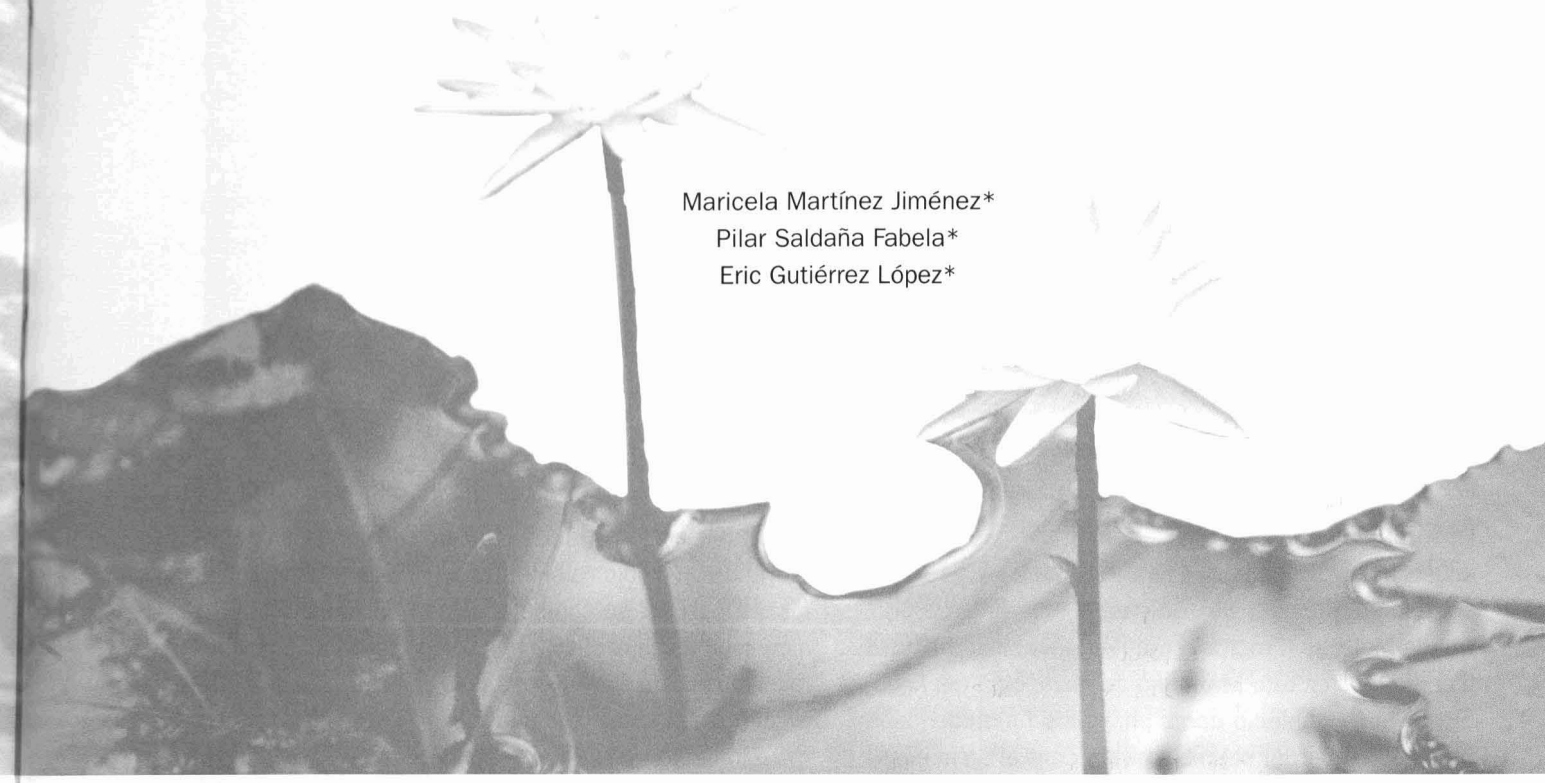
Control de malezas acuáticas en México

Maricela Martínez Jiménez*
Pilar Saldaña Fabela*
Eric Gutiérrez López*



Problemática

La mayoría de las plantas acuáticas que se comportan como malezas, no son originarias de los países donde causan problemas. Tal es el caso del lirio acuático (*Eicchornia crassipes*), de la oreja de ratón (*Salvinia molesta*), o bien, de la hidrilla (*Hydrilla verticillata*), especies introducidas a México por la belleza de su flor, o por el mal manejo en el comercio de acuarios donde se utilizan como plantas de ornato. La alta tasa reproductiva y adaptativa de estas plantas, la gran concentración de nutrientes en los cuerpos de agua provenientes de la actividad agrícola, urbana e industrial, y la ausencia de enemigos naturales que puedan ejercer un control, ha tenido como consecuencia un crecimiento explosivo de estas plantas, que ha llegado a cubrir por completo los cuerpos de agua.

* Investigadores del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

La proliferación de estas hidrofitas provoca graves problemas de índole económica, ecológica y de salud. Dentro de los problemas económicos podemos citar las pérdidas de agua por evapotranspiración, el azolvamiento prematuro de embalses, la limitación de la actividad pesquera y recreativa, la obstrucción de canales de riego y de tomas en plantas hidroeléctricas y la operación de obras hidráulicas.[1] Dentro de los problemas ecológicos, la acumulación de grandes cantidades de plantas provoca el estancamiento de agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y, por consiguiente, la muerte de especies acuáticas.[2] Dentro de los problemas de salud, las malezas acuáticas constituyen el hábitat para el desarrollo de mosquitos vectores de enfermedades como el dengue (*Aedes aegypti*), la malaria (*Stephensis malaria*) y la filariasis (*Culex quinque fasciatus*), así como caracoles transmisores de *Schistosoma sp*.

Diversos estudios se han realizado para conocer la magnitud de los problemas causados por malezas acuáticas. En México, un grupo de investigadores[3] identifica-

ron 268 cuerpos de agua con 69 mil hectáreas de infestación. En orden de importancia, las hidrofitas reportadas son: lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), tule (*Typa* spp), carrizo (*Scirpus spp*), e hidrilla (*Hydrilla verticilata*). Recientemente, Martínez[4] reportó *Salvinia molesta* y *Salvinia auriculata* infestando el distrito de riego 014, valle de Mexicali, Baja California, y las lagunas De las Ilusiones y Tabasco, en Villahermosa, Tabasco. En la infraestructura hidráulica, nueve mil 820 km de canales se encuentran invadidos con hidrila, lirio, cola de caballo (*Potamogeton* sp), cola de zorro (*Ceratophyllum* sp), tule y zacate Pará (*Paspalum* sp). En drenes, la afectación se ha calculado en 14 mil 519 kilómetros, encontrando principalmente tule y lirio acuático.[5]

Control de malezas acuáticas en México

Dado el grave problema que constituían las malezas acuáticas en casi todos los embalses de país, en 1993, por decreto presidencial, se creó el Programa de Control de Malezas (Procma) cuya responsabilidad estuvo a cargo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. El Procma estableció como principios fundamentales para poder abordar el problema del control de malezas acuáticas, lo siguiente:

a) Reducir las malezas acuáticas a límites manejables, promoviendo la participación de organizaciones y usuarios del recurso para que se responsabilizaran del mantenimiento de los cuerpos de agua una vez que se realizará el control.

b) Establecer un manejo integral de la maleza; es decir, el uso oportuno y adecuado de diversas técnicas de control donde se incluyó el manejo hidráulico, control mecánico, químico y biológico.

c) Integrar los programas de control de malezas acuáticas a nivel de cuenca.

El Procma inició sus actividades controlando 485 hectáreas en la cuenca del río Ayutla, Jalisco, extendiendo las acciones en 18 mil hectáreas, en un total de treinta cuerpos de agua, seis ríos, 200 km de canales y 300 km de drenes, distribuidos en 12 estados de la República.[6] Como parte del programa, se realizó un diagnóstico de la calidad del agua en los embalses tratados; cinco parámetros de campo y 15 de laboratorio fueron analizados para determinar el índice de calidad del agua (ICA). En general, las condiciones de oxígeno disuelto se incrementaron hasta en tres mg/L, y el ICA para uso agrícola mostró mejoría.[7] Por otro lado, se adaptó un modelo matemático para el cálculo de la tasa de evaporación de la superficie libre de plantas y las áreas infestadas, estimando que, en promedio, el lirio acuático incrementa la pérdida de agua por evapotranspiración en 1.7 veces.

La meta establecida por el Procma dentro del Plan Hidráulico 1995-2000, para limpiar 40 mil hectáreas, fue cumplida en los tiempos establecidos, lo que demostró que el control de malezas acuáticas es técnicamente factible. Se entregó a los usuarios el cuerpo de agua libre de malezas para que ellos continuaran con el programa de mantenimiento. Sin embargo, la falta de seguimiento ocasionó que algunos embalses se reinfestaran.

Actualmente, las malezas acuáticas continúan constituyendo un problema en el país, por lo que los intentos realizados para su combate ya sea en forma manual, mecánica o química, sólo han tenido resultados temporales a un costo elevado, pues las semillas de la flor que se depositan en los sedimentos, son la fuente de futuras reinfestaciones. En este sentido, el IMTA ha investigado soluciones sustentables y con menos impacto al medio ambiente, y ha encontrado que el uso de agentes biológicos podría constituir una solución al problema.

Control biológico de malezas acuáticas

El concepto de control biológico implica una disminución gradual y duradera de la maleza. Para esto es necesario la utilización de agentes que actúen de forma sinérgica. El objetivo es aumentar el nivel del estrés biótico para reducir la capacidad de crecimiento de la planta y de esta forma restringir una nueva generación. En varios casos de biocontrol de malezas, ha sido necesario usar una serie de agentes para lograr niveles aceptables y sustentables de control. Al respecto, el IMTA inició en 1994 un programa de control biológico que comprende el uso de artrópodos y hongos específicos para su desarrollo como bioherbicidas. Dado que el lirio acuático continúa siendo una las principales malezas de México y del mundo, el instituto la seleccionó como modelo para el desarrollo de agentes biológicos de control. Cabe resaltar que esta metodología es aplicable tanto a malezas terrestres como acuáticas.

El uso de artrópodos para el control del lirio acuático

En México se han identificado tres insectos que atacan al lirio acuático: *Sameodes albiguttalis* (Warren), *Cornops aquaticum* (Bruner) y *Orthogalumna terebrantis* (Wallwork).[8] Éstos se encuentran en forma natural en varias regiones del país, pero no ejercen una presión selectiva sobre la maleza.

En 1976, el Centro de Estudios Limnológicos de Guadalajara, Jalisco, introdujo a México el coleóptero *Neochetina eichhorniae* como agente de control biológico del lirio acuático. En 1977, este insecto fue liberado experimentalmente cerca del lago de Chapala.[9] Ninguna evaluación de su distribución y establecimiento ha sido reportada hasta la fecha.

Con el fin de conocer la dispersión de *N. eichhorniae* en México, en 1993 el IMTA realizó una inspección en Veracruz, Tabasco, Chiapas y Jalisco. Como resultado, se encontró que *N. eichhorniae* está presente en todas estas zonas a razón de aproximadamente uno a siete insectos por planta.

Debido al alto grado de especificidad y la eficacia demostrada en otros países por la *Neochetina*,[10] en 1994 el IMTA introduce a México otra especie de *Neochetina*, *N. bruchi* Hustache.[11]

Introducción a México de *Neochetina spp*

Una vez cumplidos los requisitos establecidos por la Dirección General de Sanidad Vegetal, fue introducida a México una colonia de mil 200 insectos, donada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Una colonia de dos mil insectos de la especie *Eichhorniae* fue colectada en el lago de Chapala. Estos insectos fueron puestos en cuarentena en los laboratorios del IMTA. La cuarentena consistió en la obtención de adultos inmaduros vírgenes y la verificación del estado sanitario por medio de observaciones al microscopio y cultivo de macerado de insectos.

Una vez que se obtuvieron colonias sanas, el siguiente paso fue desarrollar una técnica para la producción masiva de este insecto, cuyas cosechas son sometidas sistemáticamente a un examen patológico y de aptitud reproductiva, mediante un programa de cómputo diseñado especialmente para estos fines (NEOPHYS). Con este sistema, el IMTA cuenta con una planta piloto de cría masiva de insectos benéficos acuáticos, cuya producción comprende un control de calidad.[12]

Esta investigación ha contribuido en la redacción del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-072-FITO-1995, la cual reglamentará la introducción y el uso de biocontroladores para malezas.

Empleo de fitopatógenos como agentes de biocontrol de malezas

Debido a la capacidad reproductiva y adaptativa de las malezas (una planta puede duplicarse en tres días), un solo agente de estrés biótico no es suficiente para reducir la tasa de reproducción de la maleza, por lo que es necesario usar una serie de agentes para lograr niveles aceptables y sustentables de control.[13] En este sentido, el uso de agentes fitopatógenos ofrece una amplia gama de microorganismos con eficacia demostrada en su uso como micoherbicidas.[14]

Varios hongos fitopatógenos del lirio acuático han sido reportados y/o utilizados para su biocontrol; entre estos están: *Acremonium zonatum* (Saw Gams), *Alternaria eichhorniae* (Nag Raj y Ponnappa), *Cercospora piaropi* (Tharp.), *C. rodmanii* (Conway), *Myrothecium roridium* (Tode ex Fr.), *Rizocthonia solani* (Kühn) y *Uredo eichhorniae* Gonz.-Frag. & Cif.[15] Hasta el momento, ninguna bacteria o virus han sido reportados.

Fitopatógenos como agentes de control del lirio acuático

Con el objeto de identificar un patógeno nativo de México para su uso como micoherbicida, en 1995 el IMTA realizó una inspección en 52 sitios, que corresponden a diez estados de la República Mexicana (de los 14 donde se ha reportado una infestación del lirio acuático). Como resultado, se aislaron 65 cepas de hongos y dos de bacterias. Ningún virus fue detectado. Se determinó que las bacterias no son patógenas del lirio; respecto a los hongos, 17 fueron clasificados taxonómicamente (Martínez y Charudattan, 1998). De las 17 cepas clasificadas, dos de ellas se escogieron para desarrollarlas como bioherbicidas: *Cercospora piaropi* y *Acremonium zonatum*. Los criterios de esta selección fueron el grado de infestación conjuntamente con el daño causado a las hojas, y el grado de especificidad de los mismos.

Las etapas de desarrollo de estos agentes como biocontroladores del lirio acuático consistieron en demostrar la especificidad de *Cercospora piaropi* y *Acremonium zonatum*, evaluar su eficacia, desarrollar una metodología de conservación de las cepas, y obtener una formulación para su aspersión y la metodología de aplicación en campo.

Foto: 3 Ríos

Evaluación en campo de bioherbicidas

Si las condiciones climáticas después de la época de lluvia, en diversas zonas donde se localiza la maleza, corresponden a una alta humedad relativa (70 por ciento), temperaturas no mayores de 30°C, radiación solar atenuada (aproximadamente 400 w/m^2 promedio), ausencia de heladas (condiciones óptimas para el establecimiento de fitopatógenos), y que el porcentaje máximo de oviposición de *Neochetina* se situa en este mes (Deloach y Cordo, 1983), se seleccionaron los últimos días de octubre para realizar una primera aspersión en campo de los agentes de control.

Se eligió la presa Cruz Pintada, en Morelos, para aplicar la combinación de insectos y hongos en el control del lirio acuático. Se realizó un primer muestreo para determinar la cobertura de malezas, y se determinó que, de las siete hectáreas que conforman el espejo de agua, 3.5 estaban cubiertas por lirio acuático. Un total de nueve mil 800 insectos fueron liberados. Una vez corroborado el establecimiento de los insectos, se realizó una primera aspersión de *C. piaropi* y *A. zonatum* sobre el follaje del lirio. A los 23 días de la primera aspersión, se realizó una segunda aplicación de los agentes de control. Un mes después del establecimiento de los biocontroladores, se observó una reducción de 71.4 por ciento en el peso fresco, 42.1 por ciento en el número de plantas por metro cuadrado, 36.36 por ciento en el número de hojas por planta y 17.85 por ciento en el número de hijas. Tres meses después, la presa estaba completamente limpia de maleza. Para determinar la posible toxicidad de los organismos en el agua, se realizaron pruebas a través del sistema Microtox antes, durante y tres meses después de la aplicación de los biocontroladores, no encontrándose ningún efecto tóxico. Cabe remarcar que la acción del clima y la etapa fenológica del lirio acuático en la cual se realizó el control, influyeron en su éxito. Con esta experiencia se demuestra la eficacia de esta alternativa de control cuando es aplicada oportunamente.

Conclusión

Es importante remarcar que la proliferación de malezas acuáticas es originada por los problemas de contaminación a nivel de cuenca, por lo que para su control, además de lo ya descrito, es imprescindible realizar acciones de saneamiento en las fuentes de contaminación y así disminuir el aporte de nutrientes en los cuerpos de agua. ✪

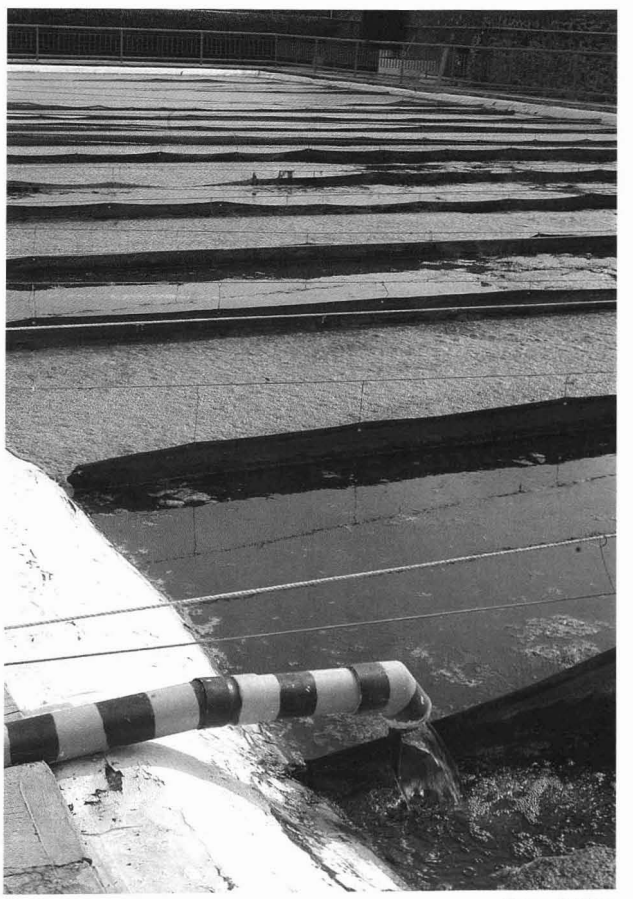


Foto: 3 Ríos

Notas

1 Gopal, 1987.
2 Barrett, 1989.
3 Gutiérrez *et al.*, 1994.
4 Martínez, 2003.
5 Rancel, 1995.
6 Gutiérrez *et al.*, 1996.
7 Gutiérrez *et al.*, 1996.
8 Gutiérrez *et al.*, 1996
9 Romero *et al.*, 1989.
10 Deloach, 1976; Deloach y Cordo, 1983.
11 Martínez *et al.*, 2001.
12 Martínez *et al.*, 2001.
13 Martínez y Charudattan, 1998; Charudattan, 1986.
14 Charudattan, 1986.
15 Freeman y Charudattan, 1984; Martyn, 1985; Charudattan, 1986; Morris, 1990.