

INFORMACIÓN TÉCNICA

MALEZAS ACUÁTICAS COMO COMPONENTES DEL ECOSISTEMA¹

Luis Acosta-Arce², Renán Agüero-Alvarado³

RESUMEN

Malezas acuáticas como componentes del ecosistema. Se hace un análisis de la diversidad de especies vegetales denominadas como acuáticas, así como sobre su distribución y factores que intervienen en su dinámica poblacional. También se discuten algunas alternativas para el manejo de estas plantas y, se enfatiza en la necesidad de iniciar programas regionales de investigación en esta disciplina.

Palabras clave: Briófitas, carófitas, clorófitas, espermatófitas, pteridófitas, agua eutroficada.

ABSTRACT

Aquatic weeds as components of the ecosystem. We present an analysis of the diversity of plant species considered aquatic weeds, show their distribution, and discuss the factors involved in the control of their population dynamics. We also discuss several alternatives available for the management of these plants and emphasize the need to initiate regional programs in this area.

Key words: Briophyte, Carophyte, Chlorophyte, spermatophyte, pterydophyte, eutrophycated.



INTRODUCCIÓN

El presente documento versa sobre las plantas acuáticas de agua dulce más importantes. Estas comprenden un grupo variado que se ha adaptado parcial o totalmente a la vida en agua dulce; cuando crecen en forma excesiva perjudican las actividades del hombre y son conceptualizadas como malezas. En este contexto se debe observar que, cuando las plantas acuáticas se presentan en bajas densidades, resultan beneficiosas al ecosistema acuático ya que: producen oxígeno, proporcionan un hábitat adecuado para los peces y otros organismos, purifican el agua al extraer los compuestos tóxicos (Suárez y González 1998).

Las plantas acuáticas las definen Spencer y Bowes (1990) como aquellas plantas capaces de alcanzar su ciclo regenerativo cuando todas sus partes vegetativas

están sumergidas o son soportadas por agua, o aquellas que viven normalmente sumergidas pero que son inducidas a reproducirse sexualmente cuando sus fracciones vegetativas quedan expuestas debido a emersión. Merrill y Carole (1985) también incluyeron dentro de esta categoría a aquellas plantas con follaje parcialmente aéreo, cuyas partes basales están inmersas en el ambiente acuático, en forma permanente o, al menos, durante varios meses al año.

En Costa Rica las plantas acuáticas están presentes en diferentes cuerpos de agua tanto de flujo lento como rápido. Como malezas, se les suele reportar en los cursos de aguas eutroficadas. Rojas (1995) reportó a *Hydrilla verticillata*, como una de las principales especies sumergidas en los canales de riego en la Finca el Cerri-to-Liberia (Guanacaste). Gómez (1984) cita a *Eichhornia crassipes* y *Typha* spp. como las especies más

¹ Recibido: 23 de agosto, 2005. Aceptado: 6 de julio, 2006.

² Candidato al Doctorado en Sistemas de Producción Agrícola Sostenible-Universidad de Costa Rica.

³ Laboratorio de Arvenses, Ciproc, Facultad Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: raguero@cariari.ucr.ac.cr

importantes en los diferentes reservorios de agua del país. *E. crassipes* es considerada una de las peores malezas acuáticas del mundo por su importancia económica. Labrada *et al.* (1996) indican que en Florida (USA) existe alrededor de 60.000 ha infestadas con *Eichhornia crassipes* y 54.500 ha por *Hydrilla verticillata*, y se gastan 20 millones de dólares/año para el control de estas dos especies. Otro grupo de malezas acuáticas de importancia económica en Costa Rica, principalmente en el cultivo de arroz anegado son las clorófitas filamentosas, que forman una biomasa densa en toda la lámina de agua; luego, por acción del viento los filamentos de las algas se depositan alrededor de macollas de las plantas de arroz, algunas plantas del cultivo mueren al quedar atrapadas¹. Agüero (2000²) identificó a *Hydrodictyon reticulatum*, como causante del fenómeno antes descrito, en agroecosistemas de arroz anegado en Costa Rica.

A continuación se provee información sobre la agrupación de las poblaciones de plantas acuáticas, de los beneficios y efectos negativos, las condiciones que requieren para el desarrollo y sobrevivencia en relación con factores ecológicos y, al final, se proponen algunas alternativas de manejo para estas malezas, en ecosistemas y agroecosistemas.

Las plantas acuáticas de agua dulce comprenden un grupo muy heterogéneo de formas vegetales, que comprende no sólo a la flora vascular acuática de las espermatófitas sino también las pteridófitas, briófitas, carófitas y las clorófitas filamentosas. La gran diversidad de tipos de crecimiento y plasticidad de organización que caracteriza a estos grupos frustra los intentos de construcción de una clasificación biológica precisa (Yeo 1965). Debido a esta profusa variabilidad natural, muchos botánicos han intentado sistemas de clasificación basados en criterios de formas de vida y hábitos de crecimiento. Varias terminologías y subdivisiones han sido propuestas, verificándose ampliamente un principio general enunciado por Barrant-Segretain (1996): cuanto mayor es la complejidad de la subdivisión propuesta, mayor también es la necesidad de calificar adecuadamente las definiciones de modo de aceptar ejemplos transicionales. La clasificación

más aceptada y utilizada actualmente en forma universal es la propuesta por Merrill y Carole (1985), quienes agruparon a las plantas acuáticas en las siguientes cinco categorías principales:

Grupo 1. Plantas flotantes: poseen la mayoría del tejido de tallos y hojas en o por encima de la superficie del agua, careciendo de sistema de fijación al sustrato. Ejemplos: *Ceratophyllum demersum*, *Eichhornia crassipes*, *Salvinia* spp., *Pistia stratiotes*, *Azolla* spp., *Lemna* spp.

Grupo 2. Plantas emergentes: están arraigadas, pero la mayoría del tejido de tallos y hojas está por encima de la superficie del agua. Ejemplos: *Phragmites* spp., *Typha* spp., *Carex* spp., *Alternanthera philoxeroides*.

Grupo 3. Plantas arraigadas con hojas flotantes: a diferencia del grupo anterior, la mayoría del tejido foliar está apoyado en la superficie del agua. Ejemplos: *Nymphaea* spp., *Nuphar* spp., *Nymphoides* spp.

Grupo 4. Plantas sumergidas: la mayoría del tejido vegetativo yace debajo de la superficie del agua. Están arraigadas por medio de un sistema radical, o bien adheridas al fondo por órganos especiales. Ejemplos: *Potamogeton* spp., *Ruppia* spp., *Zannichellia* spp., *Hydrilla verticillata*, *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus*, *Elodea* spp., *Myriophyllum* spp. En este grupo se incluyen también las carófitas *Chara* spp. y *Nitella* spp. debido a que están fijadas al sustrato y presentan estructuras vegetativas y reproductivas que las asemejan a plantas vasculares sumergidas.

Grupo 5. Algas: plantas avasculares unicelulares o filamentosas sin diferenciación de tejidos, que crecen en la superficie del agua o debajo de ella. Ejemplos: *Enteromorpha* spp., *Cladophora* spp., *Microcystis* spp., *Spirogyra* spp., *Hydrodictyon* spp.

Distribución de las plantas acuáticas con base en factores ecológicos

Los factores que regulan la distribución de muchas especies, incluyendo la contribución relativa de la reproducción sexual y asexual a este fenómeno, son pobremente conocidos para la mayoría de los lugares del mundo. Algunas especies tienden a formar poblaciones

¹ Observaciones de campo sobre malezas acuáticas en Cañas, Guanacaste, Costa Rica, efectuadas por los autores.

² AGÜERO, R. 2000. *Hydrodictyon reticulatum* en arroz inundado. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

monoespecíficas que persisten por largos períodos, mientras que otras tienden a presentar una distribución por parches, tanto espaciales como temporales. Kaustky (1990) sugirió que la distribución de las macrófitas acuáticas y los registros florísticos de ocurrencia permanente y temporaria son el resultado de procesos dinámicos de inmigración, establecimiento y extinción. Es así que para la vegetación acuática, los factores que determinan la presencia o ausencia de una especie determinada en un sitio particular, son los mismos que rigen dicho fenómeno en los ambientes terrestres: dispersión, tolerancia a los factores abióticos, e interacciones con la biota. La secuencia lógica en que los mismos deben ser considerados lleva al planteamiento propuesto por Barko *et al.* (1986):

Factor	Pregunta
Dispersión	¿La especie ya ha alcanzado el sitio? ↓ Sí ↓
Tolerancia abiótica	¿Puede tolerar el ambiente físico? ↓ Sí ↓
Interacciones bióticas	¿Es excluida competitivamente por otras especies o eliminada por herbívoros, patógenos o manejo selectivo?

Se examinarán brevemente a continuación los aspectos sobresalientes de cada uno de los factores mencionados.

a) Dispersión: la dispersión de diseminulos potencialmente germinables, sean de origen sexual o asexual, como el nexo interviniente y necesario entre la producción y el establecimiento de los mismos, juega un rol fundamental en el modelado de la distribución y estructura de las poblaciones de plantas acuáticas (Kaustky 1990). La amplitud de la distribución geográfica de una especie particular puede ser indicativa de cuán efectivamente la misma es dispersada. Sin embargo, la dispersión no es el único factor involucrado, ya que una distribución restringida puede ser el resultado de una limitada tolerancia de la especie a ciertas condiciones climáticas y/o geológicas. Por otra parte, una

especie en vías de extinción o, por el contrario, nueva desde el punto de vista evolutivo, puede tener una distribución geográfica limitada independientemente de su capacidad dispersiva (Kaustky 1991).

b) Tolerancia a los factores abióticos: luego de que una especie ha alcanzado un sitio determinado, la misma será excluida si no es capaz de tolerar las condiciones abióticas a las que debe estar expuesta. En el caso de las especies anuales, aún cuando la planta madura pueda tolerar un ambiente particular, la supervivencia podría ser temporaria si las plántulas murieran ante esas mismas condiciones. Muchas de las macrófitas que se reproducen vegetativamente, sin embargo, no exhiben tales estadíos susceptibles, sino que, por el contrario, son muy tolerantes a amplios rangos de condiciones ambientales.

Varios son los factores abióticos que tienen influencia sobre el crecimiento de la vegetación acuática, pudiéndose citar: la cantidad y calidad de luz que penetra en la columna de agua, la temperatura, la concentración de nutrientes disueltos, la disponibilidad de carbono inorgánico, el pH, la conductividad, la composición granulométrica y química del sustrato, la velocidad de la corriente, y las fluctuaciones en el nivel del agua, entre otros (Verhoeven *et al.* 1982). En el caso de áreas sometidas a secado periódico, el rol del régimen de agua, definido como la integración de profundidades constantemente cambiantes en el tiempo, tiene un papel preponderante en la dispersión y germinación de propágulos, como así también en el modelado de los patrones de distribución vegetal (Galinato y Van der Valk 1986).

c) Interacciones con la biota: una vez que una especie ha alcanzado un sitio determinado, el cual puede ser tolerado, su supervivencia en el mismo depende de complejas interacciones con otros componentes bióticos del sistema.

Resulta importante categorizar las interacciones que pueden ocurrir entre plantas de una misma o de distinta especie, cuando crecen juntas. Barko *et al.* (1986) y Sabbatini *et al.* (1998) se refieren mediante el término interferencia al efecto que tiene la presencia de una planta sobre el ambiente de sus vecinas. El tipo de interferencia negativa más importante, y quizás el más estudiado, es la competencia, cuya intensidad puede llegar a ser determinante de la presencia o ausencia de una planta en un sitio dado. Este fenómeno se refiere exclusivamente al efecto recíprocamente

adverso que se verifica entre individuos cercanos que deben utilizar un mismo recurso, el cual es escaso y es sólo una parte del mecanismo por el cual una planta puede modificar la adaptabilidad (“fitness”) de su vecina al ambiente. Grime (1977 y 1979) identificó cuatro recursos por los cuales compiten las plantas terrestres: luz, nutrientes, agua y espacio. En ambientes acuáticos, la competencia por el factor hídrico queda eliminada, y los nutrientes a menudo están disponibles en exceso por fenómenos de eutroficación de las aguas, resultando posiblemente la competencia por luz el factor primordial.

Las características morfológicas que permiten a una planta modificar el ambiente en detrimento de otras especies, proveen grandes ventajas competitivas. En ecosistemas acuáticos, el sombreado que producen especies altas o formadoras de una canopia superior, y la producción de sustancias alelopáticas que inhiben el crecimiento de otras especies, son buenos ejemplos de interferencias negativas (Kautsky 1991; Madsen *et al.* 1992).

Condiciones que requieren las malezas acuáticas para su crecimiento

Son dos los principales factores que regulan el crecimiento de las malezas acuáticas: luz y nutrientes. En ambientes acuáticos la profundidad del agua y penetración de la luz determinan el crecimiento de las malezas bajo el agua. La cantidad de nutrientes determina la cantidad de vegetación acuática a ser producida. Otro de los factores importantes que influyen un adecuado crecimiento de las plantas son: la temperatura, anclaje de las plantas, estabilidad del sustrato y la protección contra la acción de las olas del agua. Entonces, el potencial de infestación de malezas acuáticas en un cuerpo de agua puede ser estimado mediante la evaluación y disponibilidad de los siguientes factores:

Luz: plantas acuáticas no crecen en aguas turbias o en aguas muy profundas donde la luz no puede llegar; sin embargo, pueden crecer a una baja intensidad de luz, que puede ser hasta del 1 % respecto a la que ocurre sobre la superficie. Al cuerpo de agua donde la luz pueda penetrar lo suficiente para el crecimiento de malezas acuáticas se denomina “zona fótica” y se la define como la profundidad a la cual la luz solar puede llegar con una intensidad equivalente al 1 % (Barko *et al.* 1986).

Nutrimientos: reservorios de agua que drenan sus aguas fértiles convenientes para la agricultura,

soportan crecimientos densos de plantas acuáticas, en contraste aquellos cuerpos de aguas localizados en suelos con bajo contenido de nutrientes y materia orgánica, suelen mostrar infestaciones bajas de malezas. Además, en un reservorio de agua se pueden almacenar nutrientes de las precipitaciones, escorrentías de áreas urbanas y rurales. En general, entre más largo es el reservorio de agua, más propicio será para el crecimiento de las plantas. Los nutrimentos que más regulan el crecimiento de las plantas acuáticas son carbono, nitrógeno y fósforo; de los tres el fósforo es considerado el que más influye en el crecimiento de las plantas; una pequeña adición de fósforo al agua resulta en un incremento considerable en la biomasa de las plantas.

Temperatura: la mayoría de las plantas acuáticas sometidas a un crecimiento bajo condiciones óptimas de temperatura llegan a su máxima biomasa a mediados del verano, aguas superficiales tienden a calentarse más rápido que aguas profundas. La temperatura es un factor importante en cuanto al ciclo y distribución de las plantas en zonas templadas, durante el invierno las aguas se tornan frías y las plantas mueren en el sedimento.

Sustrato: las plantas acuáticas con un sistema radicular requieren de un sustrato estable. En sustratos con mucha arena, la vegetación, por la acción del viento y del oleaje se desprenden con facilidad. En cuerpos de agua pequeños, la arena, limo, arcilla y materia orgánica, son el mejor medio para el enraizamiento de malezas acuáticas; sustratos de rocas y gravas no favorecen el enraizamiento de las plantas, por la limitada fertilidad en el sedimento.

Efectos negativos causados por plantas acuáticas

Efectos directos:

- a. Disminuyen la producción de alimento humano en los hábitats acuáticos y alrededores, tales como sitios de pesca y áreas cultivadas.
- b. Impiden el transporte de agua de irrigación y drenaje en canales y diques.
- c. Obstaculizan la navegación.
- d. Generan problemas en proyectos hidroeléctricos.
- e. Incrementan la sedimentación por atrapado de partículas, provocando el ascenso del lecho del cuerpo de agua.
- f. Afectan actividades recreativas, como son los deportes acuáticos y la pesca.

Efectos indirectos:

- a. Aumentan las pérdidas de agua por evapotranspiración, lo cual cobra importancia en zonas áridas y semiáridas.
- b. Facilitan la salinización de suelos agrícolas sometidos a sistemas de riego, al dificultar el drenaje del exceso de agua.
- c. Incrementan la incidencia de ciertas enfermedades, tales como malaria y esquistosomiasis, por la formación de micro-hábitats favorables para el desarrollo de los vectores de éstas.

Si bien todos los efectos mencionados en el ítem anterior generan problemas serios en diversas partes del mundo, entre los sistemas acuáticos artificiales más afectados se encuentran las zonas de riego, donde el crecimiento excesivo de estas plantas ocasiona interferencias no sólo en la recolección y almacenamiento del agua, sino en la asociación con cultivos como el arroz. La vegetación que crece al interior de los lotes de arroz anegado puede ocasionar graves perjuicios al cultivo.

Estrategias de manejo y control de malezas acuáticas

Una propuesta integrada de carácter interdisciplinario se necesita para un exitoso manejo de las macrófitas acuáticas. Es fundamental la selección de la estrategia más apropiada de manejo, una que sea compatible con la calidad ambiental y la mejor relación beneficio/ costo.

Control preventivo

Construir apropiadamente el embalse de agua, ya que de igual manera será un hábitat propicio para el desarrollo de las malezas acuáticas. Escurrimientos periódicos de los reservorios de agua infestados con malezas, prevenir las dispersiones de propágulos de malezas mediante métodos cuarentenarios y con programas informativos.

Control físico

Incluye métodos manuales y físicos como también el uso del fuego. La corta y remoción de las plantas del

seno del agua, tiene la ventaja de permitir el uso de esa biomasa. Los equipos de control mecánico como el uso de equipos de dragas para remover la vegetación y sedimento, especialmente en canales de riego y drenaje, ha sido efectivo, pero generalmente de costo muy elevado; además, deben repetirse dos a tres veces al año (Fernández *et al.* 1987; Dall'armellina *et al.* 1996). Los métodos mecánicos son muy usados en lagos, ríos y canales. Uno de los beneficios de este método es que la biomasa es extraída fuera del reservorio de agua y evita la descomposición de dicha biomasa en el agua, que suele provocar la muerte de los peces. Antes de proceder, se debe considerar diversos factores como son el equipo y su costo de mantenimiento, disponibilidad de mano de obra, tipo de vegetación predominante, etc.

Control químico

En la actualidad, el uso de productos químicos para el control de malezas acuáticas en muchos países, está muy restringido. La aplicación de herbicidas a una vegetación acuática indeseable es siempre considerado como una solución inmediata, pero ha acumulado un gran número de objeciones. En particular, en países en desarrollo se acude al uso de herbicidas en cuerpos de agua, con poco conocimiento del impacto potencial de tales medidas. Se debe cumplir con una serie de requisitos como: un cuidadoso análisis toxicológico de los herbicidas que el país autorice para este uso, de impacto ambiental potencial, legislación para otorgar licencias a aplicadores profesionales, etc. Los autores no recomiendan el uso de herbicidas en cuerpos de agua, salvo que se cumplan los requisitos antes mencionados.

Control biológico

Un planteamiento clásico del control biológico implica la introducción de un agente biótico dentro de un área donde una especie de maleza exótica ocurre con la expectativa de que este provea un control continuo. Para el control de malezas acuáticas se han introducido diferentes agentes como patógenos, babosas, peces, mamíferos, etc. Uno de los primeros ejemplos para el control biológico de malezas acuáticas fue la introducción de un insecto *Agasicles hydrophyla* para el control del *Alternanthera phyloxeroides*, y un hongo como *Cercospora piaropi* para el control de

Eichhornia crassipes (Fryer 1977; Harley y Wright 1984; Jamieson *et al.* 1997). Los progresos de este método tienen que ver con el uso selectivo de organismos que inciden en hábitats originales de la maleza.

Manejo integral

Este concepto involucra el uso de dos o más alternativas de manejo, bajo un esquema dinámico que responda al continuo seguimiento de las poblaciones que interesa manejar. Se pretende optimizar resultados, mientras se minimizan riesgos y costos.

CONCLUSIONES

Se requiere un enfoque de manejo integral, interdisciplinario y sostenible, para un exitoso manejo de las malezas acuáticas. Se debe mantener en perspectiva que está involucrado un recurso vital del planeta, el agua. Un buen inicio consiste en acumular conocimiento sobre las plantas acuáticas y su relación con los componentes del ecosistema. Entender antes de actuar es la mejor garantía para minimizar la probabilidad de cometer errores. En ocasiones lo mejor será no hacer nada, decisión que sólo se atreverá a asumir el profesional que entienda la situación que enfrenta. Preocupa la falta de programas de investigación locales, en esta área del conocimiento, pues cuando se ocupe información para entender eventuales situaciones, la misma podría no estar disponible.

LITERATURA CITADA

- BARKO, J.W.; ADAMS, M.S.; CLESCERI, N.L. 1986. Environmental factors and their consideration in the management of submerged aquatic vegetation: a review. *Journal Aquatics Plant Manage* 24: 1-10.
- BARRAT-SEGRETAIN, M.H. 1996. Strategies of reproduction, dispersion, and competition in river plants: A review. *Vegetatio* 123: 13-37.
- DALL' ARMELLINA, A.; GAJARDO, A.; BEZIC C.; LUNA, E.; BRITTO A.; DALL' ARMELLINA, V. 1996. Mechanical aquatic weed management in the lower valley of the Río Negro Argentina. *Hydrobiologia* 340: 225-228.
- FERNANDEZ, O.A.; IRIGOYEN, J.H.; SABBATINI, M.R.; BREVEDAN, R.E. 1987. Aquatic plant management in drainage channels of southern Argentina. *Journal Aquatics Plant Manage* 25: 65-67.
- FRYER, J.D. 1977. Integrated control of weeds. University of Tokyo press. Japón. 261 p.
- GALINATO, M.I.; VAN DER VALK, A. G. 1986. Seed germination traits of annuals and emergent recruited during drawdowns in the Delta marsh, Manitoba, Can. *Aquat. Bot.* 26: 89-102.
- GÓMEZ, D.L. 1984. Las plantas acuáticas y anfibias de Costa Rica y Centroamérica. EUNED. San José, Costa Rica. 430 p.
- GRIME, J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Am. Nat.* 111: 1169.
- GRIME, J.P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley. New York, USA. 222 p.
- HARLEY, K.L.S.; WRIGHT, A.D. 1984. Implementing a program for biological control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. In: Thyagarajan ed. Proceeding International Conference on Water Hyacinth, February 1983, Hyderabad, India. UNEP. p. 58-69.
- JAMIESON, G.I.; KERSHAW, C.; CIESIOLKA, R.J. 1997. Waterhyacinth control on the lower Fitzroy River. *Journal Aquatic Plant Management* 65: 25-29.
- KAUTSKY, L. 1990. Seed and tuber banks of aquatic macrophytes in Askö area, Northern Baltic Proper. *Holarctic ecology* 13: 143-148.
- KAUTSKY, L. 1991. *In situ* experiments on interrelationships between six brackish macrophyte species. *Aquat. Bot.* 39: 159-172.
- LABRADA, R.; CASELLEY, J.C.; PARKER, Y. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. FAO-ROMA, Vol 122. 433 p.
- MADSEN, J.D.; ADAMS, M.S.; RUFFIER, P. 1992. Biomass techniques for monitoring and assessing control of aquatic vegetation. *Lake and Reservoir Management* 7: 141-154.
- MERRILL, A.R.; CAROLE, A.L. 1985. Applied weed Science Burge press. 281 p.
- ROJAS, M. 1995. Estudio de malezas asociadas a canales de riego y zonas alledañas del cultivo de arroz anegado en