



# *El Uso de Patógenos Vegetales en el Control de Malezas\**

Ch. L. WILSON

## INTRODUCCION

El uso exitoso de patógenos vegetales para controlar malezas demuestra que este enfoque es factible. Todos estamos conscientes de las recientes presiones sobre el uso de productos químicos para controlar plagas. También se está haciendo cada vez más aparente que el control de plagas requiere el uso de más de un solo método para asegurar un éxito total. Desde este punto de vista, los patógenos vegetales se presentan como excelentes agentes de control de malezas. Los patógenos vegetales efectivos podrían tener al menos tres ventajas sobre los herbicidas químicos:

- a) Pueden ser específicos para la maleza.
- b) Los problemas de residuos y toxicidad serían reducidos o eliminados.
- c) No habría acumulación de herbicidas en los suelos ni en las aguas subterráneas.

Los patógenos vegetales juegan probablemente un importante papel en la reducción de las malezas, pero se sabe poco sobre ellos a causa de que los patólogos vegetales han prestado poca atención a las enfermedades de las malezas. Al discutir el uso de los patógenos vegetales para el control de malezas,

---

\* Resumen del artículo "Use of Plant Pathogens in Weed Control", publicado en Annual Review of Phytopathology 7:411-434 (1969) por Charles L. Wilson. El resumen apareció en la revista PANS 16:482-487 (1970). Traducción de E. Hernández.

el autor revisa las malezas que han sido consideradas posibles víctimas de patógenos vegetales y señala las áreas donde se necesita hacer investigación.

## CONTROL DE MALEZAS ESPECIFICAS

### Cactus

El éxito australiano en el control de la tuna (*Opuntia megacantha*) implicó la introducción de un número de insectos y microbios asociados; el insecto *Cactoblastis cactorum* resultó superior a los demás. Puesto que el *C. cactorum* no ha sido cultivado libre de microorganismos, no ha sido posible determinar el efecto de los patógenos vegetales en el desarrollo del insecto sobre el huésped y la disminución de la tuna. Dodd consideró que los patógenos vegetales tienen la oportunidad de completar el trabajo de erradicación después de la invasión por *C. cactorum*. Los patógenos vegetales primarios que completan el trabajo son *Gloesporium lunatum* y organismos bacterianos causantes de putrefacción blanda. La asociación íntima de los patógenos vegetales con el *C. cactorum* debe de examinarse aún más, puesto que ella podría explicar el éxito obtenido con este insecto y ayudar en la selección de otros patógenos para otras malezas.

Se han descrito un número de hongos que causan enfermedades de *Opuntia spp.* Una enfermedad causada por *Fusarium*, muy destructiva de la tuna, ha sido descubierta en Hawaii. Desgraciadamente esta enfermedad es mucho más virulenta sobre la forma más deseable del cactus, la forma roja, que sobre las formas blancas indeseables. Los intentos para usar el *Fusarium oxysporum* para controlar la forma blanca de *O. megacantha* han encontrado éxito variable; la inoculación del cactus con el hongo ha sido lo más exitoso.

Los cactus rojo y blanco son ejemplo de un problema que se extiende a lo largo del campo del control biológico de malezas, donde la misma planta puede ser una maleza en un ambiente y una planta económicamente importante en otro ambiente.

### Muérdago

Tres parásitos fungosos parecen ser muy promisoros en el control biológico de muérdagos enanos (*Arceuthobium spp.*), los cuales son los principales patógenos de las coníferas del Oeste de Norte América. Estos son los hongos *Septogloeum gillii* y *Wallrothiella arceuthobii* y la roya *Colletotrichum gloesporioides*. *C. gloesporioides* tiene la ventaja sobre los otros patógenos del muérdago de que puede crecer más fácilmente en cultivos y la enfermedad se desarrolla más rápidamente en el huésped. El sistema endofítico del huésped es invadido por *C. gloesporioides*, lo cual no parece ser el caso con *S. gillii* y *W. arceuthobii*.

## Malezas acuáticas

Entre los muchos problemas asociados con las malezas acuáticas están los siguientes: interferencias con el flujo del agua, navegación, eliminación de desechos y recreación; ellas también causan peligros de salud a los seres humanos al permitir la reproducción de los insectos transportadores de patógenos. El uso de productos químicos para controlar las malezas acuáticas es poco deseable, debido a nuestra incapacidad para limitar la difusión de los productos químicos en un medio acuoso.

El descubrimiento reciente de una enfermedad viral de las algas azules-verdes ha estimulado el trabajo sobre el uso del virus LPP-1 para controlar las "explosiones" poco deseables de algas en las aguas de desecho. El virus ataca a las algas que pertenecen a los géneros *Lyngbya*, *Plectonema* y *Phormidium*. *Plectonema boryanum* es la especie predominante en las "explosiones" de algas y es muy susceptible al virus LPP-1; existe actualmente considerable información sobre el proceso de infección causado por este virus y sobre su multiplicación en la planta hospedera.

Cuando las epidemias de algas en las aguas interiores de Rusia se encuentran en su apogeo, se han observado parches claros, donde aparentemente no había algas o estaban muertas. De estos parches se ha aislado un virus, que no ha sido descrito, el cual parece que ocasiona la muerte de las algas.

Trabajos realizados en la India, en el Commonwealth Institute of Biological Control, han indicado que la quemazón del Lirio de Agua (*Eichornia crassipes*), causada por *Marasmiellus inoderma*, podría ser un posible control biológico de esta maleza.

## Malezas arbóreas

Con el cultivo intensivo de los bosques, es importante la remoción de árboles indeseables y el control de las malezas arbóreas ha sido un constante dolor de cabeza en estas situaciones. La conversión de una zona boscosa de una especie dominante a otra especie ocasiona que árboles ya establecidos se conviertan, por definición, en malezas; esto ocurre repetidamente en los lugares donde los bosques de maderas duras se están convirtiendo en bosques de pinos.

El hongo *Ceratocystis fagacearum*, que ocasiona la marchitez del roble, ha sido usado con eficacia en Minnesota para convertir bosques marginales de roble en bosques de pinos. La inoculación de los robles con *C. fagacearum* se comparó con métodos químicos convencionales de control con 2, 4, 5-T. El control biológico fue decididamente más eficiente a causa de su costo inferior, su mayor facilidad de aplicación, un mayor porcentaje de mortalidad

con poco o ningún rebrote de los árboles y ausencia total de daño a las otras especies arbóreas, además de que se hace innecesario volver a usar el tratamiento como es el caso con el 2, 4, 5-T. También se encontró muy poca difusión del hongo de las áreas tratadas a otras áreas de roble adyacentes.

El uso de la marchitez del roble como un erradicante de árboles encontrará naturalmente violentas reacciones. Hay una controversia sobre si en el momento actual la marchitez del roble es una enfermedad epidémica; algunos investigadores afirman que 50 por ciento de la población de roble estará afectada con dicha marchitez en 40 años, mientras que otros creen que la enfermedad permanece estacionaria. Sin embargo, existe la posibilidad real de que se puedan usar de un modo seguro y efectivo patógenos tales como *C. fagacearum* para controlar las malezas.

Trabajos realizados en la Universidad de Arkansas y en la Fundación Noble, en Oklahoma, han demostrado que el kaki (*Diospyros virginiana*) puede controlarse eficazmente mediante la marchitez del kaki, causada por *Cephalosporium diospyri*.

Una maleza arbórea peligrosa, *Dichrostachys nutans*, introducida en Cuba procedente de Senegal, forma bosques impenetrables en las plantaciones de caña abandonadas; se han encontrado dos hongos parasíticos asociados con los árboles muertos y moribundos: *Ganoderma pulverulentum*, que ocasiona la destrucción de la madera dura, y *Ustilina zonata*, un hongo con un amplio rango de plantas hospederas en los trópicos, que resultó ser la causa primaria de las muertes.

### Cúscuta

Los rusos han controlado exitosamente la cúscuta (*Cuscuta* spp.) con el hongo *Alternaria cuscutacidae*. Ellos han desarrollado técnicas para la producción en masa del hongo e inoculación en la planta. En algunas plantaciones de alfalfa la cúscuta ha sido controlada eficazmente aplicando esporas de *A. cuscutacidae*; menos éxito se ha logrado en las plantaciones de remolacha azucarera.

La influencia de los organismos asociados sobre la eficacia de *A. cuscutacidae* como erradicante de malezas ha sido estudiada en Rusia. Se cree que las especies de *Cladosporium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Trichoderma*, *Penicillium*, y las bacterias mejoran la eficacia de *A. cuscutacidae* al actuar como invasores secundarios para destruir la cúscuta. De modo que podría ser necesario inocular con ciertos organismos secundarios, al mismo tiempo que con el patógeno primario; sin embargo, los resultados hasta ahora son inconsistentes. Las investigaciones con otros patógenos primarios de la cúscuta han conducido al descubrimiento de una especie de *Curvularia*, la cual parece ser más agresiva que *A. cuscutacidae*.

## Cardo

La planta "Bathurst burr" (*Xanthium spinosum*), un tipo de cadillo, es atacada por una enfermedad destructiva causada por *Colletotrichum xanthii*, la cual se ha encontrado restringida a ciertas áreas de New South Wales. Esta enfermedad redujo de un modo eficaz las poblaciones de cardo cuando las condiciones de temperatura y humedad fueron favorables. Las inoculaciones de campo demostraron que *C. xanthii* podría establecerse artificialmente en áreas previamente no infectadas. El patógeno persistió y causó la destrucción del cardo en los años subsiguientes:

## Maleza Crofton

El avance agresivo del *Eupatorium adenophorum* en el Sur-Este de Australia se controló, aparentemente, mediante una mosca formadora de tumores, *Procecidochares utilis*, introducida desde Hawaii en el año 1952. Desgraciadamente ciertas Hymenopteras parasitarias, nativas de Australia, comenzaron a reducir la población del insecto. Un desarrollo afortunado fue la aparición de una "mancha de la hoja" en la maleza Crofton, causada por *Cercospora eupatorii*. La introducción de este patógeno coincidió con la introducción de *P. utilis*, el cual puede haber servido de vector. Desde el año 1952, la maleza Crofton no se ha extendido o aumentado; esto se atribuye a los efectos combinados de *P. utilis*, la mancha de la hoja causada por *Cercospora* y *Cerambycid*, un perforador del tallo y de la raíz.

## ENFERMEDADES DE MALEZAS

La mayor parte de la atención ha sido dirigida a enfermedades de malezas que han sido consideradas como reservorios de patógenos de plantas económicas. Un número de enfermedades de malezas que han sido aisladas podrían considerarse como agentes de control biológico, ya en un ambiente normal o como patógenos introducidos. Se ha reportado la putrefacción de la raíz de malezas de invierno y primavera en el centro y sur de Texas causada por *Phymatotrichum* y se sabe que el *Sclerotium rolfsii* ataca las malezas. Se han descrito varias enfermedades para las malezas "persicary", bejuquillo (field bindweed), bledo, diente de león, verdolaga (*Portulaca* sp.), etc.

## ENFERMEDADES DE PLANTULAS

En Alemania Occidental, Kiewnick ha hecho un estudio detallado de los efectos de los patógenos vegetales sobre las semillas de avena salvaje (*Avena fatua*). Encontró que los hongos y los metabolitos de los hongos mataban directamente las semillas. Concluyó que el mejor modo de usar los patógenos del suelo en el control de malezas era crear condiciones que favorecie-

ran al patógeno, en lugar de infestar el suelo con patógeno. Encontró que mediante la adición de estiércol al suelo, la vida de las semillas era reducida; este resultado pareció ser debido a la creación de condiciones favorables para el patógeno de la semilla de avena salvaje. Un patógeno puede ser una doble amenaza ya que puede causar enfermedad tanto en la plántula como en la planta madura. En New South Wales, Butler atribuyó el éxito del *Colletotrichum xanthii* en cardo a la destrucción tanto de plántulas, como de plantas maduras.

## PROYECTOS ACTUALES

El Dr. Robert E. Inman, del Stanford Research Institute, ha comenzado como primer proyecto a establecer la "factibilidad" de utilizar enfermedades de plantas para controlar malezas específicas. El consideraba que dicha factibilidad quedaba demostrada "cuando los patógenos de ciertas malezas de países extranjeros son demostrablemente más patogénicas sobre malezas de EE. UU. que sobre sus hospederas extranjeras". Por ejemplo, una especie de *Helminthosporium*, un parásito secundario asociado con *Cercospora* en las lesiones de *Setaria verticillata* en el Sudán, se usó en los EE. UU. para inocular *Setaria*. Dicho parásito produjo infecciones primarias que aumentaron cuantitativa y cualitativamente con subsiguientes inoculaciones en serie. El Dr. Inman concluyó que "el potencial de un patógeno dado no puede estimarse en base al daño a su planta hospedera nativa".

El siguiente paso del Dr. Inman fue la introducción de ciertas malezas de EE. UU. (bajo cuarentena) en Italia y la búsqueda de patógenos europeos para inocularlas. El está estudiando la posibilidad de controlar la maleza conocida como "curlydock" con *Uromyces rumicis*.

El Dr. V. P. Rao y sus colaboradores del Commonwealth Institute of Biological Control en Bangalore, India, han estudiado los enemigos naturales de diente de león, lirio de agua y de otras malezas acuáticas. Se han encontrado y descrito patógenos vegetales para las especies: *Eichhornia*, *Glycosmis*, *Hygrophila*, *Passiflora*, *Marsilea*, *Sphenoclea* y *Striga* spp.

El Dr. G. H. Bridgmon y sus estudiantes en la Universidad de Wyoming han revisado las enfermedades de los pastizales de Wyoming y han concluido que las enfermedades juegan actualmente un papel importante en la eliminación de malezas en los pastos. Ellos encontraron especies de *Fusarium* asociadas con la maleza llamada "Canada thistles" (*Cirsium arvense*) y una especie de *Bacillus* que causa una reducción marcada del establecimiento de las plántulas, del crecimiento de la planta y de la producción de semillas de *C. arvense*. El estudio de la enfermedad causada por *Fusarium* en "Canada thistles" ha mostrado que un "aislado" de *Fusarium roseum* puede tener un gran potencial como agente biológico de control contra ciertas selecciones de "thistles" y quizás contra millos indeseables.

## INTERACCION ECOLOGICA ENTRE MALEZAS Y PATOGENOS VEGETALES

En cuanto a la interacción entre malezas, patógenos vegetales y otros componentes del ecosistema, se ha sugerido, por ejemplo, que podría ser posible controlar algunas enfermedades humanas utilizando patógenos vegetales para controlar malezas acuosas, que son los lugares donde crecen los vectores de muchos patógenos humanos. Al mismo tiempo que ocasionan enfermedades en las malezas, los patógenos vegetales pueden sintetizar productos químicos que influyan sobre el crecimiento y reproducción de las mismas, haciendo que éstas se hagan más susceptibles a los efectos de otros factores, tales como herbicidas, productos del metabolismo de herbicidas en el suelo, que compitan con los organismos favorables en la rizosfera de la maleza y que influyan en la nutrición de la maleza mediante su crecimiento saprofítico en el suelo. Las malezas, a su vez, pueden suministrar alimento a los patógenos y servir como reservorio de inóculo para plantas económicamente importantes, influenciar el crecimiento y la reproducción de los patógenos en el suelo e influenciar la relación de alimento-agua de los patógenos vegetales. Al considerar estas otras interacciones de las malezas y sus patógenos podría ser posible desarrollar métodos adicionales de control de malezas a través de la manipulación del ecosistema.

### PATOGENOS NATIVOS FRENTE A PATOGENOS IMPORTADOS

Generalmente se supone que los patógenos importados sean más efectivos que los nativos en el control de malezas. Esto haría que no hubiera interés en la investigación de enfermedades nativas de malezas y su posible uso como agentes de control biológico. Sin embargo, hay numerosas excepciones a esta situación. Dentro de un país las barreras naturales y artificiales pueden restringir la diseminación de los patógenos nativos. También, muchas de las malezas importantes han sido importadas y puede que no hayan estado en contacto con patógenos que podrían eliminarlas; la búsqueda y examen de patógenos nativos deberían, por consiguiente, ser promisorios. El ambiente y las barreras naturales de los patógenos nativos están cambiando constantemente; una enfermedad insignificante de una planta económica podría llegar a ser significativa a causa de un cambio en prácticas culturales, variedades, etc.

El uso de patógenos importados es quizás el mejor modo de obtener "superpatógenos" que maten las malezas. La cantidad de resistencia a un patógeno en una maleza particular, está relacionada con las barreras naturales existentes entre la planta y el patógeno y el número y efectividad de las barreras naturales está relacionado con la separación espacial.

### CONSIDERACIONES GENETICAS

Las malezas son tan abundantes y adaptables, que esto se presenta como evidencia de que poseen una base genética más flexible que otras plan-

tas; esto podría también considerarse como desalentador desde el punto de vista de intentar la selección de patógenos para matar malezas, puesto que las malezas desarrollarían fácilmente resistencia, al menos mucho más fácilmente que otras plantas. Si una maleza existe en un "pool" genético amplio y accesible, las oportunidades de hibridización interespecífica e introgresiva serían favorables; por otra parte, si la maleza existe en un "pool" genético algo homogéneo, su variabilidad está limitada. Las malezas importadas tienen, por consiguiente, un "pool" genético menor que las malezas endémicas; puesto que muchas de las malezas más destructivas de EE. UU. han sido introducidas, se podría deducir que ellas tienen menos potencial para desarrollar resistencia a los patógenos vegetales. Esta podría ser un área donde los patógenos locales podrían llegar a ser especialmente útiles como agentes de control.

#### INTERACCIONES EN EL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS

Se sabe que los patógenos vegetales fabrican productos químicos que pueden afectar a las plantas de varios modos. La posibilidad de que estos productos puedan tener actividad como herbicidas ha sido investigada muy superficialmente; además, el hecho de que los patógenos vegetales puedan degradar los herbicidas y de que ciertos herbicidas sean también fungicidas debe considerarse cuando se intente un control de malezas. Los patógenos y herbicidas pueden interactuar de otros modos: el patógeno puede predisponer la planta para el ataque del herbicida o el herbicida puede afectar la patogenicidad de un patógeno sobre la maleza.

Shklyar y Khalimova han discutido las posibilidades de buscar herbicidas selectivos que sean productos del metabolismo microbiano. Ellos han encontrado que un compuesto producido por *Pseudomonas mycophaga* inhibe ciertas malezas y patógenos vegetales. Fulton, Templeton y sus colaboradores han descrito un metabolito (tenoxin) de *Alternaria tenuis* que inhibe la producción de clorofila en un número de plantas; este producto químico presenta alguna promesa como herbicida. Leben y Keitt discutieron la fitotoxicidad de Antimicina A y su posible uso como herbicida.

Rodríguez-Kabana, Curl y Funderbunk han encontrado que ciertos herbicidas afectan el crecimiento de ciertos patógenos vegetales y Altman y Ross creen que los patógenos vegetales son un posible factor en el daño inesperado causado por herbicidas pre-emergentes en la remolacha azucarera.

Díaz encontró un producto químico que estimula la germinación de la maleza; dicho producto es sintetizado por *Helminthosporium speciferum*.

#### CONCLUSIONES

C. L. Wilson considera que el uso de los patógenos vegetales para controlar malezas está comenzando y que tiene un futuro promisor. El creciente



conocimiento de la genética microbiana y de la capacidad, también creciente, de controlar la estructura genética del patógeno vegetal, debería ayudar en la selección de patógenos con alta virulencia para erradicar malezas. El camino parece estar despejado para el desarrollo de herbicidas microbianos, a través de la selección de "aislados" patogénicos altamente virulentos o "aislados" que sintetizan ciertos productos herbicidas.

La mayor esperanza para el desarrollo de combinaciones efectivas maleza-patógeno parece estar en la introducción de patógenos vegetales importados para controlar malezas establecidas. El desarrollo de un convenio internacional para la introducción de patógenos de un país a otro podría quizás acelerar el progreso en este campo.

El establecimiento de semilleros de malezas de distintos lugares del mundo, en condiciones de estricta cuarentena, podría actuar como un selector automático de patógenos potenciales de malezas y, junto con el cultivo de malezas de diferentes áreas bajo diferentes condiciones ambientales, suministraría una información ecológica única. Los fitopatólogos han estado interesados principalmente en las relaciones ecológicas del parásito con la planta hospedera y se tiene muy poca información sobre la ecología independiente de patógenos y plantas hospederas. Ciertos factores físicos y biológicos que afectan el desarrollo de la enfermedad podrían ser distinguidos mejor mediante el estudio y comparación de las combinaciones de patógenos y plantas hospederas en diferentes países.

Un requerimiento muchas veces irreal e innecesario ha sido que el patógeno destruya completamente a la maleza. En algunos casos, una enfermedad relativamente benigna de una maleza, podría dar una ventaja a otras plantas deseables y resultar, a fin de cuentas, en la desaparición de la maleza. También, el uso de enfermedades benignas, en combinación con medios químicos y mecánicos de control, podría contribuir al progreso en el campo del control de malezas.

Uno se podría preguntar si existe algún tipo de agricultura en la cual el control biológico de malezas con patógenos pudiera ser más adecuado que otro tipo de control. Huffaker consideró que cuanto más simplificada fuera la economía y ecología humana de un área, más probabilidad existía de utilizar el control biológico de malezas, sin afectar a otros propósitos del cultivo. Este ha sido el caso con el control biológico de kaki por *Cephalosporium diospyri*. En Oklahoma, donde el pastoreo predomina sobre la agricultura, este método ha sido estimulado; en Arkansas, donde existe un uso más diversificado de la tierra, este método ha sido combatido.

Desde luego que se requiere más investigación sobre los efectos combinados de los insectos y de las enfermedades sobre las malezas. Los patógenos diseminados por insectos pueden convertirse en matamalezas eficientes.

Además, no se ha medido el efecto del daño combinado del insecto y del patógeno sobre la maleza.

La posibilidad de enfermedades múltiples de las malezas también debe considerarse. Los efectos sinérgicos, tales como los observados con ciertas combinaciones de virus, podrían ser útiles en la erradicación de malezas.

En los intentos de establecer epidemias de enfermedades vegetales en poblaciones de malezas, se podría aprender mucho del estudio de pasadas epidemias de enfermedades de cultivos económicos. La diseminación efectiva de la enfermedad del olmo holandés puede explicarse por la elevada eficiencia de la relación hongo-vector en esta enfermedad. El rápido desarrollo de la quemazón del castaño se ha explicado principalmente por la producción elevadísima de inóculo. Aunque la quemazón tardía de la papa tiene requerimientos ambientales bastante específicos, la enfermedad puede desarrollarse rápidamente bajo estas condiciones y mucho de su éxito se ha atribuido, similarmente, al número enorme de esporas que son producidas.

Se debe dar especial consideración a la posibilidad de que los patógenos vegetales introducidos para controlar malezas puedan atacar plantas de valor económico. El ensayo de patógenos importados sobre plantas hospederas nativas, bajo condiciones ambientales nativas, presenta un problema. Será necesario el establecimiento de áreas con cuarentena seria. Inman ha sugerido el establecimiento de centros introductorios en islas cercanas al continente, en las cuales se podrían realizar ensayos extensivos sobre la capacidad del organismo en cuestión para atacar plantas económicas.

A diferencia de la aplicación de productos químicos, el proceso de la introducción de patógenos no puede ser arbitrariamente discontinuado una vez ha comenzado, aunque puedan existir métodos para limitar o controlar un patógeno. Los métodos utilizados en el control de enfermedades de plantas de valor económico podrían ser aplicados para prevenir la difusión de patógenos; se podrían seleccionar para su utilización "aislados" que no esporulan o con esporulación semanal; podrían utilizarse o crearse barreras naturales que limiten la aplicación de un patógeno. Puesto que muchos patógenos vegetales son altamente específicos en sus preferencias de una planta huésped, un buen grado de seguridad podría obtenerse mediante una selección adecuada. Un ejemplo es el organismo causante de la marchitez del kakí, *Cephalosporium diospyri*, el cual aparentemente ataca sólo al kakí. El kakí pertenece a la familia del ébano, del cual no existen otras especies económicamente importantes en los EE.UU. Por consiguiente, el uso del organismo que marchita el kakí para matar esta maleza, parece no ofrecer amenaza alguna a otras plantas.