganismos). Sin embargo, como se ilustra antes en la figura 2, existen otras formas de transferencia de energía (radiación, convección y conducción) que influyen en el ambiente en que se desarrolla un cultivo. La sumatoria de todas las formas de energía nos da la "energía neta" del sistema. En síntesis la radiación neta se expresa como:

$$\begin{array}{rcccl} \text{Radiacion} & & \text{Radiacion solar} & & \text{Radiacion} & & \text{Radiacion termal} & & \text{Radiacion} \\ \text{neta} & = & \text{que ingresa al} & & \text{solar} & + & \text{que queda en el} & & \text{termal que sale} \\ & & \text{ecosistema} & & \text{reflejada} & & \text{ecosistema} & & \text{del ecosistema} \end{array}$$

La radiación neta en la costa ecuatoriana es positiva en el día y con ella se efectúa la fotosíntesis, la evapotranspiración el calentamiento del aire bajo y el de los cuerpos de agua.

La radiación neta se va haciendo negativa en la noche y hacia la madrugada. El agua se condensa y enfría, tanto en el aire como en los cuerpos de agua y se produce la niebla o "helada".

Temperatura

La respuesta biológica al rango térmico diario y estacional varía con las especies. El ciclo de vida de los cultivos se debe acomodar a las temperaturas naturales de la región para lograr la producción deseada. En nuestras costas, estas variaciones no son tan impactantes en los cultivos como en otros elementos de la cadena trófica, especialmente microorganismos. Existe ya conocimiento de la sucesión o alternancia de diferentes especies de hongos e insectos en función de la variación termal.

La hidrosfera

El agua en la atmósfera cercana a la superficie y los grandes cuerpos de agua

LA PRODUCCION VEGETAL COMO SISTEMA

MEDIO AMBIENTE

CLIMA, SUELO, AGUA, LUZ, FLORA. FAUNA

INFLUENCIAS

MEDIDAS CULTURALES

MANEJO DE SUELO, -AGUA, TIEMPO SIEMBRA etc.

CONDICIONES DE CRECIMIENTO

NECESIDADES

PLANTA CULTIVADA

SELECCION, SENSIBILIDADES, RESISTENCIAS
EXIGENCIAS CLIMA, SUELO NUTRICION
FASES CRITICOS DE CRECIMIENTO
POTENCIALIDAD EN RENDIMIENTO

MODIFICACION

INFLUENCIA

COSTO/BENEFICIO

MEDIDAS DE PROTECCION

MODO, ESPECTRO DE ACTIVIDAD
RESIDUALIDAD
EFECTOS ECOLOGICOS

USO

RESIDUOS

ACTIVIDAD

INFLUENCIA

USO

RESISTENCIA

FACTORES DAÑINOS

CONDICIONES DESARROLLO,
CICLOS, GENERACIONES
POTENCIALES DE RESISTENCIA
ANTIBIOSE, SIMBIOSE

HUESPED

EFECTO

ORGAN. BENEFICOS

CONDICIONES DESARROLLO,
CICLOS, DISTRIBUCION
METODOS DE CRIA
SENSIBILIDADES

INFLUENCIA

INFLUENCIA

NIVEL DE DAÑO

como los océanos (Así como la represada en Daule-Peripa) ejercen un efecto termoregulador del ambiente inmediato. Las corrientes oceánicas ejercen un importante efecto de regulación térmica sobre las costas de los continentes. Las corrientes frías determinan zonas áridas templadas en el trópico, como es el caso de la región central y sur de la costa ecuatoriana. En cambio, lugares cercanos a la cordillera presentan variaciones más drásticas de temperatura diurna y estacional, aunque a su vez, están influenciadas por los nevados y las montañas, presentando cuadros de alta (>90%) humedad relativa y fenómenos de condensación o garúas.

El suelo

La formación y características del suelo está determinada por la calidad del substrato geológico, el clima, la materia orgánica y la topografía. Es el reservorio natural de nutrientes para plantas, animales y el hombre. En condiciones de cultivo, la fertilidad natural del suelo puede ser mantenida permitiendo el reciclaje de materia orgánica o la aplicación de fertilizantes para reemplazar los nutrientes consumidos o lixiviados.

La profundidad y madurez de un suelo y el desplazamiento del aire en la superficie está influenciada por la pendiente. Suelos agrícolas de más de 10% de pendiente son muy propensos a la erosión hídrica y requieren de un manejo especial para su conservación.

La atmósfera

Uno de los componentes atmosféricos más importantes desde el punto de vista agroecológico, es la humedad del aire, que va a determinar, entre otros fenómenos, la cantidad de radiación solar que incide en la superficie. En condiciones de cielo limpio y agua en forma de vapor, la atmósfera prácticamente no absorbe la radiación solar de onda corta. En cambio en condiciones de nubosidad la radiación es reflejada al espacio en gran proporción (>90%).

Las zonas de baja presión atmosférica determinan precipitaciones pluviales fuertes, como sucede en la zona tropical, con formaciones de bosques tropicales lluviosos y establecimiento de plantaciones forestales y cultivos tropicales. En esta región, la interdependencia entre el suelo, la cobertura vegetal y el clima, tiene su máxima expresión.

Factores bióticos

Los principales factores bióticos a considerar en un agroecosistema están constituidos por la comunidad vegetal en su conjunto (cultivos, sombra, malezas, etc.); los animales (ácaros, insectos, roedores, ganado etc) y los microorganismos. Su acción dentro del sistema, en lo que compete al agricultor será tratada específicamente en este seminario.

El hombre y el medio ambiente

En la actualidad, no se concibe la actividad humana sin un conocimiento o percepción de su influencia en el medio ambiente. Se habla del uso planificado y sostenido de los recursos naturales en el marco de los principios ecológicos que los gobiernan y se hacen esfuerzos nacionales e internacionales para que el hombre optimice el uso de los recursos disponibles en los ecosistemas que habitan, para minimizar los riesgos de deterioro y destrucción. Como ej. de estos esfuerzos, mencionaremos las técnicas desarrolladas para la producción de abonos orgánicos, a través del reciclaje de restos o desechos de los cultivos y la consideración de los costos ambientales futuros, a raíz de las actividades humanas actuales, así como la introducción paulatina del control integrado de plagas y enfermedades.

La competencia entre el hombre y otros organismos, por el producto de los sistemas agrícolas ha sido reconocida hace tiempo. En el pasado, la agricultura generalmente no disponía de medios eficaces de intervención y desarrolló sistema de siembra diversificados, tanto en tiempo como en espacio, como obstáculo primario para el desarrollo de plagas o enfermedades. Tales sistemas eran de modo general autosustentables y adecuados ecológicamente,

aunque de productividad baja. Esa situación sufrió un cambio dramático como resultado del aumento del uso de fertilizantes artificiales, de nuevas variedades de semilla y con el advenimiento de los pesticidas sintéticos que, en conjunto estimularon la producción.

Los fenómenos de resistencia a los pesticidas y la resurgencia de plagas, amenazó la seguridad de la producción agrícola y señalaron la inestabilidad inherente del enfoque unilateral (Solo por la intervención de medidas artificiales aplicadas por el hombre) del manejo de cultivos, de sus plagas y enfermedades. Investigaciones exhaustivas se realizaron para promover el desarrollo de nuevos medios de control: manipulación de predadores y agentes patogénicos, aprovechamiento de resistencia de la planta hospedera, uso de sustancias químicas modificadoras del comportamiento y la búsqueda de configuraciones de siembra menos susceptibles al ataque de plagas. Infelizmente, estos métodos se ven visto más como alternativas de exterminio de plagas que como tecnologías de uso corriente en el manejo de cultivos. La revisión de conceptos y recomendaciones objeto del presente seminario pretende provocar una conciencia holística para el manejo integral de cultivos, de modo que el hombre en su intervención obtenga los recursos que necesita para su subsistencia, un excedente para su bienestar y una recuperación de los recursos naturales de que dispone hoy para que sus hijos los usufructen mañana.

REFERENCIAS

- CANNON, G. PHILIP. 1990. Patología forestal en el Ecuador
Unidad de protección forestal. DINA/MAG-USAID. Mimeografiado. 209p.
- COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. 1982. Integrated pest management. Report No.93. CAST, Iowa, USA. 105P.
- EWUSIE, J. YANNEY. 1980. Elements of Tropical ecology. Heinemann, London. 205p.
- MANION, P.D. & LACHANCE, D.ed. 1992. Forest decline concepts. APS Press. 250p.
- MINISTERIO DE BIENESTAR SOCIAL, SUBSECRETARIA DE DESARROLLO RURAL. 1994. Manual ambiental. Uso de Plaguicidas y fertilizantes en las áreas PRONADER de la costa del Ecuador. Convenio de Cooperación Técnica

MRE/MBS/IICA/BIRF. 203P.

NATURAL RESOURCE INSTITUTE. 1991. Sinopse sobre o manejo integrado de pragas nos países tropicais em desenvolvimento. Relatório sintético solicitado pela equipe de Manejo Integrado de Pragas. NRI, Subdivisão científica da Superintendencia do Desenvolvimento no Exterior do Reino Unido. 19p.

LAS PRACTICAS DE MANEJO DE CULTIVOS COMO FACTOR DE ALTERACION DE LOS AGROECOSISTEMAS

Arturo Iván Garzón C.¹

CONSIDERACIONES GENERALES.

El aprovechamiento agrícola de la tierra enmarcado dentro de un determinado ecosistema, debe configurarse de tal forma, que llegue a cumplir con los objetivos de utilización, planteados de una manera estable y permanente. Partiendo de un ecosistema natural, el uso agrícola de aquel creará, sin duda alguna, alteraciones más o menos profundas, de acuerdo a los fines a los que haya sido destinado, así como a los sistemas que el hombre utilice sobre éste para alcanzar estos objetivos. Una alteración de este tipo quedará sin repercusiones significativas, sólo en el caso que el hombre llegue a entender y con ello a dominar racionalmente las técnicas apropiadas de este nuevo sistema, denominado "agroecosistema" (Koch y García, 1985).

Los agroecosistemas, comparados con el ecosistema natural, son relativamente más simples y están sometidos a frecuentes perturbaciones, principalmente por la intervención del hombre mediante las prácticas agronómicas. Así, cualquier cambio que se introduzca en las prácticas agronómicas en los agroecosistemas, puede cambiar las características de la planta y/o su ambiente. A su vez, estos cambios pueden influir en el grado de atracción de la planta o del medio para las plagas (Altieri, 1992).

Cualquier modificación tiene repercusiones que según el grado con el que se haya efectuado, vendrán a manifestarse tarde o temprano en ese ecosistema agredido. Por lo tanto se deberá eliminar, reducir o cambiar (según sea el caso) aquellas prácticas agronómicas que tiendan a inestabilizar, sobre todo en forma rápida e irreversible, aquellas condiciones naturales de fertilidad y equilibrio de ese ecosistema, por otras que tiendan a mejorar o al menos a mantener esas condiciones originales en la forma más estable posible y con ello, tratar de compensar este tipo de alteraciones negativas. Lo contrario, dará origen tarde o temprano a alteraciones profundas con consecuencias que podrían llegar a ser fatales en muchos casos, por su naturaleza irreversible, una vez que se haya pasado cierto punto, de gran parte de esa multitud de componentes en ese ecosistema, sobre los cuales precisamente descansa la estabilidad del mismo (Altieri, 1992; Zaffaroni y Enriquez, 1979).

¹ Ing. Agr. MSc. Fisiólogo. Departamento Nacional de Protección Vegetal. EET PICHILLINGUE, INIAP.

LA PLANTA CULTIVADA COMO FUNDAMENTO DEL AGROECOSISTEMA

Las plantas constituyen los entes fundamentales del agroecosistema. El hombre a través de las manipulaciones constantes de éste (preparación de la tierra, siembra de semillas selectas, cultivos, fertilización, riego, etc.) ha tratado de establecer la población de plantas del cultivo como dominantes ecológicos del agroecosistema. Estas plantas tienden a ser de una base genética uniforme, de edad uniforme y de espaciamiento uniforme, lo cual si bien ha permitido incrementar los rendimientos de los cultivos, se ha incentivado también la incidencia de problemas fitosanitarios dentro de éstos agroecosistemas (Altieri, 1992). Los factores incidentes son los siguientes:

- Expansión de los campos, en forma de monocultivos extensivos o patrones rotacionales cortos de baja diversidad de especies.
- Agrupación de campos con similar cultivo de especies y/o variedades, disminuyendo la diversidad tipo mosaico a nivel regional.
- Aumento de la densidad de cultivos hospederos, utilizando espaciamientos de los cultivos (densidades, poblaciones de plantas) que estimulan y favorecen brotes de plagas y epidemias.
- Aumento de la uniformidad de las poblaciones de hospederos disminuyendo con ello de diversidad genética. Cuando se altera el carácter genético de un cultivo para aumentar su rendimiento, prestando poca atención al ataque de las plagas, puede reducirse grandemente la resistencia natural a los insectos y patógenos.
- Otras prácticas agrícolas tales como fertilización, riego, aplicación de pesticidas y otras modificaciones ambientales de los cultivos, pueden hacer que las plantas sean más o menos susceptibles al ataque de plagas, enfermedades y malezas (Altieri, 1992).

EL ROL DE LAS PRACTICAS AGRICOLAS EN LOS AGROECOSISTEMAS.

Las potencialidades para el desarrollo de métodos culturales de control de plagas, depende de ciertas características del agroecosistema, las cuales incluyen: la diversidad de la vegetación, la permanencia del cultivo y la estabilidad climática (Coaker, 1987). Todos éstos excepto el clima pueden ser manipuladas para influir sobre las plagas o sus enemigos naturales. El principio fundamental del control cultural es, por consiguiente, modificar las prácticas de manejo de manera que el medioambiente sea menos favorable para la invasión, reproducción, supervivencia y

dispersión de plagas y así lograr reducciones en su número por debajo de los niveles de daño económico (Andrews y Howell, 1989).

Las modificaciones que se pueden realizar a las prácticas usuales de la producción de un cultivo, por lo general acarrea cambios, a veces sutiles tanto en la planta como en el ambiente. Así la atractividad y adecuamiento de la planta y el ambiente a las plagas puede verse alterada y en algunos casos; disminuir o agravar los problemas o aún crear otros nuevos. Modificaciones en el tiempo de aplicación y en las cantidades de riego o fertilizantes, uso de diferentes variedades,, espacio y madurez del cultivo, sucesión de cultivos; todas son prácticas que pueden tener impacto sobre las poblaciones de plagas y especies benéficas. Algunas modificaciones están diseñadas especialmente para producir el control cultural de ciertas especies; mientras que en otros, proveen la primera línea de defensa contra las plagas y la utilización de otras medidas represivas. Los pesticidas son solamente medidas suplementarias de intervención.

A continuación se señalarán algunos de los factores agronómicos que de ser implementados podrían ayudar a reconstruir al menos en parte el agroecosistema. Los límites a menudo son difíciles de definir con precisión, particularmente en mediantes complicados y sobre todo cuando las plagas presentan hábitos migratorios.

Diversidad vegetal

Existe una amplia evidencia experimental que demuestra que los problemas graves de plagas están ligados a la simplificación vegetacional, resultante de la adopción de monocultivos vastos (Altieri y Letourneau, 1982). En este contexto, la búsqueda de un enfoque ecológico al control de plagas, contempla la restauración de la diversidad en la agricultura. Se espera que agregando diversidad selectiva a los sistemas de cultivos, será posible incorporar en los agroecosistemas algunas de las propiedades de estabilidad de las comunidades naturales; ya que una completa diversidad y estabilidad de los ecosistemas solo será posible en una vegetación climax (Smith, 1981).

En condiciones de campos expuestos a concentraciones de una sola especie, se abren innumerables posibilidades para la invasión de plagas, proporcionando recursos concentrados y condiciones físicas uniformes que estimulan la población de insectos fitófagos. Las plantas son propensas a una mayor incidencia de enfermedades causadas por hongos, bacterias nemátodos y virus, además que se favorece una selección de genotipos de malezas oportunistas y competitivas.

En este sentido, será importante entonces, determinar que elementos de la diversidad necesitan retenerse o agregarse y cuales deben eliminarse para favorecer el manejo de las poblaciones de plagas.

Rotación de cultivos

Una de las prácticas agronómicas más antigua y difundida es la rotación de cultivos y tiene por objeto separar en tiempo y espacio la plaga de sus hospederos. Desde el punto de vista fitosanitario, este método consiste en alternar campañas con cultivos que no sean alcanzados por las mismas plagas. Así, es usual rotar maíz con soya, arroz con soya; para de esta manera interrumpir los ciclos biológicos de agentes fitopatógenos que no son comunes en ambos cultivos. Lo contrario favorecen el desarrollo de plagas y sus daños se acentúan.

Preparación de tierras

Una labor que tiene mucha importancia en el control de diversos agentes fitopatógenos y en especial para plagas insectiles, es la preparación de los suelos. Es indispensable que ella se haga lo mas perfecto posible para dejar el suelo limpio, suelto, mullido hasta una conveniente profundidad y sin terrones que favorezcan una germinación uniforme de las semillas y un buen enraizamiento de las plantas cultivadas. Existen casos que muchos insectos empupan en el suelo para completar su ciclo normal o para pasar periodos que les son desfavorables para su desarrollo.

En tales casos el pase de arados provoca la profundización de las pupas, imposibilitando la emergencia normal de los adultos, o por el contrario, los extrae exponiéndolos al frío, disecación por calor y a la acción de sus predadores o enemigos naturales.

Las araduras después de las cosechas permiten también incorporar al suelo los restos de tocones, malezas y plantas aisladas que pueden albergar insectos dañinos o servir de inóculo de ciertas enfermedades.

Sin embargo la preparación de los suelos puede también tener efectos catastróficos sobre los enemigos naturales. Así se ha demostrado que la labranza mínima permite un incremento de organismo benéficos, debido a que allí encuentran refugios físicos o fuentes alternativas de alimentos en la forma de invertebrados saprofiticos. Otra ventaja es que la cobertura de los restos del cultivo o de las malezas puede servir para proveer un camuflage a las plántulas germinadas, con lo que se minimiza la oviposición de adultos que sobrevuelan, o hace mas difícil para las larvas encontrar una plántula succulenta entre los rastrojos secos (Andrews y Howell, 1989)

Siembra.

La elección de una fecha apropiada de siembra realizada en un corto periodo y cuando las temperaturas del suelo son lo suficientemente altas, permite asegurar una

emergencia rápida y uniforme de las plantas, a la vez que escapan al ataque de fuertes infestaciones de organismos fitopatógenos. El criterio para decidir el momento oportuno de la siembra, deberá además coincidir con el desarrollo fenológico del cultivo de tal manera que el estado más susceptible del mismo, coincida con la época del año en que la plaga sea menos abundante.

La sincronización de las fechas de siembra dentro de una zona es una forma de uso ampliado de la estrategia para manejar las plagas. Esta uniformidad interzonal en la fecha de la siembra expone a un número máximo de hospederos al ataque de un número mínimo de plagas en la zona, con lo que se reduce el daño por planta individual (Coaker, 1987).

Otras medidas relacionadas con la siembra y que ayudan a la fitosanidad del cultivo esta relacionada también con la cantidad y calidad de la semilla a emplearse. Estas deberán ser consecuencia de recomendaciones basadas en resultados experimentales de varios años obtenida en diferentes zonas y en donde se ha tenido en cuenta la variación del clima, suelo, flora y fauna.

Fertilización

Los cultivos sembrados en suelos fértiles, o con una buena fertilización, produce plantas fisiológicamente vigorosas, de crecimiento rápido que son capaces de tolerar los ataques de cierta población de plagas; lo contrario plantas débiles que crecen en suelos pobres o que no han sido abonados pueden ser detenidas por un ataque de una población similar de plagas.

Las enfermedades no parasitarias son causadas por deficiencia o exceso de determinadas sustancias nutritivas. Es difícil diagnosticar este tipo de enfermedades, ya que los mismos síntomas pueden deberse a causas diferentes. Una vez diagnosticadas, es posible curarlas corrigiendo la aplicación de fertilizantes.

Mucho menos frecuente son las enfermedades parasitarias causadas por organismos patógenos tales como hongos, virus y bacterias. Cuanto más específicos son los requerimientos nutricionales de un parásito tanto más fácilmente se pueden impedir su desarrollo cambiando la combinación de nutrientes de la planta huésped.

Así por ejemplo, se sabe que un contenido elevado de nitrógeno fomenta enfermedades, que el potasio refuerza la resistencia y el fósforo es neutral en relación a las enfermedades. Los patógenos que atacan al follaje, pueden penetrar más fácilmente y desarrollarse con más rapidez en tejidos vegetales ricos en nitrógeno. Por otra parte, es posible influir sobre el desarrollo de las plagas cambiando el perfil de nutrientes del suelo y con ello de la planta. Sin embargo, el mejorar la base de nutrientes de la planta puede aumentar también la población de insectos dañinos.

Cultivos asociados y multicultivos

El tipo apropiado de diversificación del agroecosistema puede conducir a menos problemas de plagas, aunque solo existan unos pocos ejemplos de la exitosa aplicación de esta idea en la práctica.

En los trópicos, los cultivos asociados son una norma. El valor de estos sistemas para el manejo de plagas, solo está comenzando a ser explorado. Se conoce sin embargo, que pueden ser importantes en el control de malezas, plagas y enfermedades.

Los sistemas de multicultivos deberán ser estudiados para determinar su importancia y practicabilidad, así como identificar los mecanismos por los cuales resultan efectivos para reducir los daños de las plagas.

Manipulación de la fecha de cosecha

El momento de la cosecha puede determinarse mediante la elección de una determinada variedad; por otro lado el grado de madurez de la cosecha y el tiempo que permanezca en el campo el cultivo maduro influyen a su vez, sobre el desarrollo de los organismos nocivos. También el método de cosecha desempeña un papel importante en ese sentido.

Las cosechas tempranas son también útiles en los esfuerzos para minimizar el daño de muchos organismos patógenos que aumentan luego que el cultivo ha alcanzado la madurez fisiológica. Además de proteger la cosecha en sí, la recolección rápida y adelantada facilita también la destrucción de residuos.

Variedades cultivadas

Mediante la siembra de semillas selectas, el hombre ha establecido en los ecosistemas agrícolas poblaciones de plantas dominantes que tienen una base genética uniforme. Las características ecológicas y fisiológicas de esas plantas influyen grandemente en el desarrollo de plagas en el ecosistema (Herrera, 1981; Smith, 1981).

Especial mención merece el caso de variedades resistentes a las plagas como medio eficaz para disminuir los daños causados a los cultivos. Al respecto los mayores logros de los mejoradores de plantas ha sido en la selección para la resistencia a las enfermedades; aunque también se han obtenido conquistas notables en cuanto a resistencia contra insectos (Herrera, 1981).

Manejo del agua

Las diversas formas de riego pueden tener influencia en la incidencia de enfermedades sobre los cultivos. El agua sirve de medio para la germinación de las esporas, para el transporte de esporas móviles y, al gotear, para el transporte pasivo de patógenos.

Algunos agentes patógenos encuentran condiciones de crecimiento óptimas en un microclima húmedo, otros en un microclima seco.

Las posibilidades de manipulación del riego para evitar las enfermedades serán tanto mayores cuanto mejor se pueda regular el agua disponible. Así mismo deberá conocerse el efecto que podría tener sobre los cultivos la aplicación de riego por aspersión, ya que en muchos casos este ha cobrado gravedad especialmente en enfermedades foliares (Smith, 1981).

La anegación de los campos aunque está limitada al cultivo de arroz, constituye una práctica eficaz que permite el control de organismos nocivos y de malezas.

Manejo de malezas

Las malezas causan muchos problemas en los cultivos, compiten por recursos vitales, contaminan las cosechas y atraen y mantienen especies plaga. Sin embargo, la estimulación selectiva de ciertas especies puede ayudar en la fitoprotección.

La limpieza de los bordes de los campos es una práctica agronómica recomendable. Sin embargo, la vegetación de los bordes también puede albergar insectos benéficos, proveer habitat para la vida silvestre. Un estudio y análisis profundo indicará la conveniencia o el grado de limpieza que será útil practicar (Daxl y otros, 1994; Herrera, 1981).

Manejo de la sombra

Varios cultivos tropicales perennes se siembran bajo sombra y la manipulación de esa cobertura puede ser clave para el manejo de ciertos patógenos en estos cultivos. Dadas las características fisiológicas de las plantas C3 y C4, el manejo de la sombra constituye una práctica importante para el control cultural de especies de malezas del tipo C4, por lo general altamente susceptibles a la sombra (Anderson, 1983)

Por otra parte el manejo de la sombra (y en consecuencia de la humedad y el viento) pueden ser mas importantes en el manejo de las enfermedades de las plantas.

Destrucción de hospederos alternos

En muchos casos se puede lograr la completa prevención de ataques de plagas y enfermedades al eliminar ciertas especies de malezas de una plantación. En cuyo caso el control de malezas, cuando ayuda al manejo de agentes patógenos, constituye una práctica cultural de doble propósito (Andrews y Howell, 1989; Daxl y otros, 1994).

En cualquier cultivo se hace necesario la destrucción de las plantas voluntarias resultantes de semilla producida por el cultivo anterior, para evitar la acumulación de plagas y sus subsecuente migraciónb hacia el cultivo comercial (Smith, 1981)

Periodos libres de cultivo

En áreas subtropicales del mundo, la única restricción física para obtener cultivos todo el año es la humedad del suelo. Aun cuando el cultivo continuo tiene algunas ventajas económicas, puede tener también sus desventajas; especialmente en lo relacionado al control de plagas. Los cultivos continuos proveen a las especies plaga la oportunidad de reproducirse sin interrupción, pudiendo esto conducir a poblaciones extremadamente altas de aquellas especies que no están efectivamente reguladas por enemigos naturales.

En ciertos casos se puede provocar una mortalidad significativa de las plagas al asegurarse simplemente que no haya plantas hospederas por un periodo de tiempo que exceda un poco al ciclo biológico de la plaga objeto de atención. Esta técnica tiene mas éxito cuando es dirigida contra plagas que viven relativamente poco tiempo y que no son polífagas (Andrews y Howell, 1989).

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, W.** 1983. Weed Science. Principles. Second Edition. West Publishing. St., Minnesota. USA. 655 p.
- ANDREWS, K.; H. HOWELL.** 1989. Utilización de controles culturales. En Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Editado Por K. Andrews, J. Quezada. El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. pp 244-253.
- ALTIERI, M. y D. LETOURNEAUD.** 1982. Vegetation management biological control. In Agroecosystems. Crop Protection. pp 405-430.
- ALTIERI, M.** 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CETAL, Ediciones. Valparaiso, Chile. 131 p.
- COAKER, T.** 1987. Cultural methods. The crops. In Integrated pest management. Burn, A.; T. Coaker, P. Jepson. Editors. Academy Press. London. pp 69-88.
- DAXL, R.; N. von KAYSERLINGK, C. KLEIN-KOCH, R. LINK, H. WAIBEL.** 1994. El manejo integrado de plagas. Guía de orientación N. 246. GTZ. Rassdorf. 135p.
- HERRERA, J.** 1981. Prácticas agronómicas y su influencia sobre las plagas y sus daños. En. Segundo curso intensivo. Control integrado de plagas y enfermedades agrícolas. La Molina, 2 - 27 de febrero de 1981. Lima, Perú. 9p.
- KOCH, W.; J. E. GARCIA.** 1985. Aspectos biológicos y ecológicos en el combate de las malezas. En. Seminario Manejo integrado de malezas. Curso sobre combate integrado de malezas. Resúmenes. W. Koch; H. Walker; J. Sauerborn. Editores. Sept. 13 - 15 de 1983. Costa Rica. PLITS 3(2). 1985
- SMITH, R.** 1981. El agroecosistema y el manejo de pestes. En. Segundo curso intensivo. Control integrado de plagas y enfermedades agrícolas. La Molina, 2 - 27 de febrero de 1981. Lima, Perú. 10p.

ZAFFARONI, E. y G. ENRIQUEZ. 1979. Componentes del agroecosistema de cultivos de plantas perennes. En Control integrado de plagas en sistemas de producción de cultivos para pequeños agricultores. Vol. I. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Agosto 27 - Sept. 21 de 1979. pp 26 - 31.

TEMA: *Caracterización de los problemas fitosanitarios que afectan a los cultivos.*

Jorge Mendoza Mora²

INTRODUCCION

Para poder combatir cualquier tipo de plaga, es necesario reconocer los problemas que afectan los cultivos. En primer término, se debe saber que plagas se consideran perjudiciales?, como se reconocen? donde se encuentran? y que cultivos atacan?. Al respecto, es necesario destacar que no todos los organismos que invaden los cultivos son perjudiciales o dañinos.

A continuación se suministra información y métodos para identificar los diferentes tipos de plagas que afectan a los cultivos.

PLAGA

El término genérico de "plagas" designa a cualquier organismo que afecta a un cultivo, ya sea en forma directa o indirecta, causando pérdidas económicas. Existen plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos), organismos patógenos (hongo, bacterias, virus), las malezas y los vertebrados (roedores, pájaros).

TIPOS DE PLAGAS

Los insectos: La clase de los insectos comprende la mayor parte de las plagas de los cultivos. El número de especies es considerable y, por esta razón, sus caracteres y modo de vida son extremadamente variables; sin embargo, presentan un cierto número de caracteres comunes: su cuerpo esta conformado por tres regiones distintas que comprende la cabeza, el tórax y el abdomen. Cada una de estas regiones esta constituida por anillos o segmentos soldados mas o menos íntimamente. Por otra parte, la cabeza presenta antenas, el tórax tres pares de patas y, con frecuencia, dos pares de alas.

Si los caracteres de los insectos son muy diversos, lo mismos ocurre con sus modos de vida y de reproducción. Algunos insectos atacan a las plantas devorando hojas, tallos o raíces, y otros viven a expensas de la planta picando los tejidos para succionar la savia (ej: pulgones, mosca blanca, escamas, etc).

² Ing. Ag. M.Sc. Entomólogo. Dpto. Nacional Protección Vegetal. EET Pichilingue. INIAP

Algunos insectos son particularmente dañinos en su estado adulto (grillo, broca del café, polillas del tronco, etc) y otros causan daño únicamente en la fase larvaria (gusanos comedores de hoja, taladradores, etc).

La reproducción de los insectos precisa de una serie de transformaciones sucesivas que, en su conjunto, constituyen la metamorfosis. Algunos insectos no necesitan la fecundación de la hembra para reproducirse y los huevos no fecundados pueden evolucionar. Se dice entonces que son capaces de multiplicarse por partenogénesis. Este tipo de reproducción es frecuente en los pulgones.

ACAROS

Los ácaros son, en su mayoría, animales muy pequeños y están casi en el límite del campo de la visión humana. Poseen cuatro pares de pata, pero están desprovistos de antenas.

En las décadas recientes, mas precisamente a partir de los años 50, se ha reconocido una mayor importancia a estos artrópodos, al estudiar mejor su papel, por una parte como animales transmisores de enfermedades o causantes de problemas sanitarios en el hombre y animales domésticos y, por otra parte como plagas agrícolas de gran importancia.

En el caso de los cultivos, su significación como plagas se ha visto aumentada notablemente en años recientes, debido a la misma tecnificación de la producción agrícola, la cual, entre otros factores cuenta con la utilización de productos químicos (insecticidas y fungicidas orgánicos), muchos de ellos con poco o nulo poder acaricida, pero que pueden facilitar en forma indirecta el desarrollo de altas poblaciones de ácaros fitófagos, llevándolos en esta forma a convertirse en factores limitantes de la producción económica de cosechas.

Por su naturaleza animal los ácaros poseen una gran capacidad de adaptación que les permite vivir en los hábitats mas variados, desde las condiciones polares hasta las mas tropicales del planeta; en los desiertos, así como en el agua de los ríos, lagunas, fuentes termales y hasta en las profundidades marinas.

En las plantas los ácaros son capaces de vivir a expensas de todas las partes aéreas donde pueden atacar sobre la superficie de las hojas, vivir de los tejidos jóvenes de las yemas o formar agallas. También pueden vivir de las partes subterráneas y en productos almacenados.

PATOGENOS Y ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

Los patógenos de las plantas son microorganismos que afectan el desarrollo normal de una planta. Estos agentes pueden perjudicar o destruir una planta al causarle una enfermedad.

Una enfermedad se define como el conjunto de síntomas que afecta el desarrollo normal de una planta. Las enfermedades de las plantas se dividen en dos grupos.

A. ENFERMEDADES NO PARASITARIAS: Estas enfermedades no se originan por organismos vivos. Las temperaturas demasiado altas o bajas, los productos químicos venenosos, la falta o el exceso de agua o un desequilibrio mineral pueden afectar la fisiología de la planta ocasionando manifestaciones anormales en la misma.

B. ENFERMEDADES PARASITARIAS. Estas enfermedades son causadas por organismos vivos llamados patógenos que viven en la planta y se alimentan de ella. Estos agentes patógenos producen enfermedades transmisibles de una planta a otra.

Existen varios microorganismos que producen enfermedades parasitarias de las plantas; entre ellos se encuentran los siguientes:

1. HONGOS. Alrededor de dos tercios de las enfermedades de las plantas son causadas por hongos. Se conocen cerca de 100.000 especies de las cuales la mayoría son saprófitos obligados, pero alrededor de 8000 son fitoparásitos.

Los hongos carecen de clorofila y por tanto deben obtener sus alimentos ya elaborados. La pared celular de los hongos esta formada por quitina, celulosa o ambas, permitiéndoles un alto grado de interacción con el substrato; en el caso de los hongos fitopatógenos esto tiene gran importancia, tanto para la absorción de nutrientes como para la secreción de enzimas y metabolitos.

La mayoría de los hongos fitopatógenos tienen estructuras poco conspicuas, por lo general el micelio se extiende dentro de los tejidos del hospedante y no es posible observarlo a simple vista. A la superficie, corrientemente, solo afloran las estructuras reproductivas y éstas son microscópicas o difícilmente visibles a simple vista.

2. BACTERIAS. El número de enfermedades bacterianas que afecta las plantas superiores es pequeño en comparación con el de las enfermedades fungosas. Hay solamente cerca de 200 especies de bacterias

fitopatógenas; sin embargo, algunas de ellas causan enfermedades sumamente serias, como la marchitez vascular de las solanáceas y pudriciones suaves de frutas y hortalizas.

Las bacterias son organismos unicelulares cuyo tamaño oscila entre 0,3 y 1.0 μm de ancho y 0,6 y 4,5 μm de largo. Se producen rápidamente por fisión binaria. No tienen núcleo definido, sino que el material genético está distribuido en el citoplasma; no tienen núcleo ni experimentan la mitosis típica, pero el material genético se distribuye por partes iguales en las dos células hijas que se forman en cada división.

Las bacterias tienen una pared celular formada por proteínas y carbohidratos (pero sin celulosa), que da a la célula una forma definida. Con excepción de Strptomyces, los géneros de bacterias fitopatógenos tienen forma de cilindros o varillas cortas (bacilos). Muchas especies tienen flagelos que les permiten moverse en agua; la posición y el número de los flagelos se utiliza en la caracterización de los diferentes géneros. Los flagelos que aparecen en los extremos de la célula se denominan "polares" y los que están distribuidos alrededor de la célula "periféricos".

La mayoría de las bacterias fitopatógenas están rodeadas de una cápsula mucilaginosa, más o menos densa y de espesor variable, formada por polisacáridos; este material externo tiene importancia en patogenésis y en la sobrevivencia de las bacterias.

Son muy pocas las especies de plantas cultivadas que no son atacadas por enfermedades bacterianas; hay muchos cultivos, como tomate y frejol, que sufren cuatro, cinco o más bacteriosis. La mayoría de las especies de bacterias fitopatógenas tienen varios hospedantes, a veces en familias muy distantes taxonómicamente unas de otras; Pseudomona solanacearum ataca al tomate, la papa, el tabaco, el maní, el gengibre y otros. Erwinia caratovora ataca la cebolla, la zanahoria, la papa, el repollo y muchos más.

Entre las enfermedades bacterianas se pueden encontrar tipos tan variados en sintomatología como entre las enfermedades fungosas. Hay casos de podredumbres suaves debidas a la disolución de la lámina media de las paredes celulares, lesiones localizadas en hojas y frutos en que no se encuentran bacterias en el tejido normal alrededor de la lesión; necrosis extensivas del follaje y el tallo, en que las bacterias se encuentran dispersas en el tejido circunvecino a la lesión; marchiteces debidas a acumulación de sustancias, tanto de origen bacteriano como del tejido del hospedante en los conductos del xilema; agallas debidas a estímulos celulares que resultan en hiperplasias e hipertrofia.

Muchas bacterias penetran en la planta por los estomas o aperturas similares; para esto, necesitan desplazarse a través de una gota o película de agua para llegar a la cavidad subestomática. Casi todas las bacterias que causan necrosis foliares penetran en esta forma. Las bacterias que causan marchiteces, podredumbre suave o agallas necesitan heridas para penetrar. Ninguna bacteria es capaz de penetrar directamente en el hospedante; porque no son capaces de atravesar la cutícula y las capas de corcho.

A pesar de su fragilidad, las bacterias son tan numerosas, y penetran con tanta rapidez en la planta, que a menudo escapan a la acción de pesticidas superficiales y causan ataques destructivos cuando las condiciones ambientales, especialmente la humedad, son favorables. Una vez dentro de los tejidos del hospedante las bacterias se multiplican rápidamente hasta alcanzar millones, especialmente en órganos jóvenes y suculentos. A medida que maduran los tejidos, disminuye el contenido de humedad y de nutrientes disponibles, al tiempo que aumenta el grosor de las paredes celulares y aparecen otras barreras, mecánicas y químicas. Todo esto limita el avance de las bacterias y en muchos casos lo detiene.

VIRUS. Las enfermedades virales de las plantas son muy numerosas y a menudo causan pérdidas severas; solamente los hongos superan a los virus en cuanto a su importancia como fitopatógenos. Ciertas características de los virus, como lo íntimo de su asociación con la planta y el papel preponderante de los vectores en su diseminación, hacen que las enfermedades virales difieran de las fungosas y bacterianas en muchos aspectos.

Los virus son entes infecciosos submicroscópicos, compuestos de una o varias moléculas de ácido nucleico. La mayoría de los virus que afectan las plantas consisten de ácido ribonucleico (ARN); mientras que, la mayoría de los que afectan a los animales consisten de ácido desoxirribonucleico (AND). Los virus se multiplican solamente dentro de las células vivas; el ácido nucleico viral contiene toda la información genética necesaria para organizar su propia multiplicación pero depende por entero de componentes aportados por la célula, en ocasiones este proceso de multiplicación requiere la presencia de otros virus.

Los virus fitopatógenos tienen partículas de forma alongada o poliédrica. Los virus no disponen de medios para penetrar en la célula por sí solos, de manera que deben ser introducidos a través de heridas por agentes externos. Una vez que el protoplasma, la proteína de la partícula invasora se separa del ácido nucleico, éste provoca una serie de alteraciones metabólicas, que hacen que la célula se dedique a producir más virus. El ácido nucleico invasor actúa como un molde genético que la célula "copia" e incorpora en su mecanismo de síntesis.

La mayoría de las infecciones virales se inician en las hojas, por ser éstos órganos los más accesibles a los agentes transmisores.

Los síntomas de las enfermedades virales son progresivas y pueden variar; esto depende de la combinación virus-hospedante y de otros factores, como las condiciones ambientales y el estado fisiológico del hospedante.

En general, los virus causan cambios de color, forma y tamaño de las plantas. La gran mayoría provoca debilitamiento general y reducción de la capacidad productiva, pero muy pocos matan al hospedante.

El síntoma más común en el follaje es el mosaico, que consiste de áreas amarillas o verde claro, alternando con áreas verde oscuro en la lámina de la hoja; este síntoma se debe a la inhibición de la formación de cloroplastos. Otros efectos comunes en el follaje incluyen amarillamiento, necrosis de las venas o de la lámina, deformación, encrespamiento y epinastia. En la planta, la infección puede ocasionar enanismo, proliferación de ramas, disminución de yemas florales o caída prematura de los frutos. Algunos virus no producen síntomas evidentes, solamente una ligera disminución de la cosecha.

En el campo, la mayoría de los virus que afectan a las plantas son transmitidos por insectos, solo unos pocos lo son por nematodos, hongos o ácaros. Los vectores más importantes son los áfidos, cigarritas, crisomélidos, mocos blancos, cochinillas y trips. Otra forma de transmisión de virus es a través de la propagación vegetativa, por semilla y transmisión mecánica.

NEMATODOS. Los nematodos son gusanos triplo-blásticos lisos, con simetría bilateral y sin segmentos. La mayoría son de forma cilíndrica, pero las hembras adultas de algunas especies son fusiformes o piriformes. Los nematodos son difíciles de observar en el suelo por su tamaño diminuto y por ser angostos y translúcidos, pero si se les aísla y se les coloca en agua, aun los más pequeños pueden verse fácilmente.

Algunos nematodos fitoparásitos se localizan en las yemas en los tallos y en las hojas, pero la mayoría se alojan y alimentan en las raíces u otros órganos subterráneos.

Algunos nematodos fitoparásitos se alimentan a través del estilete, inyectando en las células una secreción enzimática llamada saliva. Esta secreción provoca una digestión extra-oral; el contenido de las células se torna más fluida y más fácil de ingerir y asimilar. El contenido

Algunos insectos son particularmente dañinos en su estado adulto (grillo, broca del café, polillas del tronco, etc) y otros causan daño únicamente en la fase larvaria (gusanos comedores de hoja, taladradores, etc).

La reproducción de los insectos precisa de una serie de transformaciones sucesivas que, en su conjunto, constituyen la metamorfosis. Algunos insectos no necesitan la fecundación de la hembra para reproducirse y los huevos no fecundados pueden evolucionar. Se dice entonces que son capaces de multiplicarse por partenogénesis. Este tipo de reproducción es frecuente en los pulgones.

ACAROS

Los ácaros son, en su mayoría, animales muy pequeños y están casi en el límite del campo de la visión humana. Poseen cuatro pares de pata, pero están desprovistos de antenas.

En las décadas recientes, mas precisamente a partir de los años 50, se ha reconocido una mayor importancia a estos artrópodos, al estudiar mejor su papel, por una parte como animales transmisores de enfermedades o causantes de problemas sanitarios en el hombre y animales domésticos y, por otra parte como plagas agrícolas de gran importancia.

En el caso de los cultivos, su significación como plagas se ha visto aumentada notablemente en años recientes, debido a la misma tecnificación de la producción agrícola, la cual, entre otros factores cuenta con la utilización de productos químicos (insecticidas y fungicidas orgánicos), muchos de ellos con poco o nulo poder acaricida, pero que pueden facilitar en forma indirecta el desarrollo de altas poblaciones de ácaros fitófagos, llevándolos en esta forma a convertirse en factores limitantes de la producción económica de cosechas.

Por su naturaleza animal los ácaros poseen una gran capacidad de adaptación que les permite vivir en los hábitats mas variados, desde las condiciones polares hasta las mas tropicales del planeta; en los desiertos, así como en el agua de los ríos, lagunas, fuentes termales y hasta en las profundidades marinas.

En las plantas los ácaros son capaces de vivir a expensas de todas las partes aéreas donde pueden atacar sobre la superficie de las hojas, vivir de los tejidos jóvenes de las yemas o formar agallas. También pueden vivir de las partes subterráneas y en productos almacenados.

PATOGENOS Y ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

Los patógenos de las plantas son microorganismos que afectan el desarrollo normal de una planta. Estos agentes pueden perjudicar o destruir una planta al causarle una enfermedad.

Una enfermedad se define como el conjunto de síntomas que afecta el desarrollo normal de una planta. Las enfermedades de las plantas se dividen en dos grupos.

A. ENFERMEDADES NO PARASITARIAS: Estas enfermedades no se originan por organismos vivos. Las temperaturas demasiado altas o bajas, los productos químicos venenosos, la falta o el exceso de agua o un desequilibrio mineral pueden afectar la fisiología de la planta ocasionando manifestaciones anormales en la misma.

B. ENFERMEDADES PARASITARIAS. Estas enfermedades son causadas por organismos vivos llamados patógenos que viven en la planta y se alimentan de ella. Estos agentes patógenos producen enfermedades transmisibles de una planta a otra.

Existen varios microorganismos que producen enfermedades parasitarias de las plantas; entre ellos se encuentran los siguientes:

1. HONGOS. Alrededor de dos tercios de las enfermedades de las plantas son causadas por hongos. Se conocen cerca de 100.000 especies de las cuales la mayoría son saprófitos obligados, pero alrededor de 8000 son fitoparásitos.

Los hongos carecen de clorofila y por tanto deben obtener sus alimentos ya elaborados. La pared celular de los hongos esta formada por quitina, celulosa o ambas, permitiéndoles un alto grado de interacción con el substrato; en el caso de los hongos fitopatógenos esto tiene gran importancia, tanto para la absorción de nutrientes como para la secreción de enzimas y metabolitos.

La mayoría de los hongos fitopatógenos tienen estructuras poco conspicuas, por lo general el micelio se extiende dentro de los tejidos del hospedante y no es posible observarlo a simple vista. A la superficie, corrientemente, solo afloran las estructuras reproductivas y éstas son microscópicas o difícilmente visibles a simple vista.

2. BACTERIAS. El número de enfermedades bacterianas que afecta las plantas superiores es pequeño en comparación con el de las enfermedades fungosas. Hay solamente cerca de 200 especies de bacterias

fitopatógenas; sin embargo, algunas de ellas causan enfermedades sumamente serias, como la marchitez vascular de las solanáceas y pudriciones suaves de frutas y hortalizas.

Las bacterias son organismos unicelulares cuyo tamaño oscila entre 0,3 y 1.0 μm de ancho y 0,6 y 4,5 μm de largo. Se producen rápidamente por fisión binaria. No tienen núcleo definido, sino que el material genético está distribuido en el citoplasma; no tienen núcleo ni experimentan la mitosis típica, pero el material genético se distribuye por partes iguales en las dos células hijas que se forman en cada división.

Las bacterias tienen una pared celular formada por proteínas y carbohidratos (pero sin celulosa), que da a la célula una forma definida. Con excepción de Streptomyces, los géneros de bacterias fitopatógenas tienen forma de cilindros o varillas cortas (bacilos). Muchas especies tienen flagelos que les permiten moverse en agua; la posición y el número de los flagelos se utiliza en la caracterización de los diferentes géneros. Los flagelos que aparecen en los extremos de la célula se denominan "polares" y los que están distribuidos alrededor de la célula "peritricos".

La mayoría de las bacterias fitopatógenas están rodeadas de una cápsula mucilaginosa, más o menos densa y de espesor variable, formada por polisacáridos; este material externo tiene importancia en patogenésis y en la sobrevivencia de las bacterias.

Son muy pocas las especies de plantas cultivadas que no son atacadas por enfermedades bacterianas; hay muchos cultivos, como tomate y frejol, que sufren cuatro, cinco o más bacteriosis. La mayoría de las especies de bacterias fitopatógenas tienen varios hospedantes, a veces en familias muy distantes taxonómicamente unas de otras; Pseudomonas solanacearum ataca al tomate, la papa, el tabaco, el maní, el gengibre y otros. Erwinia caratovora ataca la cebolla, la zanahoria, la papa, el repollo y muchos más.

Entre las enfermedades bacterianas se pueden encontrar tipos tan variados en sintomatología como entre las enfermedades fúngicas. Hay casos de podredumbres suaves debidas a la disolución de la lámina media de las paredes celulares, lesiones localizadas en hojas y frutos en que no se encuentran bacterias en el tejido normal alrededor de la lesión; necrosis extensivas del follaje y el tallo, en que las bacterias se encuentran dispersas en el tejido circunvecino a la lesión; marchiteces debidas a acumulación de sustancias, tanto de origen bacteriano como del tejido del hospedante en los conductos del xilema; agallas debidas a estímulos celulares que resultan en hiperplasias e hipertrofia.

Muchas bacterias penetran en la planta por los estomas o aperturas similares; para esto, necesitan desplazarse a través de una gota o película de agua para llegar a la cavidad subestomática. Casi todas las bacterias que causan necrosis foliares penetran en esta forma. Las bacterias que causan marchiteces, podredumbre suave o agallas necesitan heridas para penetrar. Ninguna bacteria es capaz de penetrar directamente en el hospedante; porque no son capaces de atravesar la cutícula y las capas de corcho.

A pesar de su fragilidad, las bacterias son tan numerosas, y penetran con tanta rapidez en la planta, que a menudo escapan a la acción de pesticidas superficiales y causan ataques destructivos cuando las condiciones ambientales, especialmente la humedad, son favorables. Una vez dentro de los tejidos del hospedante las bacterias se multiplican rápidamente hasta alcanzar millones, especialmente en órganos jóvenes y suculentos. A medida que maduran los tejidos, disminuye el contenido de humedad y de nutrientes disponibles, al tiempo que aumenta el grosor de las paredes celulares y aparecen otras barreras, mecánicas y químicas. Todo esto limita el avance de las bacterias y en muchos casos lo detiene.

VIRUS. Las enfermedades virales de las plantas son muy numerosas y a menudo causan pérdidas severas; solamente los hongos superan a los virus en cuanto a su importancia como fitopatógenos. Ciertas características de los virus, como lo íntimo de su asociación con la planta y el papel preponderante de los vectores en su diseminación, hacen que las enfermedades virales difieran de las fungosas y bacterianas en muchos aspectos.

Los virus son entes infecciosos submicroscópicos, compuestos de una o varias moléculas de ácido nucleico. La mayoría de los virus que afectan las plantas consisten de ácido ribonucleico (ARN); mientras que, la mayoría de los que afectan a los animales consisten de ácido desoxirribonucleico (AND). Los virus se multiplican solamente dentro de las células vivas; el ácido nucleico viral contiene toda la información genética necesaria para organizar su propia multiplicación pero depende por entero de componentes aportados por la célula, en ocasiones este proceso de multiplicación requiere la presencia de otros virus.

Los virus fitopatógenos tienen partículas de forma alargada o poliédrica. Los virus no disponen de medios para penetrar en la célula por sí solos, de manera que deben ser introducidos a través de heridas por agentes externos. Una vez que el protoplasma, la proteína de la partícula invasora se separa del ácido nucleico, éste provoca una serie de alteraciones metabólicas, que hacen que la célula se dedique a producir más virus. El ácido nucleico invasor actúa como un molde genético que la célula "copia" e incorpora en su mecanismo de síntesis.

La mayoría de las infecciones virales se inician en las hojas, por ser éstos órganos los más accesibles a los agentes transmisores.

Los síntomas de las enfermedades virales son progresivas y pueden variar; esto depende de la combinación virus-hospedante y de otros factores, como las condiciones ambientales y el estado fisiológico del hospedante.

En general, los virus causan cambios de color, forma y tamaño de las plantas. La gran mayoría provoca debilitamiento general y reducción de la capacidad productiva, pero muy pocos matan al hospedante.

El síntoma más común en el follaje es el mosaico, que consiste de áreas amarillas o verde claro, alternando con áreas verde oscuro en la lámina de la hoja; este síntoma se debe a la inhibición de la formación de cloroplastos. Otros efectos comunes en el follaje incluyen amarillamiento, necrosis de las venas o de la lámina, deformación, encrespamiento y epinastia. En la planta, la infección puede ocasionar enanismo, proliferación de ramas, disminución de yemas florales o caída prematura de los frutos. Algunos virus no producen síntomas evidentes, solamente una ligera disminución de la cosecha.

En el campo, la mayoría de los virus que afectan a las plantas son transmitidos por insectos, solo unos pocos lo son por nematodos, hongos o ácaros. Los vectores más importantes son los áfidos, cigarritas, crisomélidos, mocos blancos, cochinillas y trips. Otra forma de transmisión de virus es a través de la propagación vegetativa, por semilla y transmisión mecánica.

NEMATODOS. Los nematodos son gusanos triplo-blásticos lisos, con simetría bilateral y sin segmentos. La mayoría son de forma cilíndrica, pero las hembras adultas de algunas especies son fusiformes o piriformes. Los nematodos son difíciles de observar en el suelo por su tamaño diminuto y por ser angostos y translúcidos, pero si se les aísla y se les coloca en agua, aun los más pequeños pueden verse fácilmente.

Algunos nematodos fitoparásitos se localizan en las yemas en los tallos y en las hojas, pero la mayoría se alojan y alimentan en las raíces u otros órganos subterráneos.

Algunos nematodos fitoparásitos se alimentan a través del estilete, inyectando en las células una secreción enzimática llamada saliva. Esta secreción provoca una digestión extra-oral; el contenido de las células se torna más fluida y más fácil de ingerir y asimilar. El contenido

protoplasma, modificado en esa forma, es succionado a través del mismo estilete. La secreción salival también determina el tipo de efecto patológico que cada especie de nematodo provoca en el tejido del hospedante.

La mayoría de los nematodos fitoparásitos pueden considerarse parásitos obligados, ya que rara vez se alimentan de otra cosa que no sea el contenido de las células vivas de los tejidos de las plantas. Pero son poco específicos; la mayoría ataca a numerosas especies, y frecuentemente esta amplia gama de hospedantes incluye familias de plantas muy diferentes entre sí.

Cuando el efecto detrimental de los nematodos se deriva de daños ocasionados a la raíz, los síntomas aéreos son esencialmente los mismos que resulten de cualquier condición que afecta el funcionamiento del sistema radical. Las plantas afectadas aparecen débiles, poco resistentes a la sequía y a la falta de nutrimentos. En algunas de ellas, particularmente en los árboles, las hojas pueden presentarse más pequeñas, cloróticas y con tendencia a desprenderse prematuramente.

Los síntomas que pueden presentarse en las partes subterráneas (raíz, bulbos, estolones o rizomas) son: agallas o nodulos radiculares, necrosis superficial de las raíces, lesiones internas, ramificación excesiva de las raíces, heridas o malformación del ápice de la raíz y pudriciones.

MALEZAS: Son otra plaga que puede perjudicar a los cultivos. Las malezas son plantas que están de más. Estas plantas causan problemas porque absorben los nutrientes y ocupan el espacio necesario para los cultivos. Además, resultan peligrosas y de importancia económica porque sirven de hospedero a patógenos o insectos y porque pueden reducir la calidad y rendimiento de los cultivos.

Las malezas tienen ciclos de vida que varían de uno a varios años. Según su ciclo de vida, se dividen en tres grupos: anuales, bianuales y perennes.

ROEDORES: Los roedores, como los ratones y las ratas, se comen los granos cultivados y almacenados. Estos animales constituyen un peligro para la salud humana porque contaminan o ensucian el grano. Las ratas y ratones son roedores de cola larga y cuerpo cubierto de pelos.

Estos animales pueden treparse y nadar. Su hábitat favorito se encuentra cerca de las tuberías de desagüe y las vías de agua porque

necesitan beber agua todos los días. Las ratas y los ratones usan sus dientes para morder y masticar.

Las señales dejadas por lo roedores incluyen huellas de patas y colas; senderos trazados en el pasto y la tierra; excrementos pequeños y húmedos de color negro brillante; marcas de mordeduras y un olor desagradable que proviene de grano alacado. Los roedores son una plaga peligrosa.

PAJAROS: Hay muchos tipos de pájaros. Los pájaros se comen el grano almacenado y los cultivos del campo. Como los roedores, contaminan nuestros alimentos y reducen la cantidad de alimento que puede consumirse sin riesgos. Los pájaros pueden causar daños graves a los cultivos de granos, frutales y hortalizas. Además, pueden transmitir muchas enfermedades. Estas aves viven en nidos contruidos con ramitas, hoja, paja y otro materiales accesibles. Los pájaros son animales de costumbre, por eso, repiten sus acciones en el mismo lugar.

Las señales de daño son marcas de picaduras, plumas y excrementos.

ENFERMEDAD: *Conceptos y definiciones, características y clasificación.*

Gustavo Macías Castro¹

Una enfermedad puede ser definida como toda alteración orgánica o funcional, mas o menos grave para la vida de la planta, o tambien el conjunto de fenómenos que se producen en ella como consecuencia de alguna acción patógena o fisiogénica, que afecta los procesos fisiológicos normales. La enfermedad es una condición anormal que involucra cambios anormales en la forma, fisiología, integridad o comportamiento de la planta. Tales cambios pueden dar como resultado un deterioro parcial o muerte de una parte o de toda la planta.

Las causas principales de enfermedad son organismos vivos patógenos o factores ambientales. Los mecanismos específicos por los cuales se producen las enfermedades varían considerablemente con el agente causal y a veces con la planta. Primero la planta reacciona al agente causal en el sitio de ataque. La reacción, de naturaleza química, es invisible. Sin embargo, cuando la reacción llega a difundirse y existen cambios a nivel de tejido, la manifestación se le puede observar y constituye los síntomas de la enfermedad.

Las células y tejidos de la planta enferma son debilitados o destruidos por los agentes causales. La clase de células y tejidos infectados determinan el tipo de función fisiológica que será afectada primeramente. Por ejemplo, la infección de la raíz (pudriciones radicales) interfiere con la absorción de agua y nutrientes del suelo; la infección del follaje (manchas foliares, tizones y mosaicos) interfiere con la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis, etc.

En contraste, hay otro grupo de enfermedades que en lugar de provocar un debilitamiento o destrucción de las células, éstas son estimuladas para dividirse mucho más rápido (hiperplasia) o para tener un tamaño mayor (hipertrofia) que las células normales.

¹ Ing. Agr. Msc. Fitopatólogo. Dpto. Nacional de Protección Vegetal. EET Pichilingue. INIAP

II. Enfermedades no infecciosas o abióticas causadas por: alta o baja temperatura, falta o exceso de humedad relativa, falta o exceso de humedad del suelo, falta o exceso de luz, falta de oxígeno, contaminación del aire, deficiencia de nutrientes, toxicidad por minerales, acidez o alcalinidad del suelo, toxicidad por agroquímicos y prácticas culturales inadecuadas.

Enfermedades ocasionadas por hongos

Los hongos son organismos pequeños, generalmente microscópicos que carecen de clorofila. La mayoría de las 100.000 especies de hongos que se conocen son estrictamente saprófitos y viven sobre materia orgánica muerta. Sin embargo, alrededor de 8000 causan enfermedades en las plantas. Los hongos tienen un cuerpo vegetativo que consta de filamentos continuos más o menos alargados que pueden o no poseer paredes transversales o septas. Al cuerpo del hongo se lo llama micelio y a cada uno de los filamentos que componen el micelio se los denomina hifas. Estas son de diámetro variable, entre 0.5 μm y más de 100 μm . El micelio puede ser septado si está constituido por células con 1 o 2 núcleos; o cenocítico si está integrado por una célula continua multinucleada y tubular que puede o no ramificarse. Algunos hongos inferiores carecen de micelio verdadero y producen un plasmodio multinucleado, amiboideo (como en los Mixomicetos) o un sistema de filamentos más o menos distinto y que varía constantemente, denominado rizomicelio (como en los Chitridiomycetes).

La reproducción en los hongos se lleva a cabo principalmente por esporas que pueden estar constituidas por 1 o varias células. En los hongos inferiores, las esporas asexuales se forman en el interior de un saco llamado esporangio, algunas de las cuales poseen flagelos que les permite moverse y se llaman zoosporas. Otros hongos producen esporas asexuales denominadas conidios que se desprenden de células terminales o laterales de hifas especializadas llamadas conidióforos o formadas en el interior de estructuras de pared gruesa llamadas picnidios

La reproducción sexual, que puede llevarse por la unión de un par de células (gametos) para formar un cigoto. En la clase Ascomycetes se producen 8 esporas sexuales en el cigoto (asca) y a esas esporas se las llama ascosporas. Los basidiomicetes, en cambio forman sus esporas fuera del cigoto (basidio) y a estas esporas se las denomina basidiosporas.

La mayoría de los hongos fitopatógenos pasan parte de su vida en las plantas que le sirven de hospedantes y otra parte de ella en el suelo o en residuos vegetales. Algunos pasan todo su ciclo de vida sobre el

hospedero y solo sus esporas son depositadas en el suelo donde permanecen en reposo hasta que son llevadas a un hospedante en el que germinarán y se reproducirán. Otros hongos pasan parte de su ciclo de vida como parásitos y parte de él como saprófitos sobre los tejidos muertos, manteniéndose en estrecha relación con el hospedante sea que esté vivo o muerto. Por otra parte, existen hongos conocidos como parásitos obligados que solo se desarrollan cuando se asocian a las células vivas de las plantas y son incapaces de nutrirse de células muertas.

La supervivencia de la mayoría de los hongos depende en gran medida de las condiciones de temperatura y humedad o de la presencia de agua en el ambiente. En general, el micelio puede sobrevivir dentro de rangos de -5 a 45 °C, sin embargo, las esporas resisten rangos bastante amplios de temperatura y humedad. Los hongos que producen zoosporas requieren de agua libre para la producción, movimiento y germinación de estas estructuras.

Los hongos se diseminan a través del viento, agua, aves, insectos, otros animales y el hombre, principalmente en forma de esporas, micelio y esclerocios.

Enfermedades ocasionadas por bacterias

Se conocen alrededor de 80 especies de bacterias fitopatógenas, algunas de ellas con varios patovares. Las bacterias son microorganismos procariotes, es decir, carecen de membrana nuclear. La mayoría tienen forma de bastón, a excepción de Streptomyces que tiene forma filamentosa, el tamaño fluctúa entre $0.6 - 3.5$ μm de largo y 0.5 a 1.0 μm de ancho.

Las paredes celulares de las bacterias están cubiertas por una capa mucilaginosa denominada cápsula. La mayoría de las bacterias poseen flagelos, algunas presentan 1 solo flagelo, mientras que otras tienen un ramillete de flagelos en su extremo o distribuidos en toda su superficie. La pared celular es delgada, relativamente firme y un poco rígida que permite la entrada de nutrientes y la salida de desechos, enzimas digestivas y otros productos. La membrana citoplasmática que determina el grado de permeabilidad selectiva de las distintas sustancias.

La reproducción de las bacterias es por fisión binaria que se origina por la invaginación de la membrana citoplasmática hacia la parte central de la célula formando un tabique transversal membranoso que divide al citoplasma en dos partes aproximadamente iguales. las

bacterias se reproducen muy rápido, en condiciones favorables el ciclo es de 20 minutos, de tal forma que 1 bacteria podría, bajo estas condiciones, producir 1 millón de células bacterianas en 10 horas.

Por lo general, las bacterias fitopatógenas se desarrollan principalmente como parásitas en el hospedante y parcialmente en el suelo como saprófitas, pero existen grandes diferencias entre las especies en cuanto al grado de desarrollo en uno u otro ambiente. Algunas bacterias como Erwinia amylovora producen sus poblaciones en la planta mientras que en el suelo su número disminuye con rapidez. Otras como Agrobacterium tumefaciens y Pseudomonas solanacearum producen parte de sus poblaciones en el suelo, y viven principalmente sobre los órganos vegetales o saprofiticamente rodeadas de su mucilago que las protege de factores adversos.

Pueden sobrevivir en o sobre las semillas, otros órganos de las plantas, insectos, etc. La diseminación de las bacterias de una planta a otra o a otras partes de la misma planta se efectúa principalmente a través del agua, insectos, diversos animales y el hombre.

Los géneros de bacterias fitopatógenas son Pseudomonas, Xanthomonas, Agrobacterium, Erwinia, Clavibacter (Corynebacterium) y Streptomyces.

Enfermedades producidas por virus.

Los virus son entidades tan pequeñas que no se pueden observar con el microscopio óptico. De cerca de dos millares de virus conocidos hasta la fecha, una cuarta parte infectan y producen enfermedades en las plantas. Un solo virus puede infectar a una o varias docenas de plantas y una planta puede ser atacada por uno o muchos virus distintos.

Los virus como parásitos obligados producen enfermedades no mediante el consumo de células o matándolas con toxinas, sino alterando el metabolismo de ellas lo que conduce a que la célula desarrolle sustancias anormales y condiciones que influyen negativamente sobre las funciones y vida de la célula o del organismo.

Los virus fitopatógenos a menudo tienen forma de varillas rígidas o filamentos ondulados (forma de bacilos) y esféricos (isométricos o poliédricos). Algunos virus alargados, como el virus del mosaico del tabaco y el virus del mosaico estriado de la cebada tienen forma de varilla rígida y sus dimensiones aproximadas son 15 x 300 nm y 20 x 130 nm, respectivamente.

Los virus esféricos tienen un diámetro que va desde casi 17 nm como el virus de la necrosis del tabaco hasta 60 nm en el caso de el virus de los tumores de las heridas. La mayoría de los virus constan de un solo componente, sin embargo, otros como el virus sonajero del tabaco se encuentran constituidos de dos varillas que miden 195 x 25 nm y 43 x 25 nm, el virus mosaico de la alfalfa consta de cinco varillas de diferente tamaño.

Todos los virus constan de un ácido nucleico y una proteína. Las proporciones de ácido nucleico y proteína varían con cada virus, el ácido nucleico constituye entre 5 y 40% y la proteína del 60-95%. La proteína viral consta de aminoácidos, cuya secuencia está determinada por el ARN o ADN que tenga el virus. Se conoce el contenido y las secuencias parciales de los aminoácidos de las proteínas de varios virus, pero solo se conoce la secuencia completa de los aminoácidos de la proteína, del virus mosaico del tabaco y del mosaico amarillo del nabo que son 158 y 189 aminoácidos, respectivamente

El ácido nucleico de la mayor parte de los virus fitopatógenos es ARN, pero se ha demostrado que al menos 25 virus contienen ADN. Tanto al ARN como el ADN son largas moléculas que constan de unidades llamadas nucleótidos. Los nucleótidos están compuestos por una base que puede ser adenina, guanina, citosina y uracilo; unida a un azúcar de cinco carbonos (ribosa en el ARN y dexoxiribosa en el ADN), los que a su vez están unidos al ácido fosfórico.

Entre los síntomas que producen los virus, el más común es una disminución en el desarrollo de la planta que causan varios grados de enanismo. Los síntomas más notorios son los que aparecen sobre el follaje pero algunos virus producen síntomas sobre el tallo, frutos, raíces con o sin desarrollo de síntomas foliares. Los síntomas pueden ser locales y sistémicos. Cuando el virus se encuentra distribuido por toda la planta (infección sistémica), los síntomas producidos toman el nombre de síntomas sistémicos. Mientras que los síntomas locales se caracterizan por ser lesiones a menudo necróticas solo a nivel de los puntos de entrada (infecciones locales), este tipo de síntomas es fácil observarlo en la mayoría de las plantas inoculadas artificialmente y quizás en algunas infecciones naturales. Los tipos más comunes de síntomas que producen las infecciones virales sistémicas son los mosaicos y las manchas en anillo. Dependiendo de la intensidad o modelo del manchado, los mosaicos se describen como moteados, rayas, aclaramiento de las nervaduras, bandeado de las nervaduras, manchado clorótico.

Los virus que infectan a las plantas nunca o casi nunca abandonan a la planta espontáneamente, razón por la cual son transmitidos de planta a planta mediante formas como la propagación vegetativa, mecánicamente a través de la savia y por medio de semillas, polen, insectos, ácaros, nematodos y hongos.

Enfermedades ocasionadas por nematodos

Los nematodos fitopatógenos son organismos pequeños que miden entre 300 a 1000 μm , aunque algunos miden más de 4mm por 15-35 μm de ancho. El cuerpo de un nematodo es más o menos transparente, cubierto por una cutícula que a menudo presenta estrías u otros detalles. La cutícula cambia cuando los nematodos pasan de un estado larvario a otro y es producida por la hipodermis. La hipodermis se extiende en la cavidad del cuerpo a manera de 4 cordones que separan 4 bandas de músculos longitudinales, estos músculos permiten que el nematodo pueda moverse. Todos los nematodos fitoparásitos poseen un estilete que les permite perforar las células vegetales. El tubo digestivo es un tubo hueco que se extiende desde la boca, pasando por el esófago hasta el intestino, recto y ano.

El sistema reproductor está bien desarrollado. Las hembras poseen 1 o 2 ovarios seguidos de un oviducto, utero y una vulva; en tanto que los machos poseen testículos, vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino. El macho también tiene un par de espículas copulatorias.

El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual puede concluir al cabo de 3-4 semanas bajo condiciones ambientales óptimas. Los nematodos pasan del estado de huevo a larva, este periodo consiste de 4 estadios. Después de la última muda se diferencian en hembras y machos adultos. La hembra produce huevecillos fértiles una vez que se ha apareado con un macho o en ausencia de machos, partenogenéticamente, o bien produce esperma por sí misma.

Los nematodos fitopatógenos, en su mayoría viven parte de su vida en el suelo, alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas, pero aún en los nematodos sedentarios, los huevecillos, los estadios larvarios preparásitos y los machos se encuentran en el suelo durante toda su vida o gran parte de ella. La temperatura, humedad y aireación del suelo afectan la supervivencia y el movimiento de los nematodos en el suelo.

Los nematodos se movilizan muy lentamente por sus propios medios (menos de un metro) en una estación de cultivo. En forma más

rápida cuando el suelo está húmedo. Sin embargo pueden distribuirse con gran facilidad por el agua (irrigación o lluvia), equipo agrícola, patas de animales.

Los nematodos fitopatógenos producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de la planta. En las raíces se puede observar la formación de agallas o lesiones, proliferación de raíces, puntas dañadas y pudriciones producidas por el ingreso de bacterias u hongos saprófitos o fitopatógenos a través de las heridas producidas por ellos. En la parte aérea de la planta el ataque de nematodos se manifiesta por menor crecimiento, síntomas de deficiencia de nutrientes como el amarillamiento del follaje, marchitamiento excesivo en tiempo de falta de humedad o una menor producción de las plantas.

Otros nematodos atacan a órganos aéreos produciendo sobre ellos agallas, pudriciones y lesiones necróticas, de formación de hojas y tallos.

Epidemiología de las enfermedades de plantas.

Se define por epidemia a cualquier incremento de una enfermedad en una población de plantas y por epidemiología al estudio de las epidemias y de los factores que influyen en su desarrollo.

Objetivos de la epidemiología

- El estudio del comportamiento de enfermedades en poblaciones de hospedantes (en campo e invernadero).
- Medición de los efectos absolutos y relativos de las enfermedades de los cultivos.
- Evaluación de los efectos simples y las interacciones entre la resistencia, sanidad, fungicidas y otras medidas de control de las enfermedades.
- Evaluación técnica y económica de la eficiencia de control en cada estado de desarrollo de la epidemia.
- Diseño de tácticas y estrategias para el control de enfermedades.

- Su objetivo final es establecer medidas de control manteniendo un balance entre las necesidades del agricultor y los recursos naturales.

Elementos de una epidemia.

Las epidemias en las plantas se desarrollan como un resultado de la combinación oportuna de los elementos que intervienen en una enfermedad de plantas, estos son: hospedantes susceptible, patógeno virulento y condiciones ambientales favorables. Para describir la interacción de los componentes de la epidemia se ha denominado a estos factores como el triángulo de la enfermedad.

El desarrollo de las enfermedades en las plantas cultivadas es grandemente influenciado por un cuarto componente: el hombre. Los humanos afectan la clase de plantas a desarrollarse en un área dada, su grado de resistencia, la densidad de plantas y la época de siembra.

Factores del hospedante que afectan el desarrollo de epidemias.

- Niveles de resistencia genética o susceptibilidad del hospedante.-

Las plantas susceptibles sin genes de resistencia contra el patógeno es el sustrato ideal para el establecimiento y desarrollo de nuevas infecciones, éstas en presencia de un patógeno virulento y condiciones ambientales favorables estimulan el desarrollo de epidemias.

Obviamente, plantas hospedantes con altos niveles de resistencia (vertical) no permitirán que el patógeno se establezca en ella y entonces la epidemia no se desarrolla a menos que una nueva raza del patógeno aparezca o pueda atacar esa resistencia y el hospedante llegue a ser susceptible.

Las plantas con bajos niveles de resistencia (horizontal) probablemente lleguen a infectarse, pero la tasa en la cual la enfermedad y la epidemia se desarrollarán depende del nivel de resistencia y las condiciones ambientales.

- Grado de uniformidad genética de plantas

Una epidemia se desarrollará más rápidamente cuando plantas uniformes genéticamente crecen sobre grandes áreas, donde existen

mayores posibilidades de que una raza del patógeno aparezca y ataque su genoma.

- **Tipo de cultivo**

En cultivos anuales, tales como maíz, verduras, tabaco y algodón, las epidemias se desarrollan generalmente más rápido (usualmente unas pocas semanas), mientras que en plantas perennes el desarrollo de una enfermedad puede tardar mucho más tiempo.

- **Edad de las plantas**

Las plantas cambian en su nivel susceptibilidad a un patógeno con la edad. En algunas combinaciones planta-patógeno como por ejemplo: en las pudriciones radiculares, mildius vellosos, royas y carbonos, las plantas son susceptibles solo durante el periodo de crecimiento y llegan a ser resistentes en el periodo adulto (resistencia de planta adulta).

En otras enfermedades tales como infecciones de flores y frutos por Botrytis sp. y Penicillium spp., estas partes de las plantas son resistentes en su desarrollo inicial pero son susceptibles en etapas cercanas de la madurez.

Factores del patógeno que afectan el desarrollo de epidemias,

- **Niveles de virulencia**

Los patógenos virulentos son capaces de infectar rápidamente al hospedante asegurando la masiva producción de grandes cantidades de inóculo que aquellos patógenos menos virulentos.

- **Tipo de reproducción del patógeno**

Son más importantes en el desarrollo de epidemias, algunos patógenos que tienen ciclos cortos de reproducción y pueden producir muchos ciclos reproductivos (generaciones) en una estación de cultivo; estos son llamados patógenos policíclicos, por ejemplo: royas y manchas foliares.

Las epidemias causadas por patógenos que requieren más de un año para completar un ciclo reproductivo son lentas en su desarrollo, a este tipo de patógenos se los denomina patógenos monocíclicos.

- **Cantidad de inóculo cerca del hospedante**

Cuando el número de propágulos (esporas, esclerocios, etc) es mayor dentro o cerca del campo de plantas hospedantes en un tiempo, la oportunidad para una epidemia se incrementa grandemente.

- **Modo de dispersión del patógeno**

Los patógenos cuyas esporas se dispersan por el viento son responsables de una más frecuente y mayor dispersión de epidemias. En términos de susceptibilidad para causar repentinas epidemias, le siguen aquellos transmitidos por vectores como áfidos y chicharritas, insectos que transmiten virus y micoplasmas.

Factores del ambiente que afectan el desarrollo de epidemias.

Los factores que más influyen son la humedad y la temperatura.

- **Humedad.-**

La humedad no solo promueve el desarrollo de nuevos y suculentos tejidos susceptibles en el hospedante; sino que también incrementa la esporulación de muchos hongos y multiplicación de bacterias.

Se ha observado que en climas con abundante, prolongada o sucesiva humedad en forma de lluvia, rocío o humedad relativa, es el factor predominante en el desarrollo de muchas epidemias causadas por hongos (tizones, manchas foliares), bacterias (manchas foliares, pudriciones suaves) y nematodos.

- **Temperatura.-**

Las epidemias son algunas veces favorecidas por temperatura más altas o más bajas que ciertos rangos óptimos. La temperatura reduce el nivel de resistencia horizontal en las plantas y en ciertos niveles puede reducir o eliminar la resistencia vertical conferida por genes mayores. La temperatura también reduce la cantidad de inóculo de hongos, bacterias y nematodos que sobreviven a temperaturas bajas y de virus y micoplasmas que sobreviven a temperaturas altas.

Efecto de prácticas culturales y medidas de control efectuadas por humanos en el desarrollo de las epidemias.

Muchas actividades de los humanos tienen un efecto directo o indirecto sobre las epidemias de enfermedades de plantas; algunas de ellas favorecen o reducen la presencia y la tasa de epidemias.

- Selección y preparación del sitio de siembra.

Campos bajos o pobremente drenados y aireados, especialmente si están cerca de áreas infectadas tienden a favorecer la aparición y desarrollo de epidemias.

- Selección del material de siembra

El uso de semillas, patrones y otros materiales propagativos que llevan patógenos incrementan la cantidad de inóculo inicial dentro del cultivo y favorecen grandemente el desarrollo de epidemias. Por otro lado, el uso de material tratado o libre de patógenos reduce la oportunidad de epidemias.

- Prácticas culturales

Existen prácticas culturales que incrementan la posibilidad y severidad de epidemias, tales como: el monocultivo continuo, grandes áreas sembradas con la misma variedad, altos niveles de fertilización nitrogenada, daño por aplicación de herbicidas y una pobre sanidad.

- Medidas de control de enfermedades

Las aspersiones químicas, prácticas culturales (rotación de cultivos, podas sanitarias), control biológico (uso de variedades resistentes) y otras medidas de control reducen o eliminan la posibilidad de epidemias. Algunas veces, sin embargo, el uso inadecuado de ciertos controles, por ejemplo: el uso de químicos o siembra de una variedad pueden llevar a la selección de razas virulentas que son resistentes a ese químico y atacan la resistencia de la variedad y favorecen las epidemias.

Efecto de prácticas culturales y medidas de control efectuadas por humanos en el desarrollo de las epidemias.

Muchas actividades de los humanos tienen un efecto directo o indirecto sobre las epidemias de enfermedades de plantas; algunas de ellas favorecen o reducen la presencia y la tasa de epidemias.

- Selección y preparación del sitio de siembra.

Campos bajos o pobremente drenados y aireados; especialmente si están cerca de áreas infectadas tienden a favorecer la aparición y desarrollo de epidemias.

- Selección del material de siembra

El uso de semillas, patrones y otros materiales propagativos que llevan patógenos incrementan la cantidad de inóculo inicial dentro del cultivo y favorecen grandemente el desarrollo de epidemias. Por otro lado, el uso de material tratado o libre de patógenos reduce la oportunidad de epidemias.

- Prácticas culturales

Existen prácticas culturales que incrementan la posibilidad y severidad de epidemias, tales como: el monocultivo continuo, grandes áreas sembradas con la misma variedad, altos niveles de fertilización nitrogenada, daño por aplicación de herbicidas y una pobre sanidad.

- Medidas de control de enfermedades

Las aspersiones químicas, prácticas culturales (rotación de cultivos, podas sanitarias), control biológico (uso de variedades resistentes) y otras medidas de control reducen o eliminan la posibilidad de epidemias. Algunas veces, sin embargo, el uso inadecuado de ciertos controles, por ejemplo: el uso de químicos o siembra de una variedad pueden llevar a la selección de razas virulentas que son resistentes a ese químico y atacan la resistencia de la variedad y favorecen las epidemias.

- **Cantidad de inóculo cerca del hospedante**

Cuando el número de propágulos (esporas, esclerocios, etc) es mayor dentro o cerca del campo de plantas hospedantes en un tiempo, la oportunidad para una epidemia se incrementa grandemente.

- **Modo de dispersión del patógeno**

Los patógenos cuyas esporas se dispersan por el viento son responsables de una más frecuente y mayor dispersión de epidemias. En términos de susceptibilidad para causar repentinas epidemias, le siguen aquellos transmitidos por vectores como áfidos y chicharritas, insectos que transmiten virus y micoplasmas.

Factores del ambiente que afectan el desarrollo de epidemias.

Los factores que más influyen son la humedad y la temperatura.

- **Humedad.-**

La humedad no solo promueve el desarrollo de nuevos y suculentos tejidos susceptibles en el hospedante; sino que también incrementa la esporulación de muchos hongos y multiplicación de bacterias.

Se ha observado que en climas con abundante, prolongada o sucesiva humedad en forma de lluvia, rocío o humedad relativa, es el factor predominante en el desarrollo de muchas epidemias causadas por hongos (tizones, manchas foliares), bacterias (manchas foliares, pudriciones suaves) y nematodos.

- **Temperatura.-**

Las epidemias son algunas veces favorecidas por temperatura más altas o más bajas que ciertos rangos óptimos. La temperatura reduce el nivel de resistencia horizontal en las plantas y en ciertos niveles puede reducir o eliminar la resistencia vertical conferida por genes mayores. La temperatura también reduce la cantidad de inóculo de hongos, bacterias y nematodos que sobreviven a temperaturas bajas y de virus y micoplasmas que sobreviven a temperaturas altas.

MALEZAS: Definiciones, características y clasificación. Relación con los cultivos. Competencia Maleza: Cultivo.

Arturo Iván Garzón¹

INTRODUCCION

La agricultura moderna exige el conocimiento a fondo de las condiciones medioambientales y los factores de producción que favorece a los cultivos, capaz de poder hacer ajustes necesarios que permitan lograr la expresión plena de su potencial genético, mejorar la calidad de los productos cosechados y reducir los costos de producción (Helfgott, 1982).

A medida que se hace más necesaria la producción de alimentos en el mundo, han aumentado también las preguntas en cuanto a la problemática de los competidores bióticos en la agricultura y en particular la ejercida por las malezas. Estas son plantas que generalmente crecen en forma ligera y espontánea en la naturaleza pudiéndose afirmar que siempre están junto a las plantas cultivadas donde quiera que el hombre las siembre, siendo entonces casi imposible pensar en su erradicación.

Una de las prácticas realizadas por el hombre en el afán de alcanzar los máximos beneficios de un cultivo es el control de malezas. Sin embargo, esta ha sido una de las áreas más descuidadas, debido entre otros aspectos, a que su efecto no es tan obvio y espectacular como el causado por plagas, enfermedades, deficiencias nutricionales, toxicidad, que si se pueden observar.

El carácter científico y la importancia alcanzada por esta área sólo fue factible luego de verificar que se trata de un problema persistente y que sus pérdidas si bien son visualizadas al final del cultivo, superan, en magnitud a los ocasionados por plagas y enfermedades (Koch y García, 1985; Gabela, 1982).

El control de malezas es una práctica que requiere del conocimiento profundo de aspectos básicos del comportamiento de las especies dentro de una comunidad vegetal; que por lo general, ha sido alterada por el hombre y sujeta a cambios por efecto del medioambiente; además que es una labor altamente demandante de energía en términos de equipos, combustibles y fuerza humana (Kligman y Ashton, 1989).

¹ Ing. Agr. MSc. Fisiólogo. Dpto. Nacional Protección Vegetal. EETPichilingue. INIAP

Un análisis objetivo de los problemas antes mencionados, contribuirá a enfatizar antes que en el concepto convencional de "control de malezas", en el de "manejo de malezas".

DEFINICIONES

Es difícil precisar estrictamente en una definición lo que se entiende por malas hierbas o malezas, ya que dependerá enteramente como afecte el interés particular de un individuo o comunidad para ser categorizado como tales. Lo que para unos es una planta perjudicial en un lugar o tiempo determinado, para otros es beneficiosa ya sea bajo las mismas u otras circunstancias (Fusagri, 1985; Anderson, 1983).

Las malezas son plantas familiares de nuestro ambiente que se aprecian infestando tierras cultivadas, orillas de caminos y carreteras, cercas, veredas, jardines, áreas industriales, etc., de manera que ellas forman parte del que hacer diario del hombre. En general se considera que las malezas afectan adversamente el uso, valor económico y aspecto estético de suelos y aguas que ellas infestan. Son plantas controversiales que no son del todo malezas ni del todo buenas, ya que si bien es cierto en un momento dado crean problemas a las cosechas, son causantes de envenenamientos y daños físicos o animales, transmiten malos sabores y coloraciones a los productos lácteos, sirven de hospederos de plagas y enfermedades, etc, no es menos cierto que algunas especies tienen propiedades medicinales, otras vienen siendo utilizadas desde el punto de vista ornamental o para la protección de taludes y hasta para la purificación de aguas negras. Como puede verse cualquier definición que se de al término malezas presentará un alto grado de relatividad, la misma que está supeditada a cada situación específica en que una o varias especies de plantas presentan en un lugar determinado.

Muchas son las definiciones que se han dado al término malezas, palabra que deriva del Latín: malitia que traduce malo. Así: el Oxford English Dictionary" las define como plantas herbáceas inútiles, aún para ornato, que crecen profusamente y en condiciones silvestres". Esta definición adolece de una falla notable, ya que solo incluye a las especies herbáceas y no hace mención de daños (Vega, 1987).

Varios autores definen a las malezas como plantas que crecen en donde no se las desea o plantas que interfieren con la utilización de la tierra por el hombre para un propósito específico. (Anderson, 1983, Fusagi, 1985, Helfgott, 1982).

Otra definición ampliamente difundida, señala que "maleza es un término genérico antrópico que aún cuando se expresa en singular, agrupa aquellas plantas que en un momento o lugar determinado resultan

perjudiciales o molestas; afectando a las actividades productivas o recreativas del hombre" (Rodríguez, 1988).

Desde el punto de vista económico, son consideradas como "plantas potencialmente mas perjudiciales que beneficiosas" o bien simplemente, "plantas sin valor económico".

Finalmente, podemos señalar que agronómicamente una maleza ha sido definida como "Todas aquellas plantas que compiten e interfieren con los cultivos y reducen tanto los rendimientos como la calidad de las cosechas, obstaculizando además la recolección de las mismas (FAO, 1987).

CARACTERISTICAS Y ADAPTACIONES DE LAS MALEZAS

Las malezas poseen una serie de características y adaptaciones especiales que les permite invadir nuevas regiones, competir con los cultivos y establecerse aún bajo condiciones adversas, persistiendo a pesar de los esfuerzos humanos para combatirlas. Estas especies se caracterizan por ser plantas cuyas particularidades morfológicas, anatómicas y fisiológicas se tornan inoportunas y concurrentes a otras plantas de explotación económica; siendo además las responsables de su amplia distribución y abundancia (Helfgott, 1981; Pacheco, 1987).

Las malezas generalmente se establecen sin haber sido deliberadamente introducidos por el hombre. Una vez que esto sucede, su erradicación resulta difícil o imposible. En otros casos, especies introducidas con propósito benéficos, pueden también resultar en futuros problemas y si bien esto es menos común que la introducción accidental, no debemos descartarlo como posibilidad.

Las malezas tienden a ser agresivas, competitivas, adaptables y capaces de utilizar ambientes simplificados por el hombre. Uno de los atributos mas importantes es su eficiente capacidad a resistir periodos en que las condiciones ambientales son desfavorables, debido a varios mecanismos morfológicos y fisiológicos; entre los cuales se destaca la posibilidad de la latencia, abundante producción y alta variabilidad de semillas, diseminación efectiva de semillas y partes vegetativas; germinación desuniforme; crecimiento rápido y rusticidad (Helfgott, 1981; Pacheco, 1987).

El grado de asociación entre cultivos y malezas es otro factor importante en el éxito de las malezas en perpetuarse o incrementarse. Así la caminadora "Rotboellia exaltata" se correlaciona con la expansión

del cultivo de maíz y arroz, la Echinochloa crus-galli (L) se ha adaptado fácilmente al arroz. Estas malezas son agresivas y se cree tienen casi exactamente los mismos requerimientos y características morfológicas que el cultivo, lo cual dificulta su erradicación, más aún cuando pertenecen a la misma familia.

La gama de condiciones medioambientales en las cuales las plantas tienen posibilidades de prosperar se denomina "escala de tolerancia" y esta determinada genéticamente (Helfgott, 1979).

Un buen número de malezas han sido capaces de desarrollar mecanismos de adaptación a los cambios producidos en la naturaleza, debido a que presentan una escala de tolerancia muy amplia; a consecuencia de que entre individuos de una población y entre poblaciones de una misma especie, existe una gran variabilidad genética. No obstante, este potencial genético inherente en las malezas y que transmite generación tras generación la posibilidad de usufructuar al máximo los cambios medioambientales, debería tenerse en cuenta como un método de control factible, considerando la posibilidad de hibridaciones con especies menos agresivas y como tal menos adaptables. Contrariamente las especies cultivadas han sido manipuladas genéticamente por el hombre para desarrollar variedades mejoradas con características ajustadas a sus necesidades, pero sacrificando otras que la evolución habría decidido (Gabela, 1982).

Debido a la escala de tolerancia, algunas especies de Pteridium son especialmente adaptables a suelos ácidos, no porque carezcan mejor en tales ambientes, sino que son más adaptables que otras especies, lo cual asegura su predominancia en tales habitats.

CLASIFICACION

A las malezas se las ha considerado como un grupo único de plantas, pero no con un criterio taxonómico sino utilitario, ya que botánicamente no existen malas hierbas.

Para referirnos con universalidad a determinada maleza, o para identificarla con precisión, necesariamente tenemos que recurrir a la taxonomía, pero si lo que necesitamos es establecer una clasificación que nos suministre información útil para planificar las medidas de manejo de esas malezas, entonces se debe considerar diferentes características de ellas. En estos casos es necesario considerar el problema en dos dimensiones, es decir, dedicar la atención a la especie vegetal como

individuo, pero también al conjunto de ellas que conforman una población o comunidad de malezas.

Las clasificaciones de malezas han sido obtenidas "agrupando simultáneamente aquellas malezas cuyas similitudes son mayores que sus diferencias". Para efectos prácticos se han tomado en cuenta los siguientes aspectos:

- Hábitat en el cual se desarrollan
- Morfología de la planta
- Grado de leñosidad del tallo
- Ciclo de vida y tipo de reproducción
- Grado de agresividad
- Tipo de fotosíntesis

Según el hábitat en el cual se desarrollan, las malezas se clasifican en: terrestres, parásitas, epífitas y acuáticas,

En caso de las terrestres, es conveniente indicar si ellas ocupan partes altas o bajas del terreno o si ellas tienen preferencia por determinada característica edáfica.

Las plantas parásitas viven sobre o dentro de otras plantas y obtienen de ellas nutrición y albergue, pueden ser parásitas de tallos o de raíces. Las epífitas viven sobre otras plantas pero no obtienen de ellas su alimentación.

Las malezas acuáticas son las que crecen en un ambiente acuoso o cerca de él y dependen del agua, al menos durante algún estado de su ciclo de vida. A su vez pueden ser clasificadas en; no ancladas

sumergidas y flotantes y ancladas sumergidas, flotantes, emergentes y de orillas de tierras o palustres (Fig. 1).

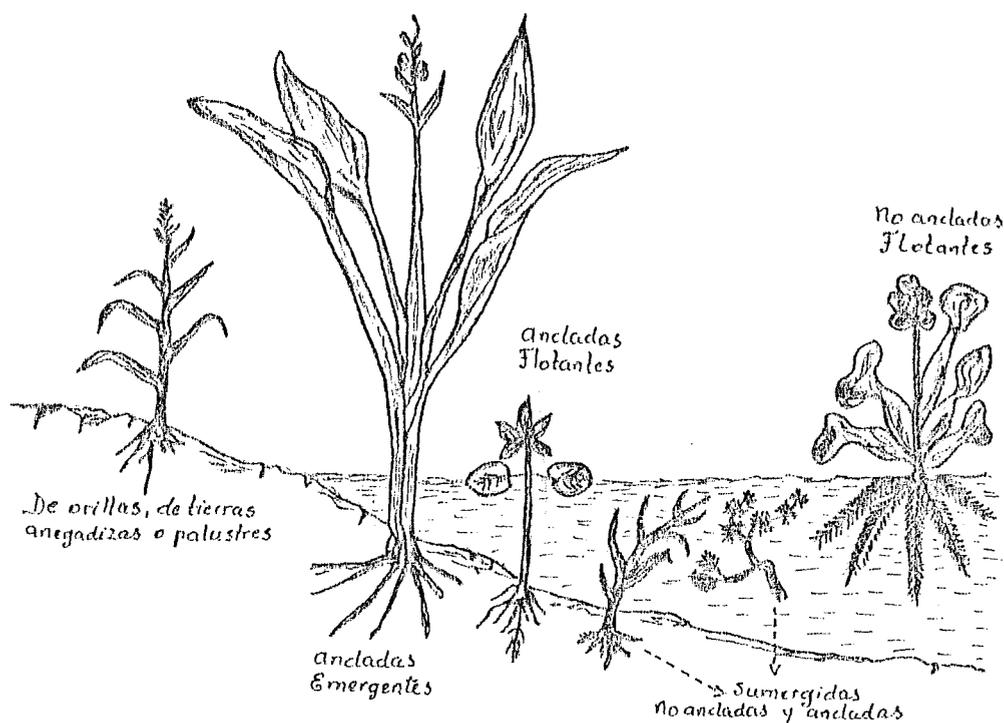


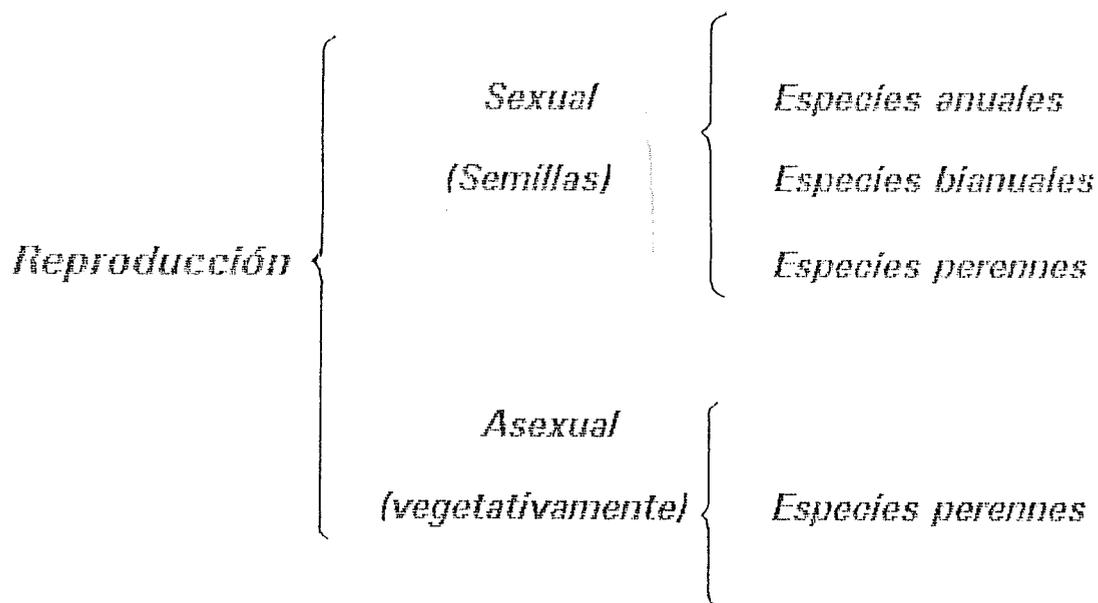
Figura 1. Clasificación de malezas acuáticas

Según el grado de leñosidad o lignificación de sus tallos desarrollados, se pueden establecer las siguientes categorías: herbáceas, semileñosas y leñosas.

Cuando se clasifica a las malezas según sus características morfológicas; frecuentemente solo se toman en cuenta la forma de sus hojas para establecer el grupo de hojas anchas y el de hojas angostas, relacionándolas con las dicotiledoneas y monocotiledoneas, respectivamente. No obstante; en ciertos casos es mejor no relacionarlas con categorías taxonómicas, ya que existen plantas dicotiledoneas que tienen hojas más angostas que otras monocotiledoneas o viceversa; siendo entonces necesario incluir otros aspectos como:

- Características de raíces y otros órganos subterráneos
- Disposición e inclinación de las hojas
- Características de las superficies foliares

La implementación de medidas de control requiere también del conocimiento de dos aspectos íntimamente relacionados; forma de reproducción y ciclo de vida, lo cual da lugar a la siguiente clasificación:



Es frecuente que una misma especie vegetal tenga varias formas naturales de reproducirse, sin embargo, la más común es mediante semillas.

Las plantas anuales cumplen su ciclo de vida en un año o en un lapso de tiempo menor, las plantas bienales o bianuales son las que durante el primer año solo desarrollan sus estructuras vegetativas y durante el segundo año producen sus estructuras florales, frutos y semillas. Las plantas perennes son las que tienen un ciclo de vida mayor de dos años.

Una clasificación en la que se considera aspectos como: grado de dispersión, daños ocasionados, posibilidades de erradicación y costos de control, divide a las malezas en levemente perjudiciales, medianamente perjudiciales, muy perjudiciales y nocivas.

Las levemente perjudiciales incluyen especies con baja densidad poblacional, interfieren principalmente con actividades recreativas, pero son fácilmente erradicadas por cualquier medio.

Las medianamente perjudiciales incluye especies que están limitadas en su acción, tienen poblaciones más densas que las anteriores y por ello interfieren con las actividades recreativas y productivas, pueden ser erradicadas por cualquier medio, involucran un costo apreciable.

Las muy perjudiciales son especies bastante distribuidas y con alta incidencia en cultivos y otras actividades de producción, forman poblaciones de alta densidad, requieren medidas periódicas de control, las cuales involucran gastos fijos y el consiguiente descenso en el beneficio económico, son de difícil erradicación.

Las nocivas por lo general, son malezas de amplia distribución y elevada densidad poblacional; su agresividad es tal que muestran tendencia a extenderse pese a las medidas de control que se implementan; su manejo es muy costoso y su erradicación casi imposible.

Hace relativamente pocos años, se descubrió que existen por lo menos dos tipos de metabolismo fotosintético en vegetales superiores, exhibiendo cada uno de ellos comportamientos ecológicos bien definidos; estos son los tipos C3 y C4.

Las plantas con metabolismo fotosintético C3 producen el ácido fosfoglicérico (compuesto formado por 3 átomos de carbono), como producto primario de la fijación de CO₂ atmosférico; mientras que las plantas C4, producen ácidos de 4 carbonos (oxalacético, málico y aspártico) como productos primarios de la fijación del CO₂ (Fig. 2 y 3).

Estas diferencias en el metabolismo fotosintético de las plantas ha permitido determinar cierta correlación entre el grado de agresividad y el tipo de fotosíntesis de las malezas; encontrándose que las malezas más agresivas son por lo general del tipo C4.

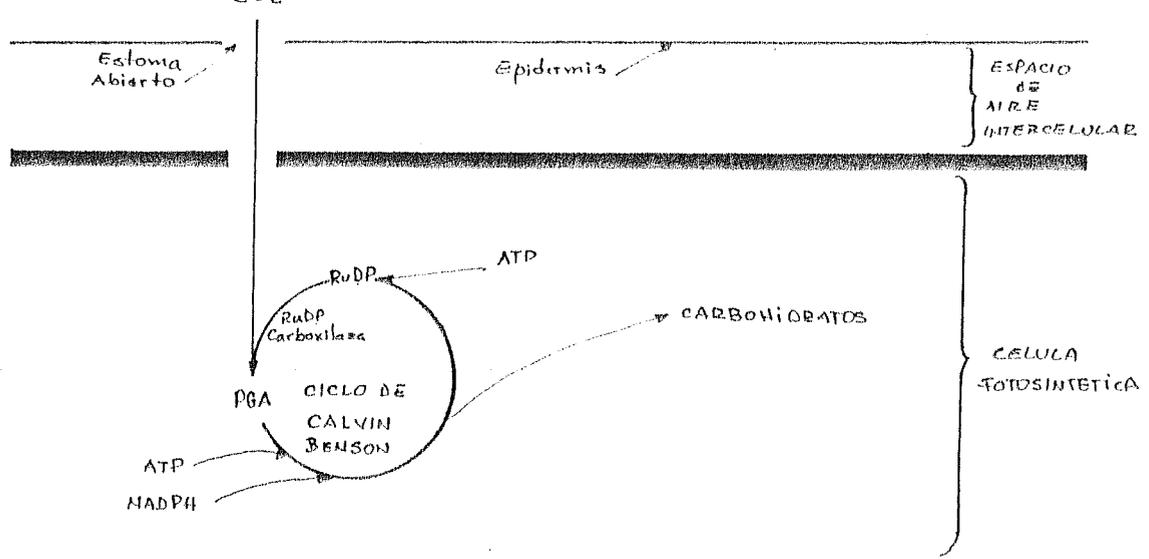


Fig. 2. Diagrama esquemático del metabolismo fotosintético C3.

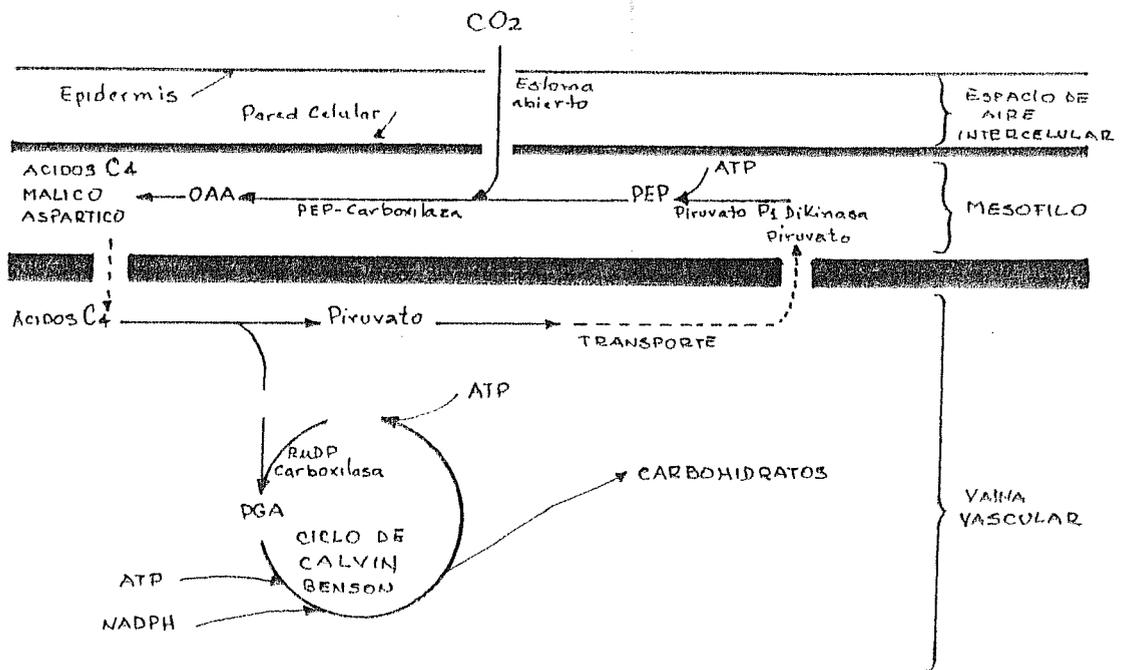


Fig. 3. Diagrama esquemático de metabolismo fotosintético C4.

RELACIONES MALEZAS-CULTIVO

Consideraciones agroecológicas

Existe la evidencia que 6700 especies de malezas constituyen plagas de la agricultura mundial; aunque reportes recientes señalan que podrían ser aproximadamente 30.000 especies. De todas estas las que el hombre ha transformado en malezas verdaderamente nocivas y que en la actualidad son consideradas como las peores malezas del mundo, son apenas 76 especies. Por otro lado, solamente 15 especies de cultivos suplen el 90% de los alimentos requeridos por la humanidad y ocupan el 75% de los suelos cultivados (Patterson, 1985).

Este comportamiento nos indica que la intervención del hombre en la ecología natural de una área, ha descompuesto radicalmente el balance y el sistema de una mutua dependencia de la vida vegetal y animal interrelacionada en una área determinada y que fueron establecidas por selección natural.

En condiciones naturales, las asociaciones de organismos en un ecosistema no son agrupaciones accidentales de individuos acumuladas al azar, sino por el contrario, son organizaciones ordenadas especialmente, que se distribuyen los recursos que les ofrece el medioambiente para realizar sus funciones. Esta situación se alcanza después que ha ocurrido el fenómeno de libre competencia entre las especies representadas en un lugar determinado; con lo que se establece un equilibrio en donde se produce una diversidad vegetal tanto en estructura como en función.

Las condiciones mencionadas permiten una mayor producción en términos de materia vegetal por unidad de área y por lo tanto un mejor aprovechamiento del medio. Pero desde el punto de vista agrícola, no interesa el rendimiento de material vegetal total sino el utilizable, y para ello se recurre a prácticas agronómicas, con el objeto de habilitar un lugar para la explotación agrícola. Esto crea habitats abiertos o parcialmente disturbados; en los cuales, las plantas de cultivo y las malezas, tienen inicialmente las mismas oportunidades para establecerse y ocupar el nicho ecológico.

En general, las malezas son plantas que siguen a la civilización; y pocas malezas son encontradas en donde el hombre no se ha establecido. Estas constituyen el primer estado de la sucesión de las plantas en donde la vegetación ha sido removida y reemplazada por un sistema controlado

de cultivos y manejo. Las malezas constituyen las "pioneras" de los suelos removidos.

Cuando hacemos agricultura, se inicia una modificación del ecosistema natural y se origina una sucesión ecológica que depende de la zona o del sitio donde se esté ubicado. Así, si se tala un bosque para establecer un cultivo, estamos modificando el estado ecológico de climax. La aplicación de tecnología va en contra de la sucesión natural vegetal y siempre habrá presión ecológica para volver a sus condiciones originales. (Fig. 4).

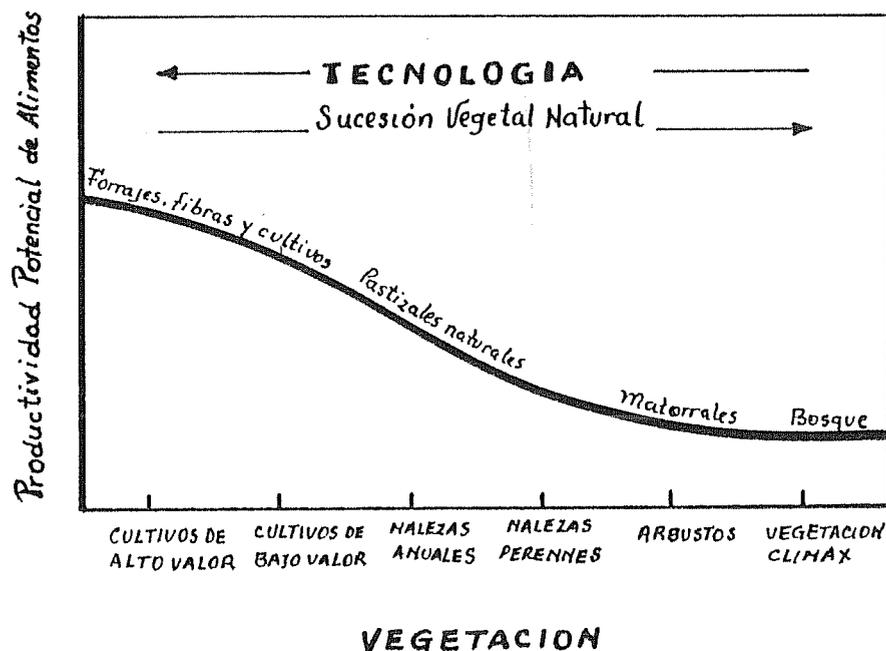


Figura 4. Secuencia natural de sucesión vegetal y productividad potencial de alimentos de suelos agrícolas permitidos retornar a la vegetación

COMPETENCIA MALEZA-CULTIVO

La competencia entre plantas, es una fuerza natural mediante la cual, unas tratan de obtener mayor y mejor aprovechamiento del ambiente

para lograr mayor desarrollo que otras, que se encuentran en el mismo espacio físico. El ambiente y el suelo son capaces de proveer cantidades limitadas de los factores esenciales para el crecimiento normal de una población determinada de plantas. Cuando las poblaciones exceden este límite o cuando la demanda es mayor que la disponibilidad, se inicia la competencia entre plantas por los factores limitantes.

Factores de competencia

El agua, los nutrientes, la luz, la concentración de CO₂, el espacio y las variaciones de temperatura, constituyen los factores responsables de las respuestas ecofisiológicas de malezas y cultivos. El agua, los nutrientes y la luz; constituyen los principales recursos por los cuales malezas y cultivos compiten. La disponibilidad de estos influyen en las respuestas morfológicas, fisiológicas y competitivas de todas las plantas. El CO₂, también constituye un factor importante, mas si consideramos que el 40% de la materia seca producida por una planta es carbón; mientras que la temperatura si bien no es un recurso u objeto de competencia como tal, es el principal factor que controla las respuestas de las plantas.

El agua puede ser considerada como uno de los factores mas limitantes en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Las pérdidas se incrementan en función de la cobertura vegetal. Las malezas aumentan la superficie de expansión originando mayores pérdidas por transpiración. Así mismo extraen agua agotando las disponibilidades en el suelo, en muchos casos con mayor rapidez que las plantas de cultivo, ya que requieren mayor cantidad de agua para producir una unidad de materia seca. (Robbins et al, 1955).

Las malezas son plantas vigorosas y que pueden demandar gran cantidad de nutrientes. Ciertas malezas tienen un sistema radicular muy desarrollado y profundo, lo cual les permite explorar más el suelo. Otras como el Amaranthus spp. tienen la capacidad de almacenar nitrógeno en tallos y ramas. No obstante, su deficiencia puede ser corregida con aplicaciones adicionales de fertilizantes, aunque esto conlleva a incrementar los costos de producción.

En cuanto a la luz, hay muchos cultivos de siembra directa o de trasplante que se desarrollan muy lentamente al comienzo y son cubiertos por la maleza que restringen el paso de luz; reduciendo así la actividad fotosintética. Sin duda las malezas que crecen mas que los cultivos compiten mas por luz produciendo mayor sombreamiento.

Numerosas malezas como el "coquito" Cyperus rotundus, la 'caminadora' Rottboellia exaltata, 'Saboya' Panicum maximum pertenecen

al grupo de plantas llamadas eficientes por poseer una serie de características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas favorables para la transformación y acumulación de la energía de la luz solar en energía química mediante el proceso de fotosíntesis (Patterson, 1985).

Aunque el CO₂ es una fuente esencial para el crecimiento de la planta, hay algunas preguntas sobre la ocurrencia de competencia por este elemento en la naturaleza. En condiciones de malezas o cultivos con estructuras foliares rápidamente fotosintetizantes, la concentración de CO₂ puede ser disminuida bajo los niveles ambientales. En esta situación la competencia por CO₂ podría ocurrir, si el crecimiento de una planta fuera disminuido como resultado del agotamiento de la fuente de CO₂ por la planta vecina de la misma o de diferente especie. La competencia por CO₂ deberá ser más intensa en mezclas de plantas C₃ y C₄, debido a su diferente habilidad para atraer el CO₂ desde el aire a través de la fotosíntesis (Patterson, 1985; Vega, 1987; Helfgott, 1982).

La intensidad de la competencia esta influenciada por la composición y densidad de la población de malezas; la duración del tiempo de competencia maleza-cultivo, el hábito de crecimiento y ciclo de vida, la escala de tolerancia, producción de inhibidores, dificultad de control y por factores del suelo y el medio ambiente.

FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA INTERACCION CULTIVO-MALEZA

Es bien conocido que cada especie vegetal tiene sus requerimientos específicos con relación a cada uno de los factores de crecimiento, así como el hecho de que el óptimo autoecológico de una planta no siempre corresponde con su óptimo sinecológico.

La competencia, en una asociación cultivo-malezas, ocurre entre plantas de igual o diferente especie, entre las plantas de cultivo y las malezas, y entre las plantas de cultivo; como consecuencia de la competencia, resultará una disminución de la tasa de crecimiento de las plantas involucradas y, también una disminución en productividad de las plantaciones. En casos mas severos y como caso extremo puede resultar la muerte de las plantas menos competitivas (Vega, 1987).

- Interacciones entre especies con requerimientos ecológicos diferentes.

Una planta que se desarrolla en un sistema de monocultivo es decir sin competencia interespecífica, se beneficia de la alta disponibilidad de los diferentes factores de crecimiento en un ámbito amplio de niveles de fertilidad. (Fig. 5a).

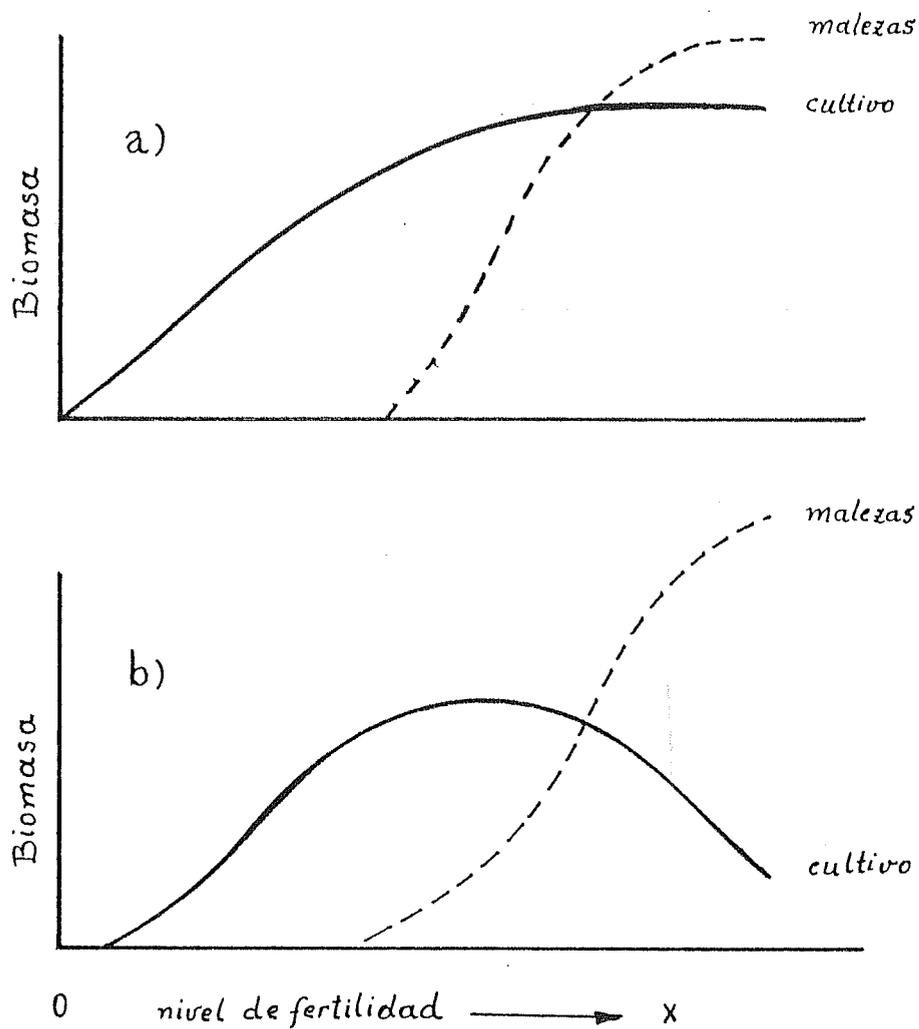


Fig. 5. *Simulación de competencia entre dos especies con distintos requerimientos ecológicos.*

a. *Sin competencia interespecífica (especies crecen separada mente)*

b. *Competencia interespecífica (especies crecen en mezcla)*

Tomado de: Koch y García, 1985

En competencia con otras especies (Fig. b) el desarrollo deseado del cultivo puede llegar a suprimirse aún bajo condiciones autoecológicas óptimas y hacerlo mejor en condiciones subóptimas. En este caso el desarrollo y la capacidad de competencia, por los factores de crecimiento de las especies con las que se encuentra compitiendo es reprimido en un grado mayor, dándole así una ventaja competitiva a la planta cultivada (Fig. 5b).

Este es el caso cuando se cambia de un sistema tradicional autóctono a uno de alta producción sustentado en entradas más altas. Algunas especies de malezas que se encuentran en mayor o menor grado dominadas bajo un sistema tradicional, llegarán inicialmente a ser fuertemente suprimidas con el nuevo sistema, tomando con el tiempo otras especies su lugar, las cuales competirán muy probablemente con éxito frente al cultivo. En casos de baja fertilidad un cultivo compite con éxito frente a las malezas, pero si la situación se invierte, son las malezas las que sacan los mayores beneficios. No obstante, cabe señalar que esta situación a su vez está ligada a la densidad poblacional de las malezas, tipo de enmalezamiento presente así como el tiempo que se deje a estas competir libremente con el cultivo (Kock y García, 1985).

- **Interacciones entre especies con requerimientos ecológicos semejantes.**

En el caso de que las condiciones ecológicas del cultivo y las malezas sean semejantes, las interacciones cultivo-malezas no llegarán probablemente a cambiar demasiado con la fertilidad cambiante del sitio (Fig. 6).

En cuanto a los tipos de pérdidas en la cosecha debidas a la competencia ejercida por las malezas, éstos serán de magnitud semejante en un ámbito de fertilidad amplio, en tanto que las pérdidas absolutas aumentarán (como es de esperarse) con el aumento de la producción.

Factores que determinan la habilidad competitiva de la maleza con respecto al cultivo.

La mayoría de prácticas culturales realizadas en un cultivo, tienen por objeto, facilitar el establecimiento de éstas antes que el de las malezas; sin embargo, ellas poseen características de crecimiento y

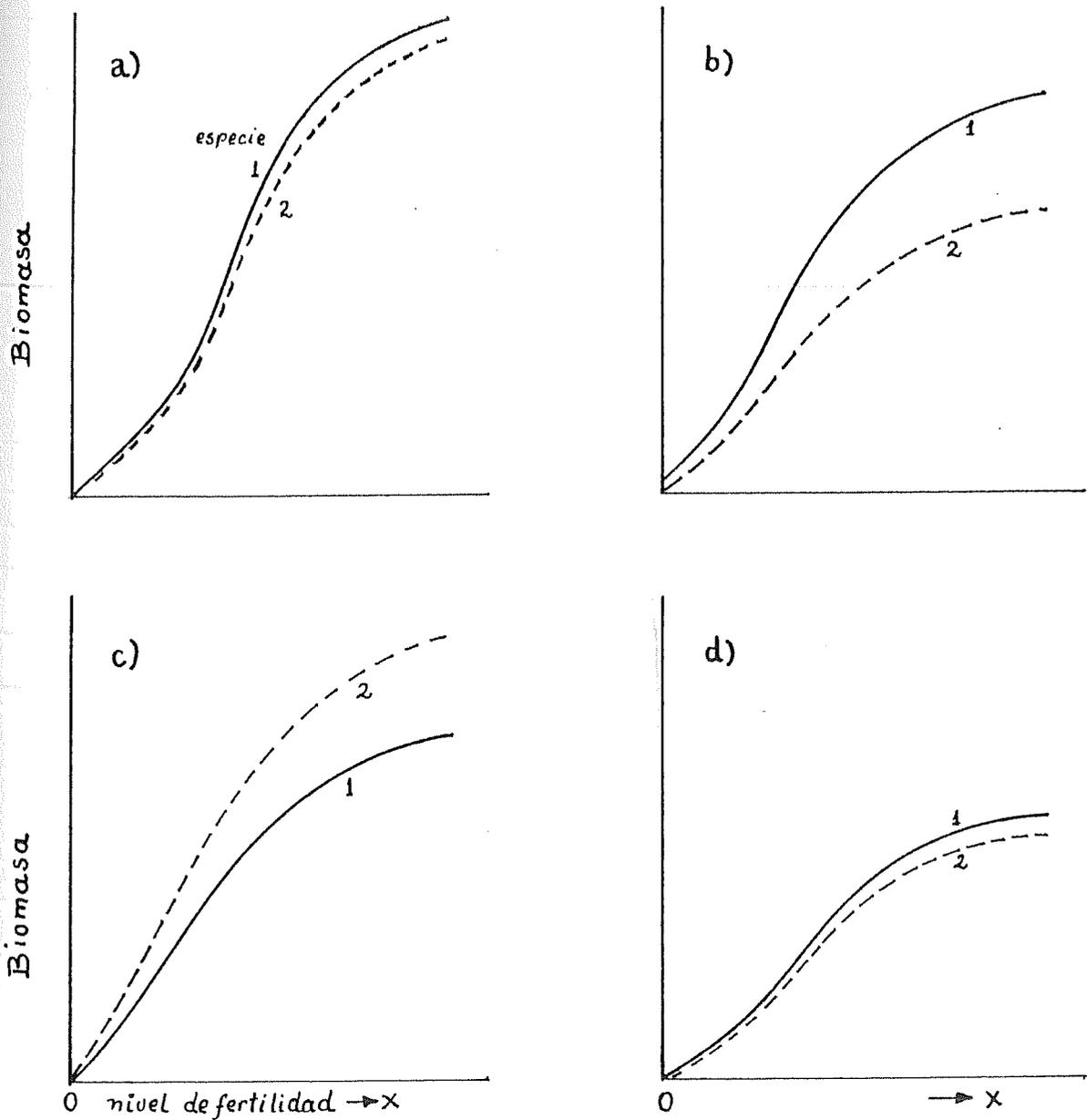


Fig. 6. Competencia simulada entre dos especies con requerimientos ecológicos similares.

- a. Sin competencia interespecífica
- b. Especie 1 siendo el competidor mas fuerte
- c. Especie 2 siendo el competidor mas fuerte
- d. Ambas especies con una habilidad competitiva semejante.

adaptación, que las habilitan para establecerse con éxito en los lugares menos ocupados o parcialmente ocupados por las plantas de cultivo.

Entre las características y adaptaciones que permiten que las malezas sean eficientes competidoras; en las asociaciones vegetales en que se encuentran, podemos citar las siguientes:

- a. Tamaño de la semilla, y más tarde de la planta en cuestión a lo largo de su desarrollo.
- b. Sincronización de la germinación de sus semillas, con la del cultivo, en cuanto a época y demanda de condiciones.
- c. Tipo o hábito de crecimiento por lo general compatible con el cultivo: rastrojero o erecto.
- d. Tamaño, tipo y velocidad de crecimiento de las raíces.
- e. Rápida respuesta a los nutrientes y humedad disponibles
- f. Capacidad de propagación y dispersión de la planta: forma y tipo, velocidad de germinación, número de semillas, reserva de semillas en el suelo, viabilidad de semillas, dormancia.
- g. Suceptibilidad diferencial al ataque de organismos fitopatógenos.
- h. Habilidad fotosintética de la planta: capacidad de transformar la energía lumínica en energía bioquímica, adaptación a condiciones adversas, tolerancia diferencial a la sombra.
- i. Las diversas propiedades bioquímicas y fisiológicas de la planta misma, que se encuentran condicionadas genéticamente y que determinan en alguna medida el grado de habilidad de la maleza en aprovisionarse lo indispensable en materia de factores de crecimiento; como para llegar a completar su ciclo reproductivo, bajo condiciones de competencia diversos: capacidad competitiva de reacción, elasticidad competitiva, etc.
- j. Resistencia a las medidas de control implementadas
- k. Generación de aleloquímicos producidos por diferentes órganos de la planta, los mismos que tienen la peculiaridad de poder llegar a disminuir, detener e incluso impedir el crecimiento y desarrollo de otros organismos.

PERIODO CRITICO DE COMPETENCIA

Para cada cultivo existe un periodo crítico en el cual las malezas producen su efecto competitivo mas perjudicial y que se traduce en una reducción significativa de los rendimientos. Su cuantía en mayor o menor grado es dependiente de la etapa de desarrollo en que ocurre dicha competencia.

La duración y ubicación del periodo crítico en el ciclo de vida de un cultivo, depende de la habilidad de este para competir o interferir con las malezas, lo cual a su vez, está relacionado con la velocidad de crecimiento y la disposición y abundancia del follaje (cobertura), así como también de la cuantía, agresividad y tipo de malezas existentes.

Por lo general el periodo crítico de competencia coincide con la etapa inicial de establecimiento de un cultivo. No obstante, cabe señalar que ciertos cultivos presentan también otros periodos, críticos los cuales coinciden con el macollamiento, inicio de la formación de frutos o durante la maduración de éstos.

En condiciones de campo el periodo crítico de competencia se determina mediante dos tipos de tratamientos. Uno de ellos consiste en someter al cultivo a periodos crecientes de duración de la infestación (competencia) desde un principio, mientras que, el otro, es sometido a periodos decrecientes de duración de la infestación. En el primer caso, se observará que en un gran número de cultivos el enmalezamiento durante las primeras fases de crecimiento del cultivo no causan una baja significativa en la producción. (Fig. 7a); mientras que los otros forman una curva de crecimiento sigmoideal de la producción de tendencia inversa a la anterior (Fig. 7b).

En conjunto se puede observar que a partir de cierto punto se presentará una caída significativa de la producción del cultivo. En el caso del ejemplo representado en la Fig. 7 a y b, el periodo óptimo para

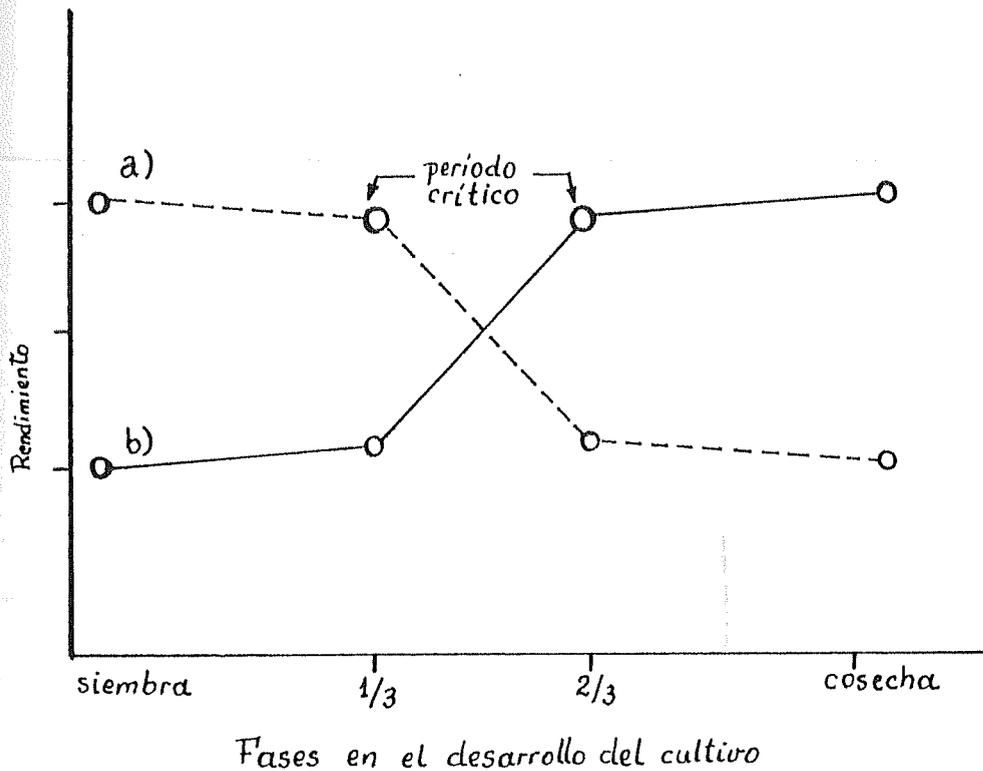


Fig. 7. Rendimiento del cultivo en dependencia de la duración de crecimiento de las malezas y el "periodo crítico".

Combate de Malezas

- a: a partir de una fase definida de desarrollo
- b: hasta una fase definida de desarrollo.

Tomado de: Koch y García. 1985

realizar un control de malezas sería cuando el cultivo hubiera alcanzado entre el 33% y 66% de su ciclo agronómico; y de aquí en adelante el mismo cultivo se encargaría por si mismo de retener y/o dificultar el crecimiento y proliferación de estas malezas.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, W. 1983. Weed Science. Principles. Second Edition. West Publishing. St. Paul, Minesota. USA. 655 p.
- BJORKMAN, O. and J. BERRY. 1973. Efficient Photosynthesis. Scientific American. vol. 229 (4). 12 p.
- FUSAGRI. 1985. Control de malezas. Serie Petróleo y Agricultura No. 8. 98 p.
- FAO. 1987. Manejo de malezas. Manual del instructor. colección FAO. Capacitación No. 12. Italia. 160 p.
- GABELA, F. 1982. Principios básicos sobre malezas. En curso teórico-práctico de control de malezas. Memorias. Julio 19-22 de 1982. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito-Ecuador. sp.
- HELFGOTT, S. 1982. El problema de las malezas. En Segundo Curso Intensivo. Control Integrado de Plagas y Enfermedad Agrícolas. La Molina, Perú. 2-27 de Febrero 1981.
- KLINGMAN, G. y F. ASHTON. 1989. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. Limusa. México. 449 p.
- KOCH, W. y J. E. GARCIA. 1985. Principios de competencia entre cultivos y malas hierbas. Posibilidades y limitaciones de la aplicación de umbrales económicos en programas de combate. En resúmenes del seminario Manejo Integrado de Malezas. Curso sobre el combate integrado de malezas. W. Koch; H. Walter; J. Sauerborn. Editores. 13-15 Septiembre de 1983. Costa Rica. PLITS 3(2). 1985.
- PACHECO, J. 1987. Nota sobre control de malezas. SIRCA, Universidad Nacional Experimental del Tachirá. San Cristóbal, Venezuela. 113 p.
- PATTERSON, D. 1985. Comparative ecophysiology of weeds and crops. In Weed physiology. Vol. I. Reproductive and ecophysiology. S. Duke. CRC Press. Florida, USA. pp. 101-130.

RODRIGUEZ, E. 1988. Inventario de malezas y su problemática en siembras de maíz en 6 localidades del Estado Aragua. Trabajo ascenso. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 101 p.

VEGA, N. 1987. Las malezas y su combate. Aspectos generales. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 142 p.

EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS:

*Definición características
alcance.*

Jorge Menéndez Mora¹

DEFINICION; "El manejo integrado de plagas (MIP) es una estrategia de control de plaga fundamentada en la ecología, que depende primordialmente de los factores de mortalidad natural, tales como enemigos naturales y condiciones ambientales, y emplea tácticas de control que afecten lo menos posible a éstos factores' (FLINT & VAN BOSCH, 1981).

FUNDAMENTOS DEL MIP

El desarrollo de un sistema coherente de manejo integrado de plaga se basa en los siguientes principios:

1. Especies potencialmente dañinas deben existir en niveles de población tolerables. El MIP rechaza la idea de que la sola presencia de una especie de plaga necesariamente justifica acciones de control. Niveles bajos de infestación de algunas plagas pueden ser deseables. Niveles no perjudiciales de insectos agrícolas y malezas pueden ser fuentes importantes de alimento, hospederos, de reproducción o refugio para enemigos naturales. Una eliminación total de aquellos organismos puede tener efectos colaterales perjudiciales.
2. El ecosistema es la unidad de manejo. El ecosistema está constituido por el conjunto de factores bióticos y abióticos. Uno de los sistemas manejados por el hombre son los sistemas agrícolas (agroecosistemas). El conocimiento de las acciones, reacciones e interacciones de los componentes del agroecosistema es requisito indispensable para un efectivo programa de MIP.

Cualquier manipulación de un agroecosistema puede agravar los problemas de plagas mientras manejamos efectivamente otras poblaciones de plagas. Por ejemplo el cambio a una nueva variedad, rotación con otro cultivo, modificación del espaciamiento o esquema de riego y, cambio en el patrón de uso de pesticidas, puede causar un cambio drástico en el status de especies plagas en un cultivo o grupos de cultivos en un agroecosistema dado.

¹ Ing. Agr. M.Sc. Entomólogo. Dpto. Nacional Protección Vegetal. EET Pichilingue. INIAP.

3. El uso de agentes de control natural es maximizado. El MIP pone énfasis en los factores naturales que existen en el ecosistema, los cuales regulan el crecimiento numérico de la plaga, entre éstos factores figuran: limitación de recursos (alimento, espacio, refugio), condiciones climáticas desfavorables, competencia dentro de la especie o con otras especies y, enemigos naturales (parasitoides, predadores y patógenos).

4. Cualquier procedimiento de control puede producir efectos indeseables e inesperados. El uso unilateral de cualquier técnicas de control puede tener consecuencias indeseables e inesperadas; y por tanto, debe ser cuidadosamente considerada en un contexto ecológico antes y después de la adopción. Ejemplo, el uso de insecticidas.

5. Es necesario un sistema interdisciplinario. Un sistema de MIP debe ser integral al manejo total de la finca. Tal sistema requiere de la cooperación interdisciplinaria en la investigación, fases de desarrollo y también en la implementación. La cooperación de especialistas de algunas disciplinas - agronomía, economía, meteorología, sociología, matemática y fisiología de planta, son importantes en coleccionar la información y formular la estrategia de manejo.

GUIAS PARA DESARROLLAR UN PROGRAMA DE MIP

El desarrollo de un programa específico de MIP depende de algunas variables: el complejo de plagas, recursos a ser protegidos, valor económico y disponibilidad de personal. Por tanto, es difícil establecer guías absolutas. Las guías generales que deben aplicarse para el manejo de cualquier grupo de plagas son las siguientes:

1. Analice la categoría de plaga de cada uno de los organismos perjudiciales del cultivo y establezca umbrales económicos para las plagas principales o claves. Un cultivo puede ser infestado al mismo tiempo por docenas de especies plagas potencialmente perjudiciales; sin embargo, para cada situación hay únicamente unas pocas especies de plagas serias que ocurren en intervalos regulares. Estas plagas que ocurren regularmente en niveles perjudiciales son los organismos del MIP y son conocidas como plagas claves.

Una plaga clave varía en severidad de año a año, más la densidad promedio usualmente excede los niveles tolerables cada año. Esta características constituye la posición de equilibrio de la plaga.

El nivel que determina si una especie perjudicial ha alcanzado la categoría de plaga real, es llamado el umbral económico. Este corresponde a la densidad de una población de plaga abajo del cual el costo de las medidas de control a aplicarse exceden las pérdidas causadas por la plaga.

2. Idear esquemas para bajar la posición de equilibrio de plagas claves. El MIP se esfuerza en manipular el ambiente en procura a reducir permanentemente la posición de equilibrio de las plagas a un nivel inferior al umbral económico.

Esta reducción puede ser conseguida usando tres componentes primarios del manejo, sólo o en combinación:

- Introducción deliberada y establecimiento de enemigos naturales (parasitoides, predadores, entomopatógenos) en áreas donde ellos no ocurrían anteriormente.
- Utilización de variedades libres de plagas o resistentes a las mismas.
- Modificación del ambiente de la plaga de manera a incrementar la efectividad de los agentes de control biológico y, destruir los sitios de cría, alimentación o refugio de las mismas. Ejemplos: rotación de cultivos, destrucción de residuos de cosecha, preparación de suelo, etc.

3. Durante situaciones de emergencia, buscar medidas de control que causen mínima perturbación ecológica. La utilización de la mejor combinación de enemigos naturales, variedades resistentes y modificación ambiental pueden evitar acciones futuras contra algunas plagas claves, excepto bajo circunstancias inusuales.

Cuando la plaga clave ha recrudecido o la plaga secundaria esta fuera de control, debe tomarse las medidas de control. En estos casos el plaguicida puede ser el único recurso de control. En el MIP, la selección del insecticida, dosis y época de aplicación son cuidadosamente coordinadas para evitar perturbaciones ecológicas y otros efectos colaterales negativos. Los umbrales económicos sirven para identificar cuando y donde las medidas de control son verdaderamente justificadas.

4. Idear técnicas de monitoreamiento. El monitoreamiento es esencial para el MIP, las poblaciones de plagas son dinámicas, algunas veces se duplican en un día o decrecen en una forma comparable. Debido a que las condiciones de tiempo, crecimiento del cultivo, enemigos naturales y otros factores que afectan el aumento y reducción de la población de la plaga están también cambiando constantemente, las poblaciones de la plaga y los factores del ambiente que influyen su abundancia deben ser inspeccionados frecuentemente en orden a determinar cuando aplicar o disminuir las varias medidas de control. Sólo a través del monitoreo puede ser determinada la necesidad real para el control químico y maximizarse los controles naturales.

El monitoreo depende del cultivo, el tipo de plaga involucrada, condiciones ambientales y recursos económicos. Trampas de luz y trampas cebadas con productos naturales o sintéticos han sido usadas para chequear algunos insectos. En otros casos el conteo directo de insectos sobre muestras representativas del cultivo es suficiente.

TECNICAS DE CONTROL DEL MIP

Las técnicas disponibles para controlar insectos plagas son casi inagotables e involucra un amplio rango de ciencias y tecnologías aplicadas. Ellas son convenientemente categorizadas en orden creciente de complejidad, como: cultural, mecánica, física, biológicas, químicas, genéticas y métodos regulatorios.

CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es la acción de parasitoides, predadores o patógenos sobre una población del hospedero o presa, los cuales producen una posición de equilibrio general inferior a la que prevalecería en la ausencia de aquellos agentes.

La utilización exitosa de esta técnica depende del entendimiento de la biología y ecología de la plaga y los organismos benéficos operando sobre ella.

En la práctica, el control biológico es el uso o fomento de organismos benéficos para la reducción de poblaciones de organismos plagas.

El control biológico clásico involucra la introducción y establecimiento de enemigos naturales en áreas donde ellos previamente no existían. Este método es ampliamente usado contra plagas exóticas (origen foráneo).

La conservación y aumento de enemigos naturales son acciones deliberadas para proteger y mantener sus poblaciones o para incrementar sus efectos benéficos.

La liberación inundativa es la colonización de un gran número de un enemigo natural para destruir la población de la plaga inmediatamente. La liberación inoculativa es la colonización repetida de poblaciones relativamente pequeña de un enemigo natural para elevar la población del organismo benéfico sobre varias generaciones.

Los patógenos han sido poco explotados como agentes de control biológico y el número de patógenos potencialmente útiles no es conocida completamente. Algunos de aquellos agentes muestran mucho potencial y

ofrecen una excelente alternativa a los pesticidas químicos para programas de MIP.

Hay cuatro grupos principales de patógenos considerados como agentes de control biológico: hongos, bacterias, protozoos y virus.

RESISTENCIA DE PLANTA

El uso de variedades resistentes al ataque de plagas ha sido practicado por algunas décadas. Los mecanismos de resistencia en plantas son generalmente complejos y no fácilmente definidos. La base para la resistencia es generalmente fisiológica (ej: las plantas producen toxinas las cuales inhiben las plagas) o mecánicas (ej: las hojas de las plantas tienen pelos que impiden la alimentación de los insectos). Otro tipo útil de resistencia es la tolerancia, en la cual las plantas tienen las habilidades para soportar niveles altos de una plaga sin sufrir daños económicos severos.

CONTROL CULTURAL

El control cultural es la manipulación deliberada del ambiente para hacerlo menos favorable para las plagas, interrumpiendo su ciclo reproductivo, eliminando su alimento o haciendo éste más favorable a sus enemigos naturales. Algunos procedimientos tales como épocas de siembra, preparación de suelo, riego, cosecha, aplicaciones de fertilizantes, rotación de cultivos, destrucción de plantas hospederas y uso de material de siembra libre de plagas, pueden ser utilizadas para conseguir el control cultural.

CONTROL FISICO Y MECANICO

Los controles físicos y mecánicos son medidas directas o indirectas (no químicos) para destruir brotes de plagas o hacer el ambiente inadecuado para su ingreso, dispersión, sobrevivencia y reproducción. Control físicos incluye manipulación de la temperatura (calor o frío), trampas de luz, barreras físicas (mallas) y bandas adhesivas o pegantes. Los controles mecánicos involucra desde el "mata mosca" hasta equipos especiales para remover insectos. Otros controles mecánicos consiste en la construcción de fundas, cartones y otros recipientes para evitar la contaminación, especialmente de alimentos que deben ser almacenados por largos periodos.

CONTROL AUTOCIDAL

El control autocidal consiste en la cría y liberación de insectos que son estériles o son alterados genéticamente con el propósito de reducir los miembros de su propia especie que están causando problemas de plagas.

CONTROL ETOLOGICO

Este método involucra el uso de químicos para atraer insectos a sitios donde ellos son destruidos, falsear la actividad sexual, distraer machos o hembras en su búsqueda para aparearse o perturbar la orientación del insecto.

CONTROL QUIMICO SELECTIVO

A pesar de incluirse en los métodos alternativos dentro de programas de MIP, los pesticidas serán necesarios contra muchas plagas, para los cuales no han sido encontrados métodos alternativos, no han sido desarrollados o no están siendo implementados.

En general, pesticidas específicos no están disponibles y ha sido poco el esfuerzo para producirlos. Algunos pesticidas pueden ser usados para alcanzar su propia selectividad ecológica involucrando menos esfuerzo y costo que desarrollar compuestos fisiológicamente selectivos.

Talvés, la técnica mejor conocida para alcanzar la selectividad ecológica en los pesticidas involucra el tiempo de aplicación de cantidades mínimas de pesticidas que tengan efectos menos adversos sobre organismos no claves.

El desarrollo de equipos de aplicación que deposite el insecticida en el habitat de la plaga clave minimizaría la deriva y concentración del producto fuera del área de aplicación.

BIBLIOGRAFIA

BOTTRELL, D. 1979. Integrated Pest management. Council on Environmental Quality. Washington (USA). 120 p.

DENT, D. 191. Insect Pest Management. Wallingford, C.A.B. International. 604 p.

METCALF, R.; LUCKMANN, W. (eds). 1982. Introduction to Insect Pest management. 2da. ED. Ney York, John Wiley. 577 p.

PROBLEMAS Y MANEJO FITOSANITARIO EN MAÍZ Y SOYA EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO

Ing. Raúl Quijije P.¹

GENERALIDADES

Los cultivos de maíz (*Zea mays*) y soya (*Glycine max*), son dos rubros de importancia agrícola en la zona central del litoral ecuatoriano. Por sus características agronómicas, estos cultivos casi siempre son sembrados en épocas lluviosa y seca, respectivamente, ocupando en la actualidad una superficie anual por encima de 250.000 y 90.000 hectáreas, a nivel de costa.

Los cultivos mencionados, surgieron como explotaciones extensivas e intensivas a mediados de la década del 70. Antes de ésta época, uno de los principales problemas fitosanitarios que afrontaba el maíz era la presencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y para su control, el agricultor realizaba una o dos aplicaciones de insecticidas y en ciertos casos ninguna.

¹

Investigador asistente del Departamento Nacional de Protección Vegetal Sección Entomología, INIAP.

PROBLEMAS Y MANEJO FITOSANITARIO EN MAÍZ Y SOYA EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO

Ing. Raúl Quijije P.¹

GENERALIDADES

Los cultivos de maíz (*Zea mays*) y soya (*Glycine max*), son dos rubros de importancia agrícola en la zona central del litoral ecuatoriano. Por sus características agronómicas, estos cultivos casi siempre son sembrados en épocas lluviosa y seca, respectivamente, ocupando en la actualidad una superficie anual por encima de 250.000 y 90.000 hectáreas, a nivel de costa.

Los cultivos mencionados, surgieron como explotaciones extensivas e intensivas a mediados de la década del 70. Antes de ésta época, uno de los principales problemas fitosanitarios que afrontaba el maíz era la presencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y para su control, el agricultor realizaba una o dos aplicaciones de insecticidas y en ciertos casos ninguna.

¹

Investigador asistente del Departamento Nacional de Protección Vegetal Sección Entomología, INIAP.

Después que el maíz tomó el auge, especialmente por la creciente demanda del producto para la industria de alimentos balanceados, los agricultores buscaron una protección total del cultivo a base de aplicaciones "calendarizadas" de insecticidas.

A partir de ese entonces, se creó un nuevo problema fitosanitario: hubo mayor resurgencia del gusano cogollero y la aparición de dos plagas más: que son, el gusano ejército (*Mocis latipes*) y el barrenador del tallo (*Diatraea* spp.), ésta última de más difícil control por medios químicos.

Para el caso de la soya, la sucesión de los problemas fitosanitarios ha sido algo similar. En principio, este cultivo se desarrollaba libre de problemas, a tal punto que el productor de ciclo corto lo consideraba como "el cultivo de menor inversión" (no fertilizaba, no usaba insecticidas, ni fungicidas) y los pocos defolladores que se presentaban como insectos comunes, eran mariquitas (*Cercotoma fascialis* y *Diabrotica* sp.) y sandwichero (*Hedylepta indicata*).

Posteriormente, como resultado del combate químico que los productores emprendieron en contra de estas plagas de la soya; y, en ciertos casos, la falta de rotación de cultivos, surgen nuevos problemas: la aparición de la langosta verde (*Anticarsia gemmatilis*), el barrenador del tallo (*Cydia fabivora*), el perforador del

brote (*Epinotia aporema*), los chinches de las vainas (*Piezodorus guildinii*, *Nezara viridula* y *Euschistus heros*) y un ataque severo de virosis transmitida por crisomélidos (*C. fascialis*).

Por un lado, el manejo desordenado de los cultivos y el uso exagerado de los pesticidas para el combate de insectos, enfermedades y malezas nos han conducido por un sendero muy peligroso, ya que los daños causados al ecosistema resulta con frecuencia irreparable; además, que se aumentan innecesariamente los costos de producción.

Si a esto le sumamos las agresivas deforestaciones que se dan en la zona, sin duda, podemos decir, que el hombre per-se, cada día va provocando ciertas condiciones para que muchos de los problemas fitosanitarios aumenten.

En la actualidad son muchos los organismos perjudiciales que actúan sobre estos dos cultivos; siendo los de mayor importancia: insectos, ácaros, nematodos, hongos, micoplasmas, malezas, roedores, pájaros, entre otros, que en determinadas circunstancias causan daños económicos y/o reducen las cosechas.

En el presente trabajo se resume la información disponible hasta ahora por el Departamento Nacional de Protección Vegetal, sobre el MIP en maíz y soya, el cual me permito presentar.

I. INSECTOS PLAGAS

A. Maíz

En este rubro agrícola se han identificado alrededor de 30 especies de insectos plagas, casi todos de hábitos distintos (tierreros, cortadores, barrenadores, succionadores, defolladores y cogolleros); pero hasta ahora, solo unas pocas se consideran importantes, y se las pueden denominar "plagas claves", debido a que son los más perjudiciales por su presencia permanente dentro del cultivo, y son: *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero); *Diatraea* spp. (barrenador del tallo); *Moths latipes* (gusano ejército) y *Phyllophaga* spp. (orozco).

Las otras especies de insectos plagas se sitúan como ocasionales y/o potenciales, siendo los más comunes: grillotopos (*Neocurtilla hexadactyla*, *Scapteriscus* sp.), el complejo de orozco o gallina ciega (*Cyclocephala* spp., *Anomala* spp., *Ligyris* spp.), gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon*, *Feltia* sp., *Spodoptera* spp.), mariquitas (*Diabrotica* spp., *Colaspis* sp.), arrieras (*Atta* sp., *Acromyrmex* sp.), perforador menor del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*), gusano de la mazorca (*Heliothis zea*), chicharritas (*Hortencia similis*, *Dalbulus* sp.) y el pulgón verde (*Rhopalosiphum maidis*).

B. Soya

Sobre este cultivo, se han identificado aproximadamente 40 especies de insectos plagas; pero en la actualidad, son unos pocos los de importancia, y son: **Bemisia argentifolii** (mosca blanca); **Anticarsia gemmatalis** (langosta verde); **Cerotoma fascialis**, **Diabrotica** sp. y **Colaspis** sp. (mariposas); **Hedylepta indicata** (sanduchero o pegador); **Euschistus crenator**, **Piezodorus guildinii**, **Thyanta perditor**, **Acrosternum** sp. y **Nezara viridula** (chinchas).

Las otras especies plagas identificadas en nuestro medio, se constituyen en secundarias y/o potenciales, y son: el falso medidor (**Pseudoplusia includens**), los gusanos cortadores (**Agrotis ipsilon**, **Spodoptera** spp.), langosta negra (**Spodoptera latifascia**), grillotopos (**Neocurtilla hexadactyla**, **Scapteriscus** sp.), el barrenador del tallo y vaina (**Cydia fabivora**), barrenador del brote (**Epinotia aporema**), gusano cabezón (**Urbanus proteus**), lorito verde (**Empoasca** sp.) y los piojos harinosos o cochinillas (**Dysmicoccus brevipes**).

MANEJO

Para manejar a estos insectos plagas que afectan los cultivos de maíz y soya, se debe elegir la combinación de varios métodos de control, básicamente el cultural, biológico, físico-mecánico y el uso racional de insecticidas.

Se debe darse prioridad a las prácticas culturales o agrícolas y el control biológico, ya que son herramientas que tienen mayor grado de permanencia en el tiempo y simulan condiciones más afines a las que se presentan en la naturaleza, puesto que lo fundamental en el manejo integrado, es reducir las poblaciones de las plagas a niveles que no causen daños económicos al cultivo y al agroecosistema.

Entre las principales prácticas culturales que se recomiendan y que parcialmente son adoptadas por los productores de la zona, estarían: la destrucción de rastrojos y residuos de la cosecha anterior, preparación del suelo, selección y uso de semilla certificada, colocación de trampas, rotación de cultivos, fechas y métodos de siembra y cosecha, densidad de siembra, utilización de cultivos combinados, eliminación de plantas infestadas, control de malezas y fertilización oportuna.

Con las rotaciones de maíz-soya, los agricultores reducen significativamente las poblaciones de las plagas. Los problemas de insectos trozadores como "orozcos" y "grillotopos" pueden ser manejados eficientemente mediante la preparación del suelo, o con el uso de trampas de luz. Por ejemplo, con dos pases de arado y uno de rastra, hasta los 30 centímetros de profundidad, se ha conseguido reducir aproximadamente el 50% de la población de estas dos plagas, con relación a un suelo no mecanizado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Influencia de la preparación del suelo sobre el control de insectos trozadores. Mocache, 1993.

MUESTRAS	Plantas trozadas por Grillo topos */m ²		Larvas de <i>Phyllophaga</i> spp./m ²	
	1	2	1	2
1	4.3	2.8	8.3	15.5
2	4.8	11.5	2.8	11.1
3	6.0	10.8	9.7	13.3
4	8.5	15.8	0.0	6.6
5	6.8	17.8	11.1	16.6
Promedio	6.1	11.7	6.4	12.6

* Especies *Neocurtilla hexadactyla* y *Scapteriscus* sp.

1 Lote mecanizado

2 Lote no mecanizado

Con una trampa de luz negra-azulada, usada a principios de la época lluviosa, la población adulta de **Phyllophaga spp** se reduce significativamente. En la EET-Pichilingue, esta práctica resulta muy satisfactoria, ya que con una sola trampa se puede capturar hasta 3500 adultos por mes (Figura 1).

Las épocas de siembra son importantes, particularmente cuando se siembra maíz y soya. Estudios realizados por la EET-Pichilingue, en cultivos de maíz, han demostrado que las siembras tempranas (primeras lluvias) son menos afectadas por los insectos trozadores; en 1993, se determinó que la incidencia de estas plagas en siembras tardías (marzo), ocasionó el 84% de plantas trozadas, y por ende pérdidas muy significativas en los rendimientos (Cuadro 2).

El control biológico ejercido por el complejo de enemigos naturales sobre las principales plagas del maíz, que incluyen hongos, bacterias, virus, nematodos e insectos benéficos (parasitoides y depredadores), es de vital importancia en los programas de manejo integrado de las mismas, que conduce el INIAP.

Sobre las principales plagas del maíz en la zona central del litoral ecuatoriano, se han identificado aproximadamente 63 enemigos naturales, que incluyen: insectos parasitoides, depredadores, virus, nematodos, hongos entomopatógenos y animales vertebrados (Figura 2).

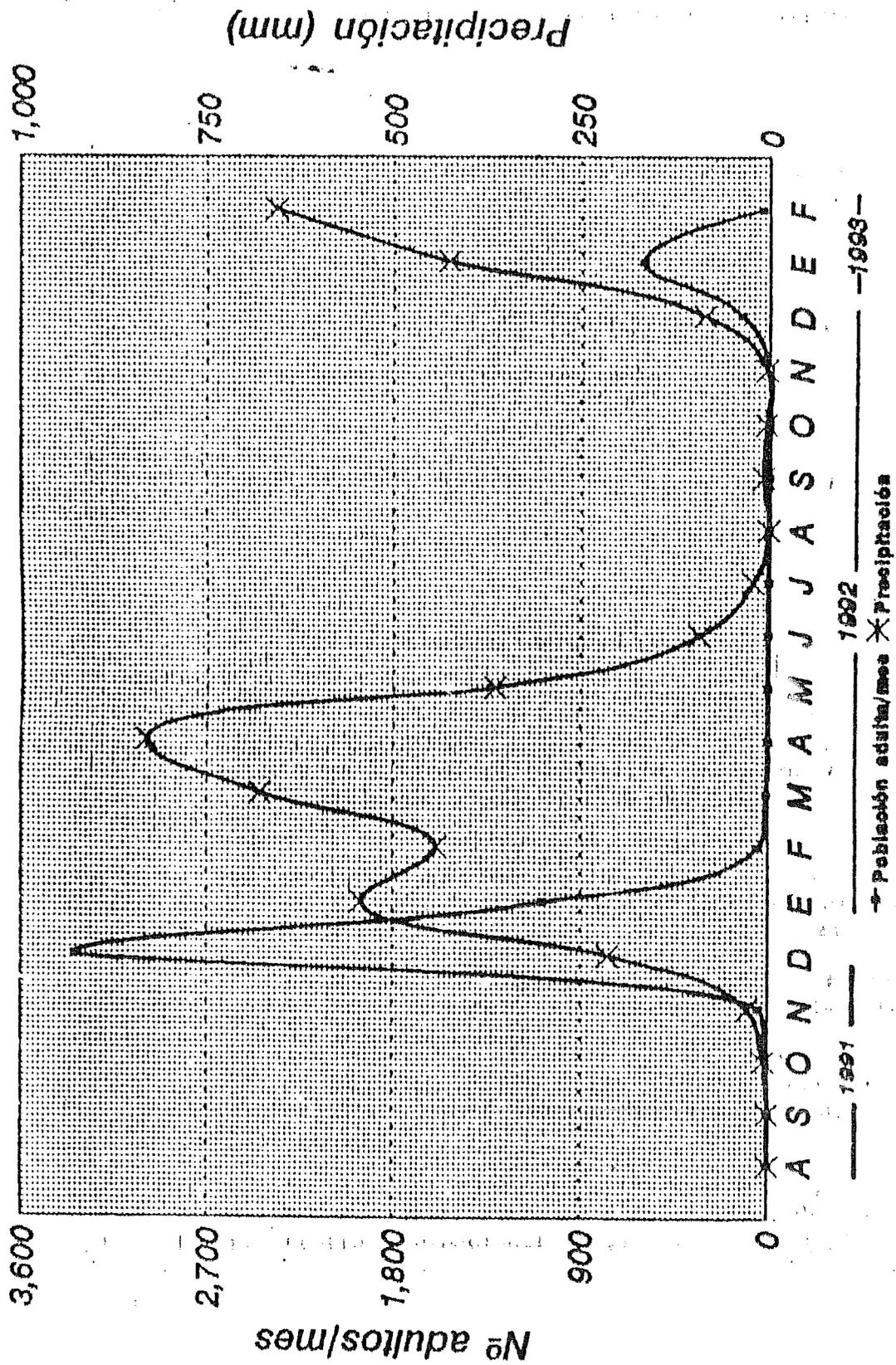
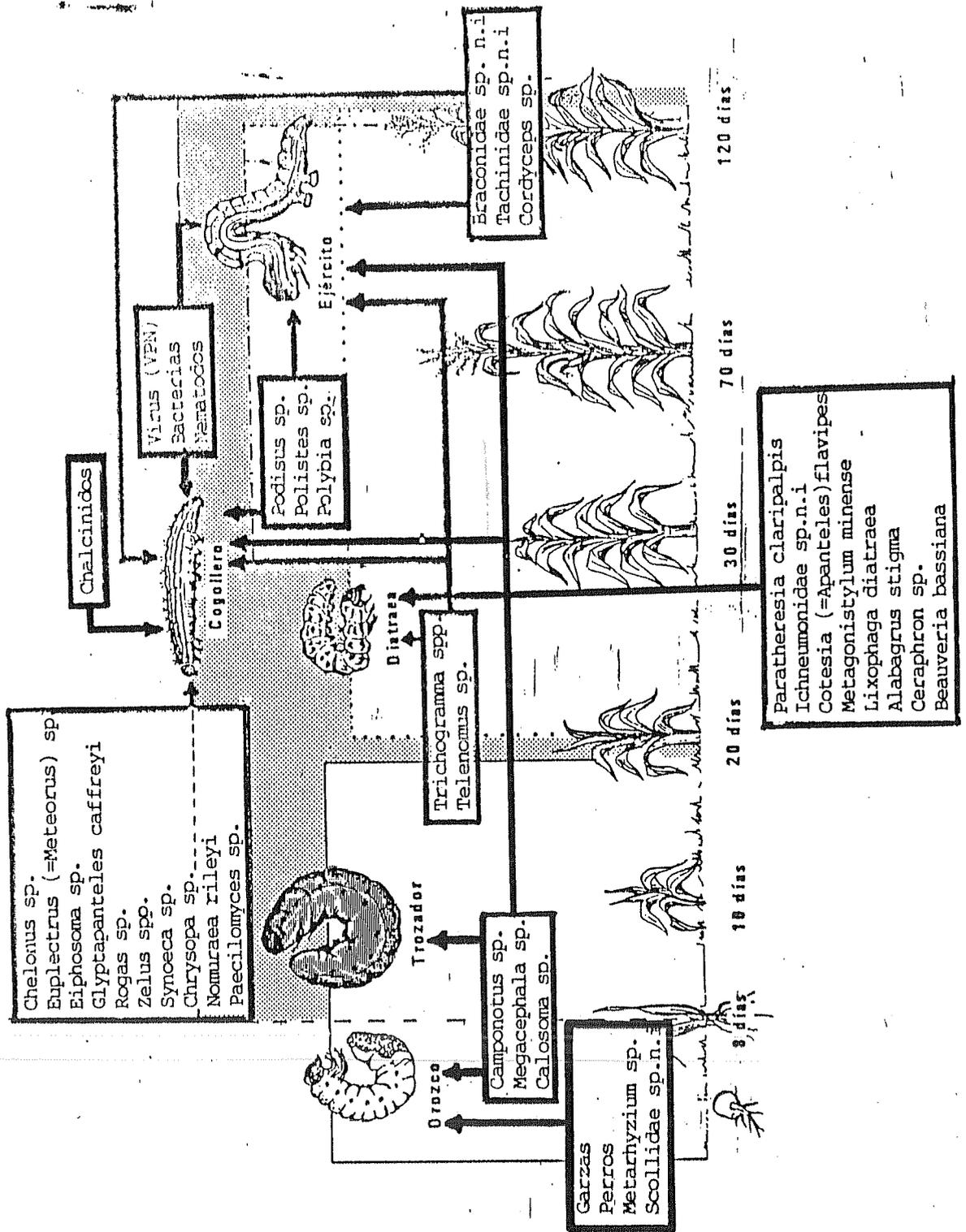


FIGURA 1. Fluctuación poblacional de *Phyllophaga* spp. en trampa de luz negra-azulada, EET-Pichilingue.

Cuadro 2. Porcentaje de plantas trozadas, infestación causada por *Spodoptera frugiperda* y *Diatraea spp.* y, rendimiento de maíz, correspondiente a vias fechas de siembra. EET-Pichilingue, 1993.

TRATAMIENTOS (Fechas de siembra)	% PLANTAS TROZADAS	% PLANTAS INFESTADAS		RENDIMIENTO GRANO 14 % HUMEDAD (Kg/ha)
		<i>S. frugiperda</i>	<i>Diatraea spp.</i>	
14.01.93	11.7	50.5	14.0	2802
29.01.93	11.0	29.3	12.0	3216
19.02.93	8.7	34.7	47.6	506
05.03.93	10.5	51.6	72.5	1455
17.03.93	84.3	50.2	64.2	273
30.03.93	27.3	66.4	55.0	1384
15.04.93	31.1	64.5	41.9	1166
30.04.93	64.5	48.3	76.2	598
14.05.93	75.5	53.3	12.5	625
31.05.93	68.7	25.0	15.1	—

FIGURA 2. PRINCIPALES ENEMIGOS NATURALES DE ALGUNAS
PLAGAS DEL MAIZ EN EL LITORAL ECUATORIANO



El "gusano cogollero del maíz", registra alrededor de 25 especies de enemigos naturales: de los cuales, 13 son himenópteros, un neuróptero, dos coleópteros, dos hemípteros, un díptero y cuatro entomopatógenos. De éstos, **Chelonus sp.** ha alcanzado el 17%, **Meteorus sp.** 13%, **Rogas sp.** 17% y el entomopatógeno **Nomuraea rileyi** 70% de control.

De igual forma se han identificado 12 enemigos naturales del "barrenador del tallo del maíz"; de los cuales, siete especies corresponden al orden Hymenoptera, cuatro al orden Diptera y un entomopatógeno, **Beauveria bassiana**, siendo los más importantes: **Trichogramma spp.** con 82%, **Paratheresia claripalpis** con 73% y un **Ichneumonido** no identificado taxonómicamente que ha alcanzado el 20% de control.

También se han determinado 14 enemigos naturales del "gusano ejército", siendo el entomopatógeno pupal conocido como **Cordyceps sp.** el más importante, con 70% de control. En este mismo lugar, se han identificado ocho enemigos naturales del "orozco" (**Phyllophaga spp.**); siendo éstos, tres himenópteros, dos coleópteros, un entomopatógeno y dos vertebrados, de los cuales los formícidos, los cicindélidos, las garzas y el patógeno larval conocido como **Metarhizium sp.**, son los más importantes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Lista de enemigos naturales de algunos insectos plagas del maíz, colectados en el litoral ecuatoriano, hasta 1995

Insectos plagas	Enemigos naturales	Total	
Spodoptera frugiperda	Hymenoptera :	Trichogrammatidae (1); Braconidae (4); Eulophidae (1); Ichneumonidae (2); Chalcididae (1); Vespidae (3); y Formicidae (1)	13
	Hemiptera :	Pentatomidae (1) y Reduviidae (1)	2
	Neuroptera:	Chrysopidae (1)	1
	Diptera:	Tachinidae (1)	1
	Coleoptera:	Cicindellidae (1) y Carabidae (1)	2
	Patógenos:	Hongos (4); Virus (1) y Nematodo (1)	6

	Hymenoptera:	Trichogrammatidae (1); Scelionidae (1); Braconidae (3); Ichneumonidae (1) y Ceraphronidae (1)	7
	Diptera:	Tachinidae (4)	4
	Patógeno:	Hongo (1)	1

	Hymenoptera:	Trichogrammatidae (1); Braconidae (1); Vespidae (2); Formicidae (1); Ichneumonidae (2) y Chalcididae (1)	12
	Diptera:	Tachinidae (1)	8
Hemiptera:	Pentatomidae (1) y Reduviidae (1)	1	
Coleoptera:	Cicindellidae (1) y Carabidae (1)	2	
Patógeno:	Hongo (1)	2	
.....	1	
Hymenoptera:	Scollidae (1); Vespidae (1) y Formicidae (1)	3	
Coleoptera:	Cicindellidae (1) y Carabidae (1)	
Patógeno:	Hongo (1)	14	
Otros:	Vertebrados (2)	2	
.....	1	
Hymenoptera:	Braconidae (1) - Diptera: Syrphidae (1)	2	
Neuroptera:	Chrysopidae (1) y Coleoptera: Coccinellidae (1)	
.....	8	
.....	
TOTAL :	TOTAL :	63	

En soya, el complejo de enemigos naturales sobre los insectos plagas, es un caso muy particular, siendo muy factible manejar este cultivo sin el uso de los insecticidas.

Entre los insectos benéficos de la soya se han identificado alrededor de 15 especies de depredadores, entre ellos: un crisópido (Neuroptera), una mosquita verde (Diptera: Dolichopodidae), una araña (Arachnida) y un coccinélido posib. **Delphastus** sp. (Coleóptera), combatiendo eficientemente a los adultos de mosca blanca (**Bemisia argentifolii**).

Además se han identificado cuatro especies de himenópteros de las familias **Formicidae** y **Vespidae**, dos especies de hemípteros correspondientes a las familias **Pentatomidae** y **Reduviidae** y un coleóptero de la familia **Carabidae**; todos ellos, actuando sobre "gusanos verde", "falso medidor", "gusano sandwichero" y "gusanos cortadores". Sobre los adultos de crisómelidos, se ha determinado la predación que ejercen los chinches **Zelus** sp. y las hormigas negra, **Camponotus** sp.

Entre los parasitoides identificados se registran algunas especies de avispidas; siendo las más comunes **Trichogramma** spp que parasitan huevos de varios lepidópteros, especialmente el "gusano verde". Sobre la "mosca blanca", **B. argentifolii**, se han identificado alrededor de 10 especies que parasitan hasta 38,75% de ninfas, siendo las del género **Encarsia** (Hym.: Aphelinidae) las más importantes.

Las avispidas **Glyphapanteles caffreyi** alcanzan el 58% y **Euplectrus sp.** 18% de control sobre larvas del "gusano verde"; **Litomastix truncatella** parasita hasta el 60% de larvas del "falso medidor", y los parasitoides **Apanteles sp.** con 5%, **Macrocentrus sp.** con 48%, **Brachymeria sp.** con 2% y algunos ichneumonidos no identificados con 3% de control sobre el "gusano sandwichero".

Otros de los enemigos naturales de los principales insectos plagas de la soya, muy importante en esta zona, son los entomopatógenos **Nomuraea rileyi**, que en condiciones favorables ha llegado a causar más del 90% de mortalidad sobre larvas del "gusano verde" y el "falso medidor"; y, el hongo blanco posib. **Paecilomyces sp.** ha provocado hasta el 98% de mortalidad sobre los adultos de mosca blanca, **Bemisia argentifolii**, especialmente en lugares más húmedo como Gualipe, La Cadena y Fumisa (Figura 3).

El control químico es la última alternativa a considerarse y, debe ser selectivo en el manejo integrado de las plagas. Como prevención al daño que ocasionan los insectos tierreros o trozadores al cultivo de maíz y soya, se hace indispensable el tratamiento de la semilla con el insecticida thiodicarb, a razón de 180 y 120 cc de ingrediente activo (i.a) por quintal de semilla, respectivamente.

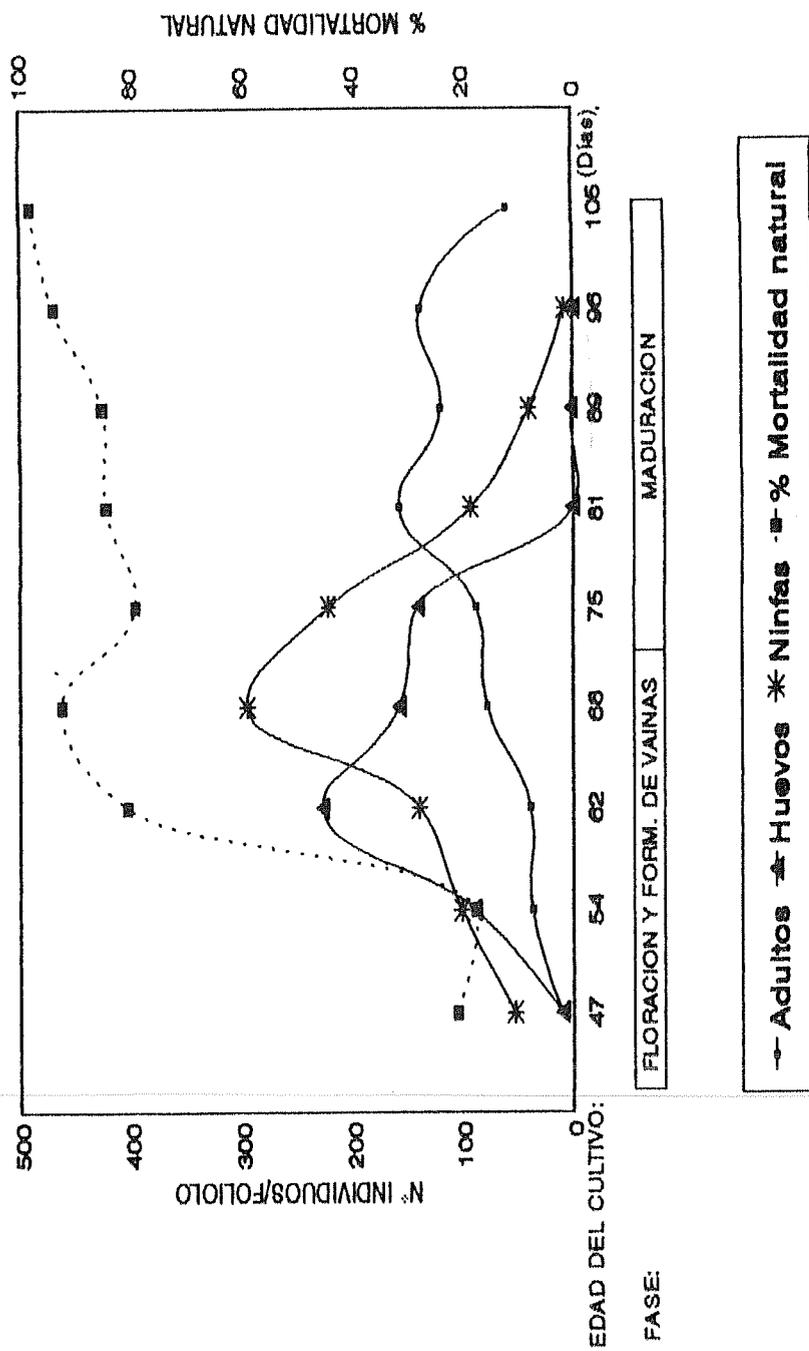


Figura 3. Fluctuación poblacional de la mosca blanca y porcentaje de mortalidad causado por un entomopatógeno (pos. *Paecilomyces* sp.), en soya, Gualupe, 1995.

Sobre los cultivos mencionados, las aspersiones de insecticidas deben hacerse únicamente cuando el nivel de daño y la población de la plaga alcancen los umbrales económicos.

En maíz, para el control del "gusano cogollero", los agricultores han cambiado su sistema "calendarizado" por una lucha más dirigida, eficiente y económica, empleando el denominado cebo (48 cc de i.a de clorpirifos/quintal de arena seca), cuando los daños de ésta plaga sobrepasa el 25% de destrucción en el cogollo, hasta los 40 días de edad del cultivo.

Estudios realizados por la EET-Pichilingue, han demostrado que con el manejo integrado de las plagas (MIP), en el maíz, se consigue reducir en más del 80% el volumen de los insecticidas con relación al método tradicional (sistema calendarizado) empleado por el agricultor; a la vez, nos permite un control seguro de las plagas y, lograr mayores beneficios, con una tasa marginal de retorno de 904 por ciento.

En soya, con la utilización del MIP se reduce hasta el 53% el volumen de los insecticidas y aún se puede obviarse el uso de los mismos, obteniendo un incremento de la productividad del 37%, con una tasa marginal de retorno de 164 por ciento.

Se puede concluir que el manejo integrado de los insectos plagas (MIP), representa el sistema de control más efectivo y seguro; a la vez, permite racionalizar el uso de los insecticidas, bajar los costos de producción, preservar y aumentar los enemigos naturales.

II. ACAROS

En la actualidad, son pocos los ácaros que se encuentran asociados en los cultivos de maíz y soya; sin embargo, ciertas localidades presentan problemas con el *Tetranychus* spp. (ácaro rojo), el cual provoca daños en la soya. Generalmente los ácaros rojos se alimentan en la superficie ventral de las hojas (envés), usualmente formando colonias y algunas veces tejiendo abundantes hilos (telarañas) que le sirven de protección.

Los huevos son perláceos, esféricos y sin estipe dorsal. En su primer estadio ninfal, el ácaro presenta seis patas y son de coloración pálidos, después se tornan oscuros y muestran ocho patas y un par de setas para-caudales hasta llegar a la fase adulta que generalmente son rojizos. Son visibles a simple vista y atacan especialmente durante las épocas seca; sus poblaciones aumentan cuando se realizan aplicaciones continuas de carbaryl (Sevin, Carbaryl o Ravyon).

MANEJO

Para el manejo eficiente de esta plaga, se debe seguir las recomendaciones de algunas de las prácticas culturales mencionadas en el manejo de insectos plagas y, la correcta aplicación de acaricidas. La aplicación del acaricida debe hacerse en forma localizada, pudiendo utilizar el propargite, a razón de 45 g i.a/bomba de motor con capacidad de 10 litros.

III. NEMATODOS

A. Maíz

En este cultivo, los nematodos fitoparásitos más importantes, encontrados hasta el momento son: **Pratylenchus spp.** (lesionador de raíces), **Belonolaimus spp.** (aguijón), **Xiphinema sp.** (daga), **Tylenchorhynchus sp.** (estilete), **Hoplolaimus sp.** (lanceolados), **Meloidogyne sp.** (agallador) y **Trichodorus spp.** (nematodos de raíces de escobillas o enanas).

B. Soya

Los nematodos fitoparásitos más importantes del cultivo de soya, identificados en la zona central del litoral ecuatoriano, son: **Meloidogyne spp.** (nematodo agallador), **Helicotylenchus spp.** (espiral), **Hoplolaimus sp.** (lanceolados), **Pratylenchus spp.** (lesionador de raíces), **Belonolaimus sp.** (aguijón), **Tylenchus sp.** (cola larga), **Dorylaimus sp.** y **Aphelenchoides sp.**

El género *Meloidogyne* o "nematodo agallador de raíces", es uno de los más comunes y polífago (parasita a muchos vegetales). La hembra tiene forma de pera cuando está adulta y, puede ovipositar entre 200 y 1000 huevos en 28 días según las condiciones ambientales y/o su hospedero. La formación de agallas es un síntoma evidente de la presencia de este nematodo. Los cultivos de soya atacados por *Meloidogyne* spp., muestran un crecimiento retardado, el follaje se torna amarillento y la planta poco o nada produce.

MANEJO

Para manejar a los nematodos fitoparásitos, especialmente en cultivos de soya, es necesario armonizar el empleo de algunas prácticas agronómicas, ya que el uso de los nematicidas en el campo es una medida antieconómica.

Entre las principales prácticas agronómicas a considerarse tenemos: La preparación del suelo en época seca, con un mes de anticipación, volteando 2 o 3 veces en horas soleadas, con intervalo de 3 a 4 aproximadamente. La desinfección o limpieza de la maquinaria, especialmente los neumáticos y aperos de labranza después de preparar un campo. El uso de compuestos orgánicos de origen vegetal (rastros de maíz o picado de alfalfa) o animal (estiércol de gallina, a razón de 10 ton/ha). Siembras tempranas. Eliminación de malezas hospederas. Adecuada

fertilización. Destrucción de plantas infestadas. Rotación de cultivos no hospederos de nematodos; y el uso de variedades resistentes o tolerantes.

Por ejemplo, en suelos plagados por **Meloidogyne spp.**, una buena rotación es alternar gramíneas "maíz, arroz o sorgo" con leguminosas "soya"; en tanto que, con poblaciones de **Meloidogyne spp.**, **Pratylenchus spp.** y **Helicotylenchus spp.**, las rotaciones maíz-soya no son aconsejadas. En soya se puede evitar los daños que producen estos nematodos, sembrando la variedad INIAP-305.

IV. HONGOS/VIRUS

A. Maíz

Son varios los patógenos que se han identificado sobre este cultivo, los más importantes son: **Phyllachora maydis**, hongo que produce la "mancha de asfalto"; **Helminthosporium maydis**, causante de la enfermedad conocida como "tizón foliar"; **Curvularia lunata**, "mancha curvularia"; **Puccinia polysora**, "roya"; **Ustilago maydis**, "carbón de la mazorca"; **Sphacelotheca reiliana**, "carbón de la espiga"; **Diplodia sp.** y **Fusarium sp.**, causantes de la "pudrición de mazorcas"; y, la reciente enfermedad conocida como "cinta roja", de etiología desconocida hasta el momento.

complejo de virus y micoplasmas, transmitidos por insectos del orden homoptera (Familias Cicadellidae y Delphacidae). Sin embargo, las investigaciones se encuentran en proceso.

B. Soya

Se conocen alrededor de 50 patógenos que afectan a este cultivo. Sin embargo, son pocos los que causan mayores problemas, siendo estos: **Rhizoctonia solani** (mal del talluelo); **Sclerotium rolfsii** (marchitez del tallo); **Macrophomina phaseolina** (marchitez de la hoja); **Cercospora sojina** (cercosporiosis de la hoja); **Cercospora kikuchii** (manchado de la semilla) y el **SMV** (mosaico común de la soya).

MANEJO

En áreas donde suelen presentarse estas enfermedades, no se recomienda la siembra continua de un mismo cultivo.

Para evitar que las enfermedades lleguen a constituirse en un problema serio, se aconseja utilizar en particular las siguientes prácticas preventivas: Rotación de cultivos (gramíneas y leguminosas); siembras tempranas, principalmente en lugares más húmedo; control de insectos y malas hierbas; destrucción de rastrojos de cosecha anterior; eliminación de plantas enfermas; usar barreras vivas que imposibiliten a los insectos como áfidos, cicadélidos y moscas blancas, vectores de muchos virus, ingresar al cultivo.

usar barreras vivas que imposibiliten a los insectos como áfidos, cicadélidos y moscas blancas, vectores de muchos virus, ingresar al cultivo.

La mancha de asfalto es una enfermedad que se desarrolla principalmente en áreas moderadamente frías y húmedas, suele presentarse al inicio de la floración, empezando sobre las hojas viejas de la planta y luego se dispersa hacia la parte posterior de la misma. Generalmente, todos los materiales de maíz son atacados por la enfermedad, encontrándose cierta resistencia en los híbridos que dispone el INIAP.

En caso de presentarse en forma severa la "cercosporiosis" antes de la etapa de floración en el cultivo de soya, se recomienda la aplicación de benomyl, en dosis de 0,4 kg de l.a/ha, entre los 30 y 50 días después de la siembra.

Se estima que el mosaico común de la soya (SMV) puede reducir entre 50 a 75% el rendimiento del grano. En efecto no existen métodos curativos para los virus, pero pueden prevenirse utilizando algunas de las prácticas culturales antes mencionadas.

V. MALEZAS

A. Maíz

Entre las principales malezas que afectan a este cultivo, tenemos: **Rottboellia exaltata** (caminadora); **Eleusine indica** (paja de burro); **Panicum maximum** (saboya); **Cynodon dactylon** (paja de la virgen); **Cyperus rotundus** (coquito); **Amaranthus spp.** (bledo); **Euphorbia heterophylla** (lechosa); **Ipomoea spp.** (betillas); **Bidens pilosa** (cadillo), entre otras.

B. Soya

Las malezas más importantes en este cultivo son: **Euphorbia heterophylla** (lechosa); **Amaranthus spp.** (bledo); **Bidens pilosa** (cadillo); **Ipomoea spp.** (betillas); **Momordica charantia** (achochilla); **Sida spp.** (escobas); **Cyperus spp.** (coquito); **Eleusine indica** (paja de burro); **Panicum maximum** (saboya); **Euphorbia heterophylla** (lechosa).

MANEJO

Para manejar las malezas nocivas que cumplen con los cultivos de maíz y soya, es necesario la integración de algunas prácticas, especialmente preventivas, culturales y químicas.

Dentro de las prácticas preventivas, las más prioritarias son: limpieza de maquinaria y equipos provenientes de lotes infestados; reducción de la producción

cultivos y no a las malezas son aceptables; como lo es el control manual, el control mecánico (maquinaria o machete), siembras de maíz y soya en campos libre de malezas, preparación del suelo (arada y rastra), entre otras.

En cuanto al control químico, existen varias alternativas para el combate de las malezas en estos cultivos y éstas pueden ser: aplicaciones preemergente y/o postemergente, mediante el empleo dirigido o selectivo de herbicidas sobre los cultivos. En los Cuadros 4 y 5 se presentan algunos de los herbicidas y dosis que se recomiendan en el control de malezas en maíz y soya, en la zona central del litoral ecuatoriano.

Cuadro 4. Recomendaciones de herbicidas para el control de malezas en cultivo de maíz.

HERBICIDAS	DOSIS Prod. comercial (Kg o l/ha)	EPOCA	ESPECTRO
A. Suelos arados, rastrados y sin problemas de malezas altamente nocivas.			
atrazina + alaclor glufosinato	1.5 + 2.0 0.5 a 1.0	PRE	Hoja ancha y gram.
B. Suelos sin preparar			
atrazina + Ac. Agric. + Emulsificante	1.5 + 5.0 + 0.3	POST (3-4 h)	Hoja ancha y gram.
C. Suelos con problemas de <u>R. exaltata</u>			
atrazina + pendimentalin	1.5 + 2.5	PRE	Hoja ancha y gram.
D. Suelos con problemas de <u>C. rotundus</u>			
1. metoaclor	4 a 5	PSI	Ciperac. y gram.
2. atrazina + Ac. Agric.	1.5 + 5	POST (3-4h)	Hoja ancha y gram.
3. 2,4 D (amina)	1.5	POST	Hoja ancha

Cuadro 5. Recomendaciones de herbicidas para el control de malezas en cultivo de soya.

HERBICIDAS	DOSIS Prod. comercial (Kg o l/ha)	EPOCA	ESPECTRO
A. Suelos arados, rastrados y sin problemas de malezas altamente nocivas.			
imazetaphyr	1.0	POST. (8-10d)	Hoja ancha
fomesafen	0.6	POST.	Hoja ancha *
B. Suelos con problemas de <u>R. exaltata</u>			
pendimetalin + linuron	2.5 + 1.0	PRE- E.	Hoja ancha
pendimetalin + fluazifop-butil	2.5 + 0.7	PRE. y POST. (20-25 d)	Hoja ancha
C. Suelos con problemas de <u>C. rotundus</u>			
glifosato	2.0	PRE.-S	Hoja ancha y gram.

* El fomesafen no es completamente selectivo, y causa daño al cultivo, el mismo que sufre un stress en sus estados iniciales.

LITERATURA CONSULTADA

- GARZON, I. 1991. Alternativas para el control de malezas en el cultivo de soya. En Morfología y manejo del cultivo de soya. Estación experimental Boliche, INIAP. Programa de Oleaginosas de ciclo corto. Ecuador.
- INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Informe Técnico Anual 1988 a 1993. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Dpto. Entomología (mimeografiado).
- INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Informe Técnico Anual 1995. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Nacional de Protección Vegetal, sección entomología (mimeografiado).
- MENDOZA, J., QUIJIJE, R. Y PATIÑO, M. 1996. El manejo integrado de insectos plagas en maíz y soya. Revista agropecuaria Sector. Quito, Ecuador. 3p.
- MENDOZA, J., QUIJIJE, R. 1994. Manejo integrado de insectos plagas en soya. Boletín divulgativo (en trámite). Departamento Nacional de Protección Vegetal, sección entomología. EET-Pichilingue, INIAP. Quevedo, Ecuador.
- QUIJIJE, R. 1993. Dinámica y fluctuación poblacional de *Phyllophaga* spp. Comunicación Técnica No. 25. EET-Pichilingue, INIAP. Quevedo, Ecuador.
- QUIJIJE, R. 1993. La entomofauna del cultivo de maíz. En resumen de seminario-taller sobre el Manejo Integrado de Plagas. Capacitación y difusión a extensionistas de PROTECA. EET-Pichilingue, INIAP. Quevedo, Ecuador.