

EDITORES

OSVALDO A. FERNÁNDEZ

EDUARDO S. LEGUIZAMÓN

HORACIO A. ACCIARES

COEDITOR CARLOS B. VILLAMIL

# MALEZAS E INVASORAS DE LA ARGENTINA

TOMO III: HISTORIA Y BIOLOGÍA



# MALEZAS E INVASORAS DE LA ARGENTINA

Tomo III  
**Historia y biología**

EDITORES

Oswaldo A. Fernández  
Eduardo S. Leguizamón  
Horacio A. Acciaresi

COEDITOR

Carlos B. Villamil

Libro  
Tercera Edición  
Argentina



Extensión de la Universidad Nacional del Sur  
Buenos Aires, Argentina



Impreso en Argentina y distribuido en el extranjero  
por Editorial Trilce S.A.

Este libro es una obra de divulgación científica que forma parte de la colección "Ciencias y Tecnología" de la serie "Extensión" de la Universidad Nacional del Sur. Su objetivo es difundir los conocimientos científicos y tecnológicos a la comunidad en general.



SERIE EXTENSIÓN  
COLECCIÓN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



Malezas e invasoras III / Carlos Rubén Bezic... [et al]; editado por Osvaldo A. Fernández; Eduardo Leguizamón; Horacio A. Acciaresi - 1.ª ed. - Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur, Ediuns, 2018.  
813 p.; 30 x 21 cm.

ISBN 978-987-655-193-9

1. Malezas. I. Bezic, Carlos Rubén II. Fernández, Osvaldo A., ed. III. Leguizamón, Eduardo, ed. IV. Acciaresi, Horacio A., ed.  
CDD 632.5

Imagen de tapa: **Porción de césped - Estudio de mala hierba (1503). Alberto Durero**

La figura que presenta esta Obra como imagen de portada, acreditada bajo la denominación de "Porción de Césped - Estudio de Mala Hierba", es una reproducción de una acuarela sobre velo de 1503 que pertenece a Albrecht Dürer, más conocido en mundo hispano como Alberto Durero. Indiscutiblemente distinguido en el mundo como uno de los artistas más radiantes del Renacimiento Alemán y de toda la historia del arte, su producción es acabadamente fructífera por sus dibujos, pinturas, grabados y textos teóricos sobre arte. Su talento se cautivó por modelar la naturaleza con devoción y su arte muestra una notable maestría en el trazado de la pintura y una delicada presentación del detalle. Característicamente, en muchas de sus obras sobresale su pasión por la naturaleza, que se plasma en acuarelas de deslumbrante realismo, como es la que aparece en la portada de este libro. Al respecto, vale acotar que la imagen de referencia coexiste como un atractivo especial para todos aquellos que estamos involucrados en los temas de botánica, haciendo que sea inevitable un sentimiento de agradecimiento hacia su autor por la fidelidad de su arte. La acuarela se nos presenta con poco orden y disposición, donde las raíces, tallos y flores de la vegetación parecen estar en oposición entre sí, pero el atento detalle de cada planta da a la pintura un increíble realismo. En la composición de Alberto Durero es dable reconocer especies que pertenecen a los géneros *Stellaria*, *Taraxacum* y *Plantago*, comunes en nuestros ambientes locales y en todo el mundo, frecuentemente calificadas como "malas hierbas" o "malezas". Sin embargo, por encima de todo, subyace en quienes las estudian un sentimiento especial de fascinación por sus "magias" o fenómenos de biología de vida y supervivencia; de allí que, estamos cautivados por el hecho que sean protagonistas inmortalizadas en una obra de tal trascendencia.

Alberto Durero nació en Nüremberg, Alemania el 21 de mayo de 1471 y murió en la misma ciudad en 1528. La acuarela que se exhibe en la portada de esta Obra se encuentra en La Albertina, en el centro de Viena, Austria, que atesora aproximadamente 60.000 dibujos y más de un millón de grabados, desde comienzos del siglo XV hasta la actualidad. Los editores agradecen a Ingrid Kastel la autorización para reproducir como cubierta de esta Obra "Porción de césped" de Albrecht Dürer.

Los contenidos de esta obra están basados en el rigor científico y la experiencia personal; sin embargo, la editorial, los editores y los autores no asumen ningún tipo de responsabilidad en relación con los efectos que podrían derivarse de la aplicación de las recomendaciones contenidas en esta obra, en cualquier organismo o en el ambiente, tanto en la actualidad como en el futuro. Las tablas y figuras incluidas en esta obra son de elaboración de los autores a excepción de los casos donde se indica la fuente.



Editorial de la Universidad Nacional del Sur

Santiago del Estero 639 - Tel: 0291-4595173 - 8000 Bahía Blanca  
[www.ediuns.uns.edu.ar](http://www.ediuns.uns.edu.ar) / [ediuns@uns.edu.ar](mailto:ediuns@uns.edu.ar)



Libro  
Universitario  
Argentino

Diagramación interior y tapa: Fabian Luzi

Corrección de estilo: Franco Magi

No se permite la reproducción parcial o total, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las Leyes 11723 y 25446.

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11723

Bahía Blanca, Argentina, julio de 2018

©2018 Ediuns

435	<b><i>Heterotheca subaxillaris</i> (Lam.)</b> Carla E. Suárez, Héctor D. Estelrich	888
449	<b><i>Hieracium pilosella</i> L.</b> Pablo A. Cipriotti, Marta B. Collantes, Karen Braun, Ruth B. Rauber, Celina A. Escartin, Sebastián Cabeza, Enrique C. E. Livraghi, Gabriel E. Oliva, Gervasio Humano, Patricia Mirol, Alejandro Sosa	897
471	<b><i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth</b> Fernando Daita, José Mulko, Martín Lucero	947
479	<b><i>Iresine diffusa</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.</b> Juan Manuel Acosta, Mariel G. Perreta	989
487	<b><i>Lolium</i> L.</b> Mario R. Vigna	997
511	<b><i>Lolium perenne</i> L.</b> Mariela V. Lodovichi, Marcos Yannicari	987
523	<b><i>Ludwigia bonariensis</i> (Micheli) Hara</b> José R. Tarragó, Natalia Dolce, Mercedes Gonzales, Eduardo S. Leguizamón	997
537	<b><i>Panicum maximum</i> Jacq.</b> Salvador Chaila, Debora C. Cabrera, María T. Sobrero	
555	<b><i>Polygonum aviculare</i> L., <i>Polygonum bellardii</i> All.</b> Ethel San Román	
585	<b><i>Portulaca oleracea</i> L.</b> Germán Ferrari, Eduardo S. Leguizamón	
609	<b><i>Potamogeton illinoensis</i> Morong</b> Carlos R. Bezic, Omar A. Gajardo, Armando A. Dall Armellina, Lucrecia M. Avilés, Silvia L. Cañón	
625	<b><i>Raphanus sativus</i> L., <i>Raphanus raphanistrum</i> L.</b> Claudio Pandolfo, Alejandro Presotto, Miguel Cantamutto	
637	<b><i>Senecio madagascariensis</i> Poiret</b> Osvaldo N. Fernández, Verónica Ispizúa, Francisco Bedmar	
657	<b><i>Sicyos polyacanthus</i> Cogn.</b> Salvador Chaila, María T. Sobrero, Roberto A. Arévalo	
673	<b><i>Solanum elaeagnifolium</i></b> Mario R. Vigna	

# *Potamogeton* *illinoensis* Morong

Carlos R. Bezić<sup>ac\*</sup>

Omar A. Gajardo<sup>bc</sup>

Armando A. Dall Armellina<sup>bc</sup>

Lucrecia M. Avilés<sup>bc</sup>

Silvia L. Cañón<sup>bc</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Producción, Tecnología y Medio Ambiente, Sede Atlántica, Universidad Nacional de Río Negro, Viedma (8500), Río Negro, Argentina

<sup>b</sup> Centro Universitario Regional Zona Atlántica (CURZA) Universidad Nacional del Comahue, Viedma (8500), Río Negro, Argentina

<sup>c</sup> Unidad Integrada para la Innovación del Sistema Agroalimentario de la Patagonia Norte (UIISA) Viedma (8500) Río Negro, Argentina

\* Correo electrónico: cbezi@unrn.edu.ar



## Resumen

*Potamogeton illinoensis* Morong es una macrofita perenne sumergida conocida como "lama de hoja ancha". La especie tiene una amplia distribución en el continente americano y podría haber ingresado a nuestro país debido al transporte de semillas por las aves migratorias. Problemas serios en el manejo de los canales de riego son causados por esta maleza en el Valle Inferior del Río Negro, debido a la disminución de la capacidad de conducción de agua en canales de riego. Un extenso sistema rizomatoso sobrevive al invierno cuando los canales se secan para dar lugar a las operaciones de mantenimiento. El rebrote de las malezas comienza a partir de los rizomas a principios de la primavera cuando los canales se llenan nuevamente, y se produce entonces un gran número de ramets vigorosos. Numerosas inflorescencias emergen de la superficie del agua en el momento de la polinización. No hay registros de medidas de control para *P. illinoensis* en estanques o cuerpos de agua similares en la Argentina. Una pesada cadena tirada por dos tractores se usa para aliviar dos o tres veces al año los canales de riego en el Valle Inferior del Río Negro, pero el método tiene una baja eficiencia debido a que la maleza rebrota vigorosamente después de la intervención. Existen varios organismos de biocontrol que serían útiles para el manejo de problemas de malezas acuáticas. La carpa herbívora triploide (*Ctenopharyngodon idella* Val.) controla eficazmente al *P. illinoensis*. Experimentos en piletas realizados en Viedma (Argentina) mostraron un patrón de herbivoría caracterizado por la preferencia en el consumo de hojas por sobre los tallos. Una carga inicial estimada de 170 kg ha<sup>-1</sup> sería óptima para un manejo sostenible de los sitios invadidos por *P. illinoensis*. Trabajos recientes destacan la presencia de la carpa común (*Cyprinus carpio*) en el río Negro. Estos indican que las carpas podrían ciertamente controlar las macrofitas en los canales. No hay registros del uso de herbicidas para el control de *P. illinoensis* en cuerpos de agua argentinos.

## Summary

*Potamogeton illinoensis* Morong is a submerged perennial macrophyte known as "lama de hoja ancha". The species has a wide distribution in the American continent and could have entered our country due to the transport of seeds by migratory birds. Serious problems in the management of irrigation channels are caused by this weed in the Lower Valley of the Negro River, because of the lowering in the water flowing capacity. An extensive rizomatous system survive the winter when channels are dry out for maintenance operations. Weed regrowth began from rhizomes in early spring when channels are filled again, and a large number of vigorous ramets are produced. Numerous inflorescences emerge the water surface at polination time. There are no records of control measures for *P. illinoensis* in ponds or similar water bodies in Argentina. A heavy chain pulled by two tractors is used to alleviate irrigation channels in the Lower Rio Negro Valley two or three times per year, but it has a low efficiency due to the weed vigorously regrow after the intervention. There are several biocontrol organisms which would be useful for the management of aquatic weed problems. The triploid grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) effectively control *P. illinoensis*. Pond experiments conducted in Viedma (Arg.) showed an herbivory pattern characterized for the preference for leaves over stems. An estimated initial stocking rate of 170 kg ha<sup>-1</sup> would be optimum for a sustainable management of *P. illinoensis* stands. Recent works remark the presence of common carp (*Cyprinus carpio*) in the Negro river. They indicate that the carps would certainly control macrophytes in channels. There are no records of herbicide use for *P. illinoensis* control in argentinian water bodies.



## 1. Identificación de la especie

*Potamogeton illinoensis* Morong, es una macrófita sumergida perteneciente a la familia *Potamogetonaceae*, clase *Monocotyledoneae*. La especie es conocida en la Argentina como "espiga de agua", nombre que no sería exclusivo de esta especie, "lama de hoja ancha" o simplemente "lama" y forma parte del conjunto de plantas acuáticas que reciben la misma denominación cuando proliferan como malezas en ríos y canales de riego.

La familia *Potamogetonaceae* posee siete géneros y 122 especies (Soltis y otros, 2005). En la Argentina se encuentra solamente el género *Potamogeton* con 12 especies (Tur, 1996). El nombre del género deriva del griego *potamo*: 'río' y *geiton*: 'vecino', en tanto que el nombre de la especie hace referencia al estado de Illinois (Estados Unidos de Norteamérica), lugar donde la especie prolifera profusamente.

Son sinónimos aceptados *P. dunicola* Tur, *P. pedersenii* Tur (Zuloaga y otros, 2016; SIB, 2015), *P. angustifolius* Bercht. y C. presl, *P. heterophyllus* Schreb., *P. lucens* L. (1995-2015 Missouri Botanical Garden), *P. malzianus* auct., non Miq., *P. zizii* (Davidse y otros, 1994), *P. angustifolius* var. *connecticutensis*, *P. brasiliensis*, *P. fragillimus*, *P. lucens* subsp. *Brasiliensis*, *P. lucens* var. *connecticutensis*, *P. lucens* var. *floridanus*, *P. macrophyloides*, *P. perplexus*, *P. pseudolucens*, *P. pulchelliformis*, *P. zizii* var. *connecticutensis*, *P. zizii* var. *gracilis*, *P. zizii* var. *porrectifolius*, *P. zizii* var. *zizii*, *P. angustifolius*, *P. heterophyllus*, *P. lucens* (Keener y otros, 2016).

## 2. Distribución geográfica y hábitat

La especie tiene una amplia distribución en el continente americano desde el sur de Canadá hasta la Argentina, aunque restringida a la región andina en los trópicos (Schmidt-Mumm, 1994). Hay escasos reportes de su presencia en algunos países del continente europeo (España, Suiza y Alemania) así como en Japón (*Discover Life*, 2016).

Se encuentra en México (Islebe y otros, 2003; Bonilla-Barbosa y Santamaría, 2013), en los humedales andinos neotropicales (Galán de Mera y Linares Perea, 2008) y en los páramos de Colombia, en la laguna de Chingaza, donde ocupa la zona litoral hasta una profundidad de 4 m. En el lago de Tota, localizado a una altura de 3050 m s. n. m., registra profundidades de hasta 12 m para *P. illinoensis* (Rangel y Aguirre, 1983). En Ecuador, en la laguna de La Mica, localizada a 3900 m s. n. m., se observó la presencia de *P. illinoensis* a 3,5 m de profundidad. Para el Lago Cuicocha, a 3064 m s. n. m., los mismos autores registran la presencia de *P. illinoensis* a 8 m de profundidad (Schmidt-Mumm y Vargas, 2012). Existen asimismo reportes que lo ubican en Cuba (Plasencia Fraga, 2006).

En la Argentina se ha citado para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Río Negro, Santa Cruz, San Luis, Tucumán y Corrientes (Arbo y otros, 2000; Vallejos y otros, 2015; Zuloaga y otros, 2016), en lagunas de baja profundidad.

Fue citada por primera vez para el Valle Inferior del Río Negro por Drovandi en 1993 (Sabbatini y otros, 1998). Sabbatini y otros (1998) y Bezic (2001) estudiaron las condiciones ambientales a las que está asociada, entre otras, esta especie. Encontraron una asociación positiva con la profundidad del agua y negativa con la salinidad. Está presente en canales bajo condiciones de reducido estrés ambiental, es decir, con baja velocidad del agua y alta disponibilidad de luz, manifestando allí una elevada productividad. Indican que es altamente tolerante al disturbio ocasionado por el control mecánico con cadenas efectuado de modo regular.

En el caso particular de los canales de riego del Valle Inferior del Río Negro, la vegetación sumergida está compuesta mayoritariamente por *P. illinoensis*, cuyo manejo consiste en la aplicación de medidas asociadas al disturbio visto desde la óptica de Grime (Sabbatini y otros, 1998). Se reconocen tanto el disturbio por desecación debido al corte del agua como



por el efecto mecánico del paso de las cadenas. Se observan áreas monoespecíficas de *P. illinoensis* en toda la longitud de los canales de riego, lo cual es indicativo de que la especie se encuentra particularmente adaptada a las condiciones ecológicas del ecosistema acuático que representan los citados canales (Bezic, 2001).

### 3. Origen e historia

La especie es nativa de Norteamérica y no tendría un carácter cosmopolita, encontrándose citas puntuales de su presencia en determinadas regiones, en las cuales sin embargo desarrolla zonas con alta producción de biomasa. Por esta razón, Pieterse y Murphy (1993) la incluyen en el listado de malezas acuáticas de relevancia mundial.

En América del Norte (Estados Unidos y Canadá), la gran explosión demográfica determinó la construcción de una importante cantidad de cursos y espejos de agua para uso agrícola, doméstico e industrial, proveyendo una gran oportunidad para el establecimiento y la proliferación de la vegetación acuática. Si bien se reconoce una gran diversidad específica, las especies más importantes son *Hydrilla verticillata*, *Eichornia crassipes* y varias especies del género *Potamogeton*. En el estado de Georgia había, en 1980, más de mil hectáreas invadidas por *P. illinoensis* (Steward, 1993). En áreas como la Florida (Estados Unidos) es muy común en lagos (Ewel y Fontaine, 1983).

En Sudamérica se ve favorecida la proliferación de vegetación acuática debido a que la mayor parte del continente posee clima tropical y subtropical (Fernández y otros, 1993).

No hay reportes concretos en referencia a las vías de introducción de esta especie a nuestro país, aunque es probable que las aves migratorias favorezcan el movimiento de semillas. Hilty (2015) presenta una lista de aves de Illinois que se alimentan de semillas de *Potamogeton*, en la cual puede apreciarse que algu-

nas de ellas son efectivamente migratorias. Hardin y otros (1984) encontraron evidencias del consumo de hojas y semillas de *P. illinoensis* por el ave migratoria *Aythya collaris*.

### 4. Importancia económica. Perjuicios y beneficios

Las plantas acuáticas son fundamentales para la estructura y funcionamiento de la mayoría de los hábitats acuáticos. Estas proveen oxígeno al agua por medio de la fotosíntesis, así como alimento y refugio a peces e invertebrados, mejoran la calidad del agua y permiten consolidar el sustrato (Bentley y otros, 2014). Las plantas de *P. illinoensis* poseen interés ecológico como productores en ambientes de agua dulce, sin mayor importancia económica y son proveedoras de refugio para especies de peces, algunas en riesgo de extinción (Batzer y Boix, 2016; Nachtrieb y otros, 2011; Alexander y Philips, 2012).

La abundancia excesiva de plantas acuáticas, sin embargo, condiciona los rasgos limnológicos puesto que aumenta el depósito de materia orgánica e inorgánica por el frenado de la corriente y se eleva el nivel del agua sin aumentar la cantidad de líquido. En muchos cuerpos de agua la sobreabundancia puede impedir la libre navegación (Tur, 1996).

En muchos lagos, lagunas y reservorios, el principal problema es la eutroficación asociada al enriquecimiento nutricional, donde las algas perifíticas y planctónicas reemplazan a las macrófitas. El manejo a largo plazo incluye en estos casos el control de la liberación de nutrientes. Sin embargo, hay evidencia que las plantas de *P. illinoensis* ejercen un significativo efecto alelopático, tanto sobre macrófitas (Sutton y Portier, 1989; Inderjit y otros, 1999) como sobre el fitoplancton (Gara y Delbono, 2012), lo cual contribuiría a evitar el excesivo crecimiento de los mismos en cuerpos de agua enriquecidos en nutrientes (Manderstikken y otros, 2011). Asimismo, se ha demostrado la inhibición del crecimiento de la especie fitante *Lemna paucicostata* en



bioensayos de laboratorio, cuando se trató con extractos acuosos de *P. illinoensis* (Sutton y Portier, 1989).

En el Valle Inferior del Río Negro, esta maleza es la causante de graves problemas en el manejo de los canales de riego por la disminución de su capacidad para conducir el agua, lo que significa que en condiciones de alta infestación hay menos agua disponible para que los productores rieguen sus cultivos. Produce asimismo una importante elevación del tirante (pelo de agua), provocando en casos graves que el canal rebalse e incrementando las pérdidas por infiltración (Bezic y otros, 1996).

## 5. Biología

### a) Descripción

Planta acuática, sumergida, perenne, cuya gran capacidad invasora le permite colonizar diversos lugares, ocupando fondos calcáreos,

arcillosos y fangos de canales de riego. Posee tallos herbáceos sin manchas, erectos, cilíndricos y poco ramificados, que llegan a alcanzar una longitud superior a los 3,5 m.

Sus hojas son alternas, estipuladas, con un ancho de hasta 4 cm y un largo de hasta 20 cm, variables en función de su edad. Las mismas son alargadas con bordes ondulados y nervaduras en retícula. Presentan una prominente nervadura central (figura 1) y, con frecuencia, posee un mucrón en la punta. La mayor parte de las hojas de las plantas de *P. illinoensis* son sumergidas. A veces posee también hojas flotantes que tienen forma oblonga con estipulas libres en las axilas de las hojas y tienen dos aristas prominentes llamados quillas.

Las inflorescencias son emergentes en espiga cilíndrica compacta, no ramificada. El fruto es un aquenio sesil, ovoidal, de 2,5-3 mm de diámetro. Los frutos retienen aire en grandes espacios intercelulares permitiendo la flotabilidad y favoreciendo su dispersión. Las semi-



**Figura 1.** Ilustración de *Potamogeton illinoensis*. Autorizada su reproducción en esta obra por el Dr. Bruce Hoagland, Oklahoma Natural Heritage Inventory and Department of Geography and Environmental Sustainability, University of Oklahoma (primera aparición del dibujo en Reed, C. F. [1970]. Selected weeds of the United States, Pub. Washington, D. C.: Agricultural Research Service, U. S. Dept. of Agriculture, 463 pp.). ©The University of Oklahoma.



llas carecen de endosperma y su embrión es curvo (figura 1),  $2n = 104$  (eMTP, 2016; Cabral, 2010).

Los tallos de las plantas de *P. illinoensis* emergen de un extenso sistema rizomatoso. Bezic (2001) reconoce dos tipos funcionales de rizomas en las poblaciones de *P. illinoensis* de canales de riego sometidos a desecamiento invernal y a los que denomina rizomas invernales y estacionales. Mientras los primeros permiten a las plantas sobrevivir el período seco en el suelo del fondo del canal para rebrotar a fines del invierno, los segundos favorecen la ocupación del espacio y el establecimiento de poblaciones clonales de vigoroso crecimiento. Cuando una porción se desprende de la planta madre puede recorrer grandes distancias y volver a formar una nueva planta.

#### b) Crecimiento y desarrollo

La reproducción es tanto por vía sexual como asexual (vegetativa). En el primer caso, se observa la producción de gran cantidad de inflorescencias que al momento de la polinización emergen a la superficie del agua. De esta manera, se asegura una eficiente dispersión del polen. La polinización ocurre entonces fuera del agua y el desarrollo del fruto puede producirse o no de manera subacuática, aunque la mayor parte de los frutos se desarrollan sumergidos. Una vez maduros se desprenden y son trasladados por el agua a distancias considerables, siendo esta una de las vías por las que la especie invade áreas lejanas respecto del punto de emisión (Dimitri, 1978).

En canales de riego del Valle Inferior del Río Negro, al iniciarse el riego a principios de la primavera comienza también el rebrote de las plantas a partir de los rizomas que han quedado en el lecho del canal. La etapa de exclusivo crecimiento vegetativo se prolonga hasta mediados de noviembre cuando aparecen las primeras inflorescencias en los extremos de algunos vástagos. La máxima floración ocurre durante diciembre y enero. Es en este momento que las plantas logran

el mayor desarrollo vegetativo, pudiendo los vástagos alcanzar la superficie del agua, lo que para el caso del canal principal de riego del IDEVI<sup>1</sup> representa entre dos y tres metros de profundidad. Durante febrero y marzo tiene lugar la fase de diseminación, aunque continúa la producción de flores, no siendo posible distinguir una fase neta en esta época. Hacia mediados y fines de marzo pocos frutos quedan sobre las inflorescencias, considerándose terminada la etapa de diseminación. Durante abril y mayo, hasta el corte del agua, las plantas no muestran cambios apreciables en las características del follaje (Bezic, 2001).

La vía vegetativa representa la forma más segura de reproducción. Es por medio de ella que anualmente se genera gran cantidad de ramets vigorosos, de rápido crecimiento. Comienza a rebrotar a principios de primavera cuando las condiciones climáticas son favorables. Durante la época invernal gran parte de la planta permanece viva (órganos subterráneos) en tanto que la porción no subterránea muere al quedar expuesta al aire durante la época de corte del agua en los canales de riego (Dall Armellina y otros, 1996a).

A diferencia de otras especies del género *Potamogeton*, donde la producción de tubérculos subterráneos es una importante forma de reproducción; tómese, por ejemplo, el caso de *Potamogeton pectinatus* L., hoy conocido como *Stuckenia pectinata*, especie cosmopolita donde la reproducción clonal vía tubérculos es su estrategia reproductiva más importante (Yeo, 1965). En el caso de *P. illinoensis* y para las condiciones del Valle Inferior del Río Negro no ha sido detectada la formación de tubérculos subterráneos en ninguno de los momentos del ciclo de crecimiento ni con diferentes técnicas de muestreo (Dall Armellina y otros, 1996a).

La planta se desarrolla anualmente —una vez superado el período seco invernal— a partir

<sup>1</sup> IDEVI, Instituto de Desarrollo del Valle Inferior. Se conoce de esta manera al área agrícola bajo riego ubicada en el Valle Inferior del Río Negro, en el este de la provincia de Río Negro, vecina a la ciudad de Viedma, que posee una superficie irrigada de unas 25 mil hectáreas y está dotada de una amplia red de canales y desagües a cielo abierto.



de un brote invernante que habiéndose formado durante una temporada, no se desarrolla en ella, sino en la subsiguiente. Dicho brote da origen a lo que se ha denominado tallo principal, vigoroso y generalmente carente de ramificaciones en sus nudos inferiores. El tallo posee hojas y lígulas que se forman en la base de las anteriores coincidentemente con el nudo. Por lo general, en los nudos superiores del tallo principal desarrollan varias ramificaciones, a su vez con hojas y lígulas. En posición terminal, sobre el tallo principal, se diferencian dos brácteas sobre el mismo nudo, que protegen a una inflorescencia alargada que da origen a frutos drupáceos de tegumento sumamente duro (Bezic, 2001). Es como consecuencia de este tegumento que el intercambio gaseoso se ve limitado, imposibilitando a la semilla de una pronta germinación, además de ofrecer una importante resistencia mecánica a la salida del cotiledón (Yeo, 1965).

A partir del tercer y cuarto nudo del tallo principal se desarrollan dos rizomas finos y de entrenudos largos. En nudos alternos sobre esos rizomas, y comenzando por el primer nudo siguiente al de la inserción del rizoma en el tallo principal, se produce un nuevo rizoma y un brote (ramet) en la misma estación de crecimiento, lo que aporta al aumento de la densidad poblacional y rebrote ante la eventualidad de ocurrencia de algún tipo de disturbio. Cada brote se comporta como el tallo principal.

En determinado momento del ciclo, los extremos de los rizomas empiezan a engrosarse y en sus nudos se diferencian escamas notorias y de consistencia más o menos coriácea. Estos, a diferencia de los anteriores, únicamente producen un órgano por nudo — también en nudos alternos (es decir, de dos nudos contiguos, solo uno es productivo)— que se caracteriza por iniciar su desarrollo pero quedar detenido. Este órgano brotará en la temporada siguiente para dar origen a la brotación primaria de la especie cada año.

Debido a la diferencia existente entre uno y otro tipo de rizomas (el primero caracterizado por su menor diámetro, mayor flexibilidad y

por formar en nudos alternos dos tipos de órganos: brotes y rizomas, y el segundo por su mayor diámetro, menor flexibilidad y producción de brotes invernantes), se ha decidido nombrarlos de manera diferente. Los primeros fueron llamados rizomas estacionales y servirían a la expansión en el área (colonización), lo cual permitiría a la planta dominar determinado lugar. Serían rizomas de establecimiento y productores de nuevos ramets (brotación secundaria). Los segundos fueron denominados rizomas invernantes, y aparentemente su función sería la de acumular reservas y formar brotes invernantes que garanticen la brotación una vez superado el período adverso impuesto por la suspensión temporaria de la circulación de agua por el canal (Bezic, 2001).

Se pueden identificar con bastante claridad tres etapas en la producción estacional de biomasa aérea de *P. illinoensis*. En primer término, se puede reconocer un período inicial de establecimiento (etapa I) que se extiende hasta los 100 días de iniciado el desarrollo y en el cual la producción de las plantas es bastante pequeña si se compara con la biomasa que podrá adquirir a lo largo de la estación. A continuación, es observable una fase de rápido crecimiento (etapa II), con incrementos aproximadamente lineales hasta los 250 días. Por último, sigue un período de lento crecimiento (etapa III), donde el incremento en la materia seca vegetal no resulta importante, habiendo llegado la planta a la máxima expresión vegetativa permisible para las condiciones ambientales del lugar (Bezic, 2001).

Si bien los rizomas estacionales se empiezan a formar desde los primeros estadios fenológicos, inician un crecimiento significativo a partir de los 100 días del comienzo de la brotación. En cuanto al crecimiento de los rizomas invernantes, su formación resulta diferida debido a que responden a la acumulación de sustancias hidrocarbonadas en el extremo de los rizomas estacionales en determinado momento del ciclo anual de las plantas. Es por ello que recién a partir de los 150 días es observable su formación (Bezic, 2001).



La producción de rizomas estacionales representa el 25 % de la biomasa global, constante a lo largo de la temporada, lo cual refleja que la expansión subterránea acompaña al crecimiento de la planta de una manera directamente proporcional. Los rizomas invernantes sin embargo cobran relevancia solo a partir de promediada la etapa II y llegan a representar el 13 % de la producción final de biomasa (Bezic, 2001).

Se ha reconocido en esta especie que la producción de rizomas es una clara estrategia de supervivencia invernal. Muchas otras especies acuáticas presentan mecanismos similares para superar periodos adversos al crecimiento. En *P. pectinatus* se ha reportado la producción de tubérculos (Yeo, 1965), turiones subterráneos en *Hydrilla verticillata* (Klaine y Ward, 1984) y rizomas tanto en especies sumergidas como *Spartina alterniflora* (Lytle y Hull, 1980) o emergentes como *Thypha latifolia* y *Phragmites australis* (Grace y Wetzel, 1981). Algunos autores reconocen que el rebrote de rizomas constituye fundamentalmente una estrategia que permite mantener una población a través de condiciones de crecimiento desfavorables, no siendo tan importante como medio de dispersión de la especie (Spencer y Bowes, 1993).

Otros estiman, en cambio, que podrían resultar medios efectivos de dispersión en el caso de que trozos de dichos rizomas sean transportados por el agua (Haslam, 1973). Como el control mecánico con cadenas desprende mucho material vegetal (Dall Armellina y otros, 1996a), probablemente sean los trozos de rizomas extraídos, arrastrados por la corriente, los medios más efectivos de dispersión para *P. illinoensis* en el VIRN.

### 6. Respuesta a operaciones de manejo

No hay registros de iniciativas de control de *P. illinoensis* en lagunas u otros cuerpos similares en la Argentina. Los reportes específicos en este sentido corresponden a los trabajos de Dall Armellina y colaboradores en el Valle Inferior del Río Negro (Viedma, Argentina), donde *P. illinoensis* invade canales de riego en un área irrigada de 25 mil hectáreas con más de 300 km de canales a cielo abierto.

La obstrucción al flujo del agua que genera el desarrollo de malezas acuáticas en los canales de riego hace necesaria la intervención del hombre a efectos de mantener sus niveles poblacionales en valores aceptables, para no

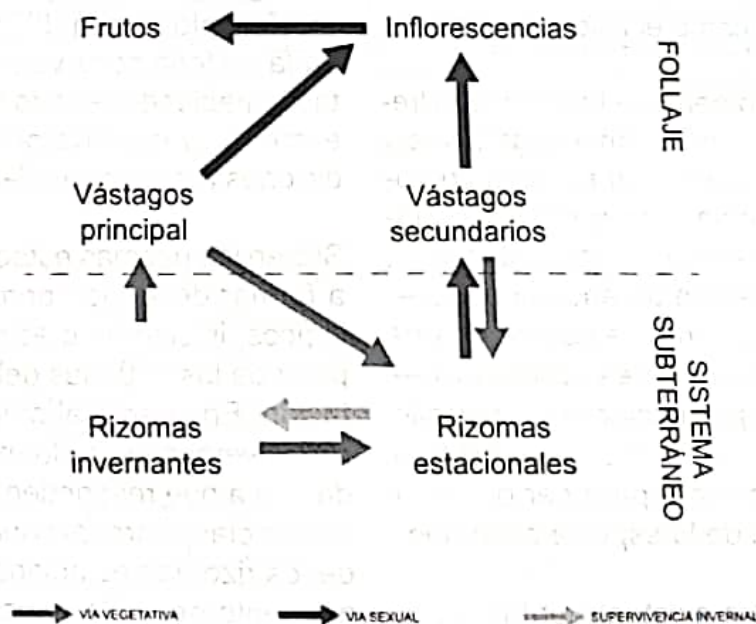


Figura 2. Ciclo de vida de *P. illinoensis* Morong en el Valle Inferior del Río Negro. Fuente: Bezic (2001):



comprometer el normal funcionamiento de las redes hídricas (Barrett, 1978; Mitchell, 1986; Madsen, 1993). Diversos métodos suelen emplearse para estos fines, los cuales pueden clasificarse básicamente en físicos, químicos y biológicos (Pieterse y Murphy, 1993). Unos resultan más efectivos que otros de acuerdo con las condiciones ambientales y el tipo de maleza presente.

**Control mecánico de *P. illinoensis*:** Dall Armellina y otros (1996a) estudiaron los efectos del control mecánico sobre las poblaciones de esta especie en el canal principal de riego del Valle Inferior del Río Negro (Argentina). *P. illinoensis* produce aproximadamente el 90 % de la biomasa de las comunidades en estos canales, lo cual equivale a cerca de 20 ton ha<sup>-1</sup> en peso seco de biomasa no subterránea en el mes de enero (Dall Armellina y otros, 1996a). Este valor es comparable con aquellos citados por otros autores para especies semejantes en otras partes del mundo. Así, Wade (1993) menciona una productividad primaria de 25 ton ha<sup>-1</sup> para *Potamogeton pectinatus* en climas templados y entre 2 y 40 ton ha<sup>-1</sup> para *Potamogeton schweinfurthii* en clima tropical.

Actualmente se emplea una pesada cadena arrastrada por dos tractores desde ambas orillas del canal como medio de control mecánico. Sin embargo, su eficiencia es relativamente baja dadas las características de rebrote de la especie. Su extenso sistema subterráneo compuesto por gruesos rizomas con gran cantidad de yemas vegetativas posicionadas en nudos alternos (Bezic, 2001) le otorgan una vía eficiente para la rápida regeneración del sistema no subterráneo. El cadeneo termina siendo solo una solución temporal sin posibilitar una reducción concreta en la densidad de vástagos. Se cree, por el contrario, que el fraccionamiento de los tallos puede haber contribuido a la dispersión de la especie en la región, por lo que se trataría entonces de una especie adaptada a condiciones de disturbio en el sentido de Grime (1979).

Por razones de manejo los canales de riego son secados regularmente durante el invierno

ocasionando la muerte de todo el follaje. El crecimiento de la estación siguiente, cuando se libera nuevamente el agua, depende principalmente del rebrote originado en el sistema de perennación subterráneo, que es observable a simple vista mediante una ligera excavación.

Basar el control de la vegetación sumergida en el cadeneo no parece la mejor estrategia. La experiencia local muestra cómo luego del cadeneo la vegetación se recupera a una velocidad mayor que la del testigo sin cadeneo (Dall Armellina y otros, 1996b) necesiéndose repetidas operaciones de corte a intervalos reducidos si se pretende mantener la biomasa de las malezas en niveles que permitan el funcionamiento adecuado del canal según los cálculos hidráulicos de construcción.

**Control biológico de *P. illinoensis*:** Nachtrieb y otros (2011) indican que la biomasa de *P. illinoensis* puede sufrir reducciones de 40-63 % debido a la herbivoría por invertebrados de los órdenes *Coleoptera*, *Diptera*, *Trichoptera* y *Lepidoptera*. En este marco, el control biológico es el uso de organismos vivos para reducir las poblaciones de malezas. Esta técnica, también conocida como biocontrol, se basa en el concepto de que la mayoría de las especies se convierten en invasoras después de la introducción a una nueva región porque sus controladores no están presentes en su nuevo hábitat (Gettys y otros, 2014).

Existen varios organismos de biocontrol que pueden ser útiles para el control de malezas acuáticas, destacándose para el caso de *P. illinoensis* el uso de la carpa herbívora triploide *Ctenopharyngodon idella* Val (Dall Armellina y otros, 1999).

La carpa herbívora tiene una marcada preferencia por las hojas de *P. illinoensis*, habiéndose observado en experimentos realizados en piletas un limitado consumo de tallos (Bezic, 2001). La ocurrencia de herbivoría a nivel de los tallos no dependería, en primera instancia, de la densidad de peces ni de la biomasa total introducida, sino fundamentalmente del tamaño de los individuos.



El consumo de hojas, en cambio, parecería ser proporcional a la carga de peces, independientemente del tamaño de los individuos, habiéndose estimado que una carga de 170 kg ha<sup>-1</sup> permitiría un manejo sostenible del problema de enmalezamiento en stands monoespecíficos de *P. illinoensis* en las condiciones del Valle Inferior del Río Negro (Bezic, 2001).

La posibilidad de emplear cargas superiores que brinden un control más enérgico debe someterse a consideración. El riesgo de emplear cargas muy bajas estaría asociado a la posibilidad de que en determinado momento del ciclo la velocidad de crecimiento de las malezas exceda la capacidad de control de los peces, situación que debería salvarse con alguna herramienta alternativa —a través del control mecánico con cadena, probablemente—. A la fecha no se ha utilizado esta forma de control en los canales de riego del Valle Inferior del Río Negro.

Trabajos recientes dan cuenta de la presencia de la carpa común (*Cyprinus carpio*) en el río Negro, capturada por primera vez en 2005 en la zona del Valle Medio (Pérez y López Cazorla, 2008). Si bien se trata de una espe-

cie muy invasora y de gran adaptabilidad, que produce graves modificaciones en los ambientes que coloniza (Sidorkewicz y otros, 1996), su presencia en el río Negro no había sido mencionada antes de esa fecha. Existen indicios de que su introducción se concretó en el año 2002 a la altura de la localidad de Luis Beltrán en el Valle Medio del Río Negro (39° 19' S, 65° 46' O) por pobladores de la región (Pérez y López Cazorla, 2008). Alvear y otros (2007) indican para esa fecha la presencia de la especie en el lugar, en tanto que Ondarza y otros (2010) la han estudiado en el Valle Inferior. Estos autores afirman que, aunque omnívora y depredadora de peces, la carpa común podría estar alimentándose de macrófitas. Esto es muy probable habida cuenta de los antecedentes reportados en referencia al hábito alimenticio y comportamiento de la carpa común (Miller y Crowl, 2006) y a las observaciones hechas por Sidorkewicz macrófitas (1998) en el río Colorado en referencia al control de *Potamogeton pectinatus*.

No hay antecedentes nacionales del uso de herbicidas para el control de *P. illinoensis* en flujos de agua (canales, ríos), como así tampoco en lagunas.



Caja conceptual

### Respuesta de las poblaciones de *P. illinoensis* al control mecánico con cadena en los canales de riego de IDEVI en el Valle Inferior del Río Negro (Dall Armellina y otros, 1996b)

El sistema de riego del IDEVI está integrado por 235 km de canales a cielo abierto y 550 km de drenes y desagües. El canal principal posee una longitud de 93 Km, 83 de los cuales no se encuentran revestidos, siendo estos los que presentan los mayores problemas de enmalezamiento. El agua es clara y de muy buena calidad agrícola, con valores de conductividad eléctrica oscilantes entre 100-250  $\mu\text{S m}^{-1}$ . El agua de drenaje posee una conductividad 10 veces mayor.

Para optimizar el uso del agua se adoptaron un conjunto de técnicas, tales como el revestimiento de los canales para evitar pérdidas por infiltración, la instalación de una red automatizada para la regulación de los niveles de agua, la distribución y entrega medida en las parcelas, la sistematización parcelaria y nivelación con láser para dar pendientes uniformes a los surcos y a las melgas y difundiendo el uso de sifones de riego para permitir la entrega con láminas convenientes a los diferentes cultivos.

El sistema funciona de modo semipermanente, operando efectivamente por un periodo de 280-300 días, desde principios de agosto hasta mediados o fines de mayo, luego de lo cual se seca, tanto para dar lugar a las operaciones de mantenimiento como debido a que no existe una significativa demanda de agua por parte de los agricultores. Durante el periodo seco, la vegetación sumergida pierde por deshidratación la parte no subterránea, aunque permanece enterrado un abundante banco de propágulos compuesto por rizomas, semillas y tubérculos de diversas especies, los cuales reanudan su crecimiento cuando se llenan los canales en la siguiente estación.

Durante la temporada de riego las operaciones de mantenimiento se basan exclusivamente en el control mecánico con cadenas, el cual tiene por finalidad controlar las malezas sumergidas. El control se inicia regularmente a principios de noviembre y se repite en forma mensual hasta marzo, efectuándose de 2 a 3 pasadas por vez. Los 83 km de canal principal (8-15 m de ancho, 3 m profundidad, 20 a 40  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ , 0,3-0,4  $\text{m s}^{-1}$ ) que no se encuentran revestidos constituyen el sitio de atención preferencial de los operarios del sistema. En canales secundarios y terciarios se pasa la cadena menos frecuentemente y, a causa de la ausencia de banquetas en buen estado, se emplean caballos como medio de tracción.

Aunque el método de control con cadenas representa literalmente un alivio para el canal, los restos de biomasa removida quedan en el sistema flotando en los canales y ocasionando perjuicios secundarios muy graves como es el taponamiento de compuertas. Es necesario entonces extraerlos por algún método, manual o mecánico.

Si bien se reconoce la presencia de varias especies sumergidas como *Potamogeton pectinatus*, *P. pusillus*, *P. illinoensis*, *Myriophyllum aquaticum*, *Elodea callitrichoides* y *Chara sp.*, más del 90 % de la biomasa observada en diferentes momentos del periodo de riego corresponde a *P. illinoensis* (Dall Armellina y otros, 1996). Los antecedentes locales referidos al estudio de esta especie son escasos. Dall Armellina y otros (1996) estudiaron la biología de esta maleza en los canales del IDEVI. Los autores pusieron en evidencia el problema del inmediato y vigoroso rebrote luego del paso de la cadena, con lo cual en pocos días se restablece la canopia removida, alcanzando valores de biomasa semejantes a los que se observarían antes del control.

A fin de conocer la real efectividad del control mecánico de *P. illinoensis*, se efectuó el seguimiento de la biomasa poblacional de esta especie a partir de muestras recolectadas del fondo del canal mediante una muestreador circular que opera como un barreno, permitiendo obtener datos de biomasa subterránea y no subterránea en la misma operación. Dada la profundidad del canal, el muestreo se realizó desde una balsa. Las muestras se recolectaron al azar en dos sectores del canal a la altura del km 80, con dos tratamientos: uno donde la vegetación se sometió a varias operaciones de corte con cadena (mecánico) y otro que permaneció

inalterado (testigo). Tres cortes fueron efectuados durante la temporada 1993/1994, con fechas 15/11, 3/1 y 22/2, los que estuvieron programados y ejecutados por personal de la Dirección de Servicios del IDEVI, a cargo del mantenimiento del canal principal. Se efectuaron 8 muestreos durante la temporada, en cada uno de los cuales se recogieron 15 muestras de la vegetación por tratamiento. Se observó un incremento significativo entre los 63 y 123 días de iniciado el crecimiento anual logrando la máxima biomasa entre los 123 y 178 días, con valores superiores a los 1600 g MS m<sup>-2</sup>, que representan 16 ton ha<sup>-1</sup>; de ahí en más inicia una curva decreciente hasta los 234 días donde desciende a casi el 50 % de dicho valor. Por su parte, el área controlada mecánicamente logra un máximo de 1000 g MS m<sup>-2</sup> (10 ton ha<sup>-1</sup>) y desciende a valores cercanos a los 100 g MS m<sup>-2</sup>, o sea, 1 ton ha<sup>-1</sup> (tabla 1).

Evolución de la biomasa de *P. illinoensis* (media  $\pm$  ES, n=15) en sectores con y sin control mecánico de la vegetación durante la temporada 1993/1994 en el canal principal del IDEVI

Fecha	Día	Testigo	Mecánico
23/09	28	1,1 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,3
07/10	42	2,4 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,6
28/10	63	3,9 $\pm$ 0,8	11,7 $\pm$ 1,4
27/12	123	1682,6 $\pm$ 189,2	1009,6 $\pm$ 70,9
21/02	178	1594,1 $\pm$ 140,6	188,1 $\pm$ 19,3
21/03	206	1499,6 $\pm$ 196,8	32,4 $\pm$ 3,9
18/04	234	765,6 $\pm$ 136,9	100,5 $\pm$ 13,9

Se concluye que:

- El control mecánico de *P. illinoensis* resultó eficaz de mediados a fines de la temporada, permitiendo reducir considerablemente los niveles de biomasa en las áreas tratadas respecto de aquellos sectores donde la maleza creció sin restricciones.
- El tratamiento temprano no surtió un efecto depresor significativo.
- Las razones de esta aparente falta de efectividad no son todavía conocidas, pero se supone que si la maleza aún estaba muy pequeña, era poca la cantidad de reservas hidrocarbonadas movilizadas en la brotación, razón por la cual la recuperación pudo haber sido lo suficientemente vigorosa como para anular cualquier supuesto efecto depletorio.
- Resultaría más efectivo seguramente adelantar alguna otra operación de corte, probablemente en diciembre, para reforzar la primera. Tal vez en ese caso se podrían observar efectos más notorios.



## Bibliografía

- Alexander, M. L. y Phillips C. T. (2012). Habitats used by the endangered Fountain Darter (*Etheostoma fonticola*) in the San Marcos River, Hays County, Texas. *The Southwestern Naturalist*, 57(4), pp. 449-452.
- Alvear, P. A., Rechencq, M., Macchi, P. J., Alonso, M. F., Lippolt, G. E., Denegri, M. A., Navone, G., Zattar, E. E., García Asorey, M. I. y Vigliano, P. H. (2007). Composición, distribución y relaciones tróficas de la ictiofauna del río Negro, Patagonia Argentina. *Ecología Austral*, 17(2), pp. 231-246.
- Arbo, M. M., López, M. G. y Schinini, A. (2000). Las plantas acuáticas del macrosistema Iberá. *Comunic. Cient. y Tecnol.*, UNNE (Corrientes), 4 pp.
- Barrett, P. R. F. (1978). Aquatic weed control: Necessity and methods. *Fish. Mgmt*, 9, p. 3.
- Batzer, D. y Boix, D. (2016). Invertebrates in Freshwater Wetlands: An International Perspective on their Ecology. *Springer*, 645 pp.
- Bentley, S., Brady, R., Hemsworth, M. y Thomas, L. (2014). Aquatic and riparian plant management: literature review report. Project: SC120008/R4. Flood and coastal erosion risk management research and development programme. Environ Agency, UK, 100 pp.
- Bezic, C., Dall Armellina, A. y Gajardo, O. (1996). Studies on Vegetative Production of *Potamogeton illinoensis* Morong in southern Argentina. *Hydrobiologia*, 340, pp. 7-10.
- Bezic, C. R. (2001). Estrategias de supervivencia de *Potamogeton illinoensis* Morong (Tesis Magister en Ciencias Agrarias). Universidad Nacional del Sur (Argentina), Dir.: Osvaldo A. Fernández (Dep. Agronomía, UNS y CERZOS), 120 pp.
- Bonilla-Barbosa, J. R. y Santamaría, B. (2013). Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras. En Mendoza, R. y Koleff, P. (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 223-247.
- Cabral, E. L. (dir.) (2010). Monocotiledoneas, diversidad vegetal, biotaxonomía de espermatófitas. Fac. Cs. Ex. Nat. Agrim., UNNE (Corrientes, Argentina), 212 pp.
- Dall Armellina, A., Bezic, C. R. y Fajardo, O. A. (1996a). Propagation and Mechanical Control of *Potamogeton illinoensis* Morong in Irrigation Canals in Argentina. *Aquat. Plant Manage*, 34, pp. 12-16.
- Dall Armellina, A., Gajardo, A., Bezic, C., Luna, E., Britto, A. y Dall Armellina, V. (1996b). Mechanical aquatic weed management in the lower valley of the Río Negro, Argentina. *Hydrobiologia*, 340, pp. 225-28.
- Dall Armellina, A. A., Bezic, C. R. y Gajardo, O. A. (1999). Submerged macrophyte control with herbivorous fish in irrigation channels of semiarid Argentina. *Hydrobiologia*, 415, pp. 265-269.
- Davidse, G., Sousa Sánchez, M. y Chater, A. O. (1994). Alismataceae a Cyperaceae. En Davidse, G., Sousa Sánchez M. y Chater, A. O. (eds.). *Flora Mesoamericana* (vol. 6: I-XVI, 1-543). México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 543 pp.
- Dimitril M. J. (dir.) (1978). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* (3.ª ed.). Buenos Aires: ACME SACI, 651 pp.
- Discover Life (2016). Discover Life Global Map. Disponible en <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Potamogeton+illinoensis> (último acceso: 23/06/2016).
- eMonocot Team Potamogetonaceae (eMTP). Disponible en <http://potamogetonaceae.e-monocot.org> (último acceso: 22/06/2016).
- Ewel, K. C. y Fontaine, T. D. (1983). Structure and function of a warm monomictic lake. *Ecological modelling*, 19, pp. 139-61.
- Fernández, O. A., Sutton, D. L., Lallana, V. H., Sabbatini, M. R. y Irigoyen, J. H. (1993). Aquatic weed problems and management in South and Central America. En Pieterse, A. H. y Murphy, K. J. (eds.). *Aquatic Weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation* (cap. 20). Oxford Science Publications, pp. 406-425.
- Galán de Mera A. y Linares Perea, E. (2008). Datos sobre la vegetación de los humedales de América del Sur. De las sabanas bolivianas a los llanos del Orinoco (Venezuela). *Acta Botánica Malacitana* 33, pp. 271-288.
- Garay Delbono, A. L. (2012). Efecto de las plantas acuáticas *Potamogeton illinoensis* (Morong) y *Myriophyllum quitense* (Kunth) sobre la clorófito *Ankistrodesmus* sp. (Informe Pasantía Lic. Ciencias Biológicas, orientación: Ecología). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de la República (Uruguay), 46 pp.
- Gettys L. A., Haller, W. T. y Petty, D. G. (ed.). (2014). Biology and Control of Aquatic Plants. A Best Management Practices Handbook (3.ª ed.). *Aquatic Ecosystem Restoration Foundation*. Georgia: Marietta, 252 pp.



- Grace, J. B. y Wetzel, R. G. (1981). Effects of size and growth rate in vegetative reproduction in *Typha*. *Oecologia* (Berlin), 50, pp. 158-61.
- Grime, J. P. (1979). *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Chichester-New York-Brisbane-Toronto: John Wiley y Sons, pp. 222 pp.
- Hardin, S., Land, R., Spelman, M. y Morse, G. (1984). Food items of Grass Carp, American Coots, and Ring-Necked Ducks from a Central Florida Lake. Proc. Annu. Conf. Southeast Assoc. Fish and Wildlife Agencies, 38, pp. 313-318.
- Haslam, S. M. (1973). Some aspects of the life history and autecology of *Phragmites communis* Trin. A review. *Poliskie Archiwum Hydrobiologie*, 20, pp. 79-100.
- Hilty, J. (2015). Birds eating the seeds and/or foliage of pondweeds (*Potamogeton* spp.). Wetland wildflowers of Illinois. Disponible en: <http://www.illinoiswildflowers.info/wetland/tables/table23.html> (último acceso: 23/06/2016).
- Inderji, K., Dakshini, M. M. y Foy, C. L. (eds.) (1999). *Principles and Practices in Plant Ecology: Allelochemical Interactions*. Boca Ratón, Londres, Nueva York, Washington: CRC Press, 608 pp.
- Islebe, G., Almeida-Leñero, L., Clee, A. M. y Ter Weijden, R. (2003). Fitosociología y fitodiversidad de la Laguna Quilla, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. *Acta Botánica Mexicana*, 65, pp. 61-82.
- Keener, B. R., Diamond, A. R., Davenport, L. J., Davison, P. G., Ginzburg, S. L., Hansen C. J., Major, C. S., Spaulding, D. D., Triplett, J. K. y Woods, M. (2016). Alabama Plant Atlas. [S.M. Landry and K.N. Campbell (original application development), Florida Center for Community Design and Research. University of South Florida]. University of West Alabama, Livingston, Alabama. En: <http://www.floraofalabama.org/Plant.aspx?id=5172> (último acceso: 23/07/2016).
- Klaine, S. J. y Ward, C. H. (1984). Environmental and chemical control of vegetative dormant bud production in *Hydrilla verticillata*. *Annals of Botany*, 53, pp. 503-514.
- Lytte, R. W. y Hull, R. J. (1980). Photo-assimilate distribution in *Spartina alterniflora* Loisel. II. Autumn and winter storage and spring regrowth. *Agronomy Journal*, 72, pp. 938-42.
- Madsen, J. D. (1993). Growth and Biomass Allocation Patterns During Waterhyacinth Mat Development. *Aquatic Plant Management*, 31, pp. 134-140.
- Miller, S. A. y Crowl, T. A. (2006). Effects of common carp (*Cyprinus carpio*) on macrophytes and invertebrate communities in a shallow lake. *Freshwater Biology* (2006), 51, pp. 85-94.
- Mitchell, D. S. (1986). The impacts of aquatic weed control on aquatic ecosystems. Proceedings EWRS/AAB 7th Symposium on Aquatic Weeds, pp. 213-223.
- Nachtrieb, J. G., Grodowitz, M. J. y Smart, R. M. (2011). Impact of invertebrates on three aquatic macrophytes: American pondweed, Illinois pondweed, and Mexican water lily. *Journal of Aquatic Plant Management*, 49, pp. 32-36.
- Ondarza, P. M., Miglioranza, K. S. B., González, M., Shimabukuro, V. M., Alzpun, J. E. y Moreno, V. G. (2010). Organochlorine compounds in common carp (*Cyprinus carpio*) from Patagonia Argentina. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, 5(1), pp. 41-47.
- Pérez, A. y López Cazorla, A. (2008). Nuevos aportes al conocimiento de la ictiofauna del río Negro, provincia de Río Negro, Argentina. *Natura Neotropicalis*, 39(1-2), pp. 83-87.
- Pieterse, A. H. y Murphy, K. J. (eds.) (1993). *Aquatic Weeds*. Oxford: Oxford University Press, 593 pp.
- Plasencia Fraga, J. M. (2006). Influencia de la profundidad sobre la distribución espacial y temporal de la biomasa en poblaciones de *Potamogeton illinoensis* Morong en acuatorios cubanos. *Polibotánica*, 22, pp. 79-88.
- Rangel, C. O. y Aguirre, C. J. (1983). Comunidades acuáticas altoandinas, I: Vegetación sumergida y de ribera en el Lago de Torca, Boyacá, Colombia. *Caldasia*, 13(65), pp. 719-742.
- Sabbatini, M. R., Murphy, K. J. y Irigoyen, J. H. (1998). Vegetation-environment relationships in irrigation channel systems of southern Argentina. *Aquatic Botany*, 60, pp. 119-133.
- Schmidt-Mumm, U. (1994). Potamogetonaceae en la flora vascular acuática del Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. *Universitas Scientiarum*, 2(1), pp. 45-56.
- Schmidt-Mumm, U. y Vargas Rios, O. (2012). Comunidades vegetales de las transiciones terrestre-acuáticas del páramo de Chingaza, Colombia. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)*, 60(1), pp. 35-64.
- SIB, Sistema de información de biodiversidad. Disponible en [http://www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE\\*potamogeton\\*illinoensis#\\_Mburucuyá](http://www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*potamogeton*illinoensis#_Mburucuyá) (último acceso: 29/07/2015).



- Sidorkewicj, N. S., López Cazorla, A. C., Murphy, K. J., Sabbatini, M. R., Fernández, O. A. y Domaniewski, J. C. J. (1998). Interactions of common carp with aquatic weeds in Argentine drainage channels. *J. Aquat. Plant Manage.* 36, pp. 5-10.
- Sidorkewicj, N., López Cazorla, A. y Fernández, O. (1996). The interaction between *Cyprinus carpio* L. and *Potamogeton pectinatus* L. under aquarium conditions. *Hydrobiologia*, 340, pp. 271-275.
- Sollis, D. E., Sollis, P. S., Endress, P. K. y Chase, M. W. (2005). *Phylogeny and Evolution of Angiosperms*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- Spencer, W. y Bowes, G. (1993). Ecophysiology of the world's most troublesome aquatic weeds. En Pieterse, A. H. y Murphy, K. J. (eds.). *Aquatic Weeds. The ecology and management of the nuisance aquatic vegetation* (cap. 4). Oxford: Oxford Science Publications, pp. 39-73.
- Steward, K. K. (1993). Aquatic weed problems and management in the eastern United States. En Pieterse, A. H. y Murphy, K. J. (eds.). *Aquatic Weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation* (cap. 19). Oxford: Oxford Science Publications, pp. 391-405.
- Sutton, D. L. y Portier, K. M. (1989). Influence of allelochemicals and aqueous plant extracts on growth of Duckweed. *Journal Aquatic Plant Management*, 27, pp. 90-95.
- Tur, N. N. (1996). Potamogetonaceae. En Zuloaga, F. O. y Morrone, O. (eds.). *Catálogo de Plantas Vasculares de la República Argentina*. Buenos Aires: Missouri Botanical Garden, 1, pp. 276-278.
- Vallejos, S. V., Zalocar de Domitrovic, Y. y Martínez, M. S. (2015). Periphytic algae of two bioforms of macrophytes in a subtropical shallow lake of Argentina. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, 70(1), pp. 129-142.
- Vanderstukken, M., Mazzeo, N., Van Colen, W., Declerck, S. A. J. y Muylaert, K. (2011). Biological control of phytoplankton by the subtropical submerged macrophytes *Egeria densa* and *Potamogeton illinoensis*: a mesocosm study. *Freshwater Biology*, 56(9), pp. 1837-1849.
- Wade, P. M. (1993). General Biology and Ecology of Aquatic Weeds. En Pieterse, A. H. y Murphy, K. J. (eds.). *Aquatic Weeds* (cap. 2). Oxford: Oxford University Press, pp. 17-30.
- Yeo, R. R. (1965). Life history of Sago Pondweed. *Weeds*, 13(4), pp. 314-321.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O. y Belgrano, M. J. (eds.) (2016). *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)* (Vol 1. Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae). Disponible en <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm> (último acceso: 22/06/2016).