

Manejo de Malezas Acuáticas en la Región Sur de América Latina

Sabbatini M.R.¹, Irigoyen J.H.¹, Sidorkewicj N.² y Fernández O.A.¹

¹Departamento de Agronomía y CERZOS, ² Departamento de Biología, Bqca. y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

RESUMEN

La típica *taxa* que genera perjuicios en los ecosistemas acuáticos de la región está constituida por macrófitas sumergidas y en menor medida por especies flotantes, emergentes y cianobacterias causantes de la degradación de la calidad del agua. Las experiencias más interesantes de control biológico de malezas sumergidas en canales de drenaje del norte de la Patagonia argentina, se han basado en el empleo de los peces *Ctenopharyngodon idella* (carpa herbívora) y *Cyprinus carpio* (carpa común). Los resultados obtenidos, ampliamente satisfactorios, indican que ambas especies podrían utilizarse en programas de manejo en sistemas de riego de la región. Es importante destacar, sin embargo, que el potencial beneficio que se obtiene de manipular poblaciones de *Cyprinus carpio* a los efectos de controlar malezas acuáticas, deberá compatibilizarse con los perjuicios que este pez podría causar a la fauna y flora de los ambientes acuáticos. El uso de maquinarias pesadas (retroexcavadoras, arrastre de cadenas) es un método ampliamente difundido en distritos de riego, que consiste tanto en labores de corte y/o cosecha de las macrófitas como en dragado del sedimento. Este método presenta el inconveniente de que debe repetirse varias veces por temporada, ya que generalmente luego de las operaciones se produce la reinvasión y dispersión de las malezas en el canal. En cuanto al control químico, los herbicidas más utilizados en la región son la acroleína, sulfato de cobre, diquat y paraquat para el control de malezas sumergidas, y el 2,4-D amina, paraquat y glifosato para el control de especies emergentes. En canales artificiales de alto caudal el herbicida más utilizado es la acroleína, aunque su eficiencia varía de acuerdo a la especie a controlar y a diferentes factores vinculados al ambiente acuático.

Palabras claves: malezas acuáticas, control biológico, control mecánico, herbicidas.

ABSTRACT- Aquatic Weed Management in Southern Latin-America.

The typical *taxa* causing problems in the aquatic systems of the region are submerged macrophytes and less floating, emergent and cyanobacteria, which produce water quality degradation. The more interesting experiences for the biological control of submerged weeds were attained with the fish *Ctenopharyngodon idella* (grass carp) and *Cyprinus carpio* (common carp), showing that both species could be effectively used for the management of aquatic weeds in both drainage and irrigation channels of northern the Patagonia Argentina. The manipulation of *C. carpio* within an aquatic weed control programme should, however, consider the possible negative effects that this fish could produce to the local fauna and flora. The use of heavy machine (excavators, heavy chains) to perform cutting, harvesting and dredging, is the more widely mechanical method used in irrigation districts. This method has the difficulty that usually needs to be repeated several times during the same season due the rapid regrowth of the vegetation. Herbicides commonly used in the region are acrolein, copper sulphate, diquat and paraquat for submerged weed control, and 2,4-D amine, paraquat and glyphosate for emergent weeds. Acrolein is the product more extensively applied in artificial irrigation channels of high water flow, but its efficiency varies according to the species and other factors related to water environment.

Keywords: aquatic weeds, biological control, mechanical control, herbicides.

INTRODUCCION

La típica taxa de macrófitas acuáticas que genera perjuicios en los ecosistemas lóticos y lénticos de todo el mundo, recientemente reseñada por Sidorkewicj et al. (2004), es similar a la que produce problemas en Latinoamérica. Mientras que en la región tropical las malezas flotantes son las más perjudiciales, en la región sur los mayores problemas los ocasionan las especies sumergidas (Sabbatini y Sidorkewicj, 1999). En varios países, los lagos, lagunas y reservorios suelen presentar durante la época cálida un denso crecimiento de diversas especies que dificulta el normal empleo de las aguas. Sin embargo, los principales inconvenientes se localizan en los distritos de riego. Existen varios sistemas de riego en la Argentina, fundamentalmente cultivados con sistemas fruti-hortícolas o agrícola-ganaderos. Dos de los más importantes son los valles del río Colorado (VIRC: 39°10'S, 62°55'O) y del río Negro (VIRN: 40°48'S, 63°05'O). En ellos, el uso de maquinaria pesada (retroexcavadoras, arrastre de cadenas) es un método costoso pero efectivo para mantener los canales de riego y drenaje libres de malezas acuáticas.

Las especies sumergidas de mayor importancia en la región son *Potamogeton* (*P. pectinatus*, *P. illinoensis*, *P. pusillus*), *Zannichellia* (*Z. palustris*), *Myriophyllum* (*M. elatinoides*, *M. aquaticum*), *Ceratophyllum* (*C. demersum*), *Elodea* (*E. callitrichoides*, *E. densa*), *Ruppia* (*R. maritima*), *Chara* (*C. contraria*), y algas filamentosas (*Cladophora*, *Enteromorpha*, *Rhizoclonium*). *Potamogeton* constituye el principal problema en distritos de riego, implementándose diferentes estrategias para disminuir su abundancia.

Las malezas mencionadas anteriormente, junto con especies de hábito emergente, tales como las pertenecientes a los géneros *Typha*, *Scirpus*, *Phragmites* o *Zizaniopsis*, entre otras, causan problemas también en lagunas, reservorios y canales parcelarios. Un ejemplo lo constituyen diferentes lagunas localizadas en la provincia de Buenos Aires, donde el excesivo crecimiento de estas malezas conduce frecuentemente a la ocupación total del sistema, impidiendo su potencial aprovechamiento con fines recreativos y turísticos, tales como pesca o navegación. Algunas especies emergentes, tales como *Echinochloa crus-galli*, también causan perjuicios al cultivo del arroz en el litoral de las provincias de Entre Ríos y Corrientes, ocasionando pérdidas de hasta un 70% en el rendimiento del grano (Sidorkewicj et al., 2004)

Si bien las especies flotantes no causan inconvenientes relevantes en esta región, ocasionalmente, las excesivas poblaciones de *Eichhornia crassipes*,

frecuentemente acompañadas por otras flotantes como *E. azurea* o *Pistia stratiotes*, pueden afectar el aprovechamiento de algunos cuerpos de agua en diferentes provincias del norte de la Argentina. Por ejemplo, en el río Paraná a menudo se forman verdaderas islas de vegetación flotante denominadas “camalotales”, que se trasladan aguas abajo y pueden ocasionar daños a estructuras y dificultar la navegación. Se ha encontrado que en algunas épocas del año más de cuatro ha de camalotales pasan diariamente por la rivera de la ciudad de Paraná, transportando a menudo una rica fauna de insectos, ofidios, caracoles y otros animales (Fernández et al., 1993).

En algunas situaciones, un crecimiento excesivo de algas, cianobacterias o macrófitas en sistemas acuáticos tales como reservorios o lagos se puede convertir en un factor fundamental de la degradación de la calidad del agua. Una de las consecuencias más relevantes del crecimiento excesivo de varias especies de cianobacterias es la producción de toxinas que contaminan peligrosamente el agua destinada al consumo del hombre y animales (Gangstad and Cardelli, 1990). En estos casos, los métodos de control se basan en la disminución del ingreso de nutrientes al cuerpo de agua, lo que implica la adopción de medidas a nivel de cuenca hidrográfica, tales como la reducción del uso de fertilizantes en la agricultura o el tratamiento de desechos industriales o urbanos previo a su descarga al agua. La purificación del agua a un nivel aceptable puede en estos casos demandar una serie de acciones de control costosas, tales como filtración o detoxificación. Un ejemplo reciente sobre el impacto negativo del crecimiento excesivo de cianobacterias fue la presencia en el año 1999 de *Anabaena* y *Microcystis* en el reservorio Paso Piedras que provee de agua potable a la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. La abundancia de dichas especies condujo a que, como medida de protección, durante varios meses se limitara el consumo de agua de red a la población (Fernández et al., 2006).

CONTROL BIOLÓGICO

Varios organismos se han experimentado a los fines de su uso en programas de biocontrol de malezas acuáticas, tanto en ambientes lénticos como lóticos, siendo los más estudiados los artrópodos, peces herbívoros y patógenos. El control de *Eichhornia crassipes* mediante la introducción del curculiónido *Neochetina bruchi* en el dique Los Sauces, al noroeste de la Argentina, es considerado como uno de los más exitosos eventos de biocontrol del país (Cordo y Zapater, 1996).

El pez fitófago *Ctenopharyngodon idella* (carpa herbívora, sogyo o amur blanco) ha sido introducido en más de 25 países como agente de biocontrol de malezas sumergidas, con resultados satisfactorios en la mayoría de los casos (Murphy et al., 1993). En Argentina, la carpa herbívora ha sido propuesta para el biocontrol de malezas sumergidas en varios sistemas de riego del país, así como también en el delta existente en la desembocadura del río Paraná en el océano Atlántico. Un proyecto de investigación para el uso de este pez en el distrito de riego del VIRN, iniciado en 1993, arrojó resultados satisfactorios, dado que luego de dos meses de introducidos los peces bajo condiciones naturales, a una tasa de 100 Kg ha⁻¹, se alcanzó un control efectivo de malezas sumergidas (Dall'Armellina et al., 1999). A pesar de los buenos resultados obtenidos en esta investigación, hasta la fecha no se ha concretado la incorporación efectiva de *C. idella* al sistema de riego del VIRN como agente de biocontrol.

La carpa común, *Cyprinus carpio*, es un pez nativo del Asia oriental, que ha recibido mucha atención por el efecto ambiental negativo que causa luego de su introducción en un cuerpo de agua fuera de su rango nativo. En efecto, dado que se alimenta principalmente de organismos presentes en el sedimento, produce un disturbio que se traduce en un incremento de la turbiedad del agua, con la subsiguiente muerte de la vegetación sumergida y efectos colaterales sobre otros organismos acuáticos que viven asociados a la comunidad vegetal. La predación sobre alevines de otras especies (por ejemplo, pejerrey) es otra de las causas del empobrecimiento y alteración de la composición faunística del sistema. *C. carpio* ingresó presumiblemente en forma accidental al distrito de riego del VIRC a mediados de los 80', encontrándose actualmente como un constituyente natural de la fauna íctica de los canales. Sobre fines de la década del '80 se observó una disminución notable del grado de enmalezamiento, fundamentalmente en los canales de drenaje del sistema, en coincidencia con el incremento en la densidad de la carpa común (Fernández et al., 1998). Como consecuencia de estas observaciones, se evaluó la posibilidad de utilizar a esta especie como un agente de biocontrol en los canales del sistema. Dichos estudios revelaron que una carga de 500- 2000 juveniles ha⁻¹ produjo una reducción en la biomasa de malezas sumergidas de entre 40 y 100%, e incrementos de hasta un 200% en la turbiedad del agua (Sidorkewicj et al., 1998). Recientemente, se ha producido el ingreso accidental de *C. carpio* en los canales de riego y drenaje del VIRN (Bezic, comunicación personal), lo que ha producido un fenómeno similar al ocurrido 20 años atrás en el VIRC: el incremento en la turbiedad del agua de los drenes y la consiguiente disminución del problema de

malezas acuáticas. Las observaciones y las experiencias realizadas indican que, más que considerar la presencia del pez como un problema, la manipulación de las poblaciones de *C. carpio* bajo condiciones controladas podría constituirse en una herramienta eficaz del control de malezas acuáticas en los distritos de riego del VIRC y VIRN.

CONTROL FISICO

La remoción directa de la vegetación acuática a través del uso manual de diferentes herramientas tales como guadañas, rastrillos, tijeras, etc. es sólo utilizada para el control de grupos aislados de plantas localizados en pequeños reservorios o cursos de agua, así como a poblaciones que crecen en las márgenes de lagos o canales. La eficiencia de estas operaciones es muy baja, además de exponer al operario a riesgos frecuentes tales como accidentes o contracción de enfermedades.

El VIRC provee riego a un área de 92000 ha a través de una red de canales de riego y drenaje de 9000 km de extensión. Con una red tan extensa de canales, el control de malezas sumergidas en canales de alto caudal (red primaria y secundaria) se debe realizar necesariamente de manera sistemática, efectiva y previendo un alto costo de operaciones. El uso de maquinarias pesadas resulta el método más práctico y eficiente, efectuándose labores de corte y/o cosecha y dragado.

El tipo de maquinarias más utilizadas son las retroexcavadoras autopropulsadas con brazos hidráulicos, que circulan por la banquina de los canales. Se pueden dividir en aquellas que poseen un rastrillo, y cuyo objetivo es únicamente cortar y extraer la vegetación sumergida, y aquellas que poseen un balde, que extraen parte del sedimento además de la vegetación. Las equipadas con rastrillo extraen aproximadamente un 70% de la vegetación y cubren cerca de 100 m de canal por hora, mientras que las de balde, si bien hacen un trabajo más completo, cubren aproximadamente 40 m de canal por hora (Fernández et al., 1993). Otro método muy utilizado en canales de riego de alto caudal es el del arrastre de cadenas pesadas, con salientes filosas, por medio de dos tractores que circulan por las márgenes opuestas del canal, provocando el corte y posterior arrastre de la vegetación aguas abajo.

El empleo de métodos de control mecánico, fundamentalmente corte y rastrillado, presenta el inconveniente de que luego de las operaciones sobreviven enterrados en el sedimento una alta proporción de propágulos (rizomas, tubérculos, bulbos) y fragmentos

de vegetación que rápidamente provocan la reinvasión y dispersión de las malezas en el canal (Dall'Armellina et al., 1996). Así, por ejemplo, en el VIRN es necesario realizar en pocos meses hasta siete arrastres de cadenas pesadas en el mismo canal para asegurar el abastecimiento normal del agua de riego a los agricultores (Murphy, 1995).

Una metodología alternativa utilizada en el distrito de riego del río Dulce (27°25'S, 63°50'W), es la de realizar una interrupción temporaria de 4-5 días en el suministro de agua del canal durante la época de riego. Este procedimiento causa la desecación del follaje de las malezas sumergidas debido a las altas temperaturas y baja humedad del área, mejorando la circulación del agua. Esta operación es inevitablemente seguida del rápido rebrote de las malezas, por lo que debe ser repetido varias veces durante la estación de crecimiento.

Otra metodología alternativa para el control de malezas sumergidas es la de cubrir el fondo de los canales con plástico negro, o paño geotextil, para evitar el crecimiento de malezas enraizadas. En una experiencia realizada en el VIRC en 1998, se colocó un plástico de 7 m de ancho a lo largo de 20 km de un canal de riego. Aunque durante los primeros meses el plástico evitó el crecimiento de vegetación sumergida, el efecto a largo plazo fue negativo ya que el sedimento se acumuló sobre el plástico y la vegetación colonizó el nuevo sistema expandiéndose rápidamente.

CONTROL QUIMICO

Los herbicidas ofrecen una alternativa de control rápido y eficiente para el control de la mayoría de las malezas acuáticas. Estos compuestos son herramientas poderosas, pero requieren para su uso en ambientes acuáticos de un conocimiento y entrenamiento especial a los efectos de no ocasionar daños a todos aquellos organismos que no sean blanco de las aplicaciones. Más allá del impacto negativo que estos productos puedan causar en el ambiente acuático, resulta importante aclarar que cuando son utilizados racionalmente, resultan efectivos para mejorar la calidad del agua en muchos tipos de sistemas acuáticos, especialmente cuando no hay otras vías alternativas para el control de malezas. En general puede aseverarse que la vida media de los herbicidas en el agua es de apenas horas y son fijados irreversiblemente en el hidrosuelo de los cuerpos de agua, por lo que resultan de muy baja persistencia.

Sólo un limitado espectro de herbicidas se encuentra disponible para el uso en ambientes acuáticos, y ninguna o muy poca investigación se realiza en el desarrollo de nuevos productos (Madsen, 2000). En la región, los herbicidas más utilizados son la acroleína, sulfato de cobre, diquat y paraquat para el control de malezas sumergidas, y el 2,4-D amina, paraquat y glifosato para el control de malezas emergentes.

En el control de malezas sumergidas en canales de alto caudal, el herbicida más utilizado es la acroleína. Este herbicida es muy tóxico y su aplicación debe efectuarla personal entrenado con un equipamiento especial, ya que su incorporación al agua se realiza mediante inyección con nitrógeno. Su uso es muy restringido debido a su alta toxicidad a plantas y animales, pero se utiliza aún en sistemas acuáticos de varios países. En la región, la aplicación de acroleína ha encontrado su mayor difusión dentro del distrito de riego del VIRCA, donde se viene utilizando en forma discontinua desde hace más de 30 años. La eficiencia en el control de la vegetación sumergida varía entre aplicaciones, especialmente debido a diferentes factores vinculados con el ambiente acuático, tales como turbiedad, pH, conductividad y temperatura del agua (Bentivegna et al., 1998). Los mejores resultados para el control de *P. pectinatus* se han obtenido combinando aplicaciones de bajas concentraciones con alto tiempo de inyección, siendo la óptima la de 2-5 mg l⁻¹ en 24 horas de exposición (Fernandez et al., 1993).

En cuerpos de aguas tales como lagunas o reservorios, la aplicación sectorizada de herbicidas en bajas dosis, permite un muy buen control de malezas sin afectar la fauna íctica ni la vegetación circundante. Experiencias realizadas en la laguna Mulitas, Provincia de Buenos Aires, con aplicaciones de paraquat desde un bote en forma sectorizada tanto en tiempo como en espacio, permitieron la eliminación de las malezas en áreas en las que el canopeo de *Myriophyllum* alcanzaba el nivel superficial, con profundidades del agua de hasta 1,5 m. Si bien el herbicida produjo una leve desoxigenación inicial, luego de dos meses la concentración de oxígeno disuelto en el agua exhibió valores superiores a los registrados con anterioridad a la aplicación del producto, sin cambios significativos en el pH y turbiedad (Irigoyen et al., 1999). La aplicación en forma sectorizada evita que las bajas concentraciones de oxígeno, que se producen con posterioridad a las aplicaciones como consecuencia de la muerte de la vegetación, produzcan mortandad de peces.

MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS ACUATICAS

El manejo integrado de malezas es recomendado cuando diferentes estrategias de control combinadas pueden mejorar los resultados obtenidos por un solo procedimiento, produciendo el menor daño al ambiente. La puesta en marcha de un programa de manejo integrado en un sistema acuático requiere necesariamente de un cuidadoso estudio, ya que las diferentes medidas de control pueden no ser compatibles. Así por ejemplo, la implementación de un programa de control biológico utilizando peces resultará incompatible con la aplicación de herbicidas como la acroleína, letal para la fauna íctica. Asimismo, el potencial beneficio de manipular poblaciones de *Cyprinus carpio* a los efectos de controlar malezas acuáticas, deberá compatibilizarse con el perjuicio que pudiera causar este pez a la fauna y flora de los ambientes acuáticos de la región.

LITERATURA CITADA

- Bentivegna D.J., Sabbatini M.R., Curvetto N.R. y Fernández O.A. 1998. Effect of acrolein on *Potamogeton pectinatus* L. in irrigation channels. Proceeding of the 10th European Weed Research Society Symposium on Aquatic Weeds, 21-25 Septiembre 1998, Lisboa, Portugal:319-322.
- Cordo, H. A. and M. C. Zapater. 1996. Control biológico de malezas en la Argentina: progresos y situación actual, a dos décadas de su comienzo. Actas de la III Mesa Redonda de Control Biológico en el Neotrópico, Río de Janeiro, Brasil: 9-15.
- Dall'Armellina, A., C. R. Bezic y O. A. Gajardo. 1996. Propagation and mechanical control of *Potamogeton illinoensis* Morong in irrigation canals in Argentina. Journal of Aquatic Plant Management 34: 12-16.
- Dall'Armellina, A., C. R. Bezic y O. A. Gajardo. 1999. Submerged macrophyte control with herbivorous fish in irrigation channels of semiarid Argentina. Hydrobiologia 415: 265-269.
- Fernández O.A., Sutton D., Lallana V., Sabbatini M.R. e Irigoyen J.H.1993. "Aquatic weed problems and management in South and Central America". In: Aquatic Weeds. 2nd Edition, A.H. Pieterse & K.J. Murphy (Eds) Oxford University Press: 406-425.

Fernández, O. A., Murphy K.J., López Cazorla A., Sabbatini M.R., Lazzari A., Domaniewski J. e Irigoyen J.H. 1998. Interrelationships of fish and channel environmental conditions with aquatic macrophytes in an Argentine irrigation system. *Hydrobiologia* 380 (1/3): 18-25.

Fernández O.A., Vázquez R., Sidorkewicj N., Sabbatini M.R. y Marchena J. 2006. Chapter 15: Aquatic vegetation as indicator of the sustainability of fresh water systems: interactions with the land surface. En: "Plant Response to Environmental Stress" editado por R.D. Tripathi, IBD Co. Publishers, Lucknow, India, 129-135.

Gangstad, E. O. y N. F. Cardarelli. 1993. The relation between aquatic weeds and public health. In A. H. Pieterse and K. J. Murphy (eds.), *Aquatic Weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*. Oxford University Press: 85-90.

Irigoyen J.H., Sabbatini M.R. y Sidorkewicj N. Control de *Myriophyllum* en lagunas mediante inyección de paraquat al agua. X Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Jujuy, abril de 1999. p. 143.

Madsen, J. D. 2000. Advantages and Disadvantages of Aquatic Plant Management Techniques. *LakeLine* 20 (1): 22-34.

Murphy, K. J., T. O. Robson, M. Arsenovic and W. van der Zwerde. 1993. Aquatic weed problems and management in Europe. In A. H. Pieterse and K. J. Murphy (eds.), *Aquatic Weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*. 2nd Edition Oxford Science Publications: 295-317.

Murphy, K. J. 1995. Aquatic weeds. *Encyclopedia of Environmental Biology* 1: 71-80.

Sabbatini M.R., Murphy K.J. e Irigoyen J.H. 1998. "Vegetation-environmental relationships in irrigation channel systems of southern Argentina". *Aquatic Botany* 62 (2): 119-133.

Sabbatini M.R. y Sidorkewicj N. 1999. "Guía para el reconocimiento de las principales malezas acuáticas sumergidas y flotantes de la República Argentina", publicación de divulgación del CERZOS, Bahía Blanca, Argentina, 16 pp.

Sidorkewicj, N. S., López Cazorla A. C., Murphy K. J., Sabbatini M. R., Fernández O. A. and Domaniewski J. C. J.. 1998. Interaction of common carp with aquatic weeds in Argentine drainage channels. *Journal of Aquatic Plant Management* 36: 5-15.

Sidorkewicj N., Sabbatini M.R., Fernández O.A. e Irigoyen J.H. 2004. Chapter 5: "Aquatic Weeds" En: *Weed Biology and Management*, Editor: Dr. Inderjit, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 115-135.