

ESTRATEGIAS DE CONTROL – CRITERIOS ORIENTADORES

ESTRATEGIA DE GESTIÓN, CONTROL Y POSIBLE ERRADICACIÓN DEL CAMALOTE (*Eichhornia crassipes*)



ESTRATEGIAS DE CONTROL – CRITERIOS ORIENTADORES

ESTRATEGIA DE GESTIÓN, CONTROL Y POSIBLE ERRADICACIÓN DEL CAMALOTE (*Eichhornia crassipes*)

Versión aprobada por la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad el 24 de enero de 2019 y por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente el 30 de septiembre de 2019



Imagen de portada: trabajos para la extracción de camalote en el río Guadiana. Autora: Mihaela Pirvu

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	2
II. DEFINICIÓN DE LA ESPECIE Y DIAGNÓSTICO DE SU PROBLEMÁTICA.....	4
2.1 Descripción de la biología, ecología y hábitat	4
2.2 Taxonomía	7
2.3 Estatus en Europa y en España. Origen y dispersión.....	7
2.4 Problemática.....	12
2.5 Vías de introducción y de dispersión.....	12
2.6 Impactos producidos	13
2.6.1 <i>Sobre la biodiversidad y los ecosistemas naturales</i>	13
2.6.2 <i>Socio-económicos</i>	14
2.6.3 <i>Sobre la salud humana</i>	15
III. OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA.....	16
IV. MEDIDAS DE ACTUACIÓN	17
4.1 Acciones de prevención	18
4.1.1. <i>Detección temprana e intervención rápida</i>	18
4.1.2. <i>Actuaciones de sensibilización, educación ambiental y formación</i>	19
4.2 Acciones de gestión, control y posible erradicación	21
4.2.1. <i>Métodos de gestión a escala de cuenca hidrográfica</i>	21
4.2.2. <i>Métodos de gestión, control y posible erradicación a escala de masa de agua</i>	23
4.3 Gestión de los restos vegetales	30
4.4 Investigación.....	32
V. COORDINACIÓN	33
VI. SEGUIMIENTO DE LA EFICACIA DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	35
6.1 Indicadores de cumplimiento de la estrategia.....	35
VII. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS COSTES.....	37
VIII. VIGENCIA Y REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXO 1: PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA	44
ANEXO 2: PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN MECÁNICA PARA GRANDES EXTENSIONES .	45
ANEXO 3: PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE UN ORGANISMO DE CONTROL BIOLÓGICO PARA <i>EICHHORNIA CRASSIPES</i>	48

RESUMEN

El camalote o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es una especie exótica incluida en el Catálogo español de especies exóticas invasoras y en el Listado de la UE de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión. En cumplimiento del artículo 64.7 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, se ha impulsado la realización de una Estrategia nacional para luchar contra esta especie invasora, teniendo en cuenta que se ha considerado que supone un importante riesgo para la conservación de la fauna, flora o los hábitats autóctonos amenazados. Dicha estrategia contiene directrices de gestión, control y posible erradicación.

La primera parte de la estrategia realiza un diagnóstico de la situación de la especie en España, incluyendo su biología, taxonomía, origen, vías de dispersión y problemática. Se muestran los impactos producidos, que se consideran muy significativos sobre la biodiversidad autóctona y los ecosistemas naturales, así como en el plano socioeconómico al afectar a actividades como la pesca y otros usos recreativos del medio fluvial y, especialmente, las infraestructuras hidráulicas.

La segunda parte incluye el objetivo de la estrategia, que es establecer criterios orientadores para aplicar medidas que eviten la introducción de la especie en nuevos lugares de España, así como para acciones destinadas a su gestión, control y posible erradicación allí donde ya está presente. Las medidas de actuación se refieren a: (1) prevención, enfatizando la intervención rápida; (2) gestión a escala de cuenca hidrográfica, identificando focos de contaminación, fomentando aplicación de buenas prácticas agrarias, facilitando acciones para la restauración hidrológico-forestal favorables al control del camalote y mejorando la conectividad de los ecosistemas naturales; y (3) gestión a escala de masa de agua, contemplando la aplicación de buen número de métodos de control mecánico, biológico y químico, siempre compatibles con la conservación del medio natural, y con especial atención a la necesaria gestión posterior de los restos vegetales.

La estrategia contempla la necesidad de incrementar la investigación en materia de lucha contra esta especie, afianzar la necesaria coordinación entre administraciones (y dentro de una misma administración), realizar el seguimiento de la eficacia de su aplicación, -con una propuesta preliminar de indicadores- y un conjunto de actuaciones para la sensibilización, educación ambiental y formación. Se incluye finalmente un análisis preliminar de costes y se establece una vigencia indefinida para la estrategia, contemplando su revisión periódica.

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El camalote o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es una especie con gran potencial colonizador que ha llegado a considerarse una plaga en varias regiones del planeta. Está considerada la planta acuática invasora más peligrosa a escala mundial, incluida en la lista de las 100 especies alóctonas más invasoras de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Desde el año 1974, cuando se detectó por primera vez su presencia en España, esta especie ha seguido su expansión llegando a representar en la actualidad una grave amenaza para las especies autóctonas y los ecosistemas acuáticos en algunas áreas de nuestro país. Su demostrada capacidad de invasión de todo tipo de hábitats de agua dulce, como ríos, lagos, charcas y embalses, da lugar a graves problemas ambientales, a la vez que dificulta la actividad humana en las zonas fluviales.

Esta especie compite por la luz, nutrientes y oxígeno con las demás especies de plantas nativas acuáticas, llegando a eliminar algunas de ellas. Además, debido a la reducción de oxígeno y fitoplancton se produce un efecto negativo sobre la biodiversidad, tanto vegetal como animal (Verdejo *et al*, 2006).

Por estas razones el camalote fue incluido en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, regulado a través del Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto. Además, esta especie ya está incluida -desde el 2016- en la Lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión Europea, creada a través del Reglamento (UE) 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre de 2014, sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras. Existe un análisis de riesgo exhaustivo realizado por la EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organisation)¹.

El establecimiento de esta especie se ha producido en varias provincias españolas (se ha citado concretamente en Asturias, Alicante, Cáceres, Badajoz, Castellón, Valencia, Tarragona, Pontevedra, Ourense, Málaga, Sevilla y Baleares), en muchos lugares consiguiéndose erradicar en su fase inicial. Es destacable su invasión en el río Guadiana, donde afecta a más de 175 km de río desde la desembocadura del río Zújar (término municipal de Villanueva de la Serena) hasta la frontera con Portugal (término municipal de Badajoz). Conociendo también las repercusiones sociales, ambientales y económicas que causa, a lo que se suma la posibilidad real de que se extienda aguas abajo de Badajoz y pueda llegar a un embalse de las proporciones de Alqueva en Portugal (lo que supondría un grave perjuicio para el país vecino), se considera prioritario establecer una Estrategia nacional de gestión, control y posible erradicación para la especie invasora *Eichhornia crassipes*.

¹ https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/env/ias_forum/Library/1%20Risk%20Assessments%20-%20IAS%20listed/Eichhornia%20crassipes/Eichhornia%20crassipes%20-%20EPPO%20PRA.pdf

Como antecedente cabe mencionar que la Confederación Hidrográfica del Guadiana aprobó en 2016 el documento de *Gobernanza y Estrategia para la lucha contra la especie invasora Eichhornia crassipes (Camalote o Jacinto de agua) en la cuenca del Guadiana*, donde se recoge la problemática existente en la cuenca y establece cuáles son las líneas de actuación futura y la estrategia para mejorar los trabajos de control y erradicación de la presencia de *Eichhornia crassipes* en la cuenca del Guadiana.

Con el desarrollo de la Estrategia Nacional se responde a lo recogido en el artículo 64.7 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, según el cual el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y las comunidades autónomas y ciudades de Ceuta y Melilla elaborarán, coordinadamente, estrategias de gestión, control y posible erradicación para las especies exóticas invasoras incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.

II. DEFINICIÓN DE LA ESPECIE Y DIAGNÓSTICO DE SU PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la biología, ecología y hábitat

Eichhornia crassipes es un hidrófito flotante herbáceo, provisto de abundantes estolones que emiten raíces fasciculadas en los nudos. Como se puede observar en la figura 1, presenta hojas dispuestas en rosetas, con los peciolos ensanchados en forma de balón relleno de aire para facilitar la flotación y otros largos y delgados, de hasta 50 o aún 100 cm de longitud. Sus inflorescencias tienen la forma de espigas terminales con 10-30 unidades, y están sostenidas por un robusto pedúnculo con espata cuya base suele estar rodeada por una pequeña hoja dilatada. Las flores son de color malva o lila. El periantio es ligeramente bilabiado, de 4-6 cm de longitud y anchura. El androceo presenta 6 estambres, los tres superiores incluidos en el periantio y los 3 inferiores exertos. Sus anteras son oblongas, basifijas y los filamentos irregularmente soldados al periantio con un ovario trilocular. El fruto, de 1-3 mm, que produce esta especie es una cápsula membranosa, con tres lóculos y numerosas semillas (3-450) en su interior (Sanz-Elorza *et al*, 2004). Las semillas precisan de altas tasas de luz, y temperaturas alternantes (5-40°C) (Gopal, 1987) para su germinación.



Figura 1. Ejemplar adulto de *Eichhornia crassipes* con una planta hija vinculada por un tallo. Fuente: Servicio de Vida Silvestre. Generalitat Valenciana.

La especie puede florecer de marzo hasta octubre si las condiciones son favorables. La floración ocurre 10-15 semanas después de la germinación, un periodo bastante corto para una especie perene. Los pétalos poseen órganos de producción de néctar para atraer a los insectos que la polinizan. No obstante se conocen procesos de polinización

sin la intervención de insectos polinizadores, a través del viento o por autopolinización, porque la especie es autocompatible (Gopal, 1987), lo cual es una estrategia típica de adaptación a la colonización de nuevos medios. La especie se reproduce activamente tanto sexualmente como por estolones o fragmentación de plantas (reproducción vegetativa). Una inflorescencia con 20 flores puede producir más de 3000 semillas (Barett, 1980)

Las semillas pueden conservar su capacidad germinativa entre 5 y 28 años (Richards, 1983). Esto constituye un aspecto muy relevante para orientar la gestión temprana de las invasiones por esta especie. La iluminación alta y las oscilaciones de temperatura, que suelen coincidir con fuertes cambios en el nivel de las aguas, favorecen la germinación. Durante los estudios realizados en la cuenca del Guadiana se han encontrado frutos con más de 400 semillas, lo que puede dar idea de la capacidad invasiva de esta planta mediante reproducción sexual (CHG, 2018d).

Las plantas colonizan rápidamente nuevos hábitats al ser transportadas por el agua o por las aves (semillas), pero sobre todo por la actividad humana (escapes de acuarios o estanques, dispersión por embarcaciones, etc.).

Cuando las condiciones son adecuadas, es capaz de duplicar su biomasa cada cinco días. Una sola planta es capaz de provocar la invasión completa de un lago. Puede rebrotar en primavera si se hiela, ya que desarrolla poblaciones tan densas que permite que las plantas de niveles inferiores no sufran los rigores de las heladas. Resiste ciertos niveles de polución, por lo que se ha utilizado con éxito para depurar aguas contaminadas (por ejemplo, de metales pesados). Tolerancia pH comprendida entre 5,5 y 9. En el Delta del Ebro se ha encontrado soportando salinidades del 0,28% (Sanz-Elorza *et al*, 2004).

El camalote habita en lagunas y ríos de ambientes tropicales y subtropicales, especialmente los enriquecidos en nitrógeno y fósforo. La temperatura óptima de crecimiento es de 25-30°C. El crecimiento cesa cuando la temperatura del agua está por encima de 40°C o por debajo de 10°C, pudiendo tolerar cortos periodos de congelación. En la tabla 1 se muestran más detalles sobre las condiciones de crecimiento de esta especie.

Por cada hectárea de agua se calcula que pueden llegar a existir dos millones de ejemplares, el equivalente a aproximadamente 270-400 toneladas, pudiendo crecer rápidamente por encima de 60 kg por cada m² de superficie de agua (Kunatsa *et al.*, 2013). La biomasa total varía considerablemente con la edad, tamaño, nutrientes y densidad (EPPO, 2008)².

² https://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_plants/draftds/08-14417_DRAFT_DS_Eichhornia.pdf

FACTORES	RANGO	REFERENCIA
Rango de crecimiento en base al peso seco	0,04-0,08 kg de peso seco/m ² /día	Gopal, 1987
Rango de crecimiento en a la superficie	1,012-1,077 m ² /día	Gopal, 1987
Rango de crecimiento en base al número de plantas	1610 plantas se pueden originar a partir de sólo 10 plantas durante 10 meses	Sooknah y Wilkie, 2004
pH del agua	6 - 8	Gopal, 1987
Salinidad del agua	Menos de 5 mg/l	De Casabianca <i>et al.</i> , 1995
Temperatura del agua	10 – 40 ° C (óptimo 25-27,5 °C)	Wilson <i>et al.</i> , 2007

Tabla 1. Condiciones de crecimiento del camalote. Fuente: Rezanía et al, 2015.

Las plántulas enraízan en el barro inicialmente pero, a veces, son arrastradas y transportadas a distancia. Desde estadios muy iniciales de crecimiento, las yemas axilares de crecimiento de las hojas más maduras tienen capacidad de transformarse en estolones, que crecen horizontalmente y forman plantas hijas.

La reproducción vegetativa es muy eficaz, de modo que una sola planta puede generar un número elevado de individuos sin necesidad de recurrir a la reproducción sexual, lo que supone una gran ventaja para colonizar nuevos territorios.

El crecimiento del camalote es favorecido por el agua rica en nutrientes, en especial por el nitrógeno, el fósforo y el potasio, junto a los iones de calcio, magnesio, hierro, amonio, nitrito, sulfato, cloro, fosfato y carbonato. La habilidad del camalote para absorber los nutrientes y otros elementos ha sido ampliamente investigada. El mecanismo para hacerlo es por medio de formaciones de complejos entre el metal pesado con los aminoácidos presentes dentro de la célula, previa absorción de estos metales a través de las raíces. Posee un sistema de raíces que puede tener microorganismos asociados que favorecen la acción depuradora de la planta y son capaces de retener en sus tejidos una gran variedad de metales pesados (como cadmio, mercurio y arsénico) (Harley, 1996)³.

Cabe destacar la gran plasticidad ecológica de la especie, una característica que le confiere una enorme adaptabilidad a diferentes ambientes y una gran capacidad de invasión. En este sentido, el camalote tolera amplias variaciones en factores ecológicos clave en medios acuáticos, como la velocidad de la corriente, el volumen del flujo de agua, el pH, el contenido en nutrientes, la temperatura y la concentración de sustancias tóxicas. Otra muestra de la plasticidad de esta especie es su extraordinaria variabilidad morfológica (dependiendo del empaquetamiento de sus poblaciones). En los núcleos densos de camalote, los peciolos de las plantas crecen en longitud, llegando a alcanzar 1 m, y su superficie foliar aumenta. Por el contrario, a bajas densidades, los peciolos son bulbosos y no superan los 30 cm de longitud.

³ <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0a.htm>

Las plantas de pequeño tamaño, que se desarrollan en los márgenes de las grandes masas, tienen mayor flotabilidad en comparación con las de mayor porte, y son las responsables de su dispersión a larga distancia a favor de la corriente. Este aspecto es crucial en la gestión, ya que requiere la colocación de barreras flotantes para evitar su dispersión. Por otra parte, son estas pequeñas plantas las que suelen quedar ocultas en la vegetación helofítica de los márgenes ribereños, por lo que para el control de la especie debe dedicarse esfuerzo a su detección.

Durante el invierno, la parte aérea se marchita. Suele quedar viva la parte sumergida, que es la que contiene los tejidos de propagación (meristemos). En ese caso los ejemplares que sobreviven en enclaves abrigados se desarrollan con profusión durante la siguiente primavera (Ruíz Téllez, 2016).

2.2 Taxonomía

Sinónimos: *Eichhornia speciosa* Kunth; *Piaropus crassipes* (Mart.) Raf

NOMBRE COMÚN: camalote/ jacinto de agua/ lirio acuático

GRUPO TAXONÓMICO: FLORA

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Commelinales (Liliales)

FAMILIA: Pontederiaceae

GÉNERO: *Eichhornia* Kunth

ESPECIE: *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms

Existen ocho especies del género *Eichhornia* (Cook, 1998), todas originarias de América del Sur, excepto *E. natans*, que es originaria de África tropical.

2.3 Estatus en Europa y en España. Origen y dispersión

El camalote se encuentra naturalizado en muchos países de África, Asia, América, Caribe, Oceanía y Europa. En Europa está naturalizada al menos en Bélgica, República Checa, Dinamarca, España, Francia, Italia, Portugal y Eslovaquia (EPPO; 2008; GRIIS, 2017). En España ha sido introducida en comunidades como Galicia, Andalucía, Valencia, Cataluña, Asturias y Baleares pero es destacable el proceso invasivo en el río Guadiana, donde, por las condiciones del lugar y la amplitud de la invasión, está causando graves impactos económicos y ambientales.

La primera cita en Europa es de 1939, en Portugal (cuenca del río Sado), estando en la actualidad invadida dicha cuenca, así como en la del Tajo portugués. La expansión en el país vecino tuvo lugar principalmente a partir del año 1974 (Sanz Elorza *et al*, 2004).

En 1980 se cita en Italia. La planta se presenta de forma ocasional, además, en Francia, los Países Bajos, Bélgica y el Reino Unido, aunque en dichos países no parece haber establecido poblaciones viables.

En España, en 1988 se detectó una pequeña población en el remanso de un riachuelo próximo a la localidad alicantina de Bolulla (río Algar). En 1992 apareció en dos enclaves próximos a Castellón. En el año 2001 se detectó en unas lagunas de agua dulce situadas dentro del Parque Natural del Delta del Ebro (Ullals de l'Aríspe). En este último, la erradicación se logró retirando manualmente las plantas presentes por los técnicos del parque (Sanz-Elorza *et al*, 2004).

En el año 2004, la Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG) localizó un foco en el río Guadiana y, poco después había invadido extensas zonas del río en los alrededores del puente de la localidad de Medellín. Un año más tarde se había extendido espectacularmente por amplias zonas del río Guadiana, tapizándolo a lo largo de 75 km. La CHG extrajo del río cantidades ingentes de planta, llegando a un ritmo de 2.000 toneladas/día. Sin embargo, la eliminación total no ha sido posible debido a la rápida dispersión de la especie y a que pueden quedar plantas escondidas entre la vegetación de las orillas, además de la presencia en el río de grandes cantidades de semillas, que si se dan las condiciones adecuadas pueden llegar a germinar. La rápida proliferación de la especie se ha visto propiciada por las características del tramo de río donde se produjo la primera invasión, debido a que se trata de un tramo altamente transformado y con elevada contaminación difusa procedente del regadío, siendo este hecho el máximo responsable de su crecimiento y propagación (CHG, 2017). En la siguiente figura se pueden observar los tramos del río con más riesgo de infestación en función de los parámetros físico-químicos.



Figura 2. Riesgo potencial de infestación por camalote que presenta el río Guadiana y sus principales afluentes. Fuente: Informe preliminar sobre la valoración de riesgo de infestación por camalote en la cuenca media del Guadiana en función de parámetros físico-químicos del agua. Universidad de Extremadura-CHG.

La invasión está contenida en la frontera con Portugal, donde amenaza Alqueva, el mayor embalse europeo, y también en el arroyo de Talayuela, en el norte de Cáceres. Por su parte, EDIA (Empresa de Desarrollo e Infraestructuras do Alqueva, S.A.)

viene también desarrollando trabajos de vigilancia y control de camalote en la zona transfronteriza.

A finales de 2018, el coste de gestión se estima en 40 millones de euros, con más de 1.000.000 toneladas extraídas desde que comenzaron los trabajos de control (Confederación Hidrográfica del Guadiana, com. personal). Además de contener la proliferación de la especie e impedir su paso a Portugal, se han conseguido limpiar por completo 21 kilómetros del tramo afectado del río Guadiana situado aguas arriba y se han instalado barreras anti-remonte para impedir su reinfección. Se pretende seguir con las actuaciones descritas en el documento de *Gobernanza y Estrategia para la lucha contra la especie invasora Eichhornia crassipes en la cuenca del Guadiana (CHG, 2016)*

En la Comunidad Valenciana, *E. crassipes* ha sido citada y erradicada en cuatro lugares (tres ríos y un humedal), con el siguiente historial de actuaciones (Figura 3):

- Río Albaida. Detectado por primera vez en 2006, cuando ocupaba un tramo de 1.047 m de longitud, afectando un total de 29.197 m², de los cuales 5.785 m² presentaban una cobertura del 100%. Se retiraron 207 toneladas de peso fresco. En los trabajos (realizados fundamentalmente por la Confederación Hidrográfica del Júcar) participó un retroexcavadora oruga hidráulica y una dragalina de pala bivalva. El coste fue de 114.000 €. No se detectaron rebrotes con posterioridad;
- Marjal de Castellón. Detectado por primera vez en 1992. Se usaron métodos manuales (brigadas, vehículos, embarcación neumática, contenedores) y barreras flotantes. Se extrajeron 216 toneladas de peso fresco durante los años 2007 a 2014. El coste fue de aproximadamente 85.000 €. En 2017 se erradicó el último núcleo, de tan sólo 2,5 Kg de peso fresco;
- Río Algar. Detectado por primera vez en 2007. Este núcleo, que ocupaba una superficie aproximada de 183.479 m², fue arrastrado al mar durante las crecidas fluviales del año 2007. Posteriormente, se realizaron repasos para consolidar la acción del agua, en los que se retiraron manualmente 721 Kg (peso fresco). No ha vuelto a reaparecer ningún foco desde el año 2013;
- Río Jalón. En 2007 se detecta un pequeño foco de 20 m² que fue eliminado inmediatamente. Las acciones de erradicación y repasos continuos se llevaron a cabo entre 2007 y 2012. No se han detectado rebrotes con posterioridad.



Figura 3. Cronología y lugares de invasión de *E. crassipes* en la Comunidad valenciana. Fuente: Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, Generalitat valenciana.

En 2015 se observaron algunos ejemplares en Asturias (Tapia de Casariego) en las Lagunas de Salave, que se eliminaron pocos días después de haber sido observados (Menéndez, 2017, com. pers.). También en Asturias, el camalote se ha registrado en la Laguna de Arnao, Castrillon (43°32'N, 7°01'W), un área que se considera climáticamente demasiado fría para su persistencia (Kriticos y Brunel, 2016).

En Mallorca se detectó en los torrentes de Inca y de Vinagrella, en la cuenca de S'Albufera, términos municipales de Muro y Llubí, de donde fue erradicada manualmente en 2009. Pequeñas poblaciones se habían erradicado de Son Navata (Felanitx) en el año 2005 y en las lagunas de un campo de golf (Son Gual) en 2008. Se ha erradicado satisfactoriamente de todas estas localidades.

En la comunidad andaluza se llevaron a cabo actuaciones de eliminación de Jacinto de agua en una laguna del Parque Natural de Los Alcornocales, en el término municipal de Cortés de la Frontera (Málaga) durante 2010 en el marco del Programa Andaluz para el control de Especies Exóticas Invasoras. En un cortijo cerca de la localidad *Dos Hermanas*, se detectó una población en el año 2018. A través de la Confederación del Guadalquivir, se contactó con la propiedad de la finca que eliminó la población existente en el estanque.

En Galicia, a raíz de varias alertas de detección temprana, se han retirado los ejemplares detectado en la provincia de Pontevedra (Monte Cepudo) y en el río Avia a su paso por el Concello de Leiro (Ourense). Sin embargo nos consta que sigue habiendo avisos de detección en algunas localidades de la península. La prevención de la invasión a través de la detección temprana y la actuación rápida son claves, y el único enfoque que puede garantizar eficacia en la gestión de esta problemática.

En la figura 4 se presenta información no exhaustiva acerca de la distribución de la especie en España, actualizada con la información que han aportado las diferentes comunidades autónomas para la realización del informe sexenal (mayo de 2019).



Figura 4. Distribución de la especie *E. crassipes* en España. Fuente: CCAA y MITECO, 2019

Considerando la relación entre capacidad de crecimiento y desarrollo de la planta con los nutrientes, según el estudio desarrollado por Kriticos y Brunel (2016), y teniendo en cuenta el escenario climático actual, más de un 50% del territorio peninsular podría ser adecuado para la distribución del camalote (Figura 5). Hay que tener en cuenta que el modelo CLIMAX utilizado por estos autores sólo tiene en cuenta factores climáticos, que son los que se consideran más limitantes para esta especie.

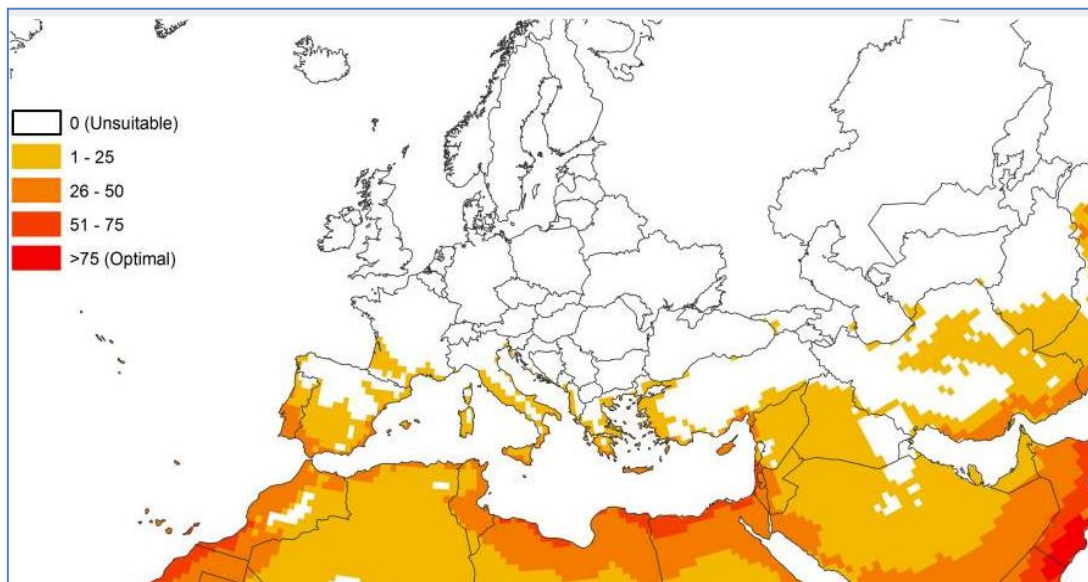


Figura 5. Modelo de distribución potencial de *Eichhornia crassipes* bajo el actual escenario climático (Kriticos y Brunel, 2016).

Existen otros factores que pueden condicionar la presencia de la especie. Kriticos y Brunel (2016) indicaron que si la cantidad de nutrientes es alta y el nivel del pH tiende a

ser neutro, se cumplirían las condiciones para que el camalote fuese problemático. Esta es precisamente la situación en el río Guadiana.

2.4 Problemática

La planta suele presentar un carácter invasor muy agresivo, colonizando rápidamente todo el medio que le resulta favorable. No obstante, las poblaciones pueden fluctuar notablemente de un año para otro, en función del nivel hídrico (sobre todo en humedales temporales) o de las temperaturas invernales. Tiene una tendencia demográfica muy errática, con apariciones localmente masivas y a veces también con desapariciones repentinas (Sanz-Elorza, 2004). Su establecimiento supone problemas serios y costosos. Su alta intensidad de crecimiento y reproducción, su habilidad competitiva con relación a otras plantas acuáticas flotantes, el movimiento de la planta por el viento y las corrientes de agua son elementos que facilitan su propagación (Ruiz Téllez, 2016).

Entre estos factores hay que destacar la importancia que tiene la presencia de un alto contenido de nutrientes en las aguas y lodos, como en el caso del Guadiana, especialmente en su tramo extremeño. Esta abundancia de nutrientes es la base del alimento de este tipo de especies exóticas acuáticas, de tal forma que una vez extendidas es muy difícil su erradicación o control total si no se actúa reduciendo a la larga la presencia de nutrientes en el río.

La eficacia que presenta el camalote para poder absorber y retener los nutrientes presentes en el agua se ve muy favorecida por otros factores: fundamentalmente, la insolación directa y la temperatura del agua. La planta de camalote actúa como una bomba de agua, de tal forma que cuanto mayor es la tasa de evapotranspiración y mayor el caudal que bombea a la atmósfera, mayor es la cantidad de nutrientes y de alimento del que dispone para su crecimiento y propagación.

En el caso de Guadiana, además, la falta de una vegetación de ribera suficiente, que actúe reteniendo nutrientes y sombreando las aguas, agrava el problema, que tiene su principal origen en una agricultura intensiva de regadío en las márgenes de este río.

2.5 Vías de introducción y de dispersión

Oriunda de la cuenca del Amazonas, es una especie que ha sido introducida en los cinco continentes a través de su comercialización como planta ornamental de lagunas, estanques y acuarios. Actualmente se encuentra muy extendida por los trópicos y subtropicos de todo el mundo, así como por numerosas zonas templadas libres de heladas (Sanz Elorza *et al*, 2004).

La principal vía de introducción del camalote en todo el mundo es consecuencia de su comercio como planta ornamental. Secundariamente, el trasiego de plantas con fines

científicos (herbarios, colecciones, jardines botánicos) también puede constituir una vía de entrada. Además, la especie se ha empleado en depuración de aguas, lo cual podría haber favorecido su expansión.

En Europa, probablemente fue introducida en la primera parte del Siglo XX (la primera referencia es del año 1939 en Portugal). Desde entonces, se habría distribuido hacia el centro-oeste del país a través de canales de riego (Ruíz Téllez, 2008).

En España, al igual que en Europa, la vía de introducción más importante ha sido la comercialización de esta especie como planta acuática ornamental para estanques y jardines. Hasta hace pocos años se ofrecía ampliamente en comercios de plantas ornamentales en toda la geografía estatal.

No se sabe si la aparición en el medio natural de esta especie se habría producido accidentalmente o de manera intencionada. No obstante, el transporte de semillas desde estanques y jardines a través de aves acuáticas o el transporte asociado a cultivos de arroz pueden haber contribuido también a ello.

En España, actualmente está prohibido su tenencia y comercialización (Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto). Lo mismo ocurre a escala de la Unión Europea (Reglamento UE 1143/2014, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014). No obstante, hay que hacer especial hincapié en que, a pesar de estas prohibiciones, todavía se detecta la existencia de comercio ilegal de semillas y ejemplares de esta especie, especialmente a través de internet. Existe una estrecha colaboración con el SEPRONA al que se notifica para que se pueda proceder a su investigación, los casos detectados de venta ilegal en establecimientos o a través de internet de los que se llega a tener conocimiento.

2.6 Impactos producidos

La invasión producida por el camalote es causa de graves problemas ambientales (interviene en la dinámica de los ecosistemas acuáticos) y sociales (dificulta la actividad humana en las zonas fluviales) (CHG, 2018b). Una de las consecuencias más importantes es la pérdida de agua por evapotranspiración. La presencia de la especie incrementa las pérdidas de agua entre 2,7-3,2 veces más que en aguas abiertas (Penfound y Earl, 1948, Lallana *et al.*, 1987). Además esta evapotranspiración es superior en masas de agua expuestas al sol (CHG, 2018c), lo que recalca la importancia de la existencia de una vegetación de ribera en los cauces en buen estado de conservación.

En lo que respecta a España, podemos clasificar los impactos documentados en las siguientes categorías:

2.6.1 Sobre la biodiversidad y los ecosistemas naturales

Entre los efectos negativos de la presencia de esta especie sobre los ecosistemas se pueden enumerar los siguientes: cubre las masas de agua disminuyendo su flujo; incrementa la sedimentación; impide el crecimiento del fitoplancton afectando a toda la cadena trófica; provoca fenómenos de anoxia que pueden afectar a la fauna y flora nativa; compite con la flora por la luz, nutrientes y oxígeno; y como consecuencia de todo ello, se reduce la biodiversidad nativa. Según distintos expertos, al competir con la vegetación acuática nativa, se acelera la sucesión y ello afecta negativamente a la diversidad de invertebrados bentónicos (Midgley *et al.* 2006), del plancton (Masifwa *et al.*, 2001; EPPO, 2008) y de la biodiversidad acuática en general (Toft *et al.*, 2003).

La gran cantidad de biomasa que produce, reduce la cantidad de luz que llega al interior de la masa de agua y, al descomponerse, disminuyen drásticamente los niveles de oxígeno disuelto. Ambos efectos implican consecuencias negativas para las biocenosis acuáticas. Asimismo, dificulta el intercambio gaseoso entre el agua y la atmósfera. Gracias a su crecimiento tan agresivo, a la larga puede eliminar a la vegetación acuática autóctona, incapaz de competir.

Además, también se incrementan los niveles de sulfuro de azufre, la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y la DQO (demanda química de oxígeno), como consecuencia de la descomposición de la planta. Otro problema adicional es que, debido a su presencia en los ríos, la luz no es capaz de llegar bajo el agua y las plantas sumergidas no pueden realizar la fotosíntesis, por lo que acaban desapareciendo, generando un cambio estructural importante en el ecosistema. La fauna también se ve directamente afectada, al verse modificadas las condiciones del ecosistema. Entre otras, se produce falta de oxígeno en las aguas y proliferación de mosquitos.

Estos cambios importantes en las comunidades de plantas y animales fluviales inducen la alteración de las cadenas tróficas, lo que se traduce en la desaparición de muchas especies acuáticas que no se perciben a simple vista, pero cuyo papel es incuestionable para mantener el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos, tal como exige la Directiva Marco de Agua (Ruiz Téllez, 2016).

2.6.2 Socio-económicos

Por su intensa evapotranspiración, disminuye la cantidad de agua almacenada en lagunas o balsas, dificultando su uso para riego, consumo humano, etc. (MITECO, 2013; Harley, 1996; Lallana *et al.*, 1987). La invasión de un medio fluvial puede causar importantes repercusiones económicas sobre la agricultura (al bloquear tuberías de agua, canales de riego, incluso turbinas de centrales eléctricas...) y la navegación (obstrucción de rutas navegables), causando molestias a las actividades recreativas, reduciendo la pesca en zonas donde ésta es un recurso económico y pudiendo perjudicar al turismo al impedir el desarrollo de los deportes náuticos o de la pesca deportiva. (Witte *et al.* 1992, Ogutu-Owayu, 1997, Opande *et al.* 2004, Williams *et al.* 2005).

Todo ello implica la necesidad de importantes medios económicos para luchar contra esta especie. Así, a finales de 2018, la inversión de la CHG para el control de esta especie en el Guadiana alcanzaba ya los 40 millones de euros.

2.6.3 Sobre la salud humana

Las poblaciones de camalote constituyen un ambiente ideal para la proliferación de los mosquitos, pudiendo favorecer la aparición y expansión de numerosas enfermedades, como malaria, encefalitis, filariasis, cólera, etc. (Ogutu-Ohwayu, 1997; Sanz-Elorza *et al*, 2004, GEIB, 2006).

III. OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA

El objetivo general de la estrategia es establecer el marco general para el desarrollo de las actuaciones encaminadas a evitar la introducción y naturalización de la especie *Eichhornia crassipes* en nuevos lugares dentro de España, así como para aquellas acciones destinadas a la gestión, control y posible erradicación de esta especie donde ya está presente.

Objetivos específicos:

- Mantener una coordinación efectiva entre las administraciones competentes y entre las diferentes unidades encargadas de actuar;
- Conocer y reducir la superficie total invadida por la especie;
- Aplicar las medidas de erradicación tras la detección temprana y en todo caso antes de un plazo de tres meses desde la detección de un nuevo foco;
- Proteger y restaurar los ecosistemas sensibles de elevado interés, con especial atención a los incluidos en Hábitats de interés comunitario prioritarios recogidos en el anejo I de la Directiva 92/43/CEE, así como los incluidos en hábitats con presencia de especies de flora amenazada.

En virtud del artículo 64.7 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, esta estrategia es un documento de carácter orientativo que presenta unas líneas generales que deben ser adaptadas a cada situación y lugar. Como criterio general, la prevención, la detección temprana y la actuación rápida representan el único enfoque que puede garantizar eficacia en la gestión de esta problemática.

IV. MEDIDAS DE ACTUACIÓN

Una vez que se ha establecido el camalote en una nueva zona resulta muy difícil su erradicación, siendo los costes de su control muy elevados. Por ello, la prevención de su establecimiento y el control de su dispersión son los métodos más efectivos para reducir los impactos que causa.

La identificación de períodos “clave” en el ciclo de crecimiento del camalote puede ser útil para el control de la especie, según el lugar y el grado de invasión. Así, Luu Kien y Getsinger (1988) observaron que hay una marcada disminución en la producción de ramas y biomasa como consecuencia de la floración. Pieterse *et al.* (1976) observaron que las plantas que no florecen produjeron el doble de ramas y cerca del doble de biomasa comparado con las plantas en floración. Este fenómeno podría sugerir que la fase de reproducción sexual se debería considerar para aplicar métodos de control adyacentes al método mecánico (Jiménez, 2004). Verdejo *et al.* (2006) afirman también que la fase de reproducción sexual coincide con el momento idóneo para aplicar el método de control que se seleccione.

Actualmente, y teniendo en cuenta la experiencia en España y en otros países del mundo donde el camalote está presente desde hace tiempo, se puede afirmar que no hay ningún método suficientemente eficaz a aplicar de manera exclusiva. A la hora de planificar, se debería tener en cuenta todo un conjunto de medidas, tanto de índole preventiva, como de control y gestión además de las características del lugar, el momento de la invasión etc. Las líneas generales de actuación que el grupo de trabajo sobre esta especie de la EPPO (2008) propone incluyen:

- Un plan de gestión integral para el control de invasiones existentes;
- Vigilancia para la detección precoz en zonas de riesgo;
- Plan de emergencia: respuesta rápida a nuevas infestaciones;
- Sistema de información sobre los resultados;
- Propuesta de especies acuáticas alternativas no invasivas para su uso;
- Publicidad: campañas de concienciación pública sobre los impactos de la planta con la información de no utilizarla como ornamental, forraje o descontaminante de las aguas residuales;
- Actuar inmediatamente ante la detección de un foco de infestación para prevenir invasiones y costes elevados para su gestión.

Un plan de gestión integral podría contemplar el control biológico junto con el control mecánico y manual. Posiblemente, la opción más sostenible es integrar estos métodos con una gestión de toda la cuenca que permita reducir el aporte de nutrientes (Harley, 1996; Julien, 2001).

En Europa, la liberación de agentes de control biológico se debe someter a procedimientos específicos a nivel nacional y debe estar acorde con la normativa (incluyendo en España la Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal y el Real Decreto 951/2014, de 14 de noviembre, por el que se regula la comercialización

de determinados medios de defensa fitosanitaria, así como la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad). Para los organismos de control biológico exóticos se requiere autorización previa e inscripción en el Registro.

De la misma manera, los herbicidas están restringidos por sus efectos negativos en los ecosistemas acuáticos. Esto implica que actualmente el control mecánico es la única opción inmediata, fundamental para su control y evitar daños irreversibles, con la limitación de ser eficaz solamente cuando la población invasora es aun pequeña. La aplicación de cualquiera de las técnicas expuestas a continuación necesita ser realizada por especialistas, por lo que se debe formar a los trabajadores que realicen estas labores.

4.1 Acciones de prevención

El control de su población puede llegar a ser muy costoso una vez establecida, siendo la prevención de su establecimiento la medida clave para reducir los impactos que causa.

Los programas de prevención deberían considerar las medidas descritas a continuación, para evitar nuevas introducciones y el movimiento de ejemplares de unos lugares a otros. En este primer nivel se incluyen medidas encaminadas a evitar la introducción o impedir la expansión del camalote a otras zonas donde no ha llegado a establecerse. Es necesario poder identificar a tiempo cualquier nuevo foco de introducción, así como controlar posibles casos de comercio ilegal, por lo que resulta de mucha ayuda la preparación de cuerpos y fuerzas de seguridad (Guardia Civil del SEPRONA, agentes del medio natural, Policía Municipal, Policía Nacional, guardas de campo locales) en la identificación de nuevos focos, así como tener el apoyo de la sociedad a través de la red de alertas y la sensibilización para evitar futuras introducciones en el medio natural.

4.1.1. *Detección temprana e intervención rápida*

- Vigilancia periódica de ríos y humedales (charcas, brazos muertos de ríos, etc.) para detección precoz de posibles focos por agentes del medio natural, guardas fluviales de las Confederaciones Hidrográficas, Guardia Civil del SEPRONA). Si se localizan, debe actuarse de manera rápida en el control (plazo inferior a tres meses según el artículo 17 del Reglamento 1143/2014). Deben contemplarse visitas periódicas para evaluar el efecto de los métodos aplicados y, de ser necesario, planes y programas de control. Para apoyar la detección precoz, sería conveniente realizar una campaña genérica de información a las fincas privadas con cursos de agua y a los centros/empresas que organicen excursiones o actividades guiadas como posibles puntos de información.
- Intercambio de información entre las distintas administraciones nacionales, así como con las de otros países;

- En caso de nuevas localizaciones, intercambio de información y comunicación a través de la Red de alerta creada por el artículo 14 del Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto;
- Controles periódicos para detectar posible comercio ilegal (viveros, centros “garden”, floristerías, supermercados con venta de planta viva e internet);
- Coordinación, formación específica en la materia e información a cuerpos y fuerzas de seguridad (Guardia Civil del SEPRONA, agentes del medio natural, Policía Municipal, Policía Nacional, guardas de campo locales);
- Fomento y desarrollo de nuevas técnicas (fotografía y videografía aérea, GPS y SIG, etc.) para detección de presencia de la especie en el medio natural;
- Elaboración de memorias anuales donde se publiquen los datos recopilados en esta vigilancia periódica;
- Planificación de las actividades a través de planes plurianuales. En este sentido, deben realizarse y actualizarse modelos para identificar regiones de mayor riesgo, a fin de anticipar la aplicación de medidas y optimizar los esfuerzos de búsqueda. Futuros escenarios climáticos prevén incremento de desastres naturales (tormentas, inundaciones), que podrían contribuir a la expansión del camalote. Por ejemplo, el escenario climático para el año 2080 (Figura 6) afectaría a la casi totalidad del territorio español.

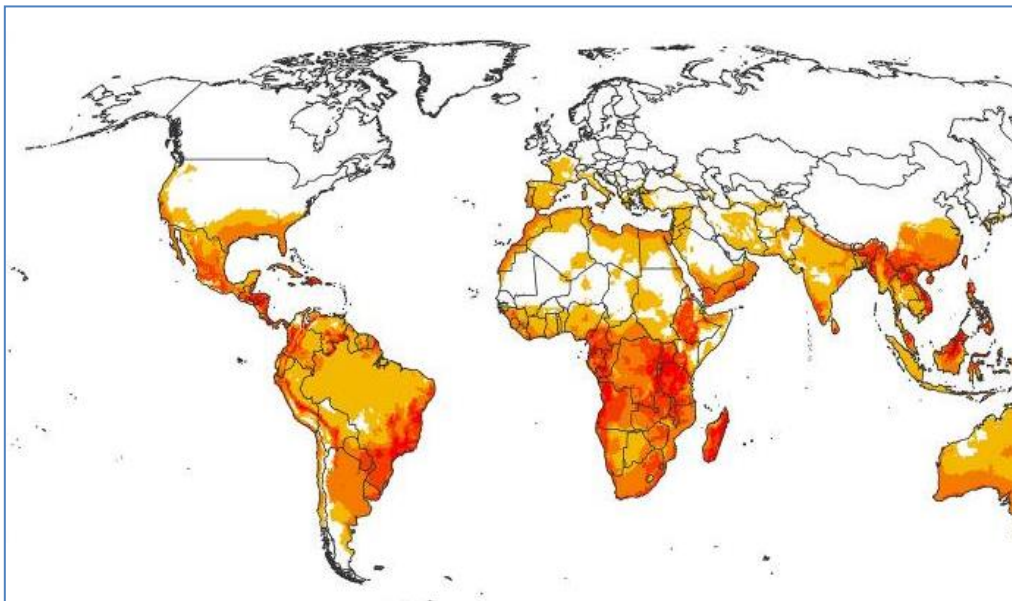


Figura 6. Modelo de distribución potencial de *Eichhornia crassipes* bajo el escenario climático para 2080 (Kriticos y Brunel, 2016).

4.1.2. Actuaciones de sensibilización, educación ambiental y formación

Las actuaciones principales consisten en promover, por una parte, la información y la sensibilización de la opinión pública y, por otra, la formación y concienciación de los profesionales (agentes de medio natural, técnicos municipales, profesionales de empresas relacionadas con infraestructuras, viveristas, proveedores de material vegetal, jardineros, técnicos de la Administración regional y local, técnicos y peones de

las Confederaciones Hidrográficas etc.) frente a la problemática de las especies exóticas invasoras y en concreto de la especie de *Eichhornia crassipes*.

4.1.2.1 Sensibilización y educación ambiental pública

Las acciones a acometer en este ámbito son:

- Campañas generalizadas sobre especies exóticas invasoras;
- Difundir los resultados de actuaciones desarrolladas en el marco de esta Estrategia e informar a la opinión pública sobre la problemática de esta especie a través de charlas divulgativas, folletos, carteles, anuncios en periódicos etc;
- Realización de talleres de divulgación para centros escolares y otros centros de educación ambiental que deseen tenerlos en cuenta en sus programaciones;
- Identificar asociaciones ambientales u ONG con los que trabajar mediante campañas de sensibilización o voluntariado autorizadas previamente;
- Poner en conocimiento del público la existencia de la red de alerta de especies exóticas invasoras y de cómo pueden facilitar información a la red;
- Realizar jornadas informativas dirigidas al sector de la pesca deportiva y al sector del deporte náutico (piragüismo, vela, etc.) para evitar la dispersión de la especie;
- Campaña sobre el comercio por internet dirigida al sector de jardinería y acuariofilia, así como a los consumidores en general.

4.1.2.2 Formación y concienciación de los profesionales

Las acciones a acometer en este ámbito son:

- Promover la difusión de la Estrategia entre todos los organismos relacionados con el objeto de dar a conocer la problemática que supone el camalote, las directrices y medidas contempladas en la presente Estrategia para su consideración en las actuaciones sectoriales promovidas en el ámbito de sus respectivas competencias.
- Asegurar la información y formación adecuada de los agentes de campo (como por ejemplo agentes del Medio Natural o agentes forestales y de medio ambiente y agentes de las confederaciones hidrográficas) para identificar correctamente la especie en cuanto haya aparecido en el medio natural y actuar a la menor brevedad.
- Revisar los catálogos de especies vegetales a utilizar en acuarios y estanques de jardín para eliminar inclusiones de especies exóticas invasoras catalogadas o potencialmente invasoras; utilizar las guías de jardinería de plantas autóctonas.
- Contar con una estructura identificada y un equipo de agentes formados facilitaría la puesta en práctica de estas medidas y la realización de un seguimiento adecuado.
- Realizar jornadas de sensibilización con comunidades de regantes y agricultores en el ámbito de las cuencas hidrográficas para reducir los aportes de nitratos al medio acuático y la contaminación de acuíferos.
- Informar y sensibilizar a mayoristas y minoristas de venta de planta viva sobre la prohibición de la comercialización de esta especie, así como la importancia de

realizar análisis de riesgo a futuras especies que se utilicen como plantas acuáticas ornamentales.

4.2 Acciones de gestión, control y posible erradicación

Se enumeran a continuación una serie de actuaciones generales para el control y la posible erradicación:

- En casos de detección de un nuevo foco de invasión, se actuará con celeridad, poniendo en marcha las medidas mecánicas;
- Disponer de cartografía actualizada de la distribución de la especie, incluyendo ubicación de antiguas invasiones, nuevos focos, zonas de mayor riesgo de invasión, etc;
- En aquellas cuencas donde ya existe una población establecida, se debe seguir actuando para su control e impedir su expansión a otras zonas a través de métodos mecánicos. Al mismo tiempo, se deben asegurar los recursos mediante la aplicación de mejores procedimientos, adquisición de maquinarias especializadas, gestión de infraestructuras, etc;
- Se podrá estudiar la posibilidad de introducción de agentes de control biológico. Varios autores (Harley, 1996; Julien, 2001, 2008) recomiendan su aplicación como parte principal de una gestión integrada. No obstante, los riesgos de liberar nuevos organismos exóticos obligan a la realización de todos los estudios previos y análisis de riesgo necesarios.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se detallan a continuación de forma más específica los diferentes métodos de control.

4.2.1. Métodos de gestión a escala de cuenca hidrográfica

Uno de los principales factores que determinan la proliferación del camalote es el suministro de nutrientes (CHG, 2017) además de la ausencia de enemigos naturales. Harley (1996) indica que las estrategias de control serán efectivas siempre que el manejo de las cuencas de agua esté bien dirigido. Especialmente los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y boro son importantes en la proliferación de la especie (Reddy *et al.*, 1989, 1990, 1991). El incremento de estos elementos a menudo es causado porque una parte de los fertilizantes aplicados a las áreas agrícolas y procedentes de la ganadería alcanzan los cuerpos de agua a través de la escorrentía o de los drenajes agrícolas y a través de los efluentes urbanos e industriales (Harley, 1996)⁴. Es fundamental ordenar adecuadamente el tipo de cultivos, las formas de aporte de nutrientes, promover cultivos de invierno y otras técnicas que retienen nutrientes.

Hace más de 25 años, la UE reconoció el problema de la contaminación por nutrientes y adoptó la Directiva 91/676/CEE, relativa a la protección de las aguas contra la

⁴ <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0a.htm>

contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias (Directiva), que promueve las buenas prácticas agrícolas en toda Europa mediante la reducción de la contaminación del agua por nitratos procedentes de fuentes agrarias. En el mismo sentido, en España se adoptó el Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero. La normativa desarrolla el concepto de zona vulnerable y establece un código de buenas prácticas agrícolas, de carácter voluntario, así como programas de acción, de obligado cumplimiento para las zonas vulnerables. Algunas de las medidas aplicables para evitar contaminación excesiva de las cuencas de agua son:

- Identificar los principales focos de contaminación del agua;
- Estudiar los procesos biogeoquímicos de las masas de agua para conocer la problemática ambiental de la acumulación de materia orgánica en sus sedimentos como consecuencia de la actividad humana. Incluye tanto el efecto de la adición externa de nutrientes como la desorción de éstos desde sus sedimentos;
- Aplicar buenas prácticas en agricultura y ganadería para evitar infiltración de nitratos, como por ejemplo: recorridos a lo largo de las principales cuencas de agua y grabaciones de no-conformidades; talleres para involucrar las partes interesadas (agricultores, ganaderos, propietarios de terrenos etc.); visitas a las granjas; orientación sobre opciones alternativas de abastecimiento del ganado etc.;
- Eliminación en los efluentes de contaminantes industriales y urbanos.

Dentro del conjunto de numerosas actuaciones que engloban los proyectos de restauración hidrológico-forestal y/o restauración de ríos y al objeto de controlar el desarrollo de determinadas especies invasoras fluviales, destacan las siguientes:

Implantación y/o fomento de la vegetación natural de ribera. El objeto de esta acción es la creación de una cobertura vegetal que contribuya a la mejora ecológica de los márgenes, frenar procesos erosivos y reducir el aporte de nutrientes a los cauces gracias a la función de filtros biológicos que ejerce la vegetación de ribera. Una banda de vegetación ribereña de 20 a 30 metros de anchura puede llegar a eliminar hasta el 100% de los nutrientes que discurren lateralmente hacia el río o por los desagües, tanto por absorción directa como por el papel de la vegetación al aportar carbono para los procesos de desnitrificación bacteriana y al generar rizosferas oxigenadas en las que se puede producir dicha desnitrificación.

Creación de zonas de sombreado mediante implantación de bosquetes de vegetación arbórea en los márgenes de los cauces, con objeto de prevenir la generación de grandes incrementos de temperatura del agua originados por la insolación, factor de riesgo para el incremento de algunas comunidades de especies invasoras, como por ejemplo el camalote. Además, la evaporación que tiene lugar a través de la vegetación es responsable del mantenimiento de un microclima fresco y húmedo.

Un aumento de la temperatura del agua debido a la desaparición de vegetación de ribera traería consigo un aumento de la contaminación orgánica debido al solapamiento de dos hechos entre sí:

- Disminución de los niveles de oxígeno en el agua;
- Aumento del metabolismo de los organismos oxidantes, los cuales consumirían el poco oxígeno que queda mucho más rápidamente.

Esta urgencia en la actuación es aún mayor por razones de cambio climático.

Favorecer la conectividad de los ecosistemas más sensibles, mejorando la fortaleza de estos biotopos y su interconexión. De esta forma se mejora la biodiversidad y por tanto la competitividad frente a la aparición de especies de carácter invasor que aprovechan la existencia de nichos vacíos para desarrollarse.

Es fundamental proceder a recuperar espacios fluviales y vegetación de ribera que actúe como reguladora de insolación, temperaturas y filtro de nutrientes.

4.2.2. *Métodos de gestión, control y posible erradicación a escala de masa de agua*

Este tipo de medidas se refiere a actuaciones dirigidas a controlar y erradicar las invasiones una vez que se han producido.

4.2.2.1 Métodos de control químico

Según lo establecido en el Capítulo VII relativo a la protección del medio acuático y el agua potable del Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, si se precisa realizar tratamientos contra especies exóticas invasoras acuáticas, éstos se deberán realizar en el marco del control de plagas declarado de utilidad pública según el artículo 15 de la Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal, o del control de otras plagas en base a razones de emergencia. El órgano competente de la comunidad autónoma los podrá autorizar, determinando las condiciones en que se hayan de llevar a cabo. Por ello, su uso requiere aprobación tanto de la Comunidad autónoma como de MITECO así como una formación adecuada por parte de los técnicos.

La aplicación de herbicida es, por lo general, menos costosa que el control mecánico, pero es necesario considerar debidamente los efectos sobre salud humana y ambiental cuando se aplican herbicidas a medios acuáticos, especialmente si el agua se usa para consumo humano. Además, la rapidez de translocación de un mismo herbicida es muy variable, según la edad de la planta y la temperatura (Sanz-Elorza, 2004).

Es importante tener presente las limitaciones para aplicar fitosanitarios en zonas húmedas y los daños ambientales que su aplicación pueda provocar. Además en la actualidad no existe ningún herbicida autorizado para su uso en ecosistemas fluviales (otra cosa son las balsas, charcas aisladas o canales artificiales). Además en el caso de un río con aguas libres, el camalote se mueve tan rápido que se requerirían de tremendas cantidades de herbicidas, lo que hace de por sí la aplicación inviable.

4.2.2.2 Métodos de control mecánico

El objetivo es la extracción de la planta del cauce y su transporte a zonas de vertido habilitadas para acumular grandes cantidades de masas vegetales, fuera del contacto con el agua para su eliminación por desecación.

Los medios mecánicos terrestres formados por retroexcavadoras y camiones retiran el material vegetal en los puntos de cargadero con zonas de vertido próximas. En estos puntos las plantas flotantes se encuentran retenidas por las barreras de contención y mediante el apoyo de embarcaciones ligeras se procede al acercamiento del material vegetal hasta la orilla donde las máquinas trabajan de forma continua (Figura 7).



Figura 7. Extracción del camalote del Guadiana con retroexcavadoras y con el trabajo conjunto de barcas y barreras. Autora: Mihaela Pirvu

La extracción física tiene sólo limitaciones económicas en caso de invasión importante, además de que seguramente tendrán lugar re-invasiones a partir de fragmentos de plantas y semillas. Este método es inviable si lo que se pretende es la erradicación a corto plazo, pero es el único que se puede aplicar para el control y contención o para evitar los efectos negativos de abandonar la planta en el agua.

Sin embargo, el control mecánico es el método ambientalmente más "seguro" y útil para reducir pequeñas invasiones y para el mantenimiento de canales. Si la invasión es severa se podrían utilizar métodos mecánicos y técnicas de restauración fluvial y ordenación de usos a largo plazo si tenemos en cuenta que no se pueden aplicar métodos biológicos eficaces y que sean inocuos para el ecosistema. Si la extracción física es el único método de control usado, entonces la demanda de recursos puede ser muy alta y muy costosa aunque los daños de no actuar pueden ser inmensamente superiores. La extracción física puede ser por vía manual o mecanizada.

El uso de maquinaria especializada puede ser fundamental para las labores de control en determinadas condiciones. Las precauciones a tener en cuenta con la utilización de maquinaria pesada en las orillas se deben especificar antes de empezar y se cuenta con una formación adecuada de los técnicos.

Si las manchas o corros de camalote se localizan en zonas de mayor calado como el Embalse de Montijo o el tramo urbano de Badajoz, los medios mecánicos se complementan con la utilización de la máquina cosechadora de camalote, que realiza la extracción de la planta, depositándola en las márgenes del embalse hasta donde llega su alcance (Figura 8). Posteriormente, con la retroexcavadora y si resulta necesario con el camión, se procede a retirar los restos hasta zonas de acopio.



Figura 8. Empleo de cosechadora (o vehículo anfíbio) para extracción de camalote en el río Guadiana.
Autora: Mihaela Pirvu

Se indican a continuación métodos a emplear y materiales necesarios:

Medios manuales

Cuando las temperaturas bajan, el camalote deja de reproducirse. Sin embargo la planta permanece agarrada a las márgenes, entre la vegetación de ribera, esperando que las condiciones ambientales vuelvan a ser favorables para reproducirse. En esta situación los trabajos resultan muy efectivos. Tras la parada vegetativa de la planta, la retirada del mayor número de ejemplares supone una menor tasa de reproducción en la campaña siguiente. En esta fase el ámbito de actuación es más amplio: se retiran plantas dispersas por el río, en recovecos o entre la vegetación de ribera. Los medios manuales resultan imprescindibles en esta fase, precisándose el empleo de barcas en los tramos navegables o bien recurriendo a personal a pie en los tramos no accesibles a las embarcaciones.

El empleo de personal para labores de retirada manual, apoyo a los medios mecánicos y vigilancia preventiva para localizar focos de camalote es imprescindible.

Cuando se trata de invasiones poco importantes o de pequeña extensión, puede ser suficiente la retirada manual exhaustiva de todos los ejemplares presentes. La intervención de medios manuales es imprescindible como apoyo a la extracción de los medios mecánicos cuando las concentraciones de camalote son elevadas, en extracciones en zonas no accesibles para la maquinaria y en trabajos de vigilancia cuando la plaga está controlada.

Medios mecánicos

Todos esos medios se precisan en el caso de una invasión importante:

- Retroexcavadoras neumáticas o de cadenas con cazos adaptados;
- Camiones de transporte y camiones con autocargador;
- Barcas rígidas;
- Maquinaria especializada para trabajos en medios fluviales: cosechadora o vehículo anfibia;
- Grúas con brazos de largo recorrido;
- Cintas transportadoras;
- Vehículos con remolque;
- Tractores agrícolas.

Medios auxiliares

- Barreras flotantes: representan un elemento de mucha utilidad en los trabajos de control del camalote (Figura 9). Por un lado, se utilizan para retener la planta en su dispersión por el río siguiendo la corriente y, por otro lado, sirven de elemento de apoyo a las embarcaciones en las funciones de recopilación y acercamiento a la orilla del material vegetal para su extracción por los medios terrestres.



Figura 9. Retención del camalote en el río Guadiana mediante barreras flotantes. Autora: Mihaela Pirvu.

4.2.2.3 Métodos de control biológico

El control biológico ha sido definido como “la acción de parásitos, depredadores y patógenos para mantener la densidad de otro organismo en un promedio menor del que ocurriría en su ausencia” (De Bach, 1964). Consiste en replicar el efecto de control que los enemigos naturales desarrollan de forma natural sobre el camalote en su hábitat nativo, a través de la introducción de dichos enemigos naturales exóticos (Harley, 1996). En los últimos años se ha centrado la atención en el control biológico ya que podría proporcionar una solución rentable y ambientalmente segura para resolver el problema de esta invasión. Según algunos autores, el control biológico de las especies vegetales invasoras por medio de patógenos vegetales ha ganado aceptación como un método de gestión práctico, seguro y ambientalmente beneficioso, aplicable a los agro-ecosistemas (Pratt *et al*, 2013, Dagno *et al.*, 2012). Sin embargo, el uso de agentes biológicos debe someterse a rigurosos análisis de riesgos, ya que se trata de especies exóticas para las cuales no se conoce que efectos pueden provocar. La dependencia predador-presa o parásito-huésped debe ser específica para evitar posibles problemas.

Además, el posible uso de este método de control requiere gestiones que pueden retrasar el proceso de intervención, como las autorizaciones y estudios previos. Según Pratt *et al* (2013) este método, bien empleado, puede suponer ventajas como su sostenibilidad en el tiempo, es económico y minimiza el uso de productos químicos. Un reciente meta análisis de 61 estudios publicados sobre control biológico de plagas informa que, en promedio, los métodos de control biológicos reducen la densidad de la planta, el tamaño y la masa, así como la flor y la semilla, y que la densidad de las plantas no objetivo aumenta (Clewley *et al*, 2012).

La investigación sobre el uso de agentes biológicos para el control del camalote se inició en la década de 1960 e incluye más de cien especies de artrópodos y otros patógenos. Se han encontrado unos pocos insectos que reducen el crecimiento del camalote de forma significativa. Las siguientes especies se han considerado de interés para su introducción en otros países (Jiménez, 2004):

- El ácaro *Orthogalumna terebrantis* (Wallwork);
- Las polillas *Acigona infusella* (Walker) y *Samoedes albiguttalis* Warren;
- El miridio *Eccritotarsus catarinensis* (Carvalho);
- Los gorgojos *Neochetina eichhorniae* (Warner) y *Neochetina bruchi* (Hustache); se intentaron introducir en Portugal, sin éxito.
- La polilla *Bellura densa*; ha dado muy buenos resultados en Louisiana (Sanz Elorza *et al.*, 2004)

Los gorgojos *Neochetina eichhorniae* y *Neochetina bruchi* en Sudáfrica consiguieron reducir al principio el crecimiento del camalote en un 30%, pero al final volvió a crecer igual y parece ser que el gorgojo pasó a los cultivos agrícolas (CHG, com. pers.). Según los datos recopilados por Jiménez (2004), la eficacia de estos artrópodos no alcanzó el nivel esperado por diferentes causas, incluyendo el uso imprudente de herbicidas o mala praxis en la aplicación de los propios organismos.

En algunas regiones de Argentina, Australia, India, Estados Unidos, África y Tailandia, los gorgojos *Neochetina bruchi* (Hustache) y *N. eichhorniae* (Warner) y la polilla *Niphograpta albiguttalis* (Warren) se han citado como exitosos en la disminución de la población del camalote (Julien, 2001). También en el lago Victoria se ha intervenido en 1995 con las dos especies de picudos (gorgojos) *Neochetina eichhorniae* y *N. bruchi*. Se considera que estos agentes biológicos fueron los principales responsables de la reducción de esta invasión en el lago Victoria en el año 2000 (Ogwang y Molo 2004, Wilson *et al.* 2007).

Otras investigaciones recientes en este ámbito se han realizado con un insecto herbívoro, *Cornops aquaticum* (Bruner), nativo de América del sur (Bownes *et al.*, 2010, King y Nongogo 2011), en cuya presencia, la población del camalote redujo en un 50% su rendimiento competitivo (Bownes *et al.*, 2010). Las ninfas y adultos de este acridio se alimentan de las láminas foliares de las Pontederiaceae, especialmente *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth y *Eichhornia crassipes* (Mart.). Sin embargo se sabe muy poco acerca de las especies de ortópteros que habitan en ambientes húmedos, (Oberholzer y Hill, 2001). Las especies mencionadas han evolucionado, llegando a convertirse en especialistas. Pero antes de poder ser liberados deben realizarse los ensayos necesarios que garanticen que ello no afectará negativamente a otras especies autóctonas y/o a cultivos agrícolas (Shaw, 2009⁵).

Considerar el control biológico a través de patógenos (fungi o microherbicidas) es otra posible vía de control biológico para el camalote. En este sentido, se han testado algunos hongos altamente virulentos por su capacidad de causar enfermedades a la

⁵ <http://www.cabi.org/Uploads/CABI/Japanese%20Knotweed%20Alliance/Info%20pack.pdf>

planta: *Acremonium zonatum* (Sawada) W. Gams, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *A. eichhorniae* Nag Raj y Ponnappa, *Bipolaris* spp., *Fusarium chlamydosporum* Wollenw y Reinking, *Helminthosporium* spp., *Cercospora piaropi* Tharp, *Myrothecium roridum* Tode ex fr., *Rhizoctonia solani* Kühn, y *Uredo eichhorniae* Gonz.-Frag. y Cif. (Charudattan 2001, Morsy 2004, Naseema *et al.*, 2004). Entre ellos los más estudiados *A. eichhorniae*, *C. piaropi*, *A. alternata*, and *F. chlamydosporum* (Dagno *et al*, 2012).

Cada género incluye varias especies o cepas que muestran un mayor grado de patogenicidad hacia el camalote. *A. eichhorniae* y *A. alternata* han sido propuestas como posibles agentes de control biológico ya que han presentado buenos resultados contra *E. crassipes*. Sin embargo Babu *et al.* (2003) informan que algunos cultivos como los de zanahorias, girasoles y frijoles son susceptibles de ser afectados por *A. eichhorniae*. Se han publicado resultados similares para *A. alternata*.

Otro estudio (tabla 2) suministró a 19 tipos de cultivos y plantas silvestres pertenecientes a 15 familias diferentes las cepas aisladas de *C. malorum* (Mln715) y *Alternaria* spp. (Mlb684). Los resultados indicaron que, tras cuatro semanas de la aplicación de cualquiera de los dos patógenos, el camalote (tres ecotipos diferentes) y otra especie invasora, *Salvinia molesta*, mostraron lesiones en sus hojas, mientras que ninguna de las plantas de cultivo presentaron síntomas de enfermedad (Rezania *et al.*, 2015).

	AGENTE	TIPO DE DAÑO
INSECTOS	Fam. Curculionidae <i>Neochettina bruchi</i> <i>N. eichhorniae</i>	Los adultos se alimentan del follaje y los peciolo, las larvas perforan peciolo y corolas.
	Fam. Pyralidae <i>Acigona infusella</i> <i>Sameodes albiguttalis</i>	Las larvas perforan en las láminas y peciolo. Las larvas perforan en los peciolo y yemas.
	Fam. Noctuidae <i>Bellura densa</i>	Las larvas perforan en los peciolo y corolas.
ÁCAROS	Fam. Galumnidae <i>Orthogalumna terebrantis</i>	Los ejemplares inmaduros perforan en las láminas.
PATOGENOS FUNGICOS	Fam. Hypocreaceae <i>Acremonium zonatum</i>	Manchas zonales sobre las láminas
	Fam. Mycosphaerellaceae <i>Cercospora piaropi</i> <i>Cercospora rodmanii</i>	Manchas puntuales y clorosis sobre las láminas; necrosis de las láminas.

Tabla 2. Algunos agentes biológicos posibles para el control biológico del camalote. Fuente: Harley, 1996

Los métodos biológicos reducen la población, pero no la eliminan totalmente, por lo que se debería tener en cuenta todo un conjunto de medidas tanto de índole preventiva, como de control y gestión. Estas medidas deben evitar la entrada, disminuir el crecimiento de la planta y permitir la retirada de la biomasa con el menor riesgo para el medio natural.

En una de las mayores presas de Sudáfrica, Hartebeespoort Dam, se ha logrado una notable reducción de la cobertura de la planta en el espacio de un año entre 2017 y 2018. Esto ha sido posible gracias a una combinación de retirada mecánica con control biológico (introducción de tres insectos *Neochetna eichhornia*, *N. bruchi* y *Megamelus scutellaris*), y todo ello a pesar de que se alcanzan temperaturas bajo cero en invierno y de que las aguas contienen un elevado nivel de nutrientes (0.288 mg/l de fósforo) (Lucie Coetzee, comunicación con el servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana).

Para concluir, en este momento no hay experiencias ni conocimientos suficientes para aplicar control biológico en nuestro país. Sería conveniente llevar a cabo ensayos en condiciones controladas en España de alguno de estos agentes, para comprobar su posible eficacia y su inocuidad tanto para cultivos como para la flora autóctona. En el Anexo 2 se contemplan las posibles etapas para la obtención de un organismo de control biológico para *Eichhornia crassipes*.

El control de poblaciones consolidadas de camalote debe partir de la premisa que no hay un método óptimo para todas las situaciones y que cada método tiene ventajas e inconvenientes. Es necesario plantear un enfoque integrado de gestión a largo plazo, que podría prever el uso de métodos mecánicos en combinación con control biológico y que debería incorporar un compromiso firme con la reducción de la carga de nutrientes del río.

4.3 Gestión de los restos vegetales

La planta de *Eichhornia crassipes* una vez extraída del contacto con el agua pierde rápidamente su contenido en agua, que es el 95% del peso de planta. Lógicamente este proceso de secado y muerte del tejido por deshidratación depende fundamentalmente de las condiciones de humedad atmosférica y temperatura. El proceso de secado será mayor si aumenta la temperatura, el contacto de superficie de planta con el aire, la circulación del aire, la insolación directa, etc.

Durante la pérdida de humedad de la planta se produce también una rápida pérdida de volumen, lo que facilita el almacenamiento del material y la disminución de la alarma social o inconvenientes, que supone para los ciudadanos el ver grandes depósitos de planta extraída en las márgenes del río.

Por otro lado se debe tener en cuenta que mezclado con todo este material vegetal se encuentra una gran cantidad de semillas, con una capacidad de germinación futura si

las condiciones ambientales son óptimas. La capacidad de germinación de estas semillas puede permanecer durante 15 o 20 años.

Por otro lado, y con el fin de evitar la propagación por semillas de la planta se debe proceder al tratamiento de la misma para asegurar su destrucción o cuando no sea posible su inmovilización dentro de la zona afectada.

A lo largo del tramo afectado debe de procederse a localizar terrenos que puedan servir para el almacenamiento y tratamiento del camalote extraído, lógicamente y con el fin de abaratar costes de transporte, es deseable que se encuentren próximos a los puntos de mayor extracción.

Existen básicamente dos tipos de tratamiento:

A. Cuando se trata de pequeñas cantidades de camalote extraído, éste puede dejarse a lo largo del dominio público hidráulico pudiendo, si es preciso, realizar labores de extendido del material y gradeo para incorporar al suelo.

B. Cuando se trata de grandes cantidades, se buscará en terrenos próximos a los puntos de extracción, superficies donde poder realizar diferentes tratamientos que permitan la destrucción o inmovilización del material.

- en terrenos modificados por la extracción de áridos, el material puede ser acumulado en los hoyos para su posterior enterrado. Si es necesario, y con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento, puede procederse al compactado del material acumulado y/o a la quema *in situ*.
- en terrenos próximos a cascos urbanos, y con objeto de retirar el material fuera de la vista de la población, se procederá a buscar parcelas donde tratar y almacenar el camalote extraído para facilitar su posterior eliminación.

Los tratamientos van destinados a acelerar el proceso de deshidratación, facilitar su almacenamiento y transporte y permitir, si es el caso, su eliminación por combustión en una caldera. Los tratamientos pueden variar según las condiciones, pero pueden resumirse en:

- Descarga de material verde y acordonamiento o extendido
- Pase de una grada y/ o trituración
- Extendido o volteo para secado
- Despedregado y empacado
- Quema *in situ* (si son pequeñas cantidades)
- Transporte a caldera de biomasa para su destrucción
- Transporte para enterrado o quema en hoyos de antiguas extracciones de áridos.
- Teniendo en cuenta que está prohibida la comercialización de la planta (en vivo), con el fin de evitar su propagación por semillas, no debe realizarse uso alternativo

de compostaje o biogás con esta especie, al menos hasta que no se demuestre que en este proceso se destruyen las semillas o propágulos.

4.4 Investigación

En la lucha contra el camalote se deberá promover el desarrollo de investigación, que idealmente debería estar coordinada, contando con la participación de, al menos, los siguientes actores: la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Empresa; las Universidades y centros de investigación; las comunidades autónomas interesadas y sus centros tecnológicos, y las Confederaciones Hidrográficas. Se deberá potenciar la aplicación de las nuevas tecnologías disponibles. La investigación debe afrontar los siguientes aspectos fundamentales:

- Coordinación de investigaciones en marcha en los diferentes centros, para optimizar y acelerar los resultados para eliminar la planta y profundizar en el conocimiento de aquellos factores que aceleran su presencia;
- Generar nuevas investigaciones y, en la medida de lo posible, optar a convocatorias competitivas de carácter europeo, incluyendo aquellas para cooperación transfronteriza que permitan afrontar el problema desde ambos lados de la frontera hispanoportuguesa;
- Investigaciones para el mejor uso de la planta una vez extraída, como subproducto para diversas aplicaciones no comerciales;
- Ampliar el conocimiento sobre especies potencialmente utilizables como herramientas de control biológico.

Se puede promover la utilización los datos producidos en el marco del programa COPERNICUS⁶ para predecir la proliferación de la especie y poder actuar con antelación.

⁶ <http://www.copernicus.eu/>

COPERNICUS es una iniciativa conjunta de la Comisión Europea y de la Agencia Espacial Europea que persigue construir un sistema autónomo de observación de la tierra en base a tres pilares fundamentales:

- I) la observación espacial mediante una red de satélites,
- II) la observación in-situ mediante redes de estaciones de medida en tierra y medios aerotransportados, y
- III) la generación de servicios de información.

El principal objetivo de COPERNICUS consiste en observar el medio ambiente para entender mejor los cambios ambientales que se producen en la tierra.

V. COORDINACIÓN

Es necesaria la colaboración entre las administraciones públicas y entre las diferentes unidades que las integran para la prevención, control y posible erradicación de esta especie invasora. Para ello se requiere financiación y actuar de forma coordinada a nivel internacional, estatal, autonómico y local. La coordinación de la presente Estrategia es competencia del Ministerio para la Transición Ecológica, y su seguimiento se llevará a cabo a través del Grupo de Trabajo de Especies Exóticas Invasoras, dependiente del Comité de Flora y Fauna Silvestres. En este ámbito, se podrá contar con especialistas en botánica, invasiones vegetales, gestión de flora, etc. para realizar propuestas de protocolos de actuación.

El Grupo de Trabajo de Especies Exóticas Invasoras, asistido por los expertos que se considere, llevará a cabo el seguimiento de la aplicación de la estrategia y la mejora y propuesta de actualización de la misma. Para cumplir con ello, tendrá como objetivos generales en relación a esta Estrategia los siguientes:

- Elaborar y actualizar protocolos de prevención y fomentar la aplicación de los ya existentes;
- Recopilar información facilitada por comunidades autónomas, confederaciones hidrográficas y otros organismos implicados y centralizar los datos;
- Informar a las distintas administraciones sobre el desarrollo de las actuaciones;
- Asesorar y proponer soluciones ante cualquier incidente surgido en las campañas de control;
- Fomentar la interacción y el intercambio de información, incluyendo la de tipo cartográfico, entre las distintas administraciones, al objeto de poder difundir la información.

El Ministerio para la Transición Ecológica realizará las funciones de coordinación a través de la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural en cuantos foros o reuniones se programen a nivel internacional. Se fomentará el establecimiento de medidas de coordinación y colaboración con otros países que tengan problemática similar. Se fomentará, asimismo, la participación e implementación de las resoluciones y recomendaciones en esta materia de los convenios internacionales suscritos por España.

Se contempla la posibilidad de crear un equipo técnico de asesoramiento en campo -o intervención inmediata- para que actúe en los casos de pronta detección, al objeto de eliminar focos incipientes.

Dado el carácter transfronterizo de dicha problemática en la que están implicadas administraciones de España y Portugal, la CHG junto con la Agência Portuguesa do Ambiente (Administração da Região hidrográfica do Alentejo), EDIA y la Junta de Extremadura a través de la Dirección General de Medio Natural, se presentaron a la primera convocatoria del Programa de Cooperación INTERREG España-Portugal

(POCTEP), dando como resultado el proyecto ACECA “Actuaciones para el control y la eliminación del camalote en el tramo transfronterizo del río Guadiana”, cuyo objetivo es desarrollar un plan de lucha contra la especie invasora *Eichhornia crassipes* mediante actuaciones de coordinación conjunta entre las administraciones de los dos países. Dentro de este proyecto se ha aprobado el “Protocolo de actuación entre España y Portugal para el control del camalote en el río Guadiana” (CHG, 2018a).

VI. SEGUIMIENTO DE LA EFICACIA DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

Para cumplir con esta finalidad, se podrá crear un subgrupo (o ponencia) especializado en el camalote en el seno del Grupo de Trabajo de Especies Exóticas Invasoras. Dicho subgrupo, o en su defecto directamente el Grupo de Trabajo de Especies Exóticas Invasoras, tendrán como objetivo en relación al seguimiento de la eficacia de la aplicación de esta estrategia la elaboración de informes de forma periódica sobre la situación y evolución de la problemática de la especie y sobre el nivel de cumplimiento, funcionamiento y aplicación de la propia Estrategia y los planes y proyectos relacionados con la especie.

El Ministerio para la Transición Ecológica fomenta el empleo de tecnologías de detección remota y GPS para la elaboración de un sistema de información geográfica lo más completo posible. Todo ello deberá mantenerse actualizado, y se procurará que permita consultar la distribución mediante una aplicación informática asociada. Todo ello con objeto de mejorar la coordinación de las actuaciones entre las distintas comunidades autónomas. Para permitir el seguimiento y la eficacia de la estrategia se procederá a la:

- Creación de una base de datos centralizada;
- Creación de una cartografía específica y actualización de la misma.

Se actualizará periódicamente la cartografía de distribución de la especie en el territorio nacional. Todo ello se realizará con la información proporcionada por las administraciones competentes, con la coordinación del MITECO.

6.1 Indicadores de cumplimiento de la estrategia

Para realizar el seguimiento en la aplicación de esta Estrategia, es necesario aplicar un conjunto de indicadores o descriptores. Estos indicadores o descriptores deberán informar acerca del grado de aplicación de las diferentes acciones contenidas en la Estrategia, así como del éxito obtenido a través de las mismas. Se proponen, al menos, los siguientes:

- Superficie afectada total (hectáreas, cuadrículas UTM) y su evolución en el tiempo;
- Superficie afectada en áreas protegidas y su evolución en el tiempo (cuadrículas UTM);
- Número de nuevos focos de invasión;
- Tiempo transcurrido entre la detección de un nuevo foco y el comienzo de la actuación;
- Inversión dirigida al control de *Eichhornia crassipes*;
- Unidad de superficie sobre la que se han llevado a cabo trabajos de control o erradicación;
- Densidad de la especie en el espacio analizado y su evolución después de actuar;

- Alertas y actuaciones de gestión temprana del camalote a lo largo del tiempo;
- Proyectos de investigación sobre todo en control biológico financiados con fondos públicos con resultados aplicables a lo largo del tiempo;
- Coste de la implantación y mantenimiento de las medidas de gestión;
- Número de buenas prácticas agrarias implementadas para reducir la afluencia de nutrientes a las masas acuáticas;
- Perímetro de masas acuáticas restaurado / repoblado con vegetación autóctona.

VII. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS COSTES

El coste económico de la gestión del camalote en cualquier parte del mundo es muy elevado. Ello incluye un coste significativo, en términos económicos y ecológicos (que normalmente no se cuantifican por falta de información). Así pues, un programa de control integrado del camalote debe ser estructurado de acuerdo a las características de cada lugar (Jiménez, 2004).

En todo caso, en la aplicación de esta estrategia deberán evaluarse los costes de las actuaciones de gestión. Como referencia para anticipar posibles costes, es posible tomar en consideración algunas cifras disponibles.

Los costes pueden ser muy variables, en función de las características de cada lugar, de las actuaciones emprendidas y del momento de la actuación. A modo de ejemplo, en la Comunidad Valenciana, en el Marjal de Castellón, se gastaron unos 75.500 € para eliminar 193.375 kg de planta, lo que supone unos 390 € por cada tonelada de planta. Por su parte, en la zona afectada del río Albaída, el coste fue superior, llegando a 554 €/tn. En el Guadiana el coste por tonelada ronda unos 40 €, el total ha llegado a superar los 40 millones de euros en 14 años. En todos estos casos se usaron únicamente métodos mecánicos, que resultan ser los más laboriosos y costosos.

No obstante, el desarrollo de todas las acciones de control deberá ser computado y registrado a fin de poder informar a la Comisión Europea, en cumplimiento del art. 24 del Reglamento 1143/2014 de 22 de octubre. Por ello, en el seno del Grupo de Trabajo de Especies Exóticas Invasoras se recopilará esta información periódicamente.

VIII. VIGENCIA Y REVISIÓN DE LA ESTRATEGIA

El ámbito de aplicación de la estrategia abarca todo el territorio nacional. Su vigencia es indefinida, realizándose su revisión cada cinco años y, de cualquier forma, cuando lo exija la situación de la especie objetivo. El órgano encargado de supervisar el grado de cumplimiento de la Estrategia será la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad. No obstante, se recomienda evaluar periódicamente su cumplimiento y revisar en qué fase se encuentra. De esta forma, la estrategia tiene que ser flexible para ir adaptando el trabajo e intensidad según los resultados obtenidos.

En la medida en que se produzcan y conozcan variaciones sustanciales respecto al control de esta especie exótica invasora, se podrá ir revisando el contenido, redefiniendo las directrices o medidas previstas que se estimen necesarias, con objeto de evaluar la respuesta a las medidas de gestión, control y posible erradicación propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrett, S. C. (1980). Sexual reproduction in *Eichhornia crassipes* (water hyacinth). II. Seed production in natural populations. *Journal of Applied Ecology*, 113-124.
- Bownes A, Hill MP y Byrne MJ. 2010. Evaluating the impact of herbivory by a grasshopper, *Cornops aquaticum* (Orthoptera: Acrididae), on the competitive performance and biomass accumulation of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae). *Biological Control* 53: 297-303
- Brunel, S., Brundu, G. y Fried, G. 2013. Eradication and control of invasive alien plants in the Mediterranean Basin: towards better coordination to enhance existing initiatives. *EPPO Bull*, 43: 290–308. doi:10.1111/epp.12041
- Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG). 2016. Gobernanza y Estrategia para la lucha contra la especie invasora *Eichhornia crassipes* (Camalote o Jacinto de agua) en la cuenca del Guadiana https://www.chguadiana.es/sites/default/files/2018-02/Gobernanza%20y%20Estrategias%20para%20la%20lucha%20contra%20las%20especies%20invasoras%20en%20la%20Cuenca%20del%20Guadiana_0.pdf
- Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG). 2017. Informe-memorandum sobre el problema de las especies invasoras y su relación con la calidad de las aguas en el río Guadiana
- Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG). 2018a. Protocolo de actuación entre España y Portugal para el control del camalote en el río Guadiana. Proyecto ACEC. <https://www.chguadiana.es/cuenca-hidrografica/especies-exoticas-invasoras/actuaciones/actuaciones-contr-el-camalote-o-jacinto-de-agua/proyecto-poctep-0353aceca4e>
- Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG). 2018b. *Monitorización y seguimiento de daños ambientales derivados de las invasiones del jacinto de agua en la cuenca del Guadiana*. <https://www.chguadiana.es/sites/default/files/2018-01/Monitorizacion%20y%20seguimiento%20danios%20ambientales%20del%20camalote.pdf>
- Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG). 2018c. Ensayos para la determinación experimental de las tasas de evapotranspiración del camalote en el tramo medio del Guadiana. https://www.chguadiana.es/sites/default/files/2019-02/Informe%20camalote%20evapotranspiraci%C3%B3n_0.pdf
- Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG). 2018d. Estudio del banco de semillas de *Eichhornia crassipes* (mart.) solms-laub en la cuenca del Guadiana. <https://www.chguadiana.es/cuenca-hidrografica/especies-exoticas-invasoras/actuaciones/actuaciones-contr-el-camalote-o-jacinto-de-agua/semillas-de-eichhornia-crassipes>
- Clewley, GD, Eschen, R, Shaw, RH y Wright, DJ. 2012. The effectiveness of classical biological control of invasive plants. *Journal of Applied Ecology*. 49: 1287-1295
- Cook, CDK. 1998. Pontederiaceae. In *Families and genera of vascular plants IV*. ed. K. Kubitzki, Springer-Verlag, Berlin, pp. 395-403

- Dagno, K., Lahlali, R., Diourté, M., y Jijakli, H. 2012. Fungi occurring on waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach) in Niger River in Mali and their evaluation as mycoherbicides. *Journal of Aquatic Plant Management*, 50, 25-32.
- EPPO (EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION). 2008. Report of a Pest Risk Analysis: *Eichhornia crassipes*. 08-14408 WPPR point 8.3
https://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_plants/08-14408_PRAreport_Eichhornia.pdf
- EPPO (EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION). 2008. EPPO data sheet on Invasive Plants. *Eichhornia crassipes* and *Eichhornia azurea*. 08-14417 WPPR point 8.3.
https://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_plants/draftds/08-14417_DRAFT_DS_Eichhornia.pdf
- GEIB. 2006. TOP 20: Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España. GEIB, Serie Técnica N.2. Pp.: 116.
http://www.biolveg.uma.es/links/top20_final.pdf
- Gopal, B., 1987. *Aquatic Plant Studies 1. WaterHyacinth*. Elsevier, Oxford, p. 471
- Harley, K.L.S. 1996. Malezas acuáticas. En: Labrada, R., Caseley, J.C. y Parker, C. *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, ISSN 1014-1227.
<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0a.htm>
- Jiménez, M. M. 2004. Progresos en el manejo del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) En: Labrada, R., Caseley, J.C. y Parker, C. *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120. Add. 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, ISSN 1014-1227.
<http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0c.htm>
- Julien, M.H. 2001. Biological control of water hyacinth with arthropods: A review to 2000. In: Biological and Integrated Control of Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Julien MH, Hill MP, Center TD y Jianqing D eds.): 8-20. *ACIAR Proceedings*
- King A y Nongogo A. 2011. *Cornops aquaticum* –Free at last. *Plant Protection News* 89: 14
- Kriticos, D. J., y Brunel, S. 2016. Assessing and Managing the Current and Future Pest Risk from Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*, an Invasive Aquatic Plant Threatening the Environment and Water Security. PLoS ONE, 11(8), e0120054
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0120054>
- Kunatsa, T., Madiye, L., Chikuku, T., Shonhiwa, C., Musademba, D., 2013. Feasibility study of biogas production from water hyacinth case of lake Chivero e Harare, Zimbabwe. *Int. J. Eng. Technol.* 3, 119-128
- Lallana, V.H., R.A. Sebastian y M.D.C. Lallana. 1987. Evapotranspiration from *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia herzogii* and *Azolla caroliniana* during summer in Argentina. *Journal of Aquatic Plant Management* 25:48-50

- Luu Kien, T. y Getsinger, K.D. 1988. Control points in the growth cycle of water hyacinth. Aquatic Plant Control Research Programme. US Army Corps of Engineers. Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, Estados Unidos de América
- MITECO. Ministerio para la Transición Ecológica. 2013. Ficha Técnica Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/eichhornia_crassipes_2013_tcm7-307062.pdf
- Masifwa, W.F. Twongo, T. y Denny, P. 2001. The impact of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms on the abundance and diversity of aquatic macroinvertebrates along the shores of northern Lake Victoria, Uganda. *Hydrobiologia*, 452, 79–88
- Midgley J.M., Hill M.P. y Villet M.H. 2006. The effect of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach (Pontederiaceae), on benthic biodiversity in two impoundments on the New Year's River, South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, 31, 25–30
- Oberholzer IG, Hill MP .2001. How safe is the grasshopper *Cornops aquaticum* for release on water hyacinth in South Africa? In Julien MH, Hill MP, Center TD, Jianqing D (eds). Biological and integrated control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. Canberra, *ACIAR Proceedings*, p.82-88
- Ogwang, J.A. y R. Molo. 2004. Threat of water hyacinth resurgence after a successful biological control program. *Biocontrol Science and Technology* 14(6):623-626
- Ogutu-Ohwayo, R., Hecky, R.E, Cohen, A.S. y Kaufman, L.. 1997. Human impacts on the African Great Lakes. *Environmental Biology of Fishes* 50:117-131
- Opande, G.O., J.C. Onyango y S.O. Wagai. 2004. Lake Victoria: The water hyacinth (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms), its socio-economic effects, control measures and resurgence in the Winam Gulf. *Limnologica* 34:105-109
- Parolin, P., Rudolph, B., Bartel, S., Bresch, C., y Poncet, C. (2010, August). Worldwide invasion pathways of the South American *Eichhornia crassipes*. In *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 937* (pp. 1133-1140)
- Penfound, W.M.T y Earle, T.T. 1948. The biology of the water hyacinth. *Ecological Monographs* 18:448-473
- Pieterse, A.H., Aris, J.J.A.M. y Butter, M.E. 1976. Inhibition of float formation in water hyacinth of gibberellic acid. *Nature*: Vol 266, 423-424
- Pratt, C.F., Shaw, R.H., Tanner R.A., Djeddour, Dj.H. y J.G.M. 2013. Biological control of invasive non-native weeds: An opportunity not to be ignored (p. 144-154) *Entomologische berichten* 73(4) 144-154
- Reddy K.R., M. Agami y J.C. Tucker 1989. Influence of nitrogen supply rates on growth and nutrient storage by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) plants. *Aquatic Botany* 36: 33-43

- Reddy K.R., M. Agami y J.C. Tucker. 1990. Influence of phosphorus on growth and nutrient storage by water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) plants. *Aquatic Botany* **37**: 355-365
- Reddy K.R., M. Agami, E.M. D'Angelo y J.C. Tucker. 1991. Influence of potassium on growth and nutrient storage by water hyacinth. *Bioresource Technology* **37**: 79-84
- Rezania S., Ponraj M., Talaiekhosani A., Mohamad S.E., Md Din M.F., Taib S.M., Sabbagh F., Sairan F.Md. 2015. Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater. *Journal of Environmental Management* **163**, 125-133
- Richards, J. H. 1983. Heteroblastic Development in the Water Hyacinth *Eichhornia crassipes* Solms. *Botanical Gazette*, **144**, (2):247-259
- Ruiz Téllez, T., López, E. M. D. R., Granado, G. L., Pérez, E. A., López, R. M., y Guzmán, J. M. S. 2008. The water hyacinth, *Eichhornia crassipes*: an invasive plant in the Guadiana River Basin (Spain). *Aquatic Invasions*, **3**(1), 42-53
- Ruiz Téllez, T. 2016. Informe para la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Extremadura. Solicitud UME contra *E. crassipes*. *ResearchGate* DOI: 10.13140/RG.2.1.4015.3365
<https://www.researchgate.net/publication/294725598>
- Ruiz Téllez, T., Brufao Curiel, P., Blanco Salas, José y Vázquez Pardo, F. M. 2016. Pasado, presente y futuro de una invasión biológica: *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Camalote) en el río Guadiana. *Conservación vegetal* Num.20 ISSN: 1137-9952
- Sanz Elorza, M., Dana Sánchez, E.D. y Sobrino Vesperinas, E., eds. 2004. Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 384 pp
- Silva, F R J da, Marques, M. I., Battirola, L. D., y Lhano, M. G. 2010. Phenology of *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera: Acrididae) in *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) in the northern region of Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Neotropical Entomology*, **39**(4), 535-542.
<https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400011>
- Toft J.D., Simenstad C.A., Cordell J.R. y Grimaldo L.F. 2003. The effects of introduced water hyacinth on habitat structure, invertebrate assemblages, and fish diets. *Estuaries*, **26**, 746–758
- Verdejo A., E., Aibar L., J. ;Cirujeda R., A.;Palmerín R., J. A.; Taberner i Palou, A.; Zaragoza L., C. 2006. Plantas Invasoras. El Lirio de Agua. *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms y Laubanch *Folleto de Sanidad Vegetal*, 1:1-8
http://invasiber.org/fitxa_detalls.php?taxonomic=3&idfitxa=107
- Williams, A.E., Duthie, H.C. and Hecky, R.E. 2005. Water hyacinth in Lake Victoria: Why did it vanish so quickly and will it return? *Aquatic Botany* **81**:300-314
- Wilson, J.R.U., O. Ajuonu, T.D. Center, M.P. Hill, M.H. Julien, F.F. Katagira, P. Neuenschwander, S.W. Njoka, J. Ogwang, R.H. Reeder and T. Van. 2007. The decline of water hyacinth on Lake Victoria was due to biological control by *Neochetina* spp. *Aquatic Botany* **87**:90-93

Witte F., T. Goldschmidt, J.H. Wanink, M. van Oijen, K. Goudswaard, E. Witte-Maas y N. Bouton. 1992. The destruction of an endemic species flock: Quantitative data on the decline of the haplochromine cichlids of Lake Victoria. *Environmental Biology of Fish* 34:1-28

ANEXO 1: PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA

Ricardo Gómez Calmaestra
Juan Manuel Villares Muyo
Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO)

Mihaela Pirvu
Felipe Morcillo Alonso
Maria Del Carmen Molina Moya
Isabel Lorenzo Iñigo
Empresa de Transformación Agraria (TRAGSATEC)

Nicolás Cifuentes y de la Cerra
Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG)

Joan Mayol Serra
Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca
Gobierno de las Islas Baleares

Juan Jiménez Pérez
Generalitat Valenciana

María Jesús Palacios González
Junta de Extremadura

Javier Pérez Gordillo
Sociedad de Gestión Pública de Extremadura (GPEX)

ANEXO 2: PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN MECÁNICA PARA GRANDES EXTENSIONES

En el caso de la presencia de amplias extensiones de camalote en las masas de agua, se pueden establecer cinco fases de actuación:

1.- Fase mecanizada de extracción en verde

Situación operativa en la que se requiere la extracción masiva de camalote **lo antes posible**, mediante el empleo de medios mecánicos. La estrategia consiste en compartimentar el río a través de barreras y retirar grandes cantidades mediante medios mecánicos (retroexcavadora y camiones, ayudados por embarcaciones). Los factores limitantes operacionales son el número de puntos apropiados de extracción, así como el número de embarcaciones que acercan planta a la maquinaria. Son necesarias entre 2 y 4 embarcaciones por punto de extracción.

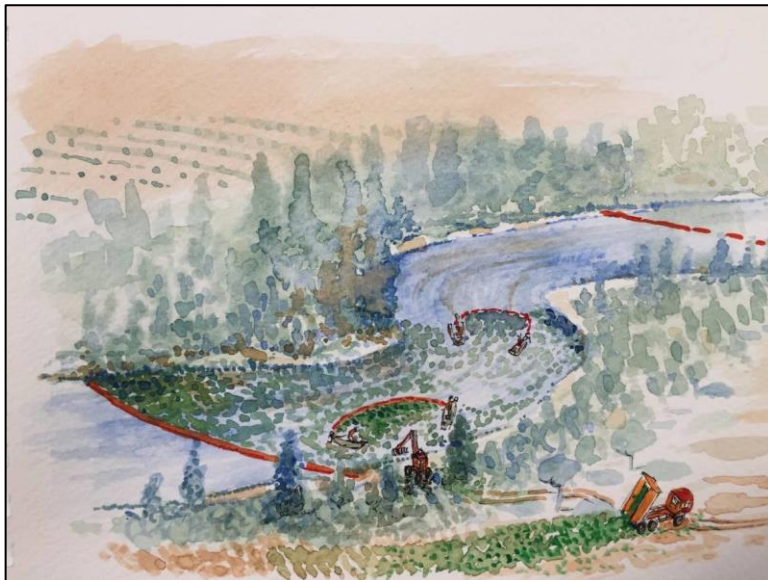


Figura 1. Representación de la primera fase. Fuente: Antonio Marcelo

2.- Fase mecanizada de extracción en pardo

Es la continuación de la fase anterior, una vez que la planta ha ralentizado su crecimiento, hasta que se eliminen totalmente las manchas y grandes acúmulos de las barreras.



Figura 2. Representación de la segunda fase. Fuente: Antonio Marcelo

3.- Fase de pre-erradicación

Situación operativa de extracción de camalote **mediante medios fundamentalmente manuales** una vez que ya no hay grandes manchas y el camalote ha sido reducido a la orla de las orillas. Manualmente y/o ayudados de herramientas manuales se procederá a la retirada y rebusco de la planta sujeta en las orillas. Esta fase se puede solapar con la anterior en un mismo subtramo. Lo aconsejable es actuar de aguas arriba a aguas debajo de cada subtramo, bien extrayendo la planta directamente o bien liberando para ser retenidas y extraídas en las barreras. Se trata de un trabajo especialmente difícil que requiere de un gran número de personal y del repaso constante de todas las orillas, islas, brazos, charcas laterales, vegetación palustre, etc.

Se requiere, en cada caso, diferentes materiales para el personal (vadeadores, herramientas de recogida, herramientas de corte, chalecos, etc.) sistemas de acceso (vehículos, embarcaciones, anfibios, etc.) y sistemas de extracción (pequeña maquinaria, depósitos, baldes, remolques, sacos, cintas, barreras, camiones 4x4, etc).

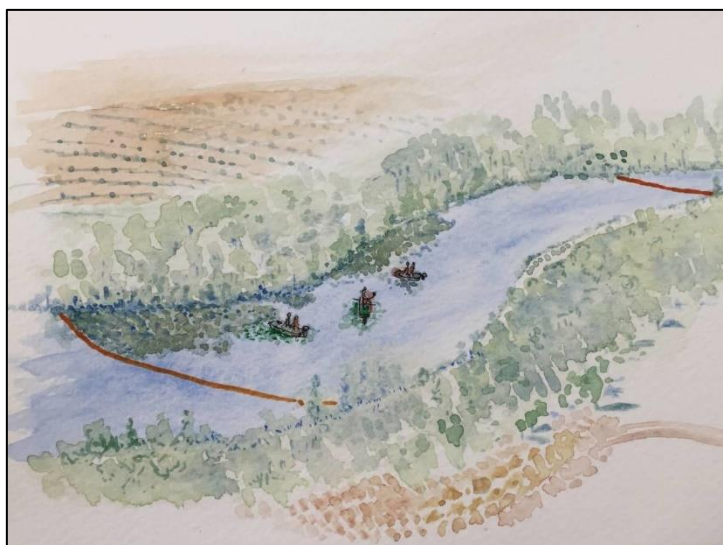


Figura 3. Representación de la tercera fase. Fuente: Antonio Marcelo

4.- Fase de vigilancia y alerta temprana

Situación operativa (y deseable) en la que **ya no existe presencia visible de camalote**, desarrollándose en este momento una vigilancia y búsqueda activa de posibles nuevos brotes de plantas. Consisten los trabajos en búsqueda de la planta y actuación inmediata ante posibles nuevos brotes, cuando las temperaturas aumenten. El éxito de esta fase radica en la rapidez de acceder y retirar la planta en el momento que se detecte un rebrote y en la constancia del repaso de las orillas, aunque no exista evidencia de presencia de planta.

En esta fase se debe garantizar durante todo el año -y de forma permanente- la existencia de personal suficiente que pueda acceder rápidamente a los diferentes puntos del río previamente limpios. La falsa sensación de no presencia de planta puede dar lugar al error de que ya no es necesario disponer de dichos equipos. Los trabajos tienen que ser reforzados con sistemas de vigilancia (vuelos, satélites, drones, patrullas, etc.) que favorezcan la alerta temprana.

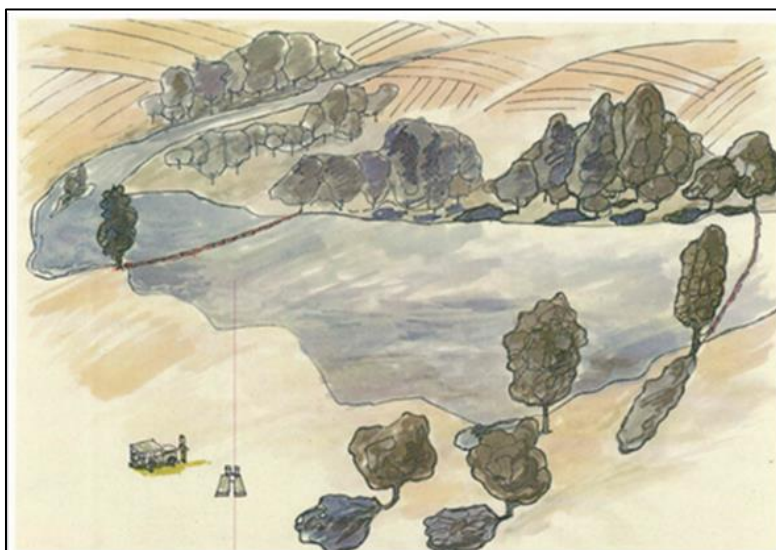


Figura 4. Representación de la cuarta fase. Fuente: Antonio Marcelo

5.- Fase de gestión de material extraído

Trabajo de gestión del material extraído del río que **se produce durante todas las anteriores fases**. Se procederá a inmovilizar la planta en el Dominio Público Hidráulico para su procesado y/destrucción. Se debe garantizar que el material extraído no pueda infectar a otras zonas en las que el camalote no está presente, buscando métodos para su procesado y/o destrucción. Se debe tener en cuenta que si bien existen muchos procesos en la industria que pueden realizar este tipo de trabajo con bajos costes, deberán contar con autorización expresa de la administración, incluyendo la necesaria desde la UE de acuerdo a lo dispuesto en el Reglamento UE 1143/2014 (asegurando la destrucción total tanto de la planta como de la semilla).

Para obtener más información se puede consultar el documento “Gobernanza y Estrategia para la lucha contra la especie invasora *Eichhornia crassipes* (Camalote o Jacinto de agua) en la cuenca del Guadiana”⁷.

⁷ https://www.chguadiana.es/sites/default/files/2018-2/Gobernanza%20y%20Estrategias%20para%20la%20lucha%20contra%20las%20especies%20invasoras%20en%20la%20Cuenca%20del%20Guadiana_0.pdf

ANEXO 3: PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE UN ORGANISMO DE CONTROL BIOLÓGICO PARA *EICHHORNIA CRASSIPES*⁸.

Los ensayos se podrían realizar con *Neochetina eichhorniae*, el organismo de control biológico (OCB) más ampliamente utilizado y con mayor éxito en todo el mundo para el control del camalote. *N. eichhorniae* reduce la producción de hojas y flores, así como la reproducción vegetativa, la acumulación de biomasa y el vigor general de la planta.

ACTIVIDAD 1. Ensayo de vulnerabilidad del camalote de diferentes localidades de España y Portugal y de tolerancia climática para *N. eichhorniae*

Objetivo: verificar el grado de vulnerabilidad de las plantas de camalote presentes en España y Portugal a *N. eichhorniae*.

Las etapas que requiere esta primera actividad son:

- Importación del OCB (de Sudáfrica)
- Recolección de plantas de jacinto de agua de diferentes localidades y envío al organismo responsable de la ejecución del ensayo
- Establecer los cultivos de estas plantas
- Comprobar la vulnerabilidad al OCB en instalaciones de cuarentena
- Desarrollar modelos climáticos para comprobar que *N. eichhorniae* es compatible con el clima de las localidades donde se desarrolla el camalote
- Elaborar los informes correspondientes

Tiempo aproximado para la actividad 1: 5 meses

Posibles responsables de la ejecución: CABI para el ensayo y Universidad de Stellenbosch para la modelización

Presupuesto aproximado de esta actividad: 50-60.000 €

Esta actividad es una etapa clave, pues si el resultado es negativo se detiene en este punto.

ACTIVIDAD 2. Ensayo de amplitud trófica del OCB empleando diferentes especies vegetales

Objetivo: demostrar la seguridad (especificidad) del OCB respecto a un número (n= 25) de especies vegetales no objetivo de importancia en España y Portugal. Con ese fin se realizan ensayos en los que se ofrece al OCB múltiples opciones para alimentarse (con elección) y una única opción (sin elección). Las etapas que requiere esta actividad son:

- Establecimiento de la lista de plantas que deben evaluarse
- Propagación de las plantas
- Ensayos de alimentación sin elección
- Ensayos de ovoposición y desarrollo sin elección
- Ensayos de alimentación con elección
- Ensayos de ovoposición y desarrollo con elección

⁸ Protocolo elaborado por el Servicio de Vida Silvestre de la Comunitat Valenciana con el asesoramiento del Dr. Richard Shaw del Centre for Agriculture Bioscience International (CABI).

Tiempo aproximado para la actividad 2: 18 meses

Posibles responsables de la ejecución: CABI

ACTIVIDAD 3. Cría masiva del OCB

Tiempo aproximado para la actividad 3: de 1 a 5 meses

Posibles responsables de la ejecución: CABI inicialmente y, posteriormente, organismos españoles.

ACTIVIDAD 4. Seltas del OCB en campo

Las sueltas se realizarían durante tres años y se realizaría un seguimiento del impacto del insecto. Se deberían obtener con carácter previo datos previos del estado de la invasión para poder evaluar el impacto del OCB.

El tiempo necesario aproximado para la obtención del OCB estaría alrededor de los 2 años. Las introducciones masivas del insecto combinadas con el seguimiento de impactos se prolongarían durante tres años.

El coste global de esta iniciativa se situaría en torno a los 500.000 euros (+10% posibles contingencias).

El coste podría ser compartido por España y Portugal, habida cuenta del interés de ambos países en la obtención del OCB.