

LA CIENCIA DE LAS MALEZAS Y SU PROSPECTIVA

Juan Manuel Arrieta Herrera. Investigador Asistente
Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas - MIP -

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las malezas como disciplina de las ciencias biológicas está entrando en un periodo crítico de su desarrollo, particularmente por cuanto todos los métodos que se han generado para su control se fundamentan casi que exclusivamente en el uso de productos de origen químico altamente "efectivos", los cuales han evitado un mayor desarrollo de esta ciencia con una amplia base científica. Esta condición ha sido mas prevaeciente y perjudicial en los países en vías de desarrollo ya que en estos ha aumentado la dependencia química para el manejo de malezas, restándole demasiada importancia que ameritan los estudios básicos que permitan la generación de alternativa para su manejo con un reducido impacto ambiental.

El "éxito" de la tecnología química se debe a que gran cantidad de recursos han sido dedicados a la investigación en el desarrollo de herbicidas y a evaluar su efectividad, mientras que muy poco se ha dedicado a la investigación sobre el efecto de ellas en la agricultura y el ambiente, métodos no químicos de control y ecología de malezas.

Ahora la sociedad tiene metas diferentes a las de hace 30 años, cuando esta Ciencia se comenzó a desarrollar. Ahora se demandan opciones adicionales y/o substitutivas, para resolver los grandes problemas de la producción y estas soluciones tienen que ver con alternativas de producción económica y ambientalmente viable y estable.

Por ello, este documento más que plantear una problemática pretende convertirse en una propuesta alternativa que permita dedicar por parte de todos los que trabajamos en este área mayores esfuerzos a la construcción de esta Ciencia, planteada en los términos arriba expuestos, y la cual efectivamente ha comenzado con su inclusión en la nueva estructura organizativa de CORPOICA y su Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas.

1. PROBLEMÁTICA

Desde 1969, en nuestro país se plantearon las necesidades de investigación en el área de estudios fisiológicos en malezas por parte del programa de Fisiología Vegetal del ICA. El estudio de las malezas y sus relaciones con los cultivos fue abordado desde el punto de vista de la competencia de dos organismos por recursos escasos, lo cual orientó la ciencia de las malezas a la estructuración de técnicas de control o eliminación (fundamentalmente químico). Aunque en su momento fueron metodologías eficaces, su relativo éxito y sus relaciones costo/beneficio favorables, trajeron como consecuencia que se descuidaran estudios básicos sobre la relación biológica entre las especies de interés.

De allí que en estos momentos, la problemática se circunscribe al uso indiscriminado de productos químicos para la supresión de "malezas" y como consecuencia lógica el relativo desconocimiento que se tiene sobre el rol de estas especies en un agroecosistema dado, debido fundamentalmente

a que el efecto "eficiente" de los herbicidas, ha impedido el desarrollo de estudios básicos que permitan generar metodologías de manejo diferentes al control químico.

Para el año de 1992, el valor de las importaciones de productos plaguicidas al país, sumaron 285 millones de dólares, de estos, 117 millones (41%) correspondieron a unos 213 productos terminados de herbicidas. Sin embargo, las pérdidas en cultivos de gran importancia, se calcularon en 5.700.000 toneladas, por un valor aproximado de 33.300 millones de pesos, lo que demuestra el mal uso que de ellos se viene haciendo.

Estudios recientes han demostrado que existen unas 300 especies malezas catalogadas como de *agresividad entre media y alta* en los principales cultivos agrícolas del país, entre ellas, malezas de sistemas acuáticos y de potreros. En los últimos 10 años, con el incremento en la introducción e importación de semillas de pastos, hortalizas, cereales y otras especies, al igual que con el uso exagerado de algunas prácticas agronómicas (maquinaria, herbicidas, etc.), han aparecido especies nuevas" y/o se han incrementado las poblaciones de otras consideradas anteriormente no nocivas, entre ellas tenemos: *Daucus sp*, *Centaurea sp*, *Fumana officinalis*, *Bromus sp*, *Poa trivialis*, *Anthemis arvensis*, *Polygonum aviculcre*, *Stelkiria media*, *Senecio inaequidens*, *Gnaphalum atrericwmm*, *Cirsium vulgare*, *Conyza bonariensis*, *Parthenium hysterophorus*, *Cuscuta campestris*, *Luziola peruviana*, *Paspalum pilosum*.

La mayor parte de la tecnología sobre manejo de malezas ha sido generada en zonas de agricultura empresarial por lo cual, ésta encuentra dificultades para su transferencia rápida ya que no es aconsejable su aplicación integral en otros sistemas de producción. En sistemas de policultivos no se dispone de información básica sobre factores tan importantes como la época crítica de competencia de los cultivos ni sobre umbrales económicos. En áreas de ladera, donde los sistemas de policultivos son importantes, no se ha medido el impacto que las recomendaciones convencionales pueden tener sobre factores tan importantes como la sostenibilidad y estabilidad del sistema productiva, y afín hasta de orden técnico y socioeconómico.

En Colombia, las actividades agropecuarias ocupan actualmente, un total de 31 millones de hectáreas. De estas, 2.1 millones se usan en cultivos temporales, 2.3 millones en cultivos permanentes, 17.3 millones en pastos y 9.3 en otras actividades.

El progreso tecnológico en la agricultura el temor por las consecuencias del uso irracional de los recursos naturales y especialmente la sobreproducción agrícola en los países industrializados está causando un aumento en la conciencia pública sobre los efectos de los agroquímicos.

2. EL ROL DE LAS MALEZAS DENTRO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.

2.1. Coevolución de las especies

'Maleza' es un término antropocéntrico aplicado a varias poblaciones de plantas indeseables para una situación particular. Remontándonos un poco al origen de éstas especies, Baker (1974), di Castri (1989) y Salisbury (1961), identifican tres orígenes primarios para las malezas: a) especies salvajes que pueden adaptarse a los disturbios recurrentes de los agroecosistemas: b) especies cultivadas que pueden escaparse a la domesticación y persisten como malezas en los agroecosistemas y c) nuevas malezas que pueden aparecer debido a la hibridación e introversión entre cultivos y especies salvajes, ello debido, a que estas especies aveces comparten taxas y sirven como pool genético, dentro de la variabilidad e)existente en un ecosistema.

La teoría de la domesticación de plantas, sostiene que ciertas plantas existieron primero como flora localmente adaptada, en sitios con moderado disturbio. Como el hombre, comenzó a disturbar adicionalmente hábitats nuevos, estas especies preadaptadas fueron capaces de

colonizar estos nuevos sitios. Algunas de estas especies fueron fértiles al hombre y las llamó "cultivadas". Otras especies fueron menos fértiles, las cuales sobrevivieron y se dispersaron con o sin la ayuda del hombre, se llamaron "malezas".

Debido a sus múltiples orígenes y su posterior Coevolución, estas especies han tenido considerable atención por cuanto sus estudios han suministrado información necesaria sobre la capacidad de ellas a la adaptación a ciertos nichos ecológicos en los agroecosistemas y los mecanismos de sobrevivencia que tienen para persistir en estos ambientes.

La simplificación ambiental que caracteriza los sistemas agrícolas modernos, ha acelerado los patrones de sucesión de plantas en la agricultura creando hábitats específicos que favorecen la selección de especies competitivas. De hecho, las malezas interactúan ecológicamente con todos los demás subsistemas de un agroecosistema dado y son valiosas en el control de la erosión, la conservación de la humedad del suelo, formación de materia orgánica y nitrógeno en el suelo, preservación de insectos benéficos y de la vida silvestre. Este concepto ha permitido que en los últimos años se acude el término "arvenses", para denominar a estas especies con un sentido más de manejo.

2.2. Interrelación de especies consideradas malezas con otras plagas.

Es conocido que muchas de estas especies vegetales además de competir por luz, agua, nutrientes, también protegen insectos y patógenos que pueden atacar los cultivos, causando aún más daño. Es también bastante documentado el hecho de que muchos insectos transmiten enfermedades a ciertos cultivos y que controlando las malezas se prevé que los insectos o patógenos, tengan huéspedes alternantes en el cultivo.

Por otro lado, las arvenses ofrecen muchos aspectos y características importantes a los enemigos naturales, además de acrohabitats que no se encuentran presentes en los monocultivos libres de malezas. En los últimos 20 años, las investigaciones han demostrado que es más probable que se produzcan explosiones de ciertas plagas en cultivos libres de malezas que en cultivos enmalezados.

De allí que la determinación y decisión a tomar, entre los conceptos arriba expuestos, depende de saber elegir con estudios, conocimiento y práctica, las interacciones positivas, negativas o neutras que en el sistema se estén presentando. El reto del MIP, está en establecer la importancia de las interacciones y decidir sobre la alternativa de intervención más confiables y seguras.

2.2.1. Relación "maleza"- insecto

Las malezas y los insectos ocurren simultáneamente en los cultivos e interactúan unos a otros. Las malezas como los cultivos son elementos productores, desde el punto de vista ecológico y pueden servir como fuente directa para insectos entomófagos. Son muchas las interrelaciones que se dan entre dos organismos, algunas malezas por fuera de los ecosistemas cultivados pueden servir de huéspedes alternantes es el caso de *Amaranthus* sp. con *Heliothis* spp. en cultivos de maíz; otras, pueden soportar muchos artrópodos plagas dentro del ecosistema cultivado, de allí que el control de estas especies "malezas" dentro del cultivo pueden dirigir o conducir los insectos al cultivo.

Algunas especies arvenses pueden hospedar también insectos benéficos, sirviendo como huésped alternamente para la presa o directamente proporcionando néctar o polen para los adultos benéficos, como es el caso con especies compuestas de flor amarilla (*Senecios* por ejemplo) en la conservación de algunas abejas y avispas benéficas. Cuando los cultivos son dañados por los insectos plagas, son menos capaces de competir con las malezas, ésta interacción representa aún una duda en la interacción trófica.

2.2.2. Relación Maleza - Hongo

Recientemente se ha desarrollado otra estrategia para el control biológico de malezas, mediante el incremento de la acción destructiva de cepas virulentas de patógenos existentes en las plantas no cultivadas. Los patógenos son producidos masivamente y usados de manera similar a los herbicidas. En esta estrategia bioherbicida o inundativa, los patógenos endémicos y exóticos pueden ser usados como mycoherbicidas, aunque hasta la fecha se han usado mayormente los hongos endémicos.

Como el éxito del control depende de la habilidad del patógeno para autoperpetuarse, dispersarse y reducir la población del huésped en la región infestada, se debe tener especial cuidado al seleccionar agentes fuertemente patogénicos a las plantas y ecoclimáticamente adaptados al área de estudio.

Algunas de las consideraciones básicas en la selección de patógenos son: a) selección del patógeno; b) enfermedades presentes en la maleza; c) evaluación de la efectividad de campo; d) especificidad del huésped; e) estudios relevantes en el control biológico de patógenos.

La integración del control biológico a base de hongos, con otros métodos convencionales, han recibido poca atención comparado con el control integrado que se hace con artrópodos. Tanto con las estrategias clásicas como con bioherbicidas, los patógenos de plantas son sometidos a un rango de factores bióticos y abióticos, incluyendo el impacto de prevalencia de prácticas culturales y otras medidas de control. De allí la necesidad de tener en cuenta el agroecosistema en general para el manejo y control de malezas. El control biológico requiere un detallado conocimiento de la ecología de la maleza, el ambiente donde ella es un problema, su efecto en el agroecosistema y la extensión del control deseado. Información sobre la ecología del agente de control y su componentes serán también importantes.

El uso de patógenos de plantas como medida de control, ha sido combinado con herbicidas, prácticas mecánicas y culturales. El herbicida microbial "DEVINE", proveniente del patógeno *Phytophthora palmivora*, usado para el control de *Morrenia odorata* en cítricos, ha sido inhibido por el uso de herbicidas como diuron, glyphosato y paraquat. Sin embargo, cuando se aplicó una suspensión de clamidosporas del hongo tres semanas después de aplicar glyphosato, los dos fueron muy efectivos en el control de la maleza.

En un estudio similar la compatibilidad de dos herbicidas como 2,4-D amina y diquat, con *C. Rodnanii*, fue demostrado. Plantas de buchón de agua tratadas con 6.4 y 0.3% de la dosis recomendada de estos herbicidas, fueron altamente susceptibles a *C. Rodnanii*.

3. CONSIDERACIONES DE IMPORTANCIA PARA UN NUEVO ENFOQUE DEL MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS: PROPUESTA DE TRABAJO.

Las malezas, como vimos anteriormente, son catalogadas como especies evolucionadas para colonizar o establecerse en ambientes alterados por el hombre o por algún fenómeno natural. Con esta definición le estamos dando un carácter más "integral" al enfoque del tema, lo cual nos permite ver la necesidad de desarrollar programas de manejo y no aquellos que contemplen la visión simplista de su eliminación.

La disciplina de la ciencia de las malezas ha entrado en un período crítico de su desarrollo. Las decisiones de los próximos años determinaran si ésta ciencia se mantiene en las tecnologías orientadas al control o se encamina hacia el desarrollo de una disciplina con una amplia base científica. La agricultura esta ahora en un debate con la sociedad sobre como deben ser producidos los alimentos. Métodos de control diferentes al químico no han sido investigados

profundamente, de allí la necesidad de nuevos enfoques y sistemas si queremos responder a la sociedad sobre la seguridad alimentaria con prácticas no contaminantes.

Si los que trabajamos en esto no tenemos cuidado, los grandes recursos dedicados a la ciencia de las malezas, como resultado de la búsqueda en la seguridad alimentaria y en el interés ambiental, se seguirán invirtiendo en el uso de tecnología química y no hacia la expansión de conocimiento en esta ciencia.

De acuerdo a las conceptualizaciones y experiencias discutidas anteriormente, racionalizándolas de acuerdo a nuestras condiciones agroecológicas y los recursos con los cuales contamos, creemos pertinente plantear unas líneas de trabajo dentro de la ciencia de las malezas para el corto, mediano y largo plazo, bajo los principios del Manejo Integrado de Plagas, es decir, Regar en fases adelantadas del proceso a evaluar las tecnologías generadas, con los diferentes componentes existentes a nivel regional y/o local, dentro de las Unidades Pilotos que se deben establecer con especies cultivadas modelos.

La investigación en "malezas" puede ser separada en dos grandes categorías:

La primera categoría, es la investigación sobre los principios básicos de la ciencia de malezas, y que se refiere a la biología y ecología de arvenses. Estos estudios deben ser priorizados para que provean el conocimiento necesario para entender la problemática de las malezas. La primera línea de trabajo en este sentido serían los Estudios biológicos y ecológicos de especies arvenses.

El desarrollo de un sistema de manejo integrado de malezas es una tarea compleja, la cual debe ser soportada por un completo entendimiento de las dinámicas poblacionales de estas especies. Este análisis es también complejo. Cada población está compuesta de individuos en varios estados funcionales, interactuando uno a otro con poblaciones de otras especies y con el ambiente. Los investigadores deben tener en cuenta la mayor cantidad de detalles que provean un claro entendimiento de el sistema y también los alcances y disponibilidad de los recursos que se tienen.

Estudios a largo plazo: El método más simple para estudiar la dinámica de una especie, involucra monitoreos periódicos de un componentes o especie de la población por varios años. Por ejemplo, describir los efectos de las prácticas de manejo de malezas en una especie determinada. Estos estudios tienden a ser muy realistas.

Estudios demográficos: Estos pueden ser divididos en dos (2) fases : una activa (crecimiento de la planta) y otra pasiva (dormancia de semillas y banco de semillas del suelo). Estas dos fases pueden ser consideradas independientemente o estudiadas como un todo, ello dependería de nuestro propósito. Si estamos interesados en tener una descripción general de la población, deberíamos considerar todos los procesos demográficos involucrados en el ciclo con igual nivel de detalle. Si por el contrario, necesitamos un conocimiento profundo de una de las dos fases, deberíamos dedicar más atención a los procesos que tienen lugar en esa fase (tasa de flujo de individuos, emergencia, sobrevivencia, fecundidad, dispersión de semillas, banco de semillas).

Los estudios demográficos suministran un compromiso práctico entre la simplicidad de los estudios a largo plazo y la complejidad de los puramente mecanísticos. Estos pueden tener un considerable valor para trabajos analíticos y aún tienen uso para propósitos predictivos.

Estudios de análisis mecanísticos: Aunque los estudios demográficos ofrecen alguna información entre los procesos y factores que regulan el tamaño de la población, ellos no explican las fuerzas que conducen los cambios de la población, por ello hay necesidad de analizar la población a un nivel de complejidad mayor a través de los estudios mecanísticos. Aquí se

deberían considerar los procesos fisiológicos y ecológicos involucrados en el ciclo de vida. Estos estudios ofrecen considerable potencial para explicar y predecir propósitos, además estos son como un catalizador para la integración de diferentes grupos de investigación y diferentes temas del conocimiento. Tienen un limitante y es que los recursos son demasiado grandes, de allí los estudios serios acerca de la factibilidad de estos.

La segunda categoría, es la investigación en el manejo y tecnologías de herbicidas, la cual incluye los métodos de control preventivos, químicos, biológicos, culturales y otros. Igualmente, incluye las investigaciones relacionadas con la fisiología de herbicidas, especialmente la resistencia de especies vegetales a ciertos grupos químicos y el impacto de estos en la biología del suelo y sus decrecientes niveles de fertilidad.

4. RESISTENCIA A HERBICIDAS Y CONTROL BIOLÓGICO

Estas áreas de investigación en malezas, merecen ser tratadas de manera muy especial. La resistencia por cuanto es uno de los "nuevos" y serios problemas con los cuales cuenta la ciencia internacional de las malezas. El control biológico de malezas, por otro lado, se viene convirtiendo en la alternativa de mayor sostenibilidad a ser involucrada dentro de un programa de manejo integrado de plagas, ante la problemática planteada inicialmente.

Resistencia a herbicidas : Este es un proceso por el cual, el control de una especie vegetal con un determinado producto químico, se vuelve cada vez más difícil e ineficiente, resultado del uso continuado de ciertos grupos químicos o ingredientes activos de herbicidas, los cuales producen una presión de selección sobre ciertos biotipos vegetales que tienen la capacidad genética de tolerar la acción del herbicida.

Los primeros casos de resistencia se reportan desde 1970 en los Estados Unidos, debido al uso excesivo de herbicidas triazínicos. Aquí, se trata de una resistencia que resulta de una modificación en el mismo sitio activo del herbicida (SA).

En Colombia, el ejemplo más claro de este problema se presenta con la especie *Echinochloa colona*, un género de malezas muy frecuente en los campos de arroz. Esta, resultó con resistencia a propanil por el alto número de frecuencias y dosis utilizadas. Se cree que en esta vía se vienen sucediendo muchos casos y ya se comienza a hablar de resistencia de algunas especies de malezas a] diuron en cultivos de yuca del Valle del Cauca y a sulfonilureas en campos de arroz en el Tolima.

Con la estrategia de utilizar herbicidas de grupos químicos diferentes pero con el mismo mecanismo de acción para romper esa resistencia, surgieron evidencias de nuevas formas de resistencia, tales como la resistencia cruzada y la resistencia múltiple. Al menos dos modelos han sido desarrollados para predecir la aparición y dispersión de biotipos resistentes: El modelo de Maxwell (1987), el cual combina la demografía de las poblaciones de plantas y el modelo de Hardy-Weinberg (1988), que estima las proporciones de los genotipos R y S en las generaciones sucesivas. Estos ayudarán en el desarrollo de estrategias de manejo de Resistencia a herbicidas. Además, existen algunas metodologías nacionales desarrolladas por CIAT y otras compañías, con las cuales se pueden interactuar en proyectos concretos.

Control Biológico: El amplio interés en los sistemas de producción agrícolas sostenibles y el práctico conocimiento acerca del impacto ambiental asociado con las estrategias de control químico, han tendido a un alto interés en el control biológico de malezas.

El control biológico de malezas (CBM), es un método basado en sólidos principios ecológicos que usa enemigos naturales específicos de una planta considerada maleza, para disminuir o regular su

densidad, antes de que alcance niveles de daño económico. El Control biológico, además de ser eficaz, puede proveer un control razonablemente permanentes y barato, a la vez que es selectiva, no contaminantes y compatible con otras estrategias de supresión. Dos de los éxitos más sobresalientes, el control de *Opuntia* spp por la polilla *Cactoblastis cactorum* (Berg) en Australia y la supresión de *Hypericum perforatum* L. Por *Chrysolina* spp en California, incentivaron la adopción y utilización del CBM en varias partes del mundo.

Desde el punto de vista económico, por ejemplo en Canadá en el año 1980, consideraron que el costo de un programa de control biológico ha sido estimado en aproximadamente US\$ 1.8 millones, cifra que aunque alta, puede ser una alternativa barata y efectiva en comparación con un costo estimado en US\$ 10 millones, para el desarrollo de un herbicida. Además, se deben agregar los costos adicionales por la aplicación recurrente del herbicida.

En una revisión hecha por Juhen (1992), listó unos 610 proyectos de control biológico de malezas en el mundo. Estos involucraban unas 94 especies en 53 países. Algunos han sido exitosos, mientras que un 35% de ellos no han alcanzado los resultados positivos deseados. Posiblemente la causa principal ha sido, la gran diversidad genética en las especies objeto de estudio, el grado de adaptación o compatibilidad de los agentes de control en el genotipo de malezas y la oportunidad de predación o parasitismo del agente en el ambiente al cual ha sido introducido (control clásico). Pero, la biología molecular puede brindar herramientas para cuantificar la diversidad genética de malezas y la interacción entre los enemigos naturales con la especie objeto.

Los procedimientos para llevar a cabo un programa de CBM han sido propuestos por Wapshere (1974) y Goeden (1974, 1977), e incluyen los siguientes pasos: a) determinar si la maleza es apropiada para ser controlada biológicamente; b) realizar prospecciones de biorreguladores de la maleza en su nuevo hábitat c) revisión de literatura, prospección, evaluación e identificación de agentes bióticos que atacan a la maleza y de especies taxonómicamente cercanas a ésta, en su tierra de origen; d) estudio de especificidad de los biorreguladores para determinar su rango de hospederos y seguridad; e) pruebas de confirmación de especificidad de los agentes en cuarentena domestica, f) liberación de los enemigos naturales mis específicos- g) evaluación de establecimiento y eficacia; h) redistribución de agentes a otras áreas.

La determinación de la especificidad y rango de hospederos es el procedimiento mas importante de un proyecto de CBM. El método actualmente utilizado para determinar especificidad, es el de centrifugación filogenética, propuesto por Zwolfer y Hanis (1971) y Wasphere (1974). Recientemente Wasphere (1989) ha revisado y complementado los criterios usados para la determinación del rango de hospederos mediante la proposición del método de secuencia de prueba revertida.

El creciente interés en la utilización de alternativas biológicas de control de malezas, tiene relación, entre otras causas, con el aumento de la resistencia de las plantas a los herbicidas en las décadas pasadas.

Frente a la propuesta anterior, los especialistas en malezas no deben estar solos, se debe ampliar la visión, involucrando equipos de trabajo ínter y transdisciplinarios (genetistas, mejoradores tradicionales, microbiólogos, entomólogos, patólogos, especialistas en suelo y biólogos moleculares), que actúen de manera armónica y coordinada con objetivos claros y concretos para todos, con plena conciencia y responsabilidad de su papel en el grupo, liderando el desarrollo de herramientas que plantean nuevos sistemas de producción de cultivos.

Esto por supuesto no es fácil, ya que para lograr cualquier avance se requiere de trabajos de investigación serios, consistentes, continuados, integrantes que a su vez resultan prolongados,

agitados y costosos. Esto se toma aún más difícil en una sociedad que también requiere de soluciones prácticas a corto plazo, las cuales a veces resultan "más atractivas" para quienes tienen la función y responsabilidad de asignar y distribuir los fondos.

Otro reto, que surge para los investigadores en este contexto, es el de traducir los resultados de la investigación básica y especializada en métodos prácticos de manejo de plagas y desarrollar estrategias que faciliten y posibiliten su adopción por parte del agricultor.

Lo anteriormente descrito, debe ser desarrollado bajo una estrategia modelo que se convierta en la base de la formulación y desarrollo de proyectos de investigación. Esta estrategia incluye: definición y caracterización del problema; generación de conocimientos; desarrollo de componentes de manejo; evaluación de los componentes-unidades pilotos de adaptación; divulgación, difusión y adopción.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. ALTIERI, M.A. & W.H. WHITCOMB 1979. The potential use of weeds in the Manipulation of Beneficial Insects. *Hortscience*, 14(1):12-18.
2. ALTIERI, M.A. 1983. Agroecología: Bases Científicas de la Agricultura alternativa. CETAL. pp: 127-187.
3. ALTIERI, M.A. & M. LIEBMAN. 1988. Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches. C.R.C. Press Inc. Boca ratón, Florida (U.S.A.). 353 p.
4. ALTIERI, M.A.; A. VAN SHOONHOVEN & J. DOLL. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated with bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. *PANS*, 23:185-205.
5. ALTMAN, J and C.L. CAMPBELL. 1977. Effect of Herbicide on Plant Diseases. *Annual Review of Phytopathology*, 15:361-385.
6. BAKER, H.G. 1974. The evolution of weeds in: R.F. Johnson, ed *Annual Review of Ecology and Systematics*, Annual Reviews, Palo alto, Ca. U.S.A. pp:1 24.
7. BANTILAN, et. al. 1974. Integrated Weed Management. 1. Key factors affecting crop-weed balance. *Philippine Weed Sci Bull*, 1: 14-36
8. BUCHANAN, G.A. & R.E. FRANS. 1979: The role of weeds in agroecosystems. *Proceedings of Symposium. IX International Congress of Plant Protection*. Washington, D.C. Vol. I
9. CAYON, G. 1992 Propuesta: Estado de arte, Area de Fisiología y Manejo de Malezas. mimeo. 12 p.
10. CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA CORPOICA, 1993. Estado de desarrollo de la Investigación en Manejo Integrado de Plagas - MIP. Documento de Trabajo. Santafé de Bogotá, D.C. 137 p.
11. DELOACH et al. 1989. Control Biológico de malezas. posibilidades de su aplicación en la Argentina extensivas a otros países de Sudamérica templada. Edit. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 266 p.

12. di CASTRI, F. 1989. History of Biological invasions with special emphasis on the old world, in: A. DRAKE, H.A. Mooney, G. di Castd, R. Groves, F.J. Kruger, M. Rojmanek, and M. Williamson, eds. *Biological Invasions: A. Global Perspective*. Wiley, New York. (U.S.A.).
13. FISHER, A.J. 1995. Desarrollo de Resistencia a Herbicidas en Poblaciones de malezas. Doc mimeo. CIAT. Programa de Arroz. Palmira (Valle) Colombia. 12 p.
14. GARRO, J.F. et al. 1991. Propanil resistance in populations of jungledce (*Echinochloa colona*) in Colombian rice fields. *Weed Science*, 41:201-206.
15. GHERSA, C.M.; M.L. ROUSH. S.R. RADOSEVISH & S.M. CORDAY. 1994. Coevolution of Aeroecosystems and Weed Management. *Bioscience*, 44:8594
16. GLIESSMAN, S.R. et al. 1981. The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agrò-ecosystems. *Agro-Ecosystems*, 7:173-185.
17. GOEDEN, R.D. 1978. Biological Control of Weeds. in: C.P. Clausen (Ed) 1978. pp:357-415.
18. GOEDEN, R.D. et. al. 1974. Present status of Projects on the Biological Control of Weeds with Insects and Plant Pathoseno in the United States and Canada. *Weed Science*, 22(5):490-495.
19. HARLAN, J.R., and J.M. de Wet. 1965. Some Thoughts about weeds. *Econ. Bot.* 19:16-24.
20. HARPER, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York. 892 pp.
21. HASAN, S. 1988. Biocontrol of weeds with Microbes. Vol II. in: *Biocontrol of Plant Disease Vol. 11*. Chapter 9. C.R.C. Press, Boca ratón, Florida (U.S.A.).
22. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1967. The major insect pests of the rice plant. Proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute. September, 1964. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland (U.S.A.). 729 p.
23. MESSERSMITH, C & S.W. ADKINS. 1995. Integrating Weed - feeding Insects and Herbicidas for Weed Control. *Weed technology*, 9:199-208.
24. NORRIS, R.F. 1994. The role of weeds in Integrated Pest Management. University of California, Davis, (U.S.A). in: XXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomologia, Medellin pp:63-103.
25. PATHAK, M.D. 1968. Ecology of Common insect pests of rice. *Annual Rev. Entomol*, 13:257-294.
26. ROSENTHAL, S.S., D.M. MADDOX & K. BURNETTI. 1984. *Biological Methods of Weed Control*. Monograph No. 1. California Weed Conference, Thompson Publication, Fresno, CA. 88 p.
27. SALISBURY, E.J. 1961. *Weeds and Aliens*. Collins London U.K.
28. SMITH, R.J. & A.M. BALTAZAR. 1992. Control of propanil tolerant bamyardgrass. *Weed Science Soc. Am. Abstracts*, 32:21.
29. SWANTON, C and S.F. WEISE. 1991. Integrated Weed Management: the Rationale and Approach. *Weed Technology*, 5:617-663

30. THILL, D. et al. 1991. Integrated Weed Management. - A. Component of Integrated Pest Management: A Critical Review. *Weed technology*, 5:648-656.
31. TRIPATHI, R.S. 1977. Weeds Problems - an ecological perspective. *Trop. Eco.* 18:148.
32. VAN EMDEN, H.F. 1965. The role of Uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Hort*, 17:121-136
33. WAPSHERE, A.J. et al. 1988. Recent Developments in biological control of weeds. CSIRO Division of Entomology, Canberra, Australia. pp:227-250.
34. WAPSHERE, A.J. 1974. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. *Annals of Applied Biology* 77:201-211.
35. WAPSHERE, A.J. 1989. A testing sequence for reducing rejection of potential biological control agents for weeds. *Annals of Applied Biology*, 114:515-526.
36. WYSE, D.L. 1992. Future of Weed Science Research. *Weed Technology*, 6:162 - 165
37. ZWOLFER, H & P. HARRIS. 1971. Host specificity determination of insects for biological control of weeds. *Annual Review of Entomology*, 16:159-178.