

MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS

O. A. FERNÁNDEZ

Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida y Departamento de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

Conferencia pronunciada en el simposio "Manejo Integrado de Plantas Daninhas" realizado en ocasión del XIV Congresso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas e VI Congresso Latino-americano de Malezas, Campinas, SP. 1982.

Las plagas de los cultivos : malezas, insectos, hongos, nematodos, vertebrados y otros organismos, están en directa competencia con los mismos por los recursos ambientales y energéticos que ambos necesitan para su propia supervivencia. Las plagas atentan contra un sistema tecnológico que exige una alta eficiencia en la producción de alimentos y fibra para el consumo humano.

Los sistemas de manejo integrado de las plagas tiene su origen en el control de insectos perjudiciales. El uso abusivo e indiscriminado de los pesticidas químicos a partir de la segunda guerra mundial creó preocupación debido a sus efectos sobre el ambiente y la salud humana.

Los entomólogos a principios de la década del cincuenta fueron los primeros en reconocer los problemas derivados del empleo indiscriminado de los insectidas. El sector agropecuario observe además con preocupación, que el uso rutinario de estos productos resultaba en la aparición de poblaciones de insectos resistentes a los mismos y de nuevas plagas que antes tenían caracter secundario o se desconocían. La acción residual de los productos empleados se tradujo en muchos casos en un agente de contaminación ambiental, afectando a las poblaciones de otros animales.

Estos hechos se tradujeron en un cambio de mentalidad en la aplicación rutinaria de los productos químicos, como medida casi exclusiva para el control de los insectos perjudiciales. Se vió la ne-

cesidad de un enfoque holocénico para el control de las plagas asociadas al ambiente en que se desarrollan las plantas cultivadas, integrando de manera razonable el uso de los plaguicidas químicos con otras formas de control y sustancialmente con el estudio de los ciclos de vida y ecología de las mismas.

En 1963 la FAO muestra su interés por los peligros potenciales derivados del uso intensivo de los agroquímicos en el control de plagas, en 1965 se celebra el primer simposio sobre el control integrado de plagas. Diez años más tarde se realice el primer simposio sobre control integrado de malezas (Fryer y Matsunaka, 1977).

Actualmente existen numerosos ejemplos de programas de sistema de manejo integrado de plagas (Van Huis, 1981 ; Blair y Parochetti, 1982), algunos haciendo énfasis en el control de malezas.

MALEZAS Y AGROECOLOGIA

Las malezas constituyen un factor a considerar en todo programa de productividad agropecuaria. Las áreas en las cuales causan perjuicios son muy variadas : cultivos, sistemas de regadío, campos naturales, viveros, bosques, caminos, etc. Las pérdidas económicas más significativas y los costos más elevados para su control ocurren asociadas a las áreas cultivadas, en donde compiten por nutrientes, agua, luz y espacio. Asimismo en dichas áreas, entorpecen las tareas de la cosecha, desvalorizan el producto final

y lo encarecen dado que para su control deben invertirse sumas importantes, siendo en consecuencia no solamente un problema para el productor sino que su presencia perjudica, en última instancia, al consumidor. Los métodos que se utilizan para su control pueden afectar la calidad ambiental y son entonces de interés para la sociedad.

Es importante para todo aquel que se encuentra involucrado en los problemas derivados de la presencia de malezas y su manejo, comprender como principio básico de acción, que las leyes que gobiernan las relaciones entre los cultivos como organismos tiles y las malezas como organismos indeseables, son las mismas que gobiernan todos los sistemas ecológicos naturales. Así, la presencia de una maleza se identifica más bien con un fenómeno natural relacionado a la adaptación ecológica y la evolución de dichos organismos a ambientes modificados por la actividad humana, y sólo incidentalmente puede estar vinculada a la consideración de que una especie sea indeseable o no (Harlan y de Wet, 1965). Es conocida la frase de Bailey (1895) quien afirmó que "la Naturaleza no reconoce plantas como malezas".

Las prácticas agropecuarias ofrecen numerosas oportunidades para las especies colonizadoras. Por ejemplo, el laboreo del suelo provee una cama limpia y en general el agua y los nutrientes no faltan, especialmente durante los primeros estadios del cultivo. Algunas de estas especies son capaces de adaptarse evolutivamente a las nuevas situaciones (Fernández, 1979), convirtiéndose en malezas especializadas de un cierto cultivo, a tal punto que frecuentemente son desplazadas por la vegetación nativa del lugar si el cultivo desaparece. Raramente las plantas cultivadas se utilizan sin que hayan sido sometidas a un proceso de "mejoramiento" y con frecuencia se cultivan en ambientes que se hallan fuera de su óptimo ecológico. Como resultado son pobres competidores, obteniéndose en lugar de un monocultivo una comunidad compuesta por plantas cultivadas más malezas.

La presencia de las malezas es casi siempre una indicación de una etapa de sucesión secundaria. La tendencia constante de las áreas cultivadas de revertir a un sistema de vegetación natural, lleva implícito el principio de que controlar las malezas es una tarea inevitable para una eficiente producción de alimentos.

LA ERA DE LOS HERBICIDAS

El descubrimiento a medidas de la década del cuarenta de las propiedades selectivas de los compuestos fenoxiacéticos (Marth y Mitchell, 1944; Nutman, et. al., 1945; Slade et. al., 1945), representó el comienzo de una nueva etapa en los métodos de control de las malezas. En pocos años siguió un desarrollo explosivo del uso de distintos tipos de herbicidas, existiendo en la actualidad más de 400 formulaciones que contienen más de 100 principios activos que están comercialmente distribuidos por todo el mundo. El potencial de estos nuevos productos ha sido tal que ha significado una respuesta fácil para muchos de los problemas ocasionados por las malezas de los cultivos. Es así que, en el transcurso de pocos años, los sistemas agropecuarios de todo el mundo han dependido más y más del uso de los herbicidas como estrategia casi exclusiva para resolver el problema que representa la presencia de las malezas.

Por otro lado, si bien es cierto que el empleo extensivo de los herbicidas ha significado el uso de una práctica agropecuaria cuyas ventajas están fuera de discusión, también lo es el que el problema de las malezas no ha desaparecido y en numerosos casos particulares puede decirse que se ha agravado. Además, en forma similar como ha ocurrido anteriormente con los insecticidas, ha empezado a preocupar el impacto que puede tener sobre el ambiente el uso repetido o indiscriminado de estos productos.

Un número de razones ha traído a un primer plano de consideración la búsqueda de alternativas más racionales para resolver el problema que representan las malezas de los cultivos, en contraposición

con una única alternativa, la química, que se ha venido enfatizando durante los últimos treinta años. Estas razones pueden resumirse en los siguientes cuatro puntos principales

- a) El uso indiscriminado de los herbicidas puede causar perjuicios e interacciones en el mantenimiento de los ecosistemas naturales que deben ser tomados en consideración y que se hallan muy poco documentados.

Las malezas constituyen poblaciones dinámicas que interactúan con su medio. Como productores primarios juegan un papel significativamente importante en relación con la fauna, microorganismos y otras plantas. Si bien es cierto que conjuntamente con la flora del lugar pueden hospedar organismos perjudiciales a los cultivos, en otros casos representan una contribución significativa al mantenimiento de poblaciones útiles de insectos o otros animales (Blair y Parochetti, 1982). Pueden ser valiosas por ejemplo, en el mantenimiento de insectos polinizadores. En determinadas circunstancias su utilidad podría estar asociada a los momentos en que el cultivo no se encuentra en desarrollo.

Más importante a largo plazo, quizás, es que la aplicación extensiva e indiscriminada de los herbicidas estaría asociada a la destrucción de la reserva de germoplasma de la flora nativa de cada región. El potencial del contenido génito de las especies silvestres es muy poco conocido. Aún aquellas especies que en estos momentos carecen de aparente valor económico, son depositarias de características heredables imposibles de recrear una vez perdidas, y cuya utilidad futura no se puede prever.

- b) Un aspecto importante, responsable de la persistencia del problema de las malezas, es el reemplazo del tipo de malezas como consecuencia del uso de los herbicidas selectivos. En la literatura existen numerosos ejemplos (Ennis, 1974, Soerjani, 1977; Böger y Vetter, 1978), en donde las malezas susceptibles a los herbicidas son reemplazadas por otras toleran-

tes y más difíciles de eliminar. Frecuentemente sucede en estos casos que un problema que fue razonablemente simple de corregir por medios químicos es reemplazado por otro más difícil. Plantas que antes eran representantes menores de la flora regional, encuentran condiciones favorables y nichos ecológicos disponibles que colonizan con gran rapidez. Frecuentemente pueden evolucionar dentro de los mismos dando lugar a la formación de nuevos biotipos (Fernández, 1979).

- c) Otro motivo significativo es el costo creciente de los herbicidas, particularmente a partir de la denominada crisis energética de la década del setenta. El costo de los productos químicos para aplicar en situaciones específicas de numerosos cultivos no está al alcance del productor mediano de muchas regiones del mundo. Frecuentemente las cantidades limitadas que se necesitan de dichos productos hace que no se fabriquen localmente, debiendo en consecuencia ser importados con el consiguiente encarecimiento de los mismos.
- d) A pesar del número elevado de herbicidas existentes y la tecnología moderna puesta al alcance del productor, el problema de las malezas persiste. Existen problemas serios a nivel de cada región y otros que pueden considerarse de nivel internacional.

Una publicación reciente (Holm et al., 1977) evalúa la distribución mundial de las malezas más importantes y los cultivos que infestan, resume información biológica sobre las mismas y proporcionan un caudal importante de referencias bibliográficas. *Agropyron repens*, *Sorghum halepense*, *Avena fatua*, *Eichornia crassipes*, *Convolvulus arvensis*, *Cyperus rotundus*, *Imperata cylindrica*, *Solanum elaeagnifolium* y *Potamogeton* sp., son algunas de las malezas que debido a su capacidad competitiva y estrategias de sobrevivencia constituyen problemas graves en varias partes del mundo.

debido a nuestra incapacidad para

anular la capacidad competitiva de las malezas, todos los años se repiten los costos elevados necesarios para su control. Existe coincidencia entre los técnicos y científicos dedicados al estudio de este tipo de plantas, que se está aún lejos de una solución definitiva al problema de las malezas de los cultivos en base a las metodologías existentes. De allí que un nuevo enfoque hacia tales problemas se hace indispensable.

UN ENFOQUE MODERNO PARA EL CONTROL DE LAS MALEZAS

La presencia de una maleza en un cultivo, en un canal de riego, en una pastura, etc., deriva de una serie de acontecimientos abióticos y bióticos que debido a su interdependencia e interacción, pueden ser vistos como un suceso único. Esta forma de pensar, enfocando como una unidad una serie compleja de factores y hechos que, en este caso determinan la abundancia de una planta indeseable, ha llevado al estudio del manejo de las malezas en su medio como un sistema. En última instancia, la presencia de una maleza en un lugar determinado es un problema complejo de orden ecológico, y la ecología se ocupa a muy distintos niveles del estudio de sistemas.

El enfoque del manejo de las malezas como un sistema, o si se quiere como un subsistema se está trabajando en el marco de un programa de manejo integrado de plagas, puede contribuir notablemente al desarrollo de modelos que permitan más de una estrategia para reducir su densidad. Es por su propia idiosincracia flexible y puede estar sujeto a una permanente evaluación y modificaciones.

SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS

Una definición de manejo integrado de plagas es difícil de establecer dado que su filosofía es amplia y esta en constante evolución, o bien puede ser distinta para problemas diferentes.

Resumiendo los conceptos vertidos

por varios autores (Ennis, 1977; Allen y Bath, 1980 ; Baldwin y Santelman, 1980 ; Blair y Parochetti, 1982) y otros enunciados en este trabajo, podemos decir que un Sistema de Manejo Integrado de Malezas (MIM) enfoca el problema utilizando en forma compatible con la calidad ambiental, todas las técnicas adecuadas y conocimientos existentes para reducir una población de malezas a niveles tales que los perjuicios económicos que produzcan se hallen por debajo de un umbral, económico aceptable. En "ranchos casos puede incorporar métodos físicos, químicos, mecánicos, biológicos, genéticos, conjuntamente con medidas preventivas y estudios básicos sobre biología y ecología de las malezas, así como el entrenamiento de técnicos y extensión a nivel de los productores. No consiste simplemente en la aplicación de una o dos medidas de control, sino que incluye el estudio del problema en forma interdisciplinaria, siendo en consecuencia holocéntrico por naturaleza.

Es erróneo pensar que el MIM constituye una idea revolucionaria para los sistemas de producción agropecuaria. Antes del descubrimiento de los herbicidas modernos, el productor agropecuario estaba forzado a un enfoque integrado para el control de las malezas simplemente por el hecho de que ninguna de sus tecnologías separadamente era suficiente para lograr el control deseado. Partiendo de los métodos más antiguos, todos de naturaleza no química, tales como : aradas, carpadas, rotaciones, empleo de semilla limpia, fuego, inundación, manejo de pastoreo, cultivos de limpieza, época de plantado, uso de variedades resistentes, etc., todos son métodos válidos hoy. En el control de malezas se puede decir que nunca se llegó a abandonar un método de combatirlas, simplemente se han agregado otros nuevos. El MIM viene a retomar así un concepto clásico en el que estamos de vuelta como si se cerrara un ciclo. Nos vemos obligados a revivirlo, ante el potencial descalabro ecológico que nos enfrenta el uso indiscriminado de productos químicos y la falta de solución al problema de las malezas que persiste.

En el futuro, será necesario tomar lo mucho de favorable que ofrece el control químico adaptándolo a los requerimientos de preservación ambiental y compatibilizarlo con las necesidades del productor.

Enfoque integrado horizontal y vertical

Un análisis rápido de la complejidad del MIM muestra las ventajas de evaluarlo desde dos niveles de acción distintos, que han sido denominados "enfoque integrado horizontal" y "enfoque integrado vertical" (Soerjani, 1977). (Fig. 1).

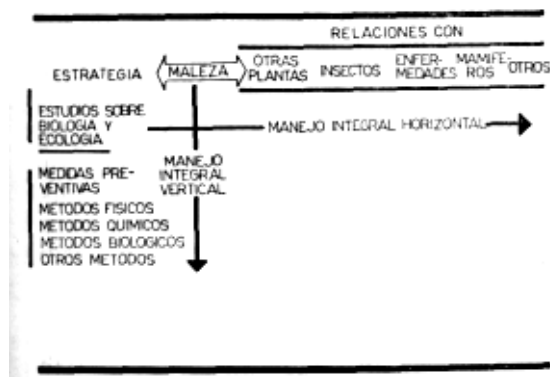


Figura 1. Enfoque Horizontal y Vertical de un Sistema de Manejo Integrado de Malezas. (Adaptado de Soerjani, 1977).

El punto de vista de integración horizontal abarca las relaciones interdisciplinarias inherentes a la presencia de la plaga y su manejo. Considera a la maleza en su interrelación con otros componentes del ecosistema y las consecuencias que pueden derivar de cualquier acción sobre el mismo. Un sistema de MIM enfatiza un enfoque holístico del problema. Así, si una práctica de control de malezas afecta a los insectos, a los microorganismos del suelo, a la fauna del lugar o al ser humano, este efecto debería ser evaluado y si es posible cuantificado, pasando a ser parte de la información del programa de manejo integrado. Por otro lado, si una práctica de manejo agropecuario para controlar una enfermedad o

insectos perjudiciales afecta a las malezas, esta influencia también debería ser conocida y evaluada. Los trabajos de investigación pueden encontrar soluciones para una plaga, sin embargo limitaciones de orden institucional o sociales pueden impedir su implementación.

El punto de vista de manejo integrado vertical se relaciona con todo tipo de actividades que directamente pueden contribuir a reducir la densidad de una población de malezas a niveles por debajo de los cuales se considera que sus perjuicios económicos son tolerables. Significa el uso de todas las combinaciones apropiadas y tecnológicamente compatibles para el control de malezas. Asimismo, como se propone en este trabajo, abarcaría todos los estudios de carácter básico sobre la biología y la ecología de las malezas que tienden a producir información útil hacia el objetivo fundamental de su control.

La necesidad de una integración horizontal y vertical en un programa de manejo integrado de plagas ha sido enfatizada por otros autores (Allen y Bath, 1980).

FASES DE DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MIM

Un sistema de MIM es en general un largo camino a recorrer, que debe ser programado cuidadosamente para evitar dilapidaciones de esfuerzos y tiempo. Un principio fundamental que debe ser observado por los técnicos responsables, es el de definir los objetivos de su programa y diseñar sus experimentos y tareas a ejecutar, con miras a alcanzar dichos objetivos en forma sistemática y al menor costo posible.

Un programa de este tipo depende de poder realizar decisiones de manejo y control entre varios cursos de acción posible. El cúmulo de información que se posea dará mayor o menor riqueza al número de posibles alternativas o vías de acción.

Resulta prácticamente imposible diagramar con detalle o dar normas de tra-

bajo fijas, para el desarrollo de un programa de MIM que cubra todas las situaciones en que las malezas se hacen presentes causando perjuicios. Depende del tipo de problema, de los objetivos deseados, de la disponibilidad de medios y en última instancia de los conocimientos y visión de los responsables de su ejecución.

La Figura 2 pretende delinear a grandes rasgos las fases principales sobre las cuales puede enfocarse el desarrollo de un sistema de MIM. En los títulos siguientes se dan fundamentos básicos sobre cada una de ellas.

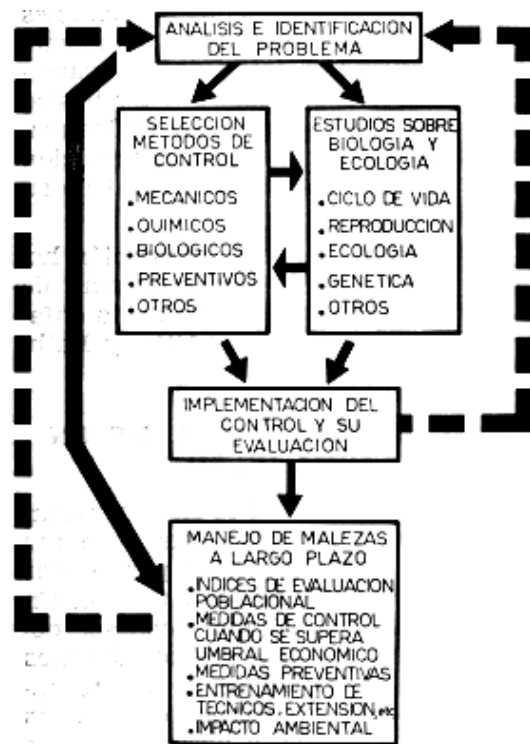


Figura 2. Fases de desarrollo de un Sistema de Manejo Integrado de Malezas. (Adaptado de Soerjani, 1977).

Análisis e identificación del problema

Es importante tener una idea lo más exacta posible del problema derivado de la presencia de una o más malezas. La definición correcta del mismo evita erro-

res Gastosos y la pérdida de tiempo muy valioso. A veces, en un estado inicial de una actividad agropecuaria puede reducirse el impacto de las malezas mediante medidas preventivas inmediatas o otras decisiones tempranas de manejo.

El conocimiento de la forma en que se realiza el perjuicio puede dar indicios importantes para la reducción del mismo y debe formar parte del análisis inicial. Por ejemplo en un programa de MIM de malezas en los canales de desagüe de la zona de regadío del Valle inferior del Río Colorado al sur de la Provincia de Buenos Aires (Lat. 62°37'O Long. 39°23'S), el problema principal se identificó como la obstaculización del flujo de agua de drenaje de tierras de cultivo que se traduce en su inutilización por salinización de los suelos. La causa de dicho problema se identificó por la presencia de dos especies acuáticas sumergidas, *Potamogeton striatus* y *Chara sp.* Otras veces la causa del perjuicio es por competencia por recursos del medio, por producción de aleloquímicos o de sustancias tóxicas para mamíferos, por actuar como reservorio de organismos que afectan los cultivos, etc.

La identificación taxonómica correcta de la especie ó especies problemas juega un papel importante en el análisis de un programa de este tipo. Es curioso el número de veces que se realizan tratamientos de control de malezas sin un conocimiento exacto de lo que se trata. Una mala identificación puede resultar en una subestimación del problema o en el uso de medidas de control equivocadas.

Estudios sobre biología, ecología y selección de métodos de control

Una de las limitaciones mayores que existen para llevar a cabo un programa de manejo integrado, es la falta de conocimientos sobre la biología y ecología de malezas. La investigación básica es la que puede proveer de la información necesaria sobre las razones de la presencia de las malezas, contribuyendo al hallazgo de las estrategias adecuadas para su control.

Los estudios sobre biología y ecología

gía, dirigidos a aquellos aspectos que hacen al objetivo final del manejo de la plaga en relación al cultivo y a las medidas de control apropiadas, deben ser una parte fundamental del enfoque vertical del MIM. Estudios tales como : longevidad y mecanismos de dormición de las semillas o otros diseminulos, costo energético de la reproducción competitiva, dinámica de poblaciones, genecología, mecanismos de invasión, etc., se encuentran dentro de este carácter. Se requiere más información sobre los estadios fenológicos de las malezas y su susceptibilidad en los mismos a determinadas medidas de control.

Si nuestro conocimiento sobre las plantas perjudiciales se acercara al que existe sobre las plantas de cultivo, sería posible establecer métodos de control más racionales. Por ejemplo, sin pretender entrar en mayores detalles, es importante un mejor conocimiento de los factores que determinan el fenómeno de dormición y su interrupción para las semillas almacenadas en el suelo, esto podría llevarnos a prácticas de manejo o tratamientos que indujeran a que todas o la mayoría de las semillas germinaran a un mismo tiempo, o bien que impidieran la germinación de las mismas.

Cada componente ecológico debería ser considerado en un proyecto del MIM. Por ejemplo, la estrategia del control (Ennis, 1974, 1977), puede incluir el análisis de las condiciones ambientales de equilibrio que proveen nichos ecológicos para ser colonizados por estas plantas, la búsqueda de métodos capaces de disminuir la producción de propágulos o bien limitar o interrumpir el flujo de los mismos de un lugar a otro.

En la práctica suele ocurrir que la rápida aparición de una maleza sea debida a un cambio climático o a una medida de manejo dentro del agroecosistema. Los estudios sobre ecología de las malezas son importantes para establecer los factores claves o críticos del ambiente o de manejo que pueden afectar la tasa de crecimiento de una población. Interesa conocer tanto aquellos cuya existencia

puede significar un aumento, el algunos casos de carácter explosivo, como los que tienden a disminuirla. Ligeras variaciones ambientales dentro del ecosistema pueden ser la causa de que ocurra uno o otro fenómeno.

Cada tipo de maleza puede constituir un problema independiente, que puede variar con la región y del cultivo que se trate, a través de la aparición de biotipos. De allí que, los hallazgos y conclusiones para una región frecuentemente no son transferibles a otras, haciendo que difícilmente se pueda suplir la experiencia local en el manejo de las malezas.

Otro componente mayor, que puede actuar como limitante principal, para encarar un programa de MIM, es la falta de conocimiento sobre los métodos de control y la opción más adecuada para cada circunstancia, lo que hace necesario la realización de pruebas piloto en escala limitada. Los requerimientos para la aplicación más eficiente de los herbicidas no se conocen bien ; por ejemplo, el modelo de distribución de un herbicida sobre la planta o el suelo son factores críticos para el buen éxito de un tratamiento. La preparación de las formulaciones de estos compuestos ofrece numerosas variables, capaces de modificar la actividad biológica de un producto químico con respecto a susceptibilidad, persistencia y modo de acción. Una extraordinaria cantidad de esfuerzos están volcados hacia estos temas, en forma tal que los cambios tecnológicos sobre uso y aplicación de los herbicidas y métodos de control, se suceden aceleradamente en forma ininterrumpida (Hay, 1980).

La interrelación existente entre los compartimientos de "Estudios Sobre Biología y Ecología" y "Selección de Métodos de Control" de la Fig. 2 es muy estrecha, ambos se hallan a un nivel paralelo de ejecución. A medida que se va produciendo nueva información científica y técnica en cada uno de los mismos, dicha información debe ser evaluada en términos de posibilidades de su empleo para el desarrollo de estrategias de control, siendo el flujo de información entre ambas li-

neas de trabajo fundamental para la toma de decisiones con un criterio lógico. Por ejemplo, conociendo que uno de los métodos de control promisorio es mediante el empleo de un determinado producto químico, es importante la información que pueda recogerse a través del estudio de la correlación : producto-fenología de la maleza, para identificar los estadios de su mayor susceptibilidad. Si lo que se desea es inhibir la formación de propágulos subterráneos, es deseable el conocimiento del momento en que se for-

man y cuando debe hacerse un tratamiento para inhibir dicho proceso. Viceversa, si se conoce el tipo de propágulos que produce una maleza y algo sobre su biología, se sabe donde ir a buscarlos y el comportamiento que se espera de ellos, las medidas de control pueden tomar Bichos conocimientos como base de su acción. Es indudable, que los métodos de control de malezas deben adaptarse a las características biológicas de estas y solo circunstancialmente puede ocurrir lo contrario.

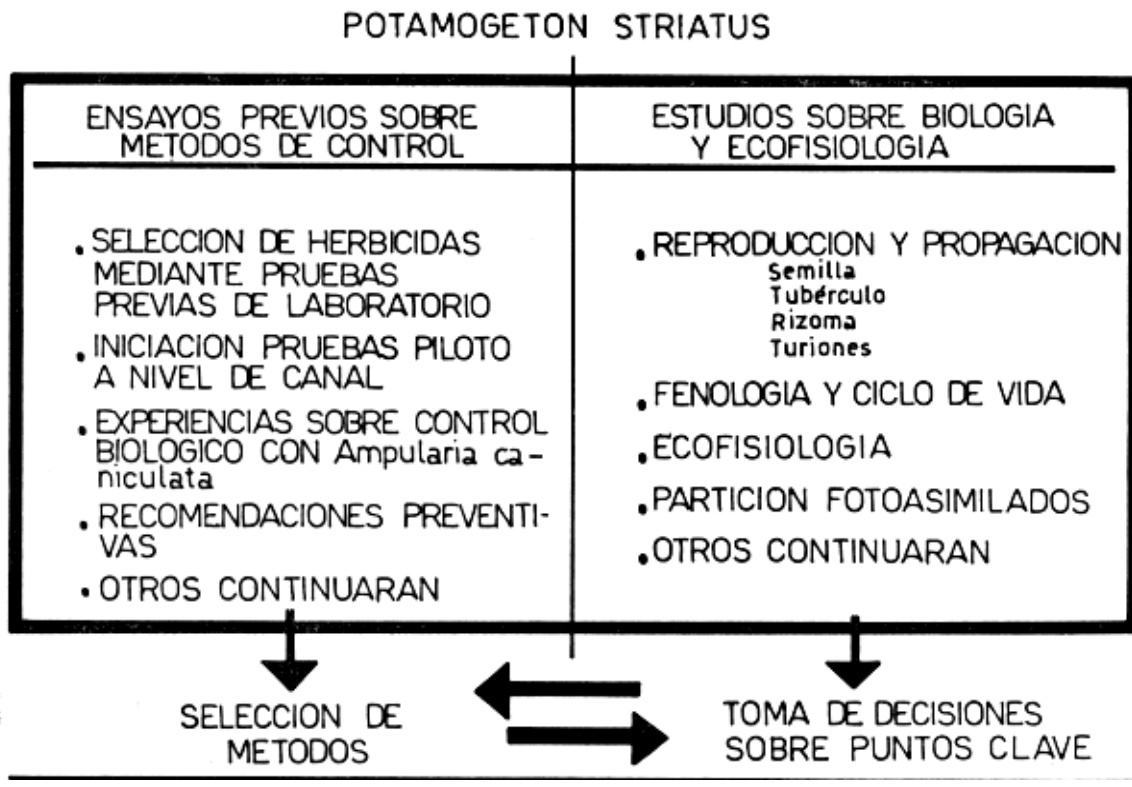


Figura 3. Enfoque interdisciplinario utilizado para la selección de métodos de control de *Potamogeton striatus* en canales de desagüe.

La Fig. 3 muestra el enfoque interdisciplinario que se le dio para esta fase de un programa de MIM por parte de la Universidad Nacional del Sur, la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y la Corporación de Fomento del Valle Inferior del Colorado, en una acción común para li-

mitar los perjuicios causados por *Potamogeton striatus* y *Chara sp.*, en la zona de regadío del sur de la Provincia de Buenos Aires mencionada anteriormente.

El resultado luego de cinco años de trabajo es un valioso caudal de información sobre la biología y la ecofisiología

de las especies en estudio, y una serie de recomendaciones prácticas sobre manejo y control.

Implementación del control y su evaluación

La selección de los métodos de control y su implementación, es el resultado de la información recogida en la etapa anterior. Es una situación dinámica que puede ir cambiando a medida que el flujo de conocimientos va creando nuevas posibilidades y alternativas. Los métodos que resulten más aconsejables deberán ser aceptables del punto de vista económico y de la preservación de los equilibrios ecológicos.

Frecuentemente dependerá de la preparación e ingenio del técnico, elaborar un programa experimental de manejo y su evaluación con un criterio razonable, basado en la información experimental a su alcance y la que se va produciendo a medida que se avanza en el programa. Esta forma de actuar es muy distinta de la empírica de probar y ver que ocurre, desafortunadamente tan frecuentemente ensayada, con el consiguiente saldo de fracasos, pérdidas de dinero, tiempo y perjuicios sobre otros organismos.

Para cada situación en que una maleza se hace presente existe en el concepto de MIM, un nivel de tolerancia de densidad de plantas, basado en los perjuicios económicos mínimos aceptados por el productor. En esta fase de desarrollo de un sistema de MIM es aconsejable aunque no siempre factible, definir los umbrales críticos tolerables de densidad de malezas, así como los factores claves del agroecosistema capaces de modificar la tasa de crecimiento de la población. Esto facilita actuar con medidas de control en momentos oportunos y posiblemente hacer predicciones a corto o mediano plazo sobre la dinámica de la población en cuestión. El mantenimiento de una densidad de individuos por debajo de márgenes aceptables, es un esfuerzo permanente en un programa de este tipo.

Una de las etapas más importantes

reside en el análisis y evaluación periódica de las medidas que se utilizan y las consecuencias que estas pueden tener sobre el ecosistema. La elección del método usado para evaluar el control de las malezas está gobernado por un número de factores relacionado con la clase de perjuicio, el tipo de maleza, los métodos empleados para su control y los objetivos deseados. Es imposible dar directivas fijas o determinar un método de evaluación o vigilancia que cubra todas las circunstancias en que estas plantas causan problemas, cada caso puede ser distinto en sí mismo.

Un sistema de evaluación, que permita el seguimiento de la dinámica poblacional o el estado de salud de las malezas en relación a una medida de manejo o control, es una herramienta importante en un programa de manejo integrado. En las condiciones más favorables, la densidad de estas en áreas sujetas a estudio puede ser realizada por el contacto directo de las plantas, o bien estimada por el muestreo representativo. Otras vetes del peso fresco o seco de las malezas o el cultivo puede tener alta relevancia como evaluación en aquellos casos en que se mide competencia. Muchos otros tipos de evaluaciones pueden hacerse en base a respuestas cuantitativas, como ser, el número de semillas producidas por las malezas, la inhibición del crecimiento, número de macollos por plantas, etc. Frecuentemente se emplean métodos que no comprenden mediciones en un sentido convencional, como ser el de realizar escalas subjetivas de puntos, por ejemplo de 0 a 10, que para ser útiles deben expresar en forma adecuada lo que se observa a campo como resultado de los métodos empleados. En estos casos la relación respuesta-punto debe ser cuidadosamente definida.

Manejo de malezas a largo plazo

Un sistema de MIM a largo representa un esfuerzo de carácter permanente. Es un proceso en que interactúan un número grande de disciplinas y pueden participar: biólogos, ecólogos, agrónomos, genetistas, químicos, físicos, inge-

nieros, etc., que en colaboración con extensionistas son los encargados de preparar paquetes tecnológicos que son provistos al productor agropecuario. Un programa de este tipo tiende a modificar los sistemas actuales de productividad agropecuaria, permitiendo visualizar métodos de control de malezas más eficientes, más económicos y ecológicamente aceptables por la sociedad.

El diseño de un MIM a largo plazo variará sustancialmente según el enfoque y el objetivo final perseguido. Las situaciones serán muy distintas según que se pretenda desarrollar sistemas de control mediante agentes biológicos, que se acepten en los cultivos un cierto nivel de perjuicio, que se deban erradicar las malezas por tratarse de cultivos intensivos de alto valor económico, que se trate de malezas tóxicas para el ganado, o bien que el problema que las mismas representan se halle asociado a su capacidad de actuar como reservorio de otros organismos patógenos. Frecuentemente será necesario el desarrollo de nuevo conceptos y sistemas de manejo, que deberán ser ensayados en pruebas piloto.

Un manejo equivocado, por error o desconocimiento, puede traducirse en el recrudecimiento de los perjuicios ocasionados por las malezas. El programa de control elaborado presenta en dichas circunstancias "falacias" que deben ser identificadas y reparadas (Soerjani, 1977). Puede ser necesario en estos casos volver a las fuentes y revisar el sistema de manejo desde un principio, como lo señalan las flechas hacia arriba de la Fig. 2.

Las ventajas económicas son una de las razones mayores por las cuales los productores agropecuarios están dispuestos a aceptar los criterios impuestos en un sistema de MIM a largo plazo. La participación del productor en la elaboración de proyectos y en ensayos pilotos es muy recomendable, dado que crea conciencia en la sociedad de la complejidad del problema, da confianza en los resultados obtenidos, y contribuye a un entrenamiento técnico facilitando la utilización de nuevos métodos en gran escala.

O. A. FERNÁNDEZ,
La existencia de nuevas tecnologías, el cúmulo de conocimientos básicos sobre biología y ecología de las malezas, la computación, el entrenamiento de técnicos, y la conciencia en el ser humano sobre la necesidad de actuar con prudencia en los sistemas de control de plagas, en forma que sean aceptables del punto de vista de la preservación de los equilibrios ecológicos sobre la tierra, son algunas de las bases fundamentales sobre las que se asienta el éxito de un programa de MIM. Obviamente, la aplicación práctica de los principios involucrados en un sistema de este tipo no es fácil de llevar a cabo. Sin embargo, se puede decir que existe en estos momentos como nunca ocurrió anteriormente, un potencial de condiciones favorables y una base de sustentación científica de la que se carecía en el pasado, como para afrontar la complejidad de un estudio de esta naturaleza.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento a la Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas por la invitación de dicha Sociedad, que le permitió participar en el XIV Congreso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas e VI Congreso Latinoamericano de Malezas.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, G.E. y J.E. Bath. The conceptual and institutional aspects of integrated pest management. *BioScience* 10:658-664, 1980.
- Bailey, L.H. Some reflections upon weeds. *Bulletin, Cornell Univ. Agric. Exper. Sta.*, 102:522-526, 1895.
- Baldwin, F.L. y P.W. Santelman. Weed Science in integrated pest management. *BioScience* 10:675-678, 1980.
- Blair, B.D. y J.V. Parochetti. Extension implementation of integrated pest management systems. *Weed Sci. 10, Supplement* 1:48-53, 1982.
- Böger, P. y H. Vetter. Herbicides in modern crop farming. *Plant Res. and Devel.* 8:79-101, 1978.
- Ennis, W.B. Integration of weed control technologies. En Fryer, J.D. y S. Matsunaka (Ed.), *Integrated Control of Weeds*, 229-242, 1977.
- Ennis, W.B. Weed Science in pest management

- programs. *Annual Meet. S. W. Sci. Soc. Atlanta*: 8-14, 1974.
- Fernández, O.A. Las Malezas y su evolución. *Ciencia e Investigación*. 35:49-60, 1979.
- Fryer, J.D. y S. Matsunaka. *Integrated Control of Weeds*. Japan Scientific Societies Press. 262 pp., 1977.
- Harlan, J.R. y J.M.J. De Wet. Some thought about weeds. *Econ. Bot.* 19:16-24, 1965.
- Hay, J.R. Weed Science, a changing technology. *I. Weed Sci.* 28:617-620, 1980.
- Holm, L.J., D.L. Plucknett, J.V. Pancho y J.P. Herberger. *The World's worst weeds*. Univ. Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 609 pp. 1977.
- Marth, P.C. y J.W. Mitchell. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid as a differential herbicide. *Bot. Gazette*. 106:224-232. 1944.
- Nutman, P.S., H.G. Thornton, J.H. Quastel. Inhibition of plant growth by 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and other plant growth substances. *Nature* 155:498, 1945.
- Slade, R.E., W.C. Templeman, W.A. Sexton. Differential effect of plant growth substances on plant species. *Nature* 155:497, 1945.
- Soerjani, M. Integrated control of weeds to aquatic areas. En Fryer, J.D. y S. Matsunaka (Ed.), *Integrated Control of Weeds*. p. 121-149. 1977.
- Van Huis, H. *Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua*. Medelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, Netherland, 221 pp., 1981.