

Manejo integrado de malezas en el cultivo de la papa

Juan Manuel Arrieta Herrera ¹

INTRODUCCIÓN

La agricultura es la actividad que más influye en la evolución de las malezas, constituyéndose en un factor importante para la explotación agrícola. La mayoría fueron introducidas de áreas geográficas distantes; otras son "oportunistas", favorecidas particularmente por disturbios humanos.

Desde el punto de vista de las ciencias agrícolas, las malezas de cultivos (arvenses) se perciben simplemente como una molestia que debe eliminarse, dedicándose esfuerzos a la búsqueda de la mejor tecnología para la remoción de estas especies. Sin embargo, en épocas recientes las malezas se juzgan como un problema al cual se le deben aplicar principios ecológicos para su solución.

¿Por qué las malezas han llamado tanto la atención de los productores y más recientemente de los conservacionistas y científicos? Una respuesta práctica a esta pregunta probablemente involucre el potencial de las malezas para afectar la subsistencia de los productores agrícolas o reducir la biodiversidad. Pero, ¿cuáles son los atributos ecológicos de las malezas que les confieren esta habilidad de interferir en nuestras actividades y ocupar nuestra atención? El carácter cosmopolita de muchas de estas especies les otorga tres características comunes: a) su estrecha asociación con el manejo de los hábitat por parte del hombre, les brinda un poderoso medio de dispersión, b) su habilidad para incrementarse en forma rápida y abundante después de su introducción a un hábitat y su potencialidad para dominar una comunidad de plantas, les confiere un asombroso poder de colonización y, c) su habilidad para tolerar un amplio rango del hábitat y asegurar una reproducción a largo plazo, o sea, su capacidad regenerativa.

Los anteriores son, entonces, algunos de los rasgos característicos tendientes a asegurar el éxito de las malezas y su atención por el hombre: su potencial para invadir, dominar y persistir.

¹ Investigador Adjunto, Programa Nacional Manejo Integrado de Plagas - Corpoica, Centro de Investigación Tibaitatá, Km. 14 vía Mosquera (Cundinamarca). E-mail: jarrieta@corpoica.org.co.

IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LAS MALEZAS

El término "maleza" es de naturaleza antropocéntrica y subjetivo, ya que según nuestros intereses particulares decidimos sobre el status de una especie vegetal. Esta subjetividad del concepto se refleja en las múltiples definiciones dadas por igual número de autores, las cuales pueden ser antropocéntricas, ecológicas o una mezcla de las dos. Una de las definiciones más completas es la acuñada por Pujadas y Hernández (García-Torres, 1997): "Plantas que crecen siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resulta no deseables por éste, en un lugar y momento oportunos"

Otro concepto que es poco tenido en cuenta es el referente al *éxito* de las malezas en los agroecosistemas. En sentido evolutivo, este término se acepta como la continuación de una línea genética a través del tiempo, la cual se refleja en el número de individuos, capacidad de reproducción, área y rango de habitat ocupados. Sin embargo, en el contexto agrícola el éxito puede medirse por la rápida colonización de un sitio disturbado por una especie, la dificultad en la remoción de ellas y la supresión en la productividad de plantas cultivadas (Altieri, 1988).

Clasificación y características sobresalientes de las malezas

Las especies consideradas como "malas hierbas", se pueden clasificar de diversas maneras, atendiendo al habitat en el que se desarrollan, a las características de su ciclo biológico y a su morfología. Aquí sólo nos referiremos a las dos primeras.

Por su habitat, las malezas son: a) arvenses, o especies que invaden los cultivos; b) ruderales, o especies adaptadas a zonas marginales (bordes de caminos, carreteras, vías férreas, baldíos, etc., y, c) acuáticas, en tanto que reducen la circulación y aumentan las pérdidas de agua en canales de riego o drenajes.

Por su ciclo de vida, se denominan así: a) anuales, cuando completan todo su ciclo biológico en un mismo año, b) bianuales, si para completar su ciclo requieren dos años, c) perennes, cuando su vida se prolonga más de dos años, y d) parásitas, porque son capaces de establecerse y vivir a expensas de otras plantas y tienen ciclos biológicos perfectamente sincronizados con los de las plantas huéspedes

De las 250 mil especies vegetales reportadas en el mundo, cerca de 250 son consideradas malezas importantes. De acuerdo con Holm *et al.* (1977), 76 de estas especies pueden considerarse como las "peores malezas del mundo" y están distribuidas en 30 familias taxonómicas. De estas familias, cinco de ellas (Poaceae, Solanaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae y Fabaceae) aportan el 75% de las especies que producen alimentos. Esto implica que muchas de nuestras especies cultivadas de importancia comparten taxas con grandes grupos de malezas, características debidas a un origen evolutivo similar.

Entre las características de las malezas que más favorecen la invasión y persistencia de ellas en los campos cultivados, destacamos las siguientes:

- **Dispersión de semillas:** muchas de las formas y tamaños de las semillas de las malezas tienen similitud con las de algunas especies cultivadas, razón por la cual en procesos de cosecha y selección se confunden y mezclan fácilmente. La dispersión en el tiempo se refiere a la periodicidad con que germinan las semillas de algunas malezas. Pero no todas las semillas que producen las plantas madres se incorporan al banco de semillas del suelo. Una considerable proporción puede ser recogida en las cosechas o consumida por roedores, insectos, aves, etc. (Figura 1).

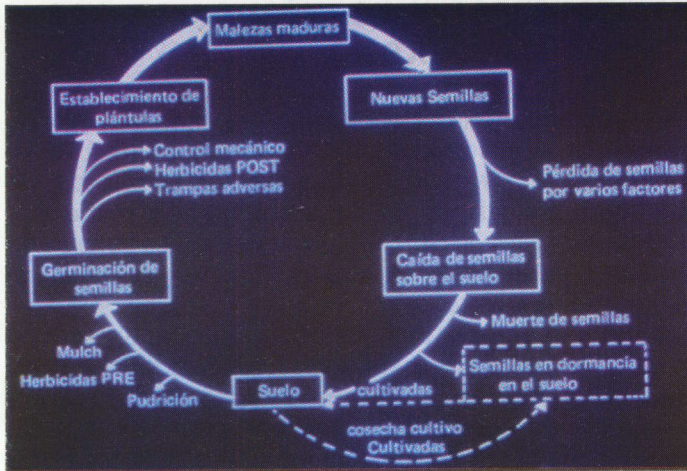


Figura 1. Ciclo esquemático de una población de malezas anuales.

- Dormancia y germinación de semillas: la dormancia y la germinación de las malezas son reguladas por la interacción compleja de factores ambientales, edáficos, fisiológicos y genéticos. Muchas prácticas agronómicas afectan la dormancia y la germinación, proceso en el cual influyen el microambiente y las condiciones edáficas alrededor de las semillas en el suelo. Factores como la penetración de la luz, el contenido de agua en el suelo, la fertilidad del suelo y la temperatura son modificados por la labranza, siembra, cosecha y otras prácticas de producción, las cuales estimulan o deprimen la germinación de las semillas de las malezas.

La mayoría de las especies malezas, tienen alta viabilidad y longevidad de sus semillas y germinación escalonada, lo cual les permite alta persistencia en el suelo. En general todas las especies tienen picos de germinación, particularmente en los meses de invierno o cuando los riegos son demasiado continuos. En las malezas anuales el patrón de germinación en campos intensamente cultivados indica que 44% de ellas germinan dentro de los 15 días después de la siembra (DDS), y 24% entre los 15 y los 30 DDS, fenómeno que depende más del tipo de especies vegetales presentes.

La dormancia es una característica que permite la sobrevivencia de varias de estas especies y puede ser innata si ocurre por inmadurez del embrión (ontogenia) o por la presencia de inhibidores químicos o la falta de un "impulsor" que estimule uno de los tantos procesos bioquímicos que en la semilla se suceden (por ejemplo, calidad de luz recibida). La dormancia inducida se define como la incapacidad para germinar de una semilla viable y madura, debido a determinadas condiciones después de la maduración, a saber: a) exposición a altos niveles de CO₂, b) cubiertas o tegumentos duros, c) aleloquímicos, a lo cual se añade la profundidad de las semillas en el suelo (Arrieta, 1999; *Bases técnicas para el cultivo del algodón*).

Impacto de las malezas en el medio agrícola

La ocurrencia, abundancia y naturaleza de las comunidades de malezas se han considerado de acuerdo con la manipulación del ambiente natural hecha por el hombre. Esta manipulación, necesaria para la producción agrícola, favorece la sucesión de especies secundarias, muchas de las cuales tienen genotipos "oportunistas" que han propiciado el desarrollo de las especies conocidas como "malezas".

La papa es un cultivo cuyo desarrollo requiere una inversión considerable, motivo por el cual exige mucha atención en todos los aspectos, siendo el de las malezas uno de los principales.

Como en este cultivo se ha pensado que las malezas no causan problema alguno, existen pocos trabajos orientados en este sentido. Sin embargo, haciendo un análisis de las prácticas llevadas a cabo por el productor, se considera que la papa es uno de los cultivos en donde se realiza un mayor control de malezas, ya que el productor aplica, de manera empírica, un *umbral de acción*, es decir, que elimina cualquier especie de maleza que aparezca, con el exceso de laboreo que hace permanentemente. Por ese tipo de actividades, el cultivo de la papa es considerado como uno de los mayores causantes de erosión en terrenos con más de 15% en su pendiente.

Sin embargo, la importancia de las malezas siempre se ha medido por las pérdidas económicas que causan directa e indirectamente sobre los sistemas cultivados. En Colombia, los costos de control constituían hace diez años entre 7 y 12% de los costos totales del producto. La dependencia casi que exclusiva de una medida de control (químico), la sucesión de especies secundarias más agresivas y la existencia de tolerancias y/o resistencias de ciertos biotipos a determinados grupos de herbicidas, entre otros aspectos, han contribuido al aumento sistemático de los costos, alcanzando estos más de 20% para el año 1998. En los principales sistemas de cultivos transitorios las pérdidas económicas por malezas se han valorado en más de 19.300 millones de pesos anuales. Particularmente en el cultivo de papa, éstas alcanzan casi 2.000 millones de pesos anuales (Corpoica, 1998).

RELACIÓN DE COMPETENCIA ENTRE LAS MALEZAS Y LA PAPA

En numerosas oportunidades se ha tratado de determinar los efectos causados por diversas poblaciones de malas hierbas sobre los rendimientos de los cultivos. Los resultados obtenidos han mostrado que las pérdidas pueden variar dependiendo de diversos factores: la especie de mala hierba y el cultivo, sus densidades respectivas, la duración del período de competencia, las condiciones climáticas del año, las características del suelo, etc.

Debido a la comprobación de otros factores (alelopatía) que pueden reducir o inhibir el crecimiento entre especies vegetales, distintos al conflicto natural por el uso de los recursos disponibles en el medio ambiente (competencia), se adaptó el término *Interferencia* para incluir todas aquellas interacciones existentes entre las plantas, sin precisar si los efectos negativos causados por las malas hierbas se deben a uno u otro factor.

Al analizar un proceso de competencia entre plantas, es importante determinar cuáles son los recursos más escasos en el medio y que serán objeto de un mayor conflicto entre ellas. Por ejemplo, en situaciones de sequía, el elemento de mayor competencia es el agua, mientras que en cultivos hortícolas o en papa, en donde hay buen suministro de agua y nutrientes, el factor de mayor competencia es la luz. Este es un aspecto principalmente drástico en papa, ya que a pesar de contar con un follaje amplio después de los 70 días de la siembra, es una especie de pobre competencia por la luz (Rodríguez, 2000).

La capacidad de las malas hierbas para competir por el agua del suelo depende de la estructura de sus sistemas radicales, de su rapidez de desarrollo y de su eficiencia en el uso del líquido. En este sentido, especies como *Rumex crispus* (lengüevaca), *Polygonum nepalense* (corazón herido), *Ambrosia artemisiifolia* (artemisa), *Raphanus raphanistrum* (rábano), *Senecio inaequidens* (escobilla) y *Amaranthus* sp. (bledo), se constituyen en excelentes competidoras. Por un lado, algunas poseen un aparato radical extenso y perenne, mientras que en otras su desarrollo está sincronizado con el de la especie papa, y, en otras, es más rápido, coincidiendo sus



períodos de máximas necesidades. Como resultado final, en los momentos de máxima exigencia de la planta de papa, la competencia es más severa.

Esas características de rapidez de desarrollo y de la estructura del sistema radical, le permiten a las malezas extraer de manera más eficiente los nutrientes del suelo. Las relaciones de competencia se pueden modificar igualmente por las prácticas de fertilización utilizadas en el cultivo. Así, siendo la papa uno de los cultivos más fertilizados con todas las fuentes, la fertilización nitrogenada favorece el desarrollo de especies gramíneas como *Lolium temulentum* y *Avena fatua*, al igual que dicotiledóneas como *Chenopodium album*. Otras fuentes que generan acidez en el suelo promueven la proliferación de *Rumex crispus*, *Polygonum nepalense*, *Polygonum segetum*, y otras.

En cuanto al fenómeno de la alelopatía, si bien es cierto que este tipo de interferencias es más frecuente contra los insectos plagas, no es descartable para el caso de las especies de malezas, ya que se ha demostrado que algunas especies vegetales son capaces de producir este tipo de efectos; sin embargo, este tema ha sido poco desarrollado, quizás por algunas evidencias contradictorias. Por ejemplo, es más dañino el efecto de las especies de malezas sobre semillas de especies cultivadas que viceversa, lo cual no augura éxitos futuros.

En el caso de las malezas, las semillas de algunas de ellas pueden ser inhibidas con la incorporación de residuos de especies cultivadas (cebada, trigo, centeno, avena), silvestres o malezas (nabo, vicia) como coberturas, aunque, en este último caso, el efecto inhibitorio se debe más a una asfixia física de los residuos vegetales que a una acción alelopática comprobada.

Por el tipo de semilla (vegetativa) en el cultivo de papa, el vigor en la brotación y el crecimiento inicial rápido, los efectos inhibitorios de muchos residuos de cosechas anteriores o incorporados, evitan la germinación de muchas especies de malezas. Esta característica permite desarrollar en la actualidad cultivos de papa bajo los sistemas de labranza de conservación, con coberturas vegetales como cereales menores y algunas leguminosas.

Factores que afectan a la competencia

Las relaciones de competencia entre los cultivos y las malezas están determinadas no sólo por las características intrínsecas de las especies de malas hierbas y por su densidad, sino por una serie de factores extrínsecos que maneja el agricultor en su medio, tales como:

a) tipo de cultivo: hay cultivos con alta capacidad de competencia por agua, nutrientes y oxígeno, como el caso de la papa, pero existen, de igual manera, otros pobres competidores, como por ejemplo, algunas hortalizas; **b) densidad y espaciamiento del cultivo:** mientras más denso y sano sea éste, mayor será su competitividad; en caso contrario, las malas hierbas invaden rápidamente el cultivo; **c) períodos de competencia:** éstos dependen fundamentalmente del tipo de malezas, ya que las que tienen patrones de germinación temprano serán intensamente competitivas (Figura 2). Así mismo, es importante conocer el período crítico de competencia del cultivo, tiempo después del cual las malezas tardías causan menos problema por la labor de aporque final (Figura 3). En el caso de la papa, este período se fija entre los 60 a 70 días después de la siembra para algunas variedades de consumo fresco; **d) condiciones del medio ambiente:** este factor puede hacer variar las relaciones de competencia; por ejemplo, la temperatura afecta en forma diferente ciertas especies, según su metabolismo o ruta bioquímica, sea ésta C_3 o C_4 . La papa, como especie C_3 , puede ser más competitiva aun que las C_4 bajo condiciones de temperatura entre 13 a 18°C.

Otro concepto importante en la lucha integrada contra las malezas es la utilización de los umbrales de tratamiento, los cuales indican a partir de qué nivel de infestación de la plaga en cuestión (insecto, enfermedad o mala hierba) empieza a ser necesaria la realización de trata-

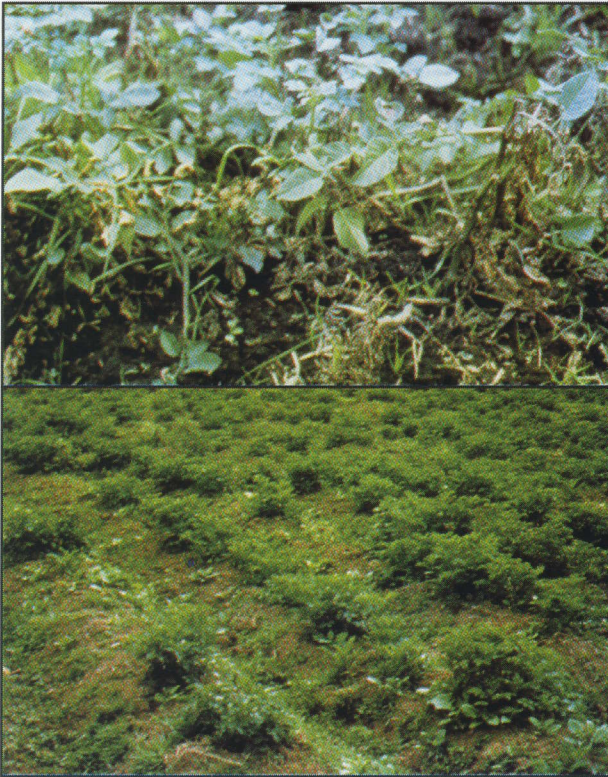


Figura 2. Cultivo con alta competencia de malezas en épocas tempranas.

Figura 3. Época crítica de competencia de malezas en papa.

mientos fitosanitarios, con el fin de mejorar el proceso de toma de decisiones para el manejo de las arvenses.

Factores que regulan el tamaño de las poblaciones de malezas

La potencialidad de las malezas para producir semillas es demasiado alto; sin embargo, la experiencia muestra que éstas mantienen una estabilidad en el tiempo, debido a tres causas diferentes: a) la producción real de semillas está muy por debajo de la potencial (factores dependientes de la densidad) en donde las malas hierbas tienen una enorme capacidad para adaptarse a los recursos disponibles en el medio; b) la mortalidad de plantas o semillas es muy elevada (Figura 1); y, c) las prácticas culturales utilizadas pueden mantener estas poblaciones bajo control (factores antrópicos). Esta acción puede ser directa, mediante la destrucción de una parte de la población, o indirecta por la modificación del medio.

Malezas frecuentes en papa

Los cultivos de papa en Colombia están localizados en las partes altas de las cordilleras, correspondientes a climas fríos y muy fríos (páramos), en donde se encuentra un grupo de plantas propias de esos climas, más o menos frecuentes en las diferentes regiones, las cuales se anotan en la tabla 1.



Tabla 1. Malezas de mayor frecuencia en cultivos de papa y sus características

Nombre científico	Nombre común	Altura sobre el nivel del mar	Nivel de persistencia	Agresividad con respecto a la papa	Tipo de Reproducción
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	2500-3000	Media	Baja	Semillas
<i>Chenopodium album</i>	Cenizo	2500-2800	Media	Media	Semillas
<i>Polygonum segetum</i>	Gualola	1800-2600	Alta	Media - alta	Semillas, estolones
<i>Rumex crispus</i>	Lengua de Vaca	2500-3100	Alta	Alta	Semillas, rizomas
<i>Polygonum nepalense</i>	Corazón herido	2900-3200	Alta	Alta	Semillas, estolones
<i>Rumex acetocella</i>	Comunista	2500-2800	Alta	Alta	Semillas, estolones
<i>Amaranthus hybridus</i>	Bledo	2000-2800	Alta	Alta	Semillas
<i>Amaranthus dubius</i>	Bledo	2000-2500	Alta	Alta	Semillas
<i>Galisonga parviflora</i>	Guasca	2000-2500	Baja	Baja	Semillas
<i>Galisonga ciliata</i>	Guasca	2000-2500	Baja	Baja	Semillas
<i>Stellaria media</i>		2500	Baja	Baja	Semillas
<i>Malva silvestris</i>	Malva morada	2200-2500	Media	Media	Semillas
<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	Mastuer-zo	2000-2500	Baja	Media	Semillas
<i>Hordeum vulgare</i>		2500-2800	Media	Media	Semillas
<i>Malvastrum peruvianum</i>	Malva blanca	2200-2500	Media	Media	Semillas
<i>Senecio inaequidens</i>	Escobilla	2500-2800	Alta	Alta	Semillas
<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	2500	Alta	Alta	Semillas, estolones
<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	2000-2800	Media	Media	Semillas
<i>Sonchus asper</i>	Cerraja	2000-2800	Media	Media	Semillas
<i>Veronica pérsica</i>	Violetilla	2500	Baja	Media	Semillas
<i>Ambrosia artemissifolia</i>	Artemisa	1800-2600	Alta	Alta	Semillas, estolones
<i>Spergula arvensis</i>	Miona	2500	Baja	Media	Semillas
<i>Anthemis arvensis</i>		2500	Baja	Baja	Semillas
<i>Lactuca inthybea</i>	Cerraja	2000-2800	Baja	Baja	Semillas
<i>Bidens pilosa</i>	Masiquía	2000-2500	Media	Baja	Semillas
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	2500-2800	Alta	Alta	Semillas, estolones
<i>Ageratum conyzoides</i>	Manrubio	2500-2800	Alta	Alta	Semillas
<i>Raphanus raphanistrum</i>	yerba de chivo	2500-2800	Alta	Alta	Semillas, estolones
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Rábano	2500-2800	Alta	Media - alta	Semillas, raíz
<i>Brassica spp.</i>	Nabo, Alpiste	2500-2800	Alta	Media	Semillas

(Sigue...)

Tabla 1. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Altura sobre el nivel del mar	Nivel de persistencia	Agresividad con respecto a la papa	Tipo de Reproducción
<i>Solanum nigrum</i>	Yerba-mora	2500-2800	Media	Media - alta	Semillas
<i>Dactylis glomerata</i>	Pasto azul	2500-3000	Media	Alta	Semillas
<i>Lolium multiflorum</i>	Ray-grass anual	2500-3000	Alta	Alta	Semillas
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	1600-2500	Alta	Alta	Semillas, estolones
<i>Panicum</i> sp.	Nudillo	2000-2500	Alta	Alta	Semillas
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Coneja	2000-2500	Alta	Alta	Semillas
<i>Holcus lanatus</i>	Falsa poa	2500-3000	Media	Alta	Semillas
<i>Bromus catharticus</i>	Cebadilla	2200-3000	Baja	Media	Semillas
<i>Poa annual</i>	Pasto azul anual	2500-2800	Baja	Alta	Semillas

Es preciso resaltar del listado anterior que las especies más competitivas con el cultivo de papa son las especies gramíneas, seguidas, en su orden, por las polygonáceas (lengüevaca, corazón herido, gualola) y compuestas (artemisa, escobilla). Estas dos últimas familias tienen un agravante y es que con implementos como el azadón y los arados para ciertas prácticas culturales (aporques), incrementan sus poblaciones en el área cultivada. Además, son bastante tolerantes a ciertos grupos de herbicidas que se usan en papa para el control de malezas (metribuzina, linuron, ametrina).

Por otro lado, *Polygonum nepalense* se ha convertido, en los últimos cinco años, en una especie casi exclusiva de los cultivos de papa, con una plasticidad ecológica y fisiológica bastante alta en sus poblaciones, compitiendo desde la brotación de la semilla de papa hasta la cosecha y, principalmente, en los períodos en que los lotes quedan en barbecho, cuando la maleza cubre por completo el área y alimenta el banco de semillas del suelo. Es importante tener en cuenta el número de semillas por planta, característica que incide altamente en las poblaciones futuras de la maleza, sumándose a esto, además, el manejo agronómico que se lleve a cabo.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN PAPA

Al enfrentarse con un problema de malas hierbas, un productor puede tener varias opciones a escoger. Una de ellas es convivir con el problema, aceptando los criterios de los niveles de daño en el cultivo. Otra es desarrollar programas de desyerbas o proceder con la erradicación total de una especie en un área determinada. Por tanto, el tipo de opción depende de la situación concreta y de los objetivos que se proponga.

Tradicionalmente, estas opciones se han enfocado desde el punto de vista del control (erradicación) y no tanto del manejo (prevención) de malezas, razón por la cual se han introducido conceptos más amplios y prácticos como el de umbrales y épocas críticas de competencia. Dentro de estas estrategias del manejo de malezas, encontramos:

Prevención: esta se aplica en los casos en que interesa mantener un área geográfica específica o de mayor extensión (región o país) libre de especies de malezas agresivas y persis-



tentes, estableciendo medidas de tipo legal que eviten la contaminación de las semillas del cultivo y de la maquinaria que se lleva al campo para las labores de siembra. Al tratarse de especies de alta nocividad, es preciso erradicarlas inmediatamente en caso de introducirse en un país o área determinada.

Contención: en estos programas se acepta como inevitable la existencia de infestaciones de malas hierbas, intentando únicamente minimizar el impacto económico que éstas producen. De allí que es necesario, de acuerdo con el ciclo del cultivo establecido (semestralmente en el caso de la papa), hacer un seguimiento del nivel de infestación, de conformidad con un umbral económico de daño (nivel de poblaciones de malezas que causan pérdidas económicas).

En caso que este umbral sea positivo, es decir, que cause deterioro en la cantidad o calidad del tubérculo, el uso de una desyerba o de herbicidas selectivos se justificaría económicamente, siendo recomendable, por tanto, hacer dicha aplicación. Estos tratamientos son aplicables cuando el valor económico del cultivo y, por consiguiente, el riesgo de pérdida es elevado; si las malezas dominantes son del tipo persistente y cuando el costo de los herbicidas o de la mano de obra para el control garantice la rentabilidad de la práctica por realizar.

Reducción: esta estrategia trata de evitar no sólo las pérdidas económicas producidas en el cultivo, sino que, además, pretende reducir las poblaciones de malas hierbas hasta que estas alcancen niveles aceptables. Para ello se debe utilizar una serie de medidas (rotaciones, estrategias de fertilización, o control biológico) que promuevan la reducción en la reserva de semillas presentes en el suelo. Estas prácticas permiten efectos positivos (biológicos y económicos) a largo plazo y son recomendables cuando las especies dominantes son de elevada nocividad y poseen una estrategia reproductiva tipo "oportunista" (altamente agresivas en corto tiempo), como es el caso del ryegrass (*Lolium* spp.), del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) o de cualquier otro tipo de especie gramínea, especialmente cuando éstas anteceden al cultivo de papa.

Erradicación: es la eliminación total de una especie de maleza en el área de cultivo. Estos programas son recomendables cuando se trata de especies agresivas que comienzan a establecerse en un área determinada del lote (por ejemplo, ryegrass, gualola, escobilla, corazón herido) y terminan por invadirlo totalmente.

Planificación y ejecución de programas de manejo de malezas

Tradicionalmente el control de malas hierbas se ha hecho utilizando planteamientos simplistas y extremos: o bien se hace un control rutinario, o se toman acciones cuando la gravedad de la situación lo exige; en el caso de la papa predomina el primero de éstos. Por tanto, es preciso que esta práctica disponga de algunos conocimientos (biológicos, agronómicos y económicos) que deben integrarse y concretarse en programas de gestión, orientándolos a resolver la problemática con mínimos costos económicos y sociales.

Para la implementación de estos programas deben agotarse varias etapas, claramente diferenciadas, como sigue: **1) El diagnóstico**, que consiste en identificar las especies presentes y definir claramente el problema (considerando factores del medio que afecten el desarrollo de esas especies), estimando posibles daños en el cultivo. **2) La planificación**, luego de evaluar posibles métodos de control y de considerar factores técnicos que permitan diseñar un programa de gestión efectivo, económico y seguro. En esta fase del programa es importante tener en cuenta la experiencia propia. Antes de decidirse por una de estas prácticas es preciso tener en cuenta si se adapta o no a las posibilidades reales del agricultor (disponibilidad de recursos económicos, técnicos o humanos); **3) La ejecución**, o sea la realización en forma correcta de las etapas anteriores para una mayor eficiencia y seguridad, llevando a cabo en el momento oportuno las

tareas planificadas, con las herramientas y equipos adecuados, y 4) **La evaluación de los resultados**, mediante un seguimiento a nivel de campo que respalde la tasa de decisiones oportunas en caso de alguna modificación.

Prácticas agronómicas que inciden en la dinámica de poblaciones y el manejo de malezas en papa

Preparación del suelo

Una de las principales razones que justifican el laboreo del terreno es, entre otras, su acción destructiva sobre las malas hierbas. Sin embargo, este concepto no es del todo absoluto, ya que los efectos causados por las operaciones de preparación, sean éstas con tracción animal o mecánica, son muy variables dependiendo del tipo de implemento utilizado, del tipo de maleza presente y de las condiciones bajo las cuales se llevan a cabo las operaciones. Por tanto, antes que definir una buena preparación, es más importante conocer la acción de los implementos y su relación con el problema de malezas y la resultante de esas interacciones.

En la acción del laboreo primario, la inversión del suelo causada por implementos de vertedera permite enterrar a determinadas profundidades la vegetación desarrollada en la superficie. Cuando se trata de especies de tipo anual, arbustivas y de reproducción sexual, la práctica es eficiente y recomendable; sin embargo, cuando se trata de especies perennes, de tipo rastrero y/o de reproducción asexual (gualola, lengüevaca, artemisa, corazón herido, gramíneas), es preciso hacer seguimientos permanentes y manejar los criterios de umbrales económicos de daño, ya que estas especies se enraízan nuevamente en el suelo, a partir de la estructura vegetativa incorporada (estolón, rizoma), aumentando significativamente sus poblaciones y haciéndose más difícil y costoso su manejo o control. En el caso del uso del arado del cincel, éste es igualmente inoficioso para este último caso (especies perennes o bien establecidas).

Para el laboreo secundario (adecuación del suelo para la semilla), el rastrillo californiano u otro tipo de rastras pueden destruir no sólo plántulas, sino, inclusive, especies de arvenses de tamaño considerable (Figura 4), generalmente cuando éstas se han establecido en cultivos de papa desde la época de floración del cultivo hasta la cosecha.

Algo importante antes de cumplir con esta etapa de preparación, es la revisión que debe hacerse de las especies de malezas presentes y de su estado de desarrollo, con el fin de tener una idea del tipo y número de poblaciones futuras en el momento del cultivo, producto del banco de semillas de malezas en el suelo, y de determinar igualmente el rol ecológico de aquellas que son huéspedes conocidos de plagas del suelo. Este es el caso de la lengüevaca (*Rumex crispus*), donde se refugian adultos de gusano blanco y el de la hierba mora (*Solanum nigrum*) y el nabo (*Brassica campestris*), que sirven de alimento a los adultos de este insecto plaga (Zenner de Polanía, 1988). Del lote también se deben eliminar los residuos de malezas gramíneas, ya que la hembra del gusano blanco deposita allí sus huevos.

Aunque no se ha definido claramente la habilidad competitiva del cultivo en sus estados tempranos de desarrollo (emergencia, plántula), por tratarse de una semilla asexual (tubérculo), que puede demorarse hasta 15 días en emerger después de la siembra, éste se encuentra en clara desventaja frente a las malezas, especialmente si estas son perennes, semiperennes y/o se reproducen vegetativamente. De allí que el tipo de implementos por utilizar en la preparación del suelo debe ser producto de un análisis que involucre cada una de las situaciones aquí descritas.



Figura 4. Cultivo de papa con franjas de especies arvenses, las cuales pueden servir de trampas o focos de infestación de insectos plagas.



Frente a la situación arriba planteada, el uso de herbicidas en preemergencia temprana (antes de que las malezas y el cultivo emerjan), se convierte en una ventaja, especialmente con productos de mediana residualidad que aseguren la ausencia de arvenses por 40 ó 50 días.

Desyerbas o manejo mecánico

Bajo esta práctica establecemos dos opciones: la tradicional, que se lleva a cabo con herramientas manuales, y otro sistema con implementos mecánicos, en especial con aperos como el cultivador de disco o el vibrocultivador, cuando el estado vegetativo de las malezas es abundante y existen especies convolvuláceas u otras como *Polygonum nepalense* (corazón herido) (Figura 5).

Por lo general, el productor de papa hace dos grandes desyerbas, independientemente del tipo de arvenses: que estén presentes, una a los 30 días aproximadamente y otra a los 60 días, cuando se hace el aporque definitivo. Sin embargo, son frecuentes las desyerbas a lo largo del ciclo vegetativo, lo cual involucra otros aspectos que se deben tener en cuenta:

- Si previo al establecimiento del cultivo, el lote se encuentra en barbecho, es decir, con malezas en estado reproductivo y de senescencia, el banco de semillas en el suelo es alto, lo cual sugiere que una remoción permanente del suelo, con cualquier tipo de implementos, estimulará la germinación de este banco activo, aumentando la frecuencia en las desyerbas.
- Si esas especies son de baja persistencia en el suelo (caso de cebadilla, cenizo, nabo, bolsa de pastor, guasca), en el corto plazo se pueden lograr grandes éxitos; si, por el contrario, las



Figura 5. Desyerbas oportunas en el manejo de malezas.

especies son de alta persistencia (lengüevaca, altamisa, escobilla, gualola), la posibilidad de reducir sus poblaciones es más remota.

En el caso de las especies perennes (lengüevaca y gramíneas) la acción de desyerbas permanentes puede causar la destrucción repetida de sus partes aéreas, consiguiendo el agotamiento de las reservas de carbohidratos que estas plantas tienen almacenadas en sus estolones, rizomas o tubérculos. Para evitar esto, es preciso que las prácticas se hagan en el momento adecuado, es decir, cuando la parte aérea ha alcanzado suficiente desarrollo y empieza a exportar sus asimilados hacia las estructuras de almacenamiento.

Por otro lado, cuando se hace la primera desyerba el cultivo de papa es aún muy susceptible a los trozadores, por lo que se recomienda que si la población de estos insectos es alta, antes de cualquier actividad sobre las especies arvenses debe primero controlarse la población de insectos plaga, ya que, de lo contrario todos los trozadores pasarán al cultivo (Zenner de Polanía, 1988).

Por todo lo anterior, es de gran importancia conocer el estado de desarrollo de las arvenses en el momento de ejecución de las desyerbas. En este sentido, se recomienda llevar a cabo las labores antes de que las especies arvenses anuales alcancen el estado de tres o cuatro hojas. Por el contrario, el control de especies perennes es más eficaz cuando las plantas han alcanzado un cierto desarrollo y agotado sus reservas subterráneas.

Aporques

El aporque definitivo se hace entre los 60 ó 70 días después de la siembra, aproximadamente, según la variedad, el clima y el sistema que se use para aporcar: manual (con azadón, zanjadora o aporcadora), con tracción animal o con aporcador de discos (con tractor) (Figura 6). Éste tiene como fin proteger los estolones y tubérculos en formación de los rayos solares, del exceso de temperatura (causantes de deformación) y del ataque de insectos.

La época para esta práctica depende del tamaño de los estolones (estructura donde se forman los tubérculos) en cada variedad, ya que si éstos son alargados (hasta 25 cm) se debe aporcar temprano (antes de 50 días) y con un caballón o surco bien alto. Esta práctica, que se acostumbra igualmente con variedades precoces, pretende ofrecer a los tubérculos en formación condiciones óptimas para su desarrollo, al proporcionarles mayor distribución del agua y mejor drenaje entre los surcos y, por otro lado, evitar que los tubérculos sean atacados por la gota (*Phytophthora infestans*).

La labor o remoción del suelo, así como entierra algunas semillas de estas especies, también renueva el banco de semillas en la superficie del suelo, especialmente de aquellas de más larga persistencia. En el caso de las especies perennes, la acción del laboreo del aporque puede ser de dos tipos: para agotar las reservas de carbohidratos que estas plantas tienen almacenados en sus estolones o rizomas, mediante la destrucción repetida de sus partes aéreas. Para conseguir dicho agotamiento es muy importante que las labores se lleven a cabo en el momento adecuado, es decir, cuando la parte aérea ha alcanzado suficiente desarrollo y empieza a exportar los nutrientes producidos hacia las estructuras de almacenamiento.

Cuando se usan herbicidas para el manejo de malezas en preemergencia, esta labor alcanza a hacerse sin presencia de malezas o con muy bajas poblaciones de éstas. Sin embargo, si las lluvias son escasas en esos momentos, el suelo se encuentra bastante endurecido y son más demoradas las labores. Como el herbicida actúa sobre la capa superficial del suelo, luego del volteo con azadón o máquina la población futura de malezas se ubicará, en un alto porcentaje, encima del surco y entre las



plantas de papa, aunque para esta época el cultivo se encuentra con un follaje en pleno desarrollo, el cual compite interespecíficamente muy bien, en particular con especies dicotiledóneas. Por tanto, si la población de gramíneas es bastante alta (especialmente si el lote viene de rotarse con pastos), una vez hechas las desyerbas es preciso eliminar del lote los residuos de malezas.



Figura 6. Desyerba y aporque mecánico de malezas en el cultivo de la papa.

Manejo del agua

Uno de los factores que ocasionan mayor pérdida en el cultivo de la papa es la deficiencia de agua en sus diferentes etapas (establecimiento, floración y maduración) por épocas prolongadas de verano, con lo cual se afectan los rendimientos y la calidad de los tubérculos producidos.

El agua en el manejo de malezas es importante, ya que los excesos o la escasez de ésta genera una mayor competencia de especies que toleran altos niveles de humedad y que son muy eficientes en su uso, como por ejemplo, el bledo, la altamisa, la lengüevaca, las gramíneas, el rábano y el nabo; por el contrario, en épocas de sequía se afecta la papa, pero predominan especies como la escobilla y otras de tipo perenne.

Cosecha y manejo de malezas

La época de cosecha está generalmente determinada por varios factores, pero el de mayor relevancia es la elasticidad de los precios en el mercado. Por tanto, la decisión de adelantar o retrasar la cosecha, dependiendo de esa situación, también lleva a generar otros problemas en el campo, como las infestaciones por plagas.

Para el caso de las malezas, si bien es cierto que el productor se mantiene eliminando todo tipo de hierbas a través del ciclo del cultivo, a partir de la semana 13 ó 14 (engrosamiento del tubérculo) suspende estas labores, momento a partir del cual comienza a repoblarse el cultivo con altas comunidades de arvenses. Si las desyerbas y aporques fueron de tipo manual y/o mecánico, predominarán especies de tipo anual y algunas perennes, especialmente compuestas y polygonáceas. Por el contrario, si se utilizaron herbicidas en preemergencia temprana o tardía, del grupo de triazinas o ureas sustituidas, predominarán para la época de la cosecha especies del tipo perenne o semiperenne, como las polygonáceas (*Rumex* sp., *Polygonum segetum*, *P. nepalense*, *P. aviculare*) y algunas gramíneas (*P. clandestinum*, *Panicum* sp.).

Cuando no se hace la desyerba oportuna a los 30 días, sino en el momento del aporque definitivo, predominarán las especies perennes como las anteriores, pero cuando esta labor es oportuna, el follaje de la planta de papa logra competir físicamente mejor con las arvenses.

Es preciso tener en cuenta todo lo anterior, ya que el tipo de prácticas agronómicas utilizadas incidirá en la dinámica poblacional de las malas hierbas y particularmente en las especies producto de sucesiones tardías (especies de mayor persistencia). De allí que el manejo de las arvenses con relación a la cosecha tenga dos situaciones claramente definidas. En el primero de los casos anteriores, las especies arvenses cumplirán su ciclo total, aportando toda su semilla al suelo, con lo cual se incrementa el banco de semillas y se generan poblaciones nuevas con mayor persistencia y adaptación al sistema. En estos casos, la cosecha manual es más difícil, demorada y costosa. Lo mismo sucede si se hace en forma mecánica, por cuanto el producto (tubérculos), al quedar mezclado con los residuos vegetales, demora la recolección y selección de éstos (Figura 7).



Figura 7. Cultivo de papa listo para la cosecha y con altas poblaciones de malezas.

En el segundo caso, cuando se usan herbicidas en preemergencia, las especies vegetales predominantes son perennes o semiperennes, las cuales no alcanzan a completar su ciclo reproductivo en el cultivo. Si la cosecha es manual (con azadón) o mecánica (con implementos enganchados al tractor), los residuos de malezas deben eliminarse del lote, ya que su sistema de propagación les permite establecerse nuevamente como plantas.

Si antes de la cosecha se hace la labor de defoliación con herbicidas de acción total (glifosato) o de contacto no selectivo (diquat, paraquat), los residuos de material vegetal serán muy pocos y con ello se facilita la labor de cosecha manual, pero especialmente si es en forma mecánica (Figura 8).



Figura 8. Cosecha de papa en lotes libres de malezas.



Rotaciones para el manejo de malezas

Los modelos de alteración en los ecosistemas agrícolas influyen en la composición de las comunidades de malezas. De allí que en los agroecosistemas altamente disturbados, las especies que los habitan están adaptadas a las respuestas del régimen de disturbio.

Los sistemas de rotación también se incluyen en el concepto global de manejo de residuos, definido como una práctica que deja más de 30% de éstos, provenientes de la cosecha anterior, cubriendo la superficie del suelo. Con esta práctica se pretende conservar la humedad del suelo, lograr mayor liberación de nutrientes contenidos en los residuos, controlar malezas y evitar la erosión del suelo.

Cada tipo de cultivo lleva asociado un conjunto específico de malas hierbas. Por tanto, los monocultivos tienden a seleccionar aquellas especies que estando bien adaptadas a ese cultivo, se escapan a los métodos habituales de control usados en éste. Por el contrario, las rotaciones tienden a diversificar las especies presentes, evitando que alguna de ellas se convierta en dominante. Cuanto más deficientes sean los cultivos utilizados en la rotación, bien sea por sus fechas de siembra, por sus características morfofisiológicas o por las prácticas agronómicas asociadas a dichos cultivos, menos posibilidades existen de que se conviertan en problemas.

Otro factor importante a tener en cuenta es el uso de cultivos "competitivos", como los cereales menores (cebada, avena, trigo), pastos y forrajes, los cuales tienen un desarrollo vigoroso y rápido, de mediana a elevada altura y follaje espeso. Desgraciadamente, en numerosas oportunidades no se emplean estos cultivos de manera adecuada.

En el caso de las rotaciones que se establecen con el cultivo de papa, algunos productores las hacen con hortalizas, que son especies débilmente competidoras (cebolla, ajo, remolacha, crucíferas, lechuga, etc), presentándose el predominio de especies dicotiledóneas anuales o bianuales, como cenizo, rábano, nabo, mastuerzo, bledo, violetilla, sonchus y otras (Pinzón, 1996).

Cuando se rotura la pradera para sembrar papa, y después de este primer ciclo se repite nuevamente con papa, comienzan a predominar especies arvenses de tipo perenne, como lengüevaca, artemisa, corazón herido, gualola, sangre de toro, kikuyo, nudillo y falsa poa. Si la rotación inmediata se hace con cultivos poco competitivos, se suman las poblaciones de dicotiledóneas anuales.

Por todo lo anterior, se considera que en cualquiera de los dos casos es necesaria una permanente supervisión para manejar oportunamente las malezas, especialmente cuando comienzan a predominar las especies perennes, ya que aumenta el costo por desyerbas. Una adecuada rotación con cultivos de papa puede ser aquella que nos permita sólo con ella manejar 50% o más de las poblaciones o comunidades de malezas, basados en el no incremento del banco de semillas en el suelo y en la no invasión tardía de malezas en el momento de la cosecha, lo cual incrementaría sustancialmente los costos de producción.

Lo importante es el fundamento en los conceptos anteriores para tomar las decisiones oportunas bajo una situación concreta o real. A manera de ejemplo, una rotación adecuada a mediano plazo (3 años) podría ser: roturación de pastos - papa - papa - cereal (maíz) - hortalizas (liliáceas) - papa - hortalizas - pastos (alfalfa).

Los dos cultivos continuos de papa incrementan las poblaciones de dicotiledóneas y, entre ellas, de algunas perennes. Sin embargo, si para la cosecha de estos cultivos se usan herbicidas en la defoliación de la papa y de las malezas, facilitando esta actividad, se rompería la dinámica de las arvenses mediante la siembra del cultivo de maíz y el uso de cultivadas mecánicas y de herbicidas en preemergencia. Bajo esta situación aumentaría la población de gramíneas, pero con un cultivo de hortalizas, preferiblemente liliáceas o zanahoria, se podrían manejar mejor si se utilizan herbicidas en preemergencia temprana o tardía y con altas densidades de siembra del cultivo.

El siguiente cultivo de papa llega con bajos niveles de población de especies gramíneas en su inicio, lo cual es un hecho importante para la prevención y manejo del gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache). Cuando estas arvenses comienzan a predominar nuevamente, se pueden convertir en una especie de trampa para el insecto plaga (Zenner de Polanía, 1988).

Posterior a este cultivo es recomendable establecer otro tipo barbecho o forraje, como alfalfa, que aporte buena cobertura, aproveche la fertilización del cultivo anterior de papa y permita un descanso al suelo, para luego, con un suelo reposado, establecer cultivos de maíz, manejando la estructura del suelo y las poblaciones de dicotiledóneas que hayan podido crecer y depositar semillas en el suelo. Después, se puede continuar con papa y repetir la rotación. Si existe la alternativa de establecer pastos nuevamente para ganadería, esta es una buena opción.

Como se puede observar, es necesario definir criterios de manejo integrado de malezas (culturales, físicos, mecánicos, químicos), al igual que tener en cuenta el manejo de otras plagas y de la conservación del suelo.

Manejo químico

A pesar de que el cultivo de papa se ha caracterizado tradicionalmente por no utilizar herbicidas regularmente, ya que el manejo se ha efectuado de manera mecánica (azadón o implementos mecánicos), en la última década se ha generalizado el uso de estos agroquímicos, debido al incremento en las áreas, a los costos de la mano de obra, a su relativa escasez y también al aumento de la siembra de papa para la industria.

El control químico, dada la elaboración de productos cada vez más específicos, tiene la ventaja de ser hecho en épocas en que otros métodos no son aplicables. Sin embargo, siempre deben usarse bajo recomendación y como complemento a los métodos culturales y mecánicos, por cuanto la decisión de su utilización depende del cultivo, de la aplicación de las malezas presentes, del factor económico y de la efectividad y disponibilidad de otros métodos (Romero, 1990).

Herbicidas recomendados para el control de malezas

En papa, por utilizarse una semilla de tipo asexual (tubérculo), cuya brotación y emergencia en condiciones normales (semilla óptima) es más tardía que la de las semillas sexuales, se facilita el uso de herbicidas preemergentes de acción total (Figura 9), que actúan sobre un gran número de



Figura 9. Estado del cultivo aplicación de 60 días de herbicidas en preemergencia, con su aporte definitivo.



especies dicotiledóneas y gramíneas, en germinación o en estado de 2 a 4 hojas. Aunque el listado puede ser mucho mayor, en la Tabla 2 se registran los herbicidas más recomendados, indicándose sus dosis y épocas de aplicación.

Tabla 2. Principales herbicidas utilizados en papa. Dosis y épocas de aplicación

Producto	Dosis	Época de aplicación con respecto al cultivo	Tipos de malezas que controla
Linurón	1.0 - 1.5 kg ia/ha	Preemergente	Ancha
Metribuzina	0.5 - 0.7 kg ia/ha	Preemergente	Mono y dicotiledóneas
Prometrina	1.0 - 1.5 kg ia/ha	Preemergente	Ancha y gramíneas anuales
Diurón	0.8 - 1.6 kg ia/ha	Preemergente	Ancha y algunas gramíneas
Oxyfluorfen	0.8 - 1.0 kg ia/ha	Preemergente	Ancha y algunas gramíneas
Rimsulfuron	27 gr ia/ha 18 gr ia/ha	Preemergente Postemergente	Ancha y gramíneas Ancha y gramíneas

Selección del herbicida

Para seleccionar el herbicida se debe conocer la clase de malezas presentes en el cultivo. En la mayoría de los casos la población de malezas es muy variada y existe la posibilidad de que se encuentren algunas especies resistentes a un determinado herbicida.

Al seleccionar el producto que va a utilizar, conviene tener en cuenta que el más barato no siempre es el más económico. Es necesario usar siempre herbicidas como complemento a buenas prácticas culturales. No es aconsejable emplear los preemergentes en posemergencia, ni tampoco mezclar herbicidas de contacto con sistémicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, M. A. 1988. *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. CRC Press. Boca Ratón, Florida, USA. 340 p.
- CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. 1998. *Principales avances en investigación y desarrollo tecnológico por sistemas de producción agrícola*. Corpoica 5 años. Bogotá. p. 359-389.
- GARCÍA-TORRES, L. y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. 1997. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Ediciones Mundo Prensa. Madrid, España. 348 p.
- HOLM, et al. 1977. *The world's worst weeds. Distribution and biology*. The University Press of Hawaii. Honolulu.

- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1999. *Comercialización de Plaguicidas*. División de Insumos Agrícolas. Santafé de Bogotá. Junio de 1999. 51 p.
- LINDQUIST, J. L. et al. 1995. *Modeling the population dynamics and economics of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in a corn (*Zea mays*) - soybean (*Glycine max*) rotation*. Weed Science, 43: 269-275.
- NELSON, D. C. and THORESON, M. C. 1981. *Competition between potatoes (*Solanum tuberosum*) and weeds*. Weed Science 29: 672-677.
- OGG, A. G. and DAWSON, J. H. 1984. *Time of emergence of eight weed species*. Weed Science, 1984. 32: 327-335.
- PINZÓN, H. 1996. *Para rotación de papa: hortalizas, situación y perspectivas*. En: Papas colombianas: con el mejor entorno ambiental. Editor Gabriel Robayo Vanoy. p. 155 - 158.
- RODRIGUEZ, J. F. y ESCOBAR, H. 2000. *Determinación de la época crítica de competencia de malezas con la variedad industrial de papa Unica*. Trabajo de Grado, Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca. Fusagasuga. Sin publicar.
- ROMERO, C. 1990. *Control de malezas en papa*. ICA. Programa de Fisiología Vegetal, C.I. Tibaitatá. Mosquera. p. 51-56.
- ZENNER DE POLANÍA, I. 1988. *Curso de actualización en el cultivo de la papa*. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Centro de Investigaciones Tibaitatá. Mosquera. p. 165-194.

INTRODUCCIÓN

Antes de iniciar cualquier estudio que analice en forma permanente, a través del tiempo, las pérdidas de papa durante la cosecha, es necesario conocer los ciclos climáticos que se presentan o la presencia de plagas, durante el cultivo, y sus consecuencias en los precios de los papas, de otra parte, lo que permitirá valorar los efectos de estas variables sobre otros factores, se consideró pertinente incluir en el presente manual este capítulo, porque muestra la tendencia de estas pérdidas en Cundinamarca, uno de los departamentos más productivos de papa en Colombia.

ANTECEDENTES

Según la FAO (citado por Murcia, 1999), la especie más dedicada al cultivo de la papa en Colombia fue la 175 222 hectáreas durante el año 1998, con una producción de 2'817'880 toneladas, localizadas principalmente en Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia. De acuerdo con estadísticas del Ministerio de Agricultura, en el departamento de Cundinamarca se cultivaron 81 423 hectáreas de papa en 1998, las cuales produjeron 1'014'884 toneladas. Esto significa que en este departamento se concentra 32,1% del área dedicada al cultivo y alrededor de 36% de la producción nacional.

1. Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, IICA.
2. Ing. Agrónomo, MSc. Coordinador del Programa Nacional de Maestrías Agrícolas y Forestales, C.I. Tibaitatá, Bogotá, Colombia. hrgarcia@conpesca.gov.co
3. Investigador Adjunto del Programa Nacional de Maestrías Agrícolas y Forestales, C.I. Tibaitatá.