



MANUAL DE GESTIÓN DE LA CAÑA COMÚN

EXPERIENCIAS DE LA
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA
DEL SEGURA, O.A.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



MANUAL DE GESTIÓN DE LA CAÑA COMÚN

EXPERIENCIAS DE LA
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA
DEL SEGURA, O.A.



Catálogo de publicaciones del Ministerio: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones.html>
Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpage.mpr.gob.es/>

Título: Manual de gestión de la caña común: Experiencias de la Confederación Hidrográfica del Segura, O.A.

Edición: 2024



**MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN
ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO**

Edita:

© SUBSECRETARÍA
Gabinete técnico

NIPO (papel): 674-24-001-0
NIPO (línea): 674-24-002-6
ISBN (papel): 978-84-18778-35-3
ISBN (línea): 978-84-18778-36-0
Depósito legal: M-14012-2024

CRÉDITOS

Dirección: Lafuente Sacristán, Eduardo (CHS, O.A.)

Coordinación: Sánchez-Pérez, Ana (Tragsatec)

Redacción: Sánchez-Pérez, Ana (Tragsatec); Villalba Gómez, Francisco (Tragsa)

Aportaciones:

Recopilación de información, revisión de texto y formato (todos los capítulos):

Almansa Paredes, Francisco Javier (Tragsatec); Aneas Alaminos, María Carmen (Tragsa); Barahona Hernández, José (Tragsatec); Martínez Saura, Carmen María (Tragsatec); Olivo del Amo, Rosa (Tragsatec); Pina Mingorance, Virginia (Tragsatec); Vicén Gallego, Carmen (Tragsatec); Viguera Bravo, Cristina (Tragsatec)

Participación en la elaboración de diferentes apartados:

Capítulos 1, 2, 3 y 8: Velasco García, Josefa (Universidad de Murcia): Introducción, biología, ecología y distribución de la especie, impactos y trabajos experimentales.

Capítulo 2: Del Carne, María; Mojo i Agut, Robert; Chacón Moreno, Eulogio y Gaitán Fernández, Emma (Fundación para la Investigación del Clima): Distribución de la caña común – proyecto de modelización y creación de mapas.

Capítulos 2, 3, 7 y 8: Sánchez-Balibrea, Jorge (ANSE): Descripción de la caña judía, impactos en la biodiversidad, análisis de costes y trabajos experimentales.

Capítulos 2 y 8: Guardiola Gómez, Ángel (ANSE) y Robledano Aymerich, Francisco (Universidad de Murcia): Impactos en la biodiversidad y trabajos experimentales.

Capítulo 3: Ollero Ojeda, Alfredo (Universidad de Zaragoza): Impactos en la hidromorfología.

Capítulos 4, 7 y 8: Beltrán Nadal, Eva y Silva Fernández, Tania (CHJ, O.A.): Métodos de control y eliminación de caña, análisis de costes y trabajos experimentales.

Capítulo 4: Calvo Tomás, Adolfo (CHE, O.A.): actuaciones en la cuenca hidrográfica del Ebro.

Correcciones externas:

Agradecimiento especial por sus aportaciones en la revisión del documento a Sonia Hernández López (CHS, O.A.) y Francisco Javier Monte Morgado (Dirección General del Agua)

Edición: Confederación Hidrográfica del Segura, O.A. (CHS, O.A.)

Diseño y maquetación: OTRO CONCEPTO S.L.

Fotografías: Almansa Paredes, Francisco Javier (Tragsatec); Villalba Gómez, Francisco (Tragsa); Sánchez Balibrea, Jorge (ANSE); Parra González, Rosa (CHS, O.A.); Grupo Tragsa; Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, O.A.) y Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ, O.A.)

Ilustraciones: Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE), OTRO CONCEPTO S.L.

El contenido de esta publicación podrá utilizarse citando la fuente. A efectos bibliográficos, este documento debe citarse como:

Sánchez-Pérez, A. y Lafuente Sacristán, E. (Coords). 2024. *Manual de gestión de la caña común: Experiencias de la Confederación Hidrográfica del Segura, O.A.* Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid.



PRÓLOGOS

La recuperación del buen estado ecológico de las masas de agua se establece como uno de los principales objetivos de la Directiva Marco del Agua. Esto implica proteger y mejorar el estado de los sistemas acuáticos, prevenir el deterioro adicional y reducir las presiones sobre el recurso hídrico.

La restauración de ríos es una prioridad para la Dirección General del Agua (DGA), desde donde trabajamos incansablemente para restaurar y conservar la salud de nuestros ecosistemas fluviales, promoviendo la biodiversidad, garantizando la disponibilidad de agua de calidad y fortaleciendo la resiliencia frente a los impactos del cambio climático. En 2005 se creó la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (ENRR), liderada por la DGA, la cual establece un marco para la planificación y ejecución de acciones de restauración en todo el territorio nacional. Con la reciente actualización de la ENRR 2023-2030, se ha renovado y fortalecido nuestro compromiso con la recuperación de los ríos y riberas, incorporando disposiciones clave de la ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética. Su objetivo es claro: abordar de manera integral los desafíos que enfrentan nuestros ríos, incluida la gestión de especies exóticas invasoras, mediante la implementación de medidas efectivas y adaptativas.


La proliferación de especies exóticas invasoras como la caña común, representa una de las mayores amenazas para los sistemas fluviales. Esta especie, capaz de ocupar grandes extensiones y desplazar a las especies nativas, supone un grave problema de gestión en varias de nuestras cuencas. Así pues, en el año 2009 y siguiendo los criterios establecidos en la ENRR, la DGA inicia el "Proyecto de I+D+i de Optimización de los Sistemas de Eliminación y Control de Cañaverales para Mejora del Estado Ecológico y Recuperación de la Capacidad de Desagüe de los Ríos", donde se plantearon nuevas estrategias para controlar los impactos asociados a esta especie. Siguiendo este trabajo, en la cuenca del Segura, una de las regiones más afectadas por la proliferación de la caña, la Confederación Hidrográfica del Segura, O. A., con el respaldo de la DGA, ha realizado un gran esfuerzo en la implementación, desarrollo y mejora de las nuevas técnicas.

Después de más de 15 años llevando a cabo actuaciones en toda la cuenca, surge este manual que recoge la experiencia de esta y otras confederaciones, cuyo propósito es proporcionar una guía para la aplicación de técnicas de eliminación de caña en cualquier ámbito del territorio español, y que espero sea de gran utilidad en el ámbito de la gestión fluvial.

D. Francisco Javier Sánchez Martínez

Subdirector General de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos

Dirección General del Agua



La presencia de la especie invasora *Arundo donax* (caña común) en la cuenca del Segura representa un desafío ambiental que requiere medidas de gestión dirigidas a reducir los múltiples impactos asociados a su expansión. En esta cuenca, donde las lluvias torrenciales son frecuentes y pueden dar lugar a rápidos aumentos de caudal, las administraciones implicadas han focalizado sus esfuerzos en mejorar la capacidad de desagüe de los cauces. Así, año tras año se destinaban importantes recursos para reducir la densidad de los cañaverales con efectos muy limitados en el tiempo. Es importante destacar que la caña tiene, además de un gran impacto medioambiental, significativos efectos sobre el consumo de agua, ya que posee un gran poder de evapotranspiración por su rápido crecimiento, lo cual hace que sea un problema crítico en esta cuenca debido al déficit estructural de la misma.

Es a partir de 2009, con la puesta en marcha del “Proyecto de I+D+i de Optimización de los Sistemas de Eliminación y Control de Cañaverales” de la DGA, cuando la Confederación Hidrográfica del Segura, O.A. (CHS, O.A.) plantea un cambio en el modelo de gestión de cañaverales que se venía aplicando hasta ese momento. En el marco de este proyecto en la cuenca del Segura se comenzaron a implementar nuevas técnicas de erradicación de la caña, donde se incluye como parte esencial la restauración del bosque de ribera autóctono. El objetivo principal es lograr un sistema ribereño capaz de autorregularse y mantenerse por sí mismo en el tiempo con la finalidad de recuperar la dinámica natural de los ríos.

La restauración ambiental de nuestros cauces y sus riberas se ha convertido en una prioridad para la CHS, O.A. Su compromiso con la innovación, el gran número de intervenciones realizadas y su vasta experiencia en una amplia gama de entornos que abarcan desde arroyos de cabecera hasta los principales ejes fluviales y ramblas temporales, han posicionado a esta institución como un referente destacado en la gestión de cañaverales y la recuperación del bosque de ribera. La edición de este manual surge de la necesidad de condensar la experiencia acumulada a lo largo de estos años en un documento práctico que sirva como herramienta para aplicar las técnicas de manera efectiva, optimizar los recursos y maximizar el impacto de las intervenciones realizadas.

En este contexto, la CHS, O.A. tiene proyectada una inversión de 20 millones de euros para los próximos 4 años destinados a la restauración de más de 80 kilómetros de riberas. Esta iniciativa representa uno de los proyectos más ambiciosos de restauración ambiental que existen en las cuencas españolas, lo que nos acerca cada vez más a la meta de una recuperación integral de la cuenca.

D. Mario Andrés Urrea Mallebrera
Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura
Confederación Hidrográfica del Segura, O.A.



PRESENTACIÓN

Esta guía nace de la necesidad de dejar constancia de todas aquellas experiencias y vivencias que son el resultado de los éxitos y errores surgidos a lo largo de más de 15 años de lucha contra ese “enemigo” implacable de nuestros ecosistemas que es la caña. Me gustaría hablar en plural porque este es un trabajo muy coral en el que han participado diferentes administraciones y sus asistencias técnicas, universidades y centros de investigación, diversas ONG y asociaciones e incluso particulares ante este reto común.

Hemos tratado de crear una guía eminentemente práctica, huyendo de tecnicismos y descripciones complejas para intentar que sea lo más útil posible. A quienes ya os habéis enfrentado y habéis sufrido la increíble capacidad regenerativa de la caña, creemos que esta guía os puede ayudar en vuestros proyectos. Para quienes empezáis a lidiar con ella puede ser un buen punto de partida para definir vuestras actuaciones e iniciar vuestras propias pruebas. Somos conscientes de que la gran diversidad de los espacios fluviales y la propia ecología de la caña hacen que la casuística sea muy diversa y que las técnicas aquí descritas pueden necesitar modificaciones para adaptarlas a cada caso concreto. Aún así esperamos que os resulte útil como base para desarrollar vuestros proyectos y poder conseguir mejores resultados.

Quizá ya tenemos una idea clara de cómo combatir la caña pero sigue siendo un proceso largo y costoso, por lo que esta guía no deja de ser una foto fija de lo que sabemos en el año 2024. El proceso de aprendizaje es continuo y con cada proyecto surgen nuevos retos. El desafío actual es mejorar las técnicas y optimizar todos los recursos (trabajo, material, económico...) para que las actuaciones sean cada vez más efectivas, además de que sean más rentables. Si logramos este objetivo, esperamos que esta guía quede obsoleta en unos años, lo que indicaría que hemos avanzado en nuevas metodologías y en su efectividad.

Y como de bien nacido es ser agradecido, me gustaría hacer una larga lista de agradecimientos:

En primer lugar me gustaría dar las gracias a todos los responsables de la Confederación Hidrográfica del Segura, O.A., que nos permitieron experimentar y creyeron en nosotros cuando les proponíamos ideas al principio poco convencionales y sobre todo rompedoras en esta cuenca.

Por supuesto, a los compañeros de la Dirección General de Agua que sin su apoyo y no solo me refiero al económico, todas estas actuaciones no se podrían haber llevado a cabo.

A los compañeros de la CHS, O.A. y colegas de otras Confederaciones con quienes siempre es un placer intercambiar experiencias. En especial, a los compañeros del Júcar y del Ebro que también tienen que lidiar con la caña y que han aportado a la redacción de este libro magníficos ejemplos con sus experiencias.

Detrás de los resultados y experiencias que han dado lugar a este documento también hay mucho trabajo de investigación que hemos tratado de incorporar de mano de expertos, que no han dudado en prestar su colaboración desinteresada. Quiero dar las gracias a Pepa Velasco, investigadora del departamento de Ecología de la Universidad de Murcia por su participación en la elaboración de este manual; además de agradecerle que haya trabajado con nosotros en diferentes proyectos, ofreciéndonos su amplia experiencia en el funcionamiento de los ríos de nuestra cuenca. Quiero agradecer también a Alfredo Ollero, investigador de la universidad de Zaragoza, su buena disposición desde el primer momento a aportar todo su conocimiento sobre dinámica de ríos desde el momento en que nos pusimos en contacto con él. Gracias a la Fundación por la Investigación del Clima, que con su trabajo nos han ayudado a establecer la hoja de ruta para adelantarnos a los posibles desafíos que nos esperan ante el nuevo escenario de cambio climático.

Muchas gracias a ANSE por el trabajo que realiza en la lucha contra la caña y concretamente a Jorge Sánchez por sus aportaciones a esta guía. Es muy importante para mí destacar el trabajo que hacen y el tiempo que invierten asociaciones como esta.

Por último agradecer al amplio equipo y numeroso de Tragsa y Tragsatec que ha participado tanto en el diseño de las actuaciones, como en su ejecución y seguimiento. A Ana Sánchez, coordinadora de esta guía que ha realizado un magnífico trabajo, a Paco Villalba por ser el mejor encargado con el que he tenido la suerte de trabajar y que hace un binomio perfecto con Carmen Aneas y a todos los operarios que han trabajado en condiciones a veces muy duras. Gran trabajo chicos. A Paco Almansa y Pepe Barahona (parte indispensable de este equipo, aunque ya no esté con nosotros), a Cristina Viguera, Rosa Olivo, Carmen Martínez y Carmen Vicén, el equipo que está detrás de muchas de las actuaciones que hace el Servicio de Estudios Medioambientales, sin vosotros esto no podría haberse realizado.

Para concluir, quería cerrar mi lista de agradecimientos con una mención muy especial a César Avilés, compañero ingeniero ya jubilado del que todos aprendimos que cualquier momento es bueno para emprender, para innovar y para ser valiente. Siempre capitaneará nuestro departamento de I+D+i.

Y poco más, espero que este trabajo os sea útil y que podamos seguir aprendiendo y compartiendo experiencias con vosotros.

D. Eduardo Lafuente Sacristán
Jefe de Servicio de Estudios Medioambientales
Confederación Hidrográfica del Segura, O.A.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Antecedentes	15
1.2 Objetivos	23
2. CARACTERIZACIÓN DE LA CAÑA COMÚN	27
2.1 Biología y ecología de la especie	29
2.2 Distribución	35
3. IMPACTOS	41
3.1 Efectos sobre la biodiversidad	45
3.2 Impactos en la hidromorfología	51
3.3 Consumo hídrico	55
3.4 Incendios	61
3.5 Impacto socio-económico	67
4. MÉTODOS DE CONTROL Y ELIMINACIÓN	71
4.1 Elección de zonas de actuación y técnicas	73
4.2 Desbroce inicial	83
4.3 Cubrimiento	89
4.4 Extracción de rizoma	115
4.5 Cortas reiteradas	123
4.6 Otras técnicas	131
5. REVEGETACIÓN	139
5.1 Diseño de la plantación	143
5.2 Métodos de plantación	157
6. MANTENIMIENTO	169
6.1 Zona de actuación	173
6.2 Plantación	179
7. ANÁLISIS DE COSTES	191
8. I+D+i - RESULTADOS DE TRABAJOS EXPERIMENTALES	205
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	227



1



INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

1.2 OBJETIVOS

1.1





1.1 ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

Los ríos se encuentran sometidos a frecuentes perturbaciones asociadas a la actividad humana que tienen un impacto significativo en la dinámica natural del sistema fluvial y en la biodiversidad riparia y acuática. A partir de la segunda mitad del siglo pasado, las **presiones sobre el medio acuático** se intensifican debido a la creciente demanda del recurso hídrico¹. En concreto, en las **regiones mediterráneas** de carácter semiárido donde el agua es un recurso escaso, los principales impactos sobre los ríos están relacionados con la regulación de caudales para el aprovechamiento del agua, la alteración morfológica de los cauces (motas, canalizaciones, etc.) y la posterior ocupación de sus márgenes para uso agrícola. El resultado de estas presiones unido a los efectos del cambio climático que son más acusados en estas regiones, han ocasionado una **fuerte degradación de los cauces y de sus riberas**².

Conseguir un **buen estado ecológico de las masas de agua** se encuentra entre los principales objetivos fijados por la Directiva Marco de Agua (DMA 2000/60/CE)³. La **Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (ENRR)**⁴, elaborada en 2005 por el entonces Ministerio de Medio Ambiente, se establece en España como la herramienta de actuación para cumplir con los requerimientos de Europa incluidos en esta normativa. Dentro del marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030, en el año 2023 se publica la revisión y actualización de este documento (ENRR 2022-2030)⁵ conforme a las **Orientaciones Estratégicas sobre Agua y Cambio Climático** establecidas en la ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética⁶. Esta revisión adapta el contenido de la estrategia a la evolución de la normativa europea y española, con el fin de alinear sus objetivos a los nuevos requerimientos y recomendaciones de la Unión Europea en materia de agua, biodiversidad, conectividad y cambio climático. Así, el nuevo documento proporciona unas **directrices actualizadas para la restauración fluvial de cualquier tipo de cauce perteneciente a las demarcaciones hidrográficas del territorio español**.

El objetivo final de las actuaciones de restauración de cauces es **recuperar el funcionamiento de los sistemas fluviales de forma integral**, partiendo de la eliminación o gestión de las presiones que afectan a su dinámica natural. La recuperación de la estructura y configuración del bosque de ribera nativo es parte esencial del proceso, siendo imprescindible la **eliminación de especies exóticas** y la **regeneración de la cobertura vegetal autóctona**.

La Ley 42/2007 de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad⁷ define una **Especie Exótica Invasora (EEI)** como “aquella que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética”. La **alteración del medio** conlleva un aumento de la vulnerabilidad de los ecosistemas, lo que **facilita la entrada y expansión de especies exóticas**, cuya capacidad de propagación y adaptación a diferentes condiciones ambientales, entre otras características, supone una ventaja a la hora de competir por hábitats y recursos frente a las especies autóctonas. Esto convierte a las EEI en una de las principales causas de pérdida de biodiversidad a nivel global⁸.

La presencia de flora exótica es una de las principales amenazas para la conservación de los ecosistemas ribereños, siendo la **caña común (*Arundo donax*)**, la especie más **extendida en los cauces de ambientes mediterráneos**². El comportamiento generalista y su alto potencial invasor hace a esta especie capaz de instalarse con facilidad en zonas sometidas a fuertes presiones antrópicas, desplazando a las especies autóctonas y sustituyendo el bosque de ribera nativo por cañaveral monoespecífico en las zonas más degradadas⁹. En el año 2009, la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio de Medio Ambiente pone en marcha el “**Proyecto de I+D+i de Optimización de los Sistemas de Eliminación y Control de Cañaverales para Mejora del Estado Ecológico y Recuperación de la Capacidad de Desagüe de los Ríos**” que entre sus objetivos principales, busca conseguir una recuperación ambiental de las riberas¹⁰. Siguiendo las directrices marcadas por la ENRR, el objeto del citado proyecto fue poner en práctica un conjunto de técnicas seleccionadas para la eliminación de la caña común en determinados tramos de ríos de las Demarcaciones Hidrográficas implicadas, y posteriormente evaluar el grado de eficacia para su implementación en futuros proyectos de restauración fluvial. Además, se propone la aplicación de estas **nuevas técnicas de eliminación de caña unidas siempre a la recuperación del bosque de ribera** con la finalidad de generar competencia por los recursos con esta y otras especies invasoras y limitar así su expansión.



En los siguientes enlaces, se pueden encontrar los documentos de referencia de la **ENRR**:

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/publicaciones/Rios_B_Restauracion_tcm30-214433.pdf

<https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/pdfs/ENRR-2022-2030.pdf>

PRIMERAS ACTUACIONES DEL PROYECTO DE I+D+i DE LA DGA



Ejemplo de las primeras actuaciones de eliminación de cañaveral siguiendo las directrices de la ENRR 2005 en el río Alhama en Cintrúenigo (Navarra) llevada a cabo por la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009-2011).



Antes, durante y después de las actuaciones en Cintrúenigo (Navarra)

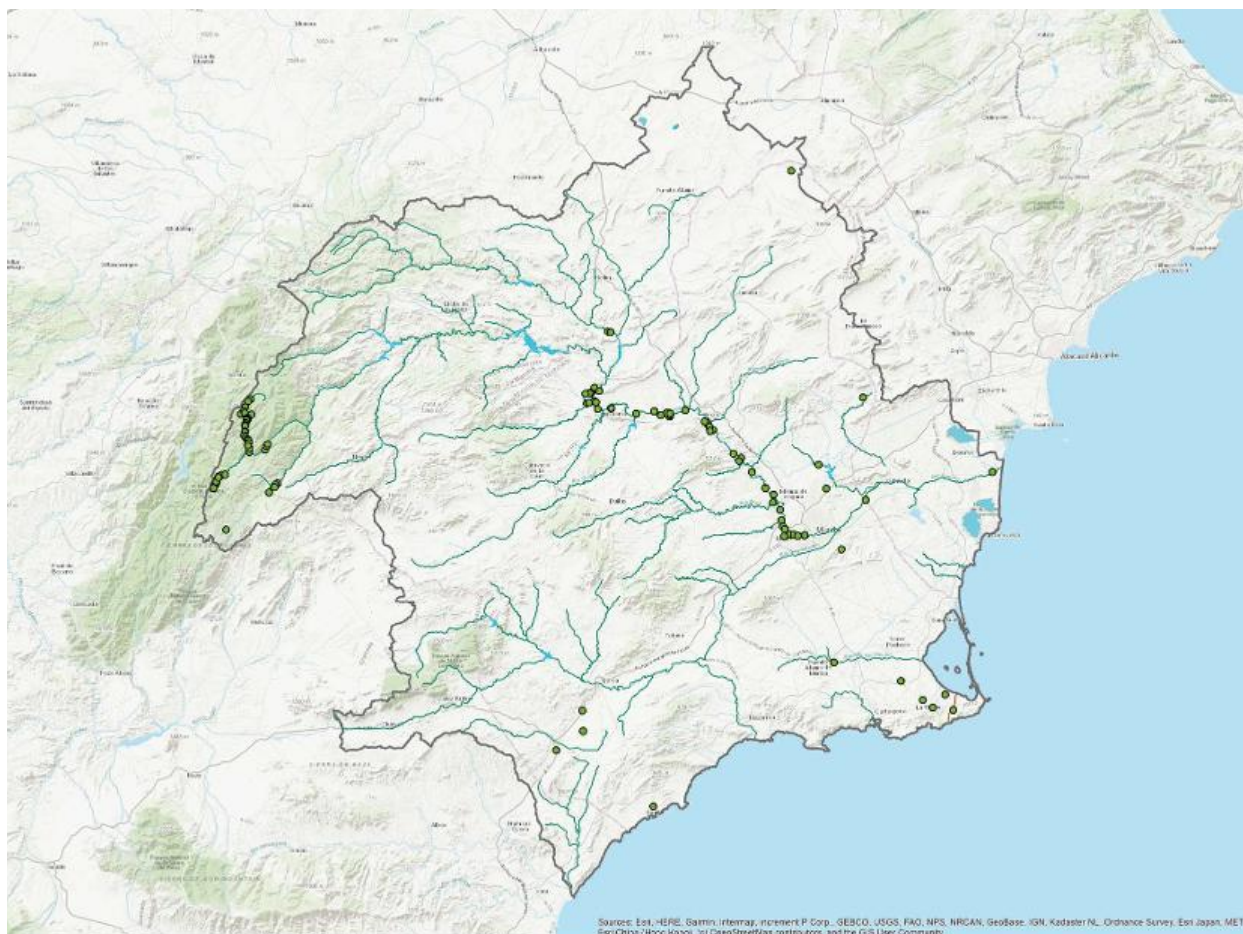
Fuente: Adolfo Calvo Tomás

*Jefe del Servicio de Estudios Medioambientales
Comisaría de Aguas
Confederación Hidrográfica del Ebro O.A.*

Hasta esa fecha, el modelo de gestión de cañaverales estaba basado principalmente en cortas de la parte aérea, procedimiento totalmente ineficaz para controlar la expansión de la especie, ya que la caña rebrota rápidamente incluso con más fuerza. Así, en las Confederaciones más afectadas por la presencia de esta especie, se ha destinado año tras año una ingente cantidad de recursos en realizar desbroces sin conseguir reducir mínimamente la densidad de la especie y los problemas asociados a ella. El nuevo enfoque en la lucha contra la caña se basa en **aplicar técnicas que minimicen la capacidad de crecimiento de la especie al tiempo que se fomenta la recuperación de la cobertura vegetal autóctona**, creando un sistema capaz de limitar la recolonización y expansión de la caña. Estas nuevas técnicas comienzan a aplicarse en las cuencas más afectadas, entre ellas la cuenca del Segura, donde la caña ocupa el 25% de la superficie de las riberas en tramos medios y bajos, llegando a superar el 60% en las zonas más degradadas. En el marco de este proyecto, **la Confederación Hidrográfica del Segura**

O.A. (CHS, O.A.) ha llevado a cabo más de 50 actuaciones en diferentes localizaciones que abarcan tipologías muy diversas de cauces: arroyos de cabecera, cauces principales, ramblas de carácter temporal, encauzamientos artificiales, etc.

Así, los métodos inicialmente propuestos por la DGA han sido adaptados a las características, requerimientos y consideraciones específicas de cada zona, lo que ha permitido la **optimización de las técnicas a lo largo de los 15 años transcurridos desde el comienzo**. Además, la colaboración con otras entidades (administraciones locales, autonómicas y nacionales, asociaciones, universidades y centros educativos, etc.), así como con las demarcaciones del Júcar, Ebro y Guadalquivir entre otras, ha supuesto un fuerte impulso en la mejora constante de los procesos, un incremento de la eficacia de las actuaciones y la consecución de mejores resultados en los proyectos.



Actuaciones de restauración de cauces de la Confederación Hidrográfica del Segura, O.A.

De forma paralela al desarrollo de las actuaciones de recuperación de riberas, la CHS, O.A. participa activamente en el **Programa de Voluntariado en Ríos** desde sus inicios en el año 2007. También enmarcado en la ENRR, este Programa se plantea como un instrumento para **sensibilizar e implicar a la sociedad en la conservación de cauces**. Hasta el año 2011, en la cuenca del Segura se ejecutaron 37 proyectos de voluntariado con la participación de 25 ONG. El total del presupuesto de estos proyectos fue de unos 750.000€, lo cual permitió movilizar aproximadamente a unas 15.000 personas voluntarias. A partir del año 2012 este programa deja de ser financiado por la DGA y se integra en las convocatorias de financiación de la Fundación Biodiversidad. Desde la CHS, O.A., se ha fomentado especialmente el desarrollo de actuaciones de voluntariado, considerándolo como una **importante herramienta de participación ciudadana**. Para esto, a partir de 2018 se crea una nueva línea de ayudas y acciones de participación, que se integran en los distintos pliegos y contratos. Entre los años 2018 y 2023 se han publicado cuatro convocatorias de ayudas vinculadas a proyectos de restauración fluvial en los ríos Segura, Chícamo y ramblas de la cuenca del Mar Menor y se han llevado a cabo un total de 39 proyectos. La tipología de actividades con participación ciudadana es muy diversa incluyendo plantaciones, eliminación de especies exóticas, retirada de residuos, acciones de educación, divulgación y custodia fluvial, entre otras. Estas acciones ayudan a **augmentar la sensibilización y conocimiento del entorno** poniendo en valor los ríos y ramblas de la cuenca.





Diferentes actuaciones desarrolladas en el marco del Programa de Voluntariado en Ríos

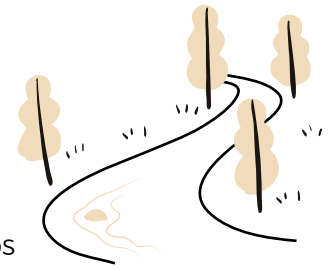
1.2





1.2 OBJETIVOS

OBJETIVOS



Las actuaciones en proyectos de restauración de riberas se encuentran sujetas a múltiples aspectos (técnicos, administrativos y socioeconómicos, entre otros) que pueden influir en su puesta en marcha y en el desarrollo de los trabajos, así como condicionar los resultados. Esto hace que su diseño e implementación puedan resultar una tarea compleja.

Desde 2009 la **Confederación Hidrográfica del Segura, O.A.** ha desarrollado múltiples **proyectos de eliminación de caña y recuperación de riberas** en diversos puntos de la cuenca, actuando en zonas con diferentes condiciones climatológicas y ambientales, así como en una amplia variedad de tipologías de cauce. La experiencia acumulada durante estos años ha permitido perfeccionar la implementación de ciertas técnicas y establecer protocolos de trabajo estandarizados, lo que **garantiza la obtención de resultados y la optimización de los recursos** de los proyectos.

Este manual nace con el propósito de **recopilar el conocimiento adquirido** a lo largo de todos estos años, tanto en la elaboración de proyectos como en la ejecución de actuaciones. Su objetivo es proporcionar una base metodológica para la implementación de las **diferentes técnicas de control de cañaverales y recuperación del bosque de ribera**. Los resultados de las experiencias desarrolladas por la CHS, O.A. han sido contrastados con proyectos implementados en otras cuencas mediterráneas ibéricas. Esto ha permitido elaborar un documento donde se describen las técnicas que actualmente se aplican en la cuenca del Segura con una propuesta aplicable en **diferentes ámbitos geográficos y condiciones ambientales**.

El propósito de este manual es proporcionar una **guía práctica para la aplicación de técnicas de eliminación de caña**, así como para llevar a cabo la **revegetación y mantenimiento** de la zona de actuación. También se incluyen **pautas básicas para seleccionar las técnicas más adecuadas** en función de las características de la zona y los condicionantes de cada proyecto, además de una **valoración global de costes** de las actuaciones y **orientaciones generales para optimizar los recursos**. Cada técnica ha sido descrita de forma detallada pero lo más concisa, clara y sencilla posible, incluyendo numerosas tablas, imágenes y esquemas para facilitar su comprensión. No obstante es importante tener en cuenta que los trabajos pueden necesitar adaptaciones y ajustes según las características específicas de la zona, los recursos disponibles y las particularidades de cada proyecto.



Bosque de galería representativo de los cauces de cabecera de la cuenca del Segura





CARACTERIZACIÓN DE LA CAÑA COMÚN

2.1 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE
LA ESPECIE

2.2 DISTRIBUCIÓN

2.1





2.1 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LA ESPECIE

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LA ESPECIE

La especie ***Arundo donax* L., 1753**, conocida como **caña común o caña**, pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), que incluye seis especies de caña de climas cálidos de Europa, Asia y África. Esta especie es la de mayor tamaño dentro de la subfamilia Arundinoideae, además de ser **una de las gramíneas más grandes del mundo**.

Presenta una parte aérea compuesta por varios tallos huecos erectos segmentados por nudos cada 20-30 centímetros que suelen alcanzar una altura comprendida entre los 4-6 metros, pudiendo llegar hasta los 10 metros de altura. La parte subterránea la conforma un rizoma carnoso compuesto por un entramado con raíces capaces de profundizar hasta 1 metro en el suelo, ya que requiere humedad edáfica¹¹. El rizoma es el órgano de reserva y el responsable de la producción de nuevos tallos, resistente al estrés biótico y abiótico, y capaz de producir el reciclado de nutrientes aumentando así su productividad^{12,13}. En el Mediterráneo presenta un periodo vegetativo (crecimiento activo) que comienza en marzo-abril y finaliza en octubre-noviembre, entrando en parada vegetativa durante los meses de invierno. Esta planta perenne florece de julio a diciembre formando una gran panícula en forma de pluma (conocida comúnmente como plumero). Se reproduce por vía sexual mediante producción de semillas fértiles en sus áreas nativas; sin embargo, en zonas **donde no es autóctona se reproduce por vía asexual** mediante la dispersión de fragmentos del tallo o de rizoma, pudiendo llegar a generar una planta nueva con fragmentos de rizoma de apenas 1 centímetro^{13,14}. Su expansión generalmente **da lugar a formaciones monoespecíficas, los cañaverales**, desplazando a la vegetación nativa y la fauna asociada, lo que conlleva una importante pérdida de biodiversidad especialmente relevante en zonas que presentan un elevado número de especies endémicas y amenazadas⁹.

En la península ibérica, la caña común ocupa hábitats donde de forma natural se encuentran especies nativas de la misma familia como el carrizo, ***Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.** Esta especie autóctona se caracteriza por tener un alto potencial colonizador y puede llegar a presentar un comportamiento invasivo en zonas sometidas a presiones que conlleven un importante grado de alteración del medio. Impactos como el descenso de salinidad, el incremento en la concentración de nutrientes y el aumento de los periodos de encharcamiento asociados a la progresiva extensión de los cultivos de regadío, favorecen su expansión¹⁵.

De esta forma el carrizo puede llegar a dominar grandes extensiones en zonas degradadas, limitando el crecimiento y desarrollo de otras especies típicas del bosque de ribera.

En determinados casos puede ser necesario intervenir para controlar la expansión del carrizo. Para ello se pueden aplicar métodos similares a la gestión de cañaverales, sin que el objetivo sea su completa eliminación ya que **los carrizales forman parte del ecosistema natural de las riberas**.

A pesar de las similitudes entre ambas especies, su biología difiere en algunos aspectos que harán que en algunos casos las técnicas utilizadas contra la caña deban ser adaptadas para ser efectivas en el control del carrizo.

A diferencia de la caña, la parte aérea del carrizo está formada por tallos no ramificados, con vainas que cubren los nudos y con lígula formada por una línea de pelos. Las hojas son más estrechas y presentan un tono verde grisáceo y la panícula de la inflorescencia es más laxa. El rizoma puede alcanzar para esta especie los 2 metros de profundidad¹¹. Esta diferencia de espesor del órgano de reserva, así como la tolerancia a la inundación que es mayor en esta especie, son factores que van a influir en la eficacia de determinadas técnicas.



Carrizo

Caña común



Caña común



Panícula de caña



Tallo de caña



Carrizo



Panícula de carrizo



Tallo de carrizo

Otra especie autóctona presente en la zona es la caña judía, ***Arundo micrantha* Lam. o *A. mediterranea***, que pertenece al mismo género y tiene rasgos muy similares a la caña común. Aunque con anterioridad sus poblaciones en España han sido citadas como *Arundo plinii*, se ha confirmado su origen nativo en la península¹⁶. Esta especie presenta **escasa distribución en la cuenca**, contando con unos pocos ejemplares localizados en el tramo bajo del cauce principal del Segura y en algunas ramblas. Se puede confundir fácilmente con la caña común, por lo que antes de desbrozar la zona es importante su localización y balizamiento para salvaguardar los ejemplares. El porte de esta especie es menor que el de la caña común, con tallos más finos y con un rizoma también de menor tamaño a partir del cual los tallos crecen inclinados. Sus hojas son más estrechas y crecen erectas, mientras que las de la caña común son más anchas y colgantes, así como su panícula que además presenta una tonalidad más oscura¹⁷. Aunque no se trata de una especie predominantemente riparia, puede aparecer mezclada con la caña en ramblas y otros cauces temporales.



Caña judía



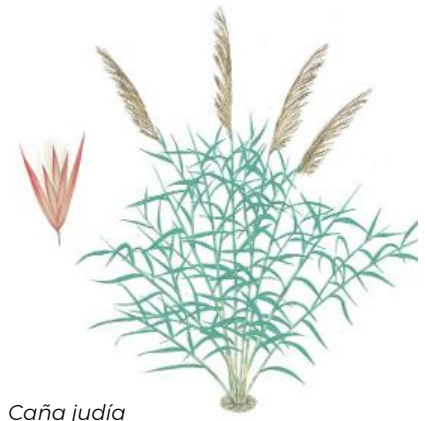
Panícula de caña judía



Caña común



Carrizo



Caña judía

Ilustración: Alberto Molina Serrano (ANSE)

2.2



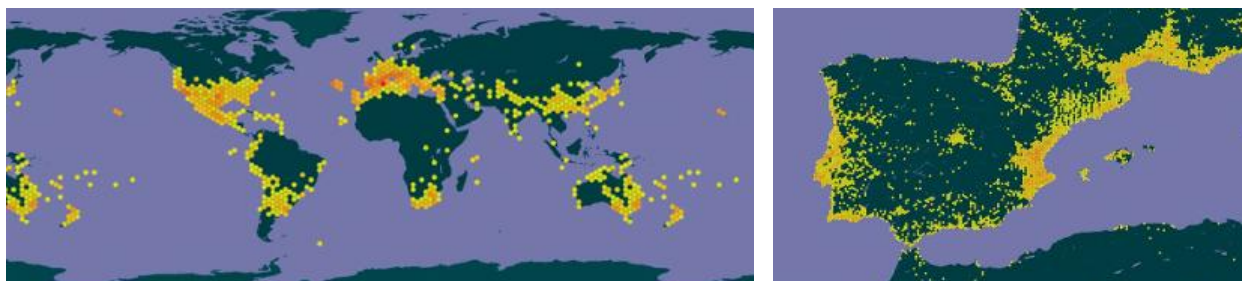


2.2 DISTRIBUCIÓN

DISTRIBUCIÓN

El origen de la caña común es todavía un tema de debate ya que se ve difuminado por su relación con el ser humano. A pesar de la falta de datos concretos existe un consenso entre la comunidad científica que sugiere un origen asiático, punto desde el que se extendió al resto del mundo^{18,19}.

Su éxito de colonización se debe principalmente a su modo de expansión y fisiología, estando presente en un amplio abanico de zonas subtropicales y templado-cálidas del mundo. Esta especie está **muy extendida en las zonas ribereñas de áreas de clima mediterráneo semiárido**, como en Sudáfrica y en la cuenca mediterránea, y presenta una tendencia demográfica expansiva debido a la destrucción de los ecosistemas de ribera y a la degradación de los humedales. En España las áreas de mayor invasión fluvial se dan en Cataluña, Islas Baleares, Comunidad Valenciana, Región de Murcia, la mayor parte de Andalucía y las islas Canarias. No obstante, es posible encontrar poblaciones naturalizadas en las provincias de Badajoz, Vizcaya, Cádiz, Cáceres, Córdoba, Ciudad Real, Granada, Huelva, Huesca, Jaén, La Rioja, Madrid, Málaga, Navarra, Pontevedra, Salamanca, Sevilla, Guipúzcoa, Teruel, Toledo, Valladolid, Zaragoza y Zamora¹⁴.



Mapa de distribución mundial de *Arundo donax*. Fuente: Sistema Global de Información sobre Biodiversidad-GBIF (<https://www.gbif.org/species/2703041>)

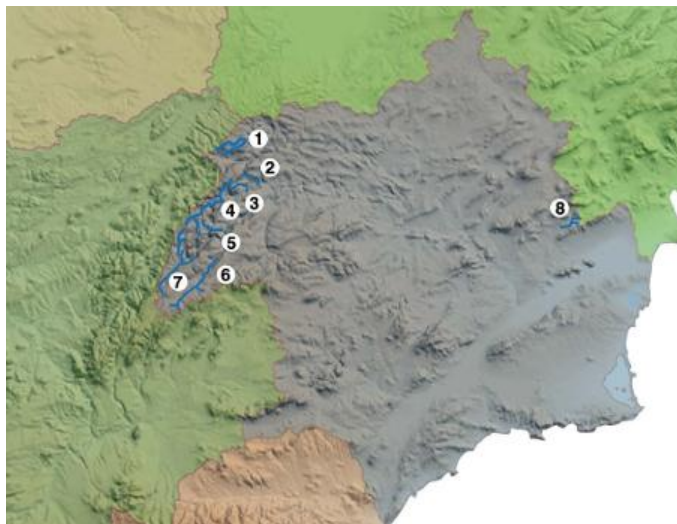
El rango de distribución de las especies, de forma generalizada, queda definido principalmente por las características del medio. El incremento de los impactos antrópicos y las alteraciones en las condiciones climáticas como consecuencia del calentamiento global, generan **modificaciones ambientales** que pueden conllevar **cambios en los patrones de distribución**. El sentido, la magnitud y la velocidad de estos cambios son difíciles de predecir ya que generalmente suelen ser consecuencia de procesos complejos en los que intervienen múltiples variables. No obstante, dependen principalmente de la **capacidad de respuesta y el grado de adaptación de cada especie**, pero también del grado de alteración del medio y de las relaciones con el entorno²⁰.

La degradación del medio facilita la entrada y establecimiento de especies exóticas invasoras, las cuales, debido a su carácter generalista son capaces de subsistir en un amplio rango de condiciones ambientales y de adaptarse rápidamente a los cambios. Una vez establecidas suelen expandirse fácilmente en detrimento de especies nativas con un rango de tolerancia más limitado y que por lo tanto quedan relegadas a un área de distribución más restringida. Este impacto es especialmente preocupante en zonas con un elevado número de **especies endémicas y/o amenazadas**, más vulnerables a los cambios y que **pueden sufrir una drástica reducción de su área de distribución** en caso de alteración del medio.

Las regiones mediterráneas y entre ellas las zonas más áridas como es el caso del sureste de la península ibérica, son **especialmente sensibles a los efectos del cambio climático**. La caña se encuentra ampliamente distribuida en los cauces de estas regiones dominando los tramos más alterados de diferentes cuencas. En la actualidad, teniendo en cuenta diferentes escenarios de cambio climático, preocupa su expansión hacia zonas que todavía presentan un buen estado de conservación como son los tramos de cabecera y las **Reservas Naturales Fluviales (RNF)***, donde ahora su presencia es escasa o testimonial.



RNF*: Las Reservas Naturales Fluviales son una figura de protección que busca preservar los tramos de ríos de escasa o nula intervención humana que cuentan con “buen o muy buen” estado ecológico o con características hidromorfológicas singulares.



Mapa de las reservas naturales fluviales de la cuenca hidrográfica del Segura y su denominación

1. Arroyos de los Endrinales y de Las Hoyas
2. Arroyo de Los Collados y arroyo Escudero
3. Arroyo del Puerto
4. Río Tus
5. Arroyo de la Espinea
6. Río Zumeta
7. Río Segura
8. Río Chicamo



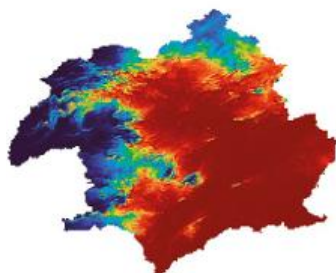
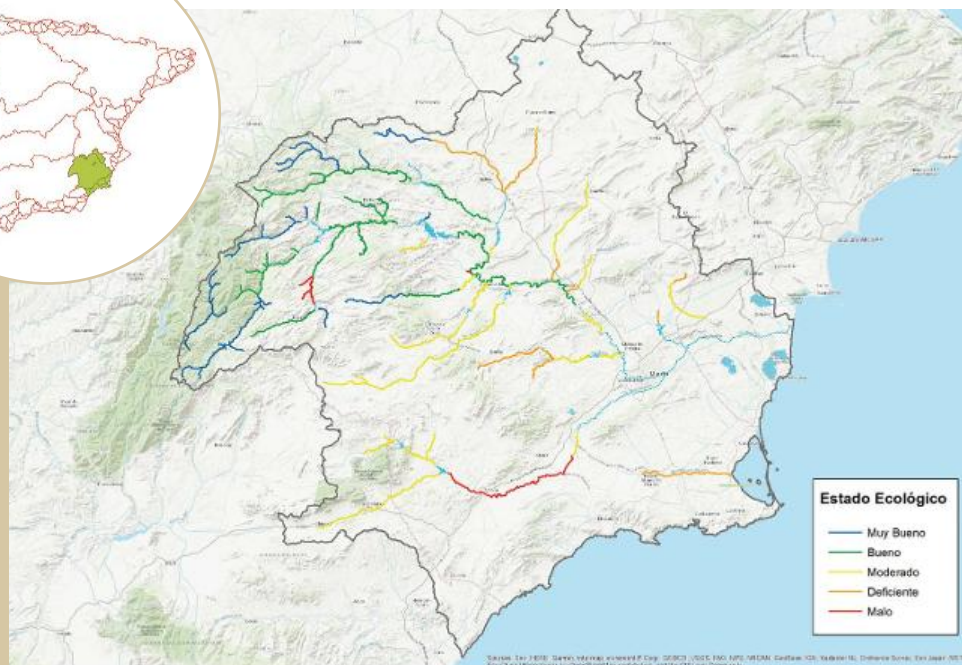
En el año 2018 la Fundación para la Investigación del Clima (FIC), para dar respuesta a esta preocupación llevó a cabo el proyecto **“Búsqueda de Indicadores Óptimos para la Defensa y Evaluación de la Biodiversidad Forestal ante el Cambio Climático (BIODEF-CC)”**²¹ financiado por el entonces Ministerio para la Transición Ecológica. En el marco de este proyecto se desarrollaron Modelos de Distribución de Especies (MDE) bajo escenarios locales de clima futuro para especies exóticas invasoras, entre ellas la caña común. Los modelos establecen la idoneidad del hábitat a partir de registros de la especie y diferentes variables ambientales. En base a los resultados se obtienen los mapas de distribución potencial de la especie bajo diferentes escenarios de cambio climático.

En el año 2021 se realizó una actualización de este trabajo a través del TFG **“Modelización del hábitat potencial actual y futuro de la caña en las cuencas hidrográficas del Júcar y del Segura”**²², donde se incluían algunas mejoras en cuanto a la introducción de nuevos algoritmos y el peso de ciertas variables ambientales en el modelo. El objetivo es **determinar las zonas más susceptibles de invasión**, con la finalidad de poder establecer medidas de detección temprana, así como planes de gestión y control en programas de conservación.

Los resultados muestran en todos los casos un **aumento en la idoneidad climática para la caña**, lo que podría impulsar un incremento del área de distribución de la especie. En consecuencia, los mapas de distribución potencial evidencian una **alta probabilidad de expansión de la especie hacia las zonas menos alteradas** de la cuenca al encontrar una mayor disponibilidad de hábitats idóneos. Así, en los tramos de cabecera y otras zonas bien conservadas como las Reservas Naturales Fluviales, deben establecerse prioridades de intervención. La implementación de proyectos dirigidos a controlar la expansión de la caña recuperando el bosque de ribera puede constituir una medida preventiva contra futuras invasiones o expansiones.

Estado ecológico de las masas de agua superficiales de la cuenca hidrográfica del Segura. Modificado del Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015-2021.

(Fuente: <https://www.chsegura.es/es/cuenca/caracterizacion-usos-demandas-y-presiones/estado-de-las-masas-de-agua/>)



Idoneidad de hábitat en condiciones actuales*



Distribución potencial en 2061-2080 según el escenario RCP 8.5



Distribución potencial en 2041-2060 según el escenario RCP 8.5

*La idoneidad de hábitat se refleja en los mapas en una escala de azul a granate, siendo el granate indicador de mayor idoneidad de hábitat para la caña



Distribución potencial en 2061-2080 según el escenario RCP 4.5



Distribución potencial en 2041-2060 según el escenario RCP 4.5

Mapas de idoneidad de hábitat para *A. donax* en la cuenca del río Segura bajo diferentes escenarios de cambio climático, elaborados por la Fundación para la Investigación del Clima



3



IMPACTOS

3.1 EFECTOS SOBRE LA
BIODIVERSIDAD

3.2 IMPACTOS EN LA
HIDROMORFOLOGÍA

3.3 CONSUMO HÍDRICO

3.4 INCENDIOS

3.5 IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO

IMPACTOS

La caña está incluida en la lista de las **100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo** publicada por el Grupo de Especialistas sobre Especies Invasoras (ISSG) de la UICN²³. Su establecimiento genera una serie de presiones sobre los diversos componentes del medio que empeoran notablemente la calidad del ecosistema nativo y reducen el valor natural del hábitat para la vida silvestre²⁰; llegando con su expansión a plantear **importantes problemas ecológicos y de gestión de los recursos hídricos**. Por todo esto, a pesar de no aparecer como tal (excepto en Canarias) en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, creado por la Ley 42/2007⁷ y regulado por el Real Decreto 630/2013²⁴, su gestión se hace imprescindible para reducir los impactos que ocasiona.

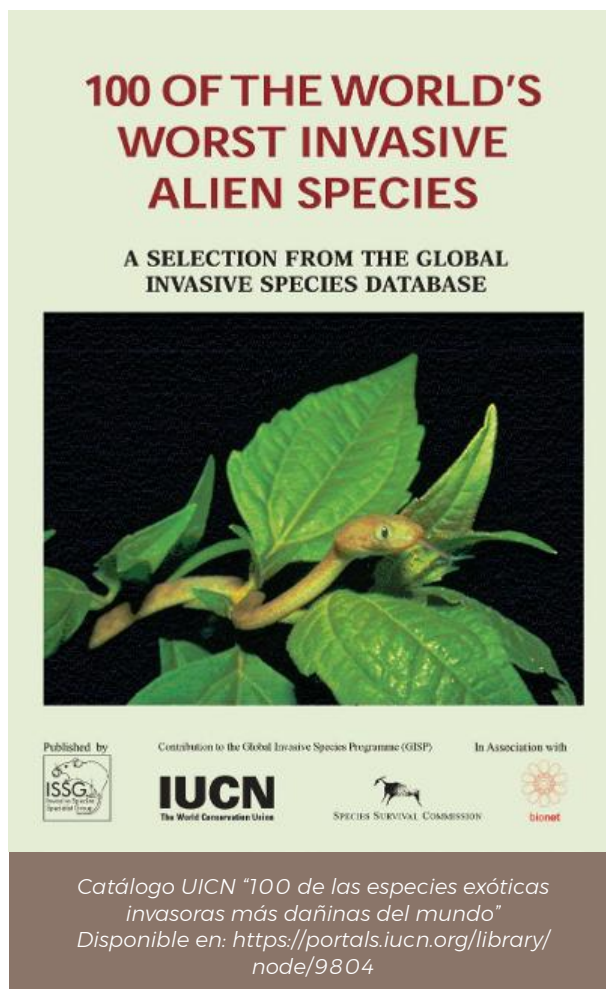
Esta especie caracterizada por su notable capacidad de colonización ocupa rápidamente ambientes alterados. Debido a su elevado potencial invasor y su rápida expansión, termina por desplazar a la vegetación nativa y reemplazando el bosque de ribera por formaciones monoespecíficas de cañaveral. Esta simplificación de las riberas, que afecta también a la fauna asociada, conlleva una significativa **pérdida de biodiversidad**, aspecto de particular relevancia en las regiones mediterráneas que albergan un alto número de especies endémicas y/o en peligro.

En zonas altamente degradadas estas formaciones monoespecíficas de caña llegan a ocupar grandes extensiones. Con un sistema radicular capaz de penetrar hasta un metro de profundidad formando una capa homogénea que ocupa prácticamente todo el terreno y una densa cobertura de la parte aérea que obstaculiza el desarrollo de otras especies, puede llegar a **alterar la morfología del cauce y la dinámica hidrológica** del sistema. En áreas dominadas por estas formaciones monoespecíficas es notable su **elevado consumo de agua**, siendo capaz de captarla en profundidad en condiciones de estrés hídrico llegando a desecar puntos de agua superficiales. Junto con su elevada tasa de transpiración, esto puede representar un grave problema en áreas semiáridas donde el recurso hídrico es escaso.

Por otro lado, la densidad de caña en zonas dominadas por la especie se traduce en una elevada cantidad de material combustible con un alto potencial de inflamabilidad, especialmente cuando la parte aérea está seca. Esto aumenta significativamente el riesgo de incendio y la peligrosidad del mismo en caso de iniciarse. La quema ha sido tradicionalmente utilizada como método de control. Sin embargo, se ha comprobado

que esta técnica es totalmente ineficaz, ya que la caña tiene una tasa de recuperación mayor que las plantas ribereñas autóctonas, lo cual favorece aún más su expansión. Además, las cañas secas se desprenden fácilmente y son arrastradas por la corriente. Durante episodios de avenida, comunes en zonas donde las lluvias torrenciales provocan aumentos repentinos en el caudal, la acumulación de cañas secas puede obstruir el flujo del agua, especialmente en obras de paso, lo que aumenta el riesgo de inundación.

Finalmente, la invasión de esta especie tiene un **impacto socioeconómico** significativo. Más allá de los costes asociados a su control y gestión de riesgos, las grandes extensiones de cañaveral reducen los beneficios no materiales que aportan los ecosistemas naturales bien conservados, incluidos los servicios ecosistémicos culturales. Esto conlleva una pérdida de vinculación con el río, lo cual genera una fuerte demanda social de intervención en las áreas más afectadas para eliminar la caña. Sin embargo, la ejecución de actuaciones suele depender de la disponibilidad de recursos por parte de las administraciones para llevar a cabo acciones que reviertan tanto en la mejora de la calidad del entorno como en la recuperación de la dinámica natural de los ríos.



3.1





3.1 EFECTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD

EFECTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD

La expansión de la caña provoca una modificación de las características físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas que coloniza: altera el microclima de la zona riparia al proporcionar un menor sombreado a la corriente de agua, empobrece el horizonte edáfico superficial debido al bajo contenido en nutrientes de su follaje y proporciona un hábitat poco adecuado para la fauna silvestre nativa. Tanto la ocupación vertical por el cañaveral como la ocupación horizontal por el rizoma son mecanismos que incrementan su dominancia frente a las especies autóctonas¹². Su comportamiento invasor **impide el crecimiento y desarrollo de otras especies de vegetación**, principalmente por competencia por los recursos (agua, nutrientes, ocupación de suelo, luz, etc.), **convirtiendo las riberas de los cauces en formaciones monoespecíficas de cañaveral**. Además del impacto en las comunidades vegetales de la zona, esta simplificación de la cobertura vegetal afecta directa o indirectamente a la fauna asociada al bosque de ribera, lo que deriva en la pérdida de diversidad biológica, de hábitats y en el deterioro de la calidad de las aguas⁹.



Buitrón
(*Cisticola juncidis*)



Calamón común
(*Porphyrio porphyrio*)

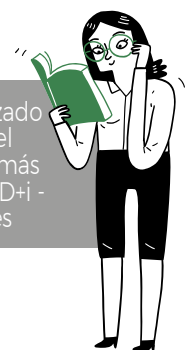
Avifauna asociada a ecosistemas fluviales

El **impacto negativo de la caña sobre la fauna** ha sido bien documentado en numerosos estudios que han demostrado que en los ambientes terrestres dominados por los cañaverales y en sus hábitats acuáticos asociados, **se reduce significativamente la abundancia y la diversidad de la mayor parte de la fauna autóctona** en comparación con las zonas donde se conserva la vegetación ribereña nativa^{25,26}. Este efecto parece una constante incluso en áreas geográficas dispares donde la especie se comporta como invasora tales como EEUU o Sudáfrica^{27,28}. Las comunidades faunísticas asociadas a los cañaverales se ven muy simplificadas, ya que desaparece la variedad de hábitats y la oportunidad de encontrar alimento ligadas a ecosistemas más complejos, como serían los bosques de ribera^{27,29}. Entre los grupos que se ha estudiado la afección se encuentran **las aves, los murciélagos, los mamíferos carnívoros y los peces**. La presencia de caña influye también negativamente en **las comunidades de invertebrados**, tanto terrestres como acuáticos³⁰, lo que afecta a otros organismos cuya dieta se basa en artrópodos e insectos presentes en la vegetación autóctona.



Competencia de la caña con las especies nativas de ribera

En la cuenca del Segura se han realizado diversos estudios sobre el impacto del cañaveral en la fauna de ribera. Para más información, consultar **apartado 8. I+D+i** - resultados de trabajos experimentales



Aunque en general todos los estudios indican un efecto negativo de la caña sobre la biodiversidad, se conocen **casos puntuales donde constituyen hábitats para algunas especies**³¹, como por ejemplo en Europa, donde es conocido el uso que realizan las golondrinas y aviones de los cañaverales como dormitorio³², o en el Río Grande (Texas), donde se ha confirmado que favorece la presencia de un ave escasa y especialista: el semillero de collar (*Sporophila torqueola*)³³. Por otra parte los cañaverales están asociados con condiciones **favorables para la supervivencia de especies plaga** como garrapatas, especialmente cuando se comparan con bosques de galería nativos³⁴.



Acumulación de cañas en la ribera

La alta densidad de caña dificulta el movimiento de la fauna, por ejemplo como ocurre con las tortugas³⁵. Además, las acumulaciones de tallos desprendidos de los rizomas, conocidas como “bardomeras”, pueden ocupar las riberas y estuarios, zonas de especial importancia para la nidificación de numerosas especies, por ejemplo las limícolas. La enorme cantidad de biomasa producida por la caña puede cegar pozas y áreas usadas por peces y anfibios nativos para reproducirse o alimentarse³⁶. Por otro lado, los frecuentes incendios que padecen los cañaverales pueden suponer la muerte no solo de individuos adultos, sino también de nidos con huevos o pollos^{36,37}. Además, en muchos casos, los incendios iniciados en los cañaverales se propagan a la vegetación de ribera circundante afectando a la fauna presente que pudiera ser de interés o incluso amenazada y alterando el hábitat ripario.

De forma más o menos directa los cañaverales también **reducen la diversidad y abundancia de animales acuáticos**, peces incluidos, al alterar los flujos hídricos y reducir la heterogeneidad del hábitat de la fauna acuática. También son capaces de modificar el microclima ripario al tener una temperatura del agua mayor que en zonas con bosque de ribera y reduciendo el oxígeno disuelto. Además pueden generar un aumento del pH, lo que facilita el paso de amonio a amoníaco, ocasionando efectos muy negativos sobre la fauna acuática^{38,39}.



Ocupación del suelo por parte de la caña

El **bajo atractivo de la caña para los herbívoros** por la presencia de sustancias tóxicas y escasez de nutrientes que contienen sus estructuras, así como la baja disponibilidad en los cañaverales de otros recursos tróficos (flores, invertebrados o frutos carnosos) son algunas de las limitaciones que generan los cañaverales a las comunidades faunísticas^{27,40,41}. La alteración de las cadenas tróficas originales afecta tanto a la vegetación autóctona como a todos los grupos faunísticos estudiados. En definitiva, los cañaverales **no aportan recursos destacados reduciendo los niveles tróficos** intermedios^{36,42}.

3.2



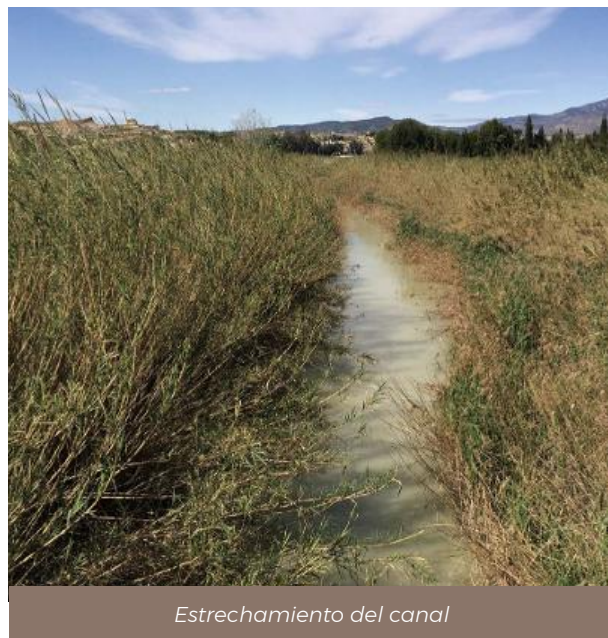


3.2 IMPACTOS EN LA HIDROMORFOLOGÍA

IMPACTOS EN LA HIDROMORFOLOGÍA DE CAUCES

La propagación de la caña tiene un importante **efecto sobre la dinámica fluvial**, de forma más acusada en zonas donde las riberas se encuentran dominadas por cañaverales de gran extensión. Tanto la **forma en la que se expande su sistema radicular como el crecimiento de la parte aérea** pueden alterar la morfología del cauce y la dinámica de caudales hídricos y sólidos; además de dañar las infraestructuras ya presentes en el río, generando así un fuerte impacto en la dinámica del sistema^{10,12}.

La expansión del rizoma, tanto lateralmente como en profundidad, puede llegar a ocupar grandes extensiones de terreno de hasta 1 metro de espesor, lo que en principio puede considerarse que confiere mayor estabilidad de taludes, pero la realidad es que genera una **desestructuración del terreno**. Además, este tipo de crecimiento del sistema radicular de la caña limita la capacidad de establecimiento de otras especies que puedan fijar el suelo favoreciendo que el **sustrato de las riberas quede suelto y por tanto más expuesto a los procesos erosivos**. La inestabilidad del terreno puede provocar fuertes modificaciones en la configuración de la ribera por desprendimientos de taludes, así como por arrastre del sustrato y pérdida de suelo durante procesos de avenidas^{36,39}. Por otro lado, el entramado de cañas forma **grandes masas de cañaverol maduro que atrapa y desmoviliza los sedimentos arrastrados por el río** en el propio cauce, lo cual genera un déficit de sedimento en transporte que puede provocar procesos de incisión aguas abajo, con la consiguiente **alteración del lecho fluvial**, la irregularización de los depósitos y el estrechamiento del cauce. Por tanto, es evidente que las grandes formaciones de cañaverol monoespecífico pueden dar lugar a cambios importantes en la morfología del cauce a medio-largo plazo³⁶.

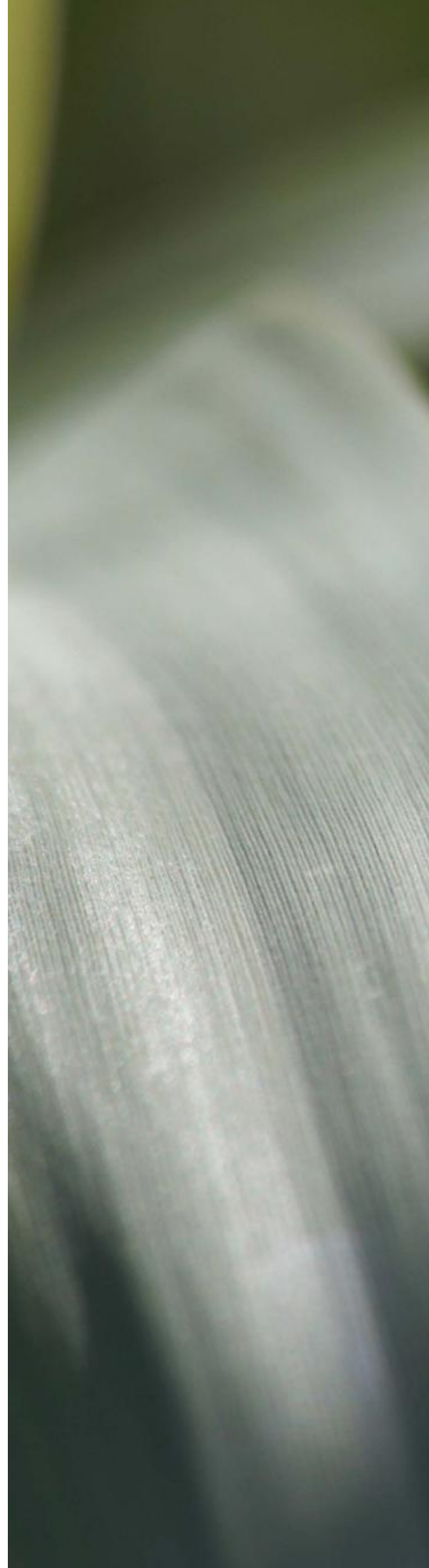


Estrechamiento del canal

La expansión de la parte aérea, además de actuar como trampa de sedimentos y materiales arrastrados por la corriente, genera **un estrechamiento del canal formando los llamados túneles o galerías de cañas**. Esto, además de modificar el hábitat ribereño y fluvial, y de alterar los parámetros físico-químicos del agua, **compromete de forma directa la capacidad de desagüe del cauce**^{27,39}. Pero el problema más significativo asociado a la elevada producción de biomasa de esta especie es el derivado del arrastre por la corriente en procesos de avenidas. Esto es especialmente relevante en zonas donde se producen episodios de lluvias de carácter torrencial; donde el aumento súbito del caudal y de la velocidad de la corriente arrastra grandes masas de material vegetal seco formándose **enormes balsas por acumulación de restos de caña o bardomeras**. Estas formaciones flotantes pueden llegar a colmatar infraestructuras de contención de avenidas, así como canales naturales de crecida, y también pueden quedar retenidas en puentes, limitando la capacidad de evacuación de agua con el consecuente desbordamiento del río¹². En casos extremos, estos taponamientos pueden producir una obstrucción tal que el empuje del agua puede dañar seriamente ciertas infraestructuras, como en el caso de la DANA de 2019 en el sureste peninsular.



3.3





3.3 CONSUMO HÍDRICO



CONSUMO HÍDRICO

La pérdida de agua asociada a grandes extensiones de cañaveral se sitúa como uno de los impactos más significativos de esta especie en zonas mediterráneas semiáridas. El elevado consumo de agua de la caña se encuentra **vinculado con su alta tasa de evapotranspiración** (una de las más elevadas a nivel global), su **rápido crecimiento** y su **elevada producción de biomasa**^{36,43}. Esta especie presenta un amplio rango de tolerancia a la humedad, ya que a pesar tener un desarrollo altamente vinculado con la proximidad del freático, puede resistir durante prolongados periodos de sequía. En condiciones de estrés hídrico, la configuración de su sistema radicular le permite captar agua en profundidad, por lo que se encuentra especialmente adaptada en ambientes semiáridos^{37,44}.

A pesar de la relevancia de este impacto, los estudios que evalúan la cantidad de agua que la caña puede llegar a extraer del medio presentan resultados muy dispares, con **valores de evapotranspiración desde 0,85 a 40,9 litros por m² y día**^{36,45,46}. Esta cuestión ha sido estudiada en diferentes regiones de clima mediterráneo del planeta, principalmente en América del Norte (México y California) y Europa (Italia y Grecia). Además de las condiciones climáticas, ambientales y otras características específicas de cada zona de estudio, uno de los principales factores que condiciona la diferencia en los resultados entre estudios radica en el diseño experimental. Las diferencias en la metodología empleada puede condicionar los resultados. Por ello, para poder realizar una comparación entre resultados de diferentes trabajos, es necesario que la metodología quede descrita de forma clara y que pueda ser replicable. Asimismo, numerosos trabajos obtienen sus resultados mediante estimaciones indirectas como, por ejemplo, la aplicación de una transpiración de la caña equivalente al arroz⁴⁷, o utilizando valores de referencia procedentes de otras zonas geográficas⁴⁸.

La realidad es que no es posible establecer un valor general de consumo hídrico de la caña que pueda ser extrapolado a cualquier situación y región del planeta. En diferentes documentos relacionados con la gestión de los cañaverales en España (estudios, informes técnicos y manuales de gestión, entre otros), se toma como **valor de referencia 20 litros por m² y día**, dato procedente de un estudio realizado en el área de Cuatro Ciénagas (México) en el año 2005³⁵. Este resultado se obtiene con dos medidas puntuales de pérdida de agua (a medio día y durante el mes de junio), que son después extrapoladas a todo el periodo de crecimiento (8 meses). Esta metodología fue previamente descrita en otro estudio realizado en California en el año 1999 y ambos trabajos arrojan resultados similares⁴⁹. Para poder evaluar el ahorro que supondría la eliminación del cañaveral y su sustitución por bosque de ribera nativo, estos autores comparan el consumo de agua por parte de la caña con tasas de evapotranspiración de otras especies procedentes de revisión bibliográfica⁵⁰, y así concluyen que la evapotranspiración de la caña puede llegar a ser hasta **10 veces mayor que en bosques heterogéneos de vegetación nativa**. El reducido número de mediciones llevadas a cabo durante el periodo de máximo crecimiento de la especie podría resultar en una **sobrestimación del consumo de agua por parte de la caña**.

Otros estudios realizados en cuencas áridas del sur de Estados Unidos (California y Texas)⁵¹⁻⁵⁴, así como en Italia y Grecia⁵⁵⁻⁵⁸, estiman que el consumo de agua por evapotranspiración de la caña es aproximadamente **entre dos y tres veces superior al del bosque de ribera autóctono**. Los resultados de estos trabajos se obtienen a partir de tasas medias de evapotranspiración diaria, con mediciones realizadas entre los meses de abril y septiembre. Esta metodología se ajusta en mayor medida al ciclo biológico de la especie, por lo que el uso de estas cifras como valor de referencia puede dar como resultado una estimación más próxima a la realidad.

En la península ibérica se han llevado a cabo varias aproximaciones, concretamente en la cuenca hidrográfica del Segura^{48,59} y del Júcar⁶⁰, que sugieren que el **consumo de agua por parte de la caña es aproximadamente el doble que el de la vegetación nativa**. Estos resultados están en concordancia con los últimos estudios realizados en otras regiones geográficas. A pesar de ello, estos estudios basan sus resultados en datos procedentes de bibliografía, lo que plantea la **necesidad de verificarlos mediante una evaluación real de la evapotranspiración de la caña**, que implicaría la realización de mediciones de campo aplicando una metodología que permita una aproximación más precisa al consumo de agua por parte de la caña.

En definitiva, queda patente que la expansión de la caña supone un problema de especial relevancia sobre todo en cuencas deficitarias, donde es **esencial que las pérdidas de agua sean mínimas como parte de un buen plan de gestión del recurso hídrico. Para estimar el ahorro potencial que podría resultar de la sustitución del cañaveral por bosque nativo de ribera**, es fundamental contar con datos que permitan calcular de forma precisa el consumo de agua tanto de la caña como de las diferentes especies autóctonas. La evapotranspiración de la vegetación está influenciada por diversos factores, incluyendo las condiciones climáticas locales (temperatura, precipitación, radiación solar, velocidad del viento, etc.), características del suelo, hidrología (profundidad de las aguas subterráneas, disponibilidad de humedad en el suelo), y características del cañaveral (tamaño y edad de la planta, área foliar, densidad y extensión), entre otros. La variabilidad en los resultados obtenidos en diferentes estudios indica la complejidad de esta evaluación, lo que subraya la necesidad de realizar una **valoración previa de los principales factores condicionantes y elaborar un diseño experimental adecuado** para obtener resultados precisos.

Además de la extracción de agua, el **rápido crecimiento de la especie, la ocupación extensiva del suelo por parte del rizoma y la considerable extracción de nutrientes**, ocasionan un **empobrecimiento del suelo y una disminución de recursos disponibles** para el resto de vegetación. Debido a esto, la eliminación de los cañaverales es considerada como una de las acciones prioritarias para preservar el recurso hídrico, además de ser un factor fundamental para la recuperación de los ecosistemas nativos⁴⁵.

3.4





3.4 INCENDIOS

INCENDIOS

La relación entre la caña común y el fuego es un tema de profundo interés en la gestión de esta especie invasora, especialmente en los ecosistemas riparios de los ambientes mediterráneos. **Tradicionalmente se ha empleado el fuego como método de control de algunas especies**, entre ellas la caña. Mientras que en algunas especies el fuego puede ser efectivo al destruir la parte aérea incluyendo sus estructuras reproductivas, esta **estrategia no es eficaz para el control de cañaverales**, por lo que no es recomendable para su eliminación¹².



Quema intencionada del cañaveral para controlar su expansión

El problema radica en que la caña común presenta unas **características fisiológicas que le permiten sobrevivir y recuperarse después de un incendio**, confiriéndole una ventaja frente a las especies nativas: fenología adaptada al fuego, alta tasa de crecimiento y aceleración de este en respuesta al aumento de nutrientes disponibles. El rizoma de esta planta, fundamental para su propagación y que llega a alcanzar un metro de profundidad, queda protegido de las altas temperaturas bajo tierra. Además, el fuego no solo no logra eliminar esta planta invasora sino que **su regeneración se ve favorecida, al contrario de lo que ocurre con las especies nativas**^{18,37}.

La capacidad de la caña para rebrotar rápidamente se basa en su habilidad para movilizar las reservas acumuladas en el rizoma y para aprovechar los nutrientes liberados por mineralización durante el fuego, lo que le otorga una ventaja competitiva muy significativa. Además, la tasa de crecimiento de esta especie durante el primer año tras un incendio, es sustancialmente más alta que la de las especies autóctonas. Como resultado de esta dinámica, el uso del fuego frente a los cañaverales va asociado a la consolidación de la dominancia de la caña en los hábitats ribereños.



Rebrote de caña tras incendio

Por otro lado, la relación entre los cañaverales y el fuego pone de manifiesto un problema adicional especialmente relevante en las regiones mediterráneas: la invasión de las riberas por la caña común aumenta significativamente el riesgo de incendios^{12,37,61,62}. **Los bosques de ribera funcionan naturalmente como barreras frente a incendios**, debido a la alta humedad que retienen las hojas y estructuras de las especies típicas que componen estos ecosistemas. En las formaciones autóctonas de ribera mediterránea, el fuego consume con rapidez el matorral bajo que suele recuperarse fácilmente tras el incendio, afectando en menor medida a los árboles. Así, los incendios no suelen alcanzar gran intensidad. En contraposición, la caña común, por sus características biológicas y fisiológicas, almacena una menor cantidad de agua en sus hojas y tallos, lo que hace que las densas **formaciones**

monoespecíficas se conviertan en un reservorio de biomasa inflamable. En caso de incendio, el cañaveral retiene el fuego hasta que se consume por completo, alcanzándose además temperaturas más altas y termina por consumir cualquier otra especie de vegetación que se pueda encontrar mezclada con el cañaveral. Esta combinación de factores aumenta la vulnerabilidad al fuego de los hábitats invadidos.

Además, la forma de crecimiento y la colonización de grandes extensiones agravan los impactos que se pueden producir en caso de incendio. La caña tiene una estructura de crecimiento vertical, lo que facilita la propagación de las llamas desde el estrato arbustivo hasta el aéreo, **resultando en incendios de mayor intensidad en las áreas colonizadas por esta especie**. Por otro lado, en las riberas donde la caña ocupa grandes extensiones de forma invasiva, lejos de funcionar como cortafuegos naturales, los cauces se convierten en **corredores por los que los incendios se propagan con gran velocidad**, poniendo en peligro a las áreas circundantes, como zonas urbanas, agrícolas o naturales y suponiendo una amenaza para las personas y la biodiversidad.

Haciendo una búsqueda de *press clipping* entre los medios de comunicación españoles, con las palabras clave “cañaveral”, “caña”, “incendio” y “fuego”, en dos años (de octubre de 2021 a octubre de 2023) se identifican 30 noticias relacionadas con incendios asociados a cañaverales. Entre los diferentes sucesos, el origen de los fuegos varía desde incendios intencionados a accidentales o de origen desconocido, pero se refleja de forma generalizada la agresividad con la que se expanden los incendios cuando entran en contacto con cañaverales, avanzando de forma rápida y produciendo llamas de grandes dimensiones e imponentes columnas de humo, así como el riesgo que suponen para las poblaciones, infraestructuras y bienes que se encuentran adyacentes.

En resumen la caña común y el fuego mantienen una relación problemática en los ecosistemas riparios mediterráneos y suponen un riesgo para las personas. **Los incendios favorecen la colonización por parte de la especie invasora**, promoviendo su dominancia en detrimento de las especies autóctonas de ribera. A su vez la colonización por esta especie **incrementa la susceptibilidad al fuego en los ecosistemas ribereños**. En definitiva, se produce una retroalimentación positiva en beneficio de la caña, ocasionando un impacto negativo en la salud de estos ecosistemas y en su papel para prevenir y dificultar la expansión de los incendios.

3.5





3.5 IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO

IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO

El aprovechamiento de la caña se remonta a la época pre-romana, con diferentes fines que han ido variando a lo largo de la historia, desde construcción de techados o paredes de cobertizos, fabricación de cañas de pesca, cestas, lengüetas de instrumentos de viento, e incluso aplicación medicinal con el fin de aliviar diferentes dolencias. Hasta hace unas décadas, era cultivada y se consideraba como un recurso de alto valor en agricultura, empleada como abono, para construir cercados cortavientos, para crear estructuras de fijación del terreno, etc. Durante el tiempo que esta especie fue objeto de aprovechamiento, el manejo constante de los cultivos de caña y los cuidados de mantenimiento de la ribera mantenían relativamente controlada la expansión de la especie. En la actualidad apenas se conserva el aprovechamiento de las **liceras*** como soporte para el crecimiento de plantas trepadoras o de tallos débiles en los escasos huertos de uso particular que todavía existen, y otros tipos de caña para la realización de piezas de artesanía como cestos^{63,64}. El **abandono de las prácticas agrícolas tradicionales** unido a la degradación de los sistemas fluviales, favorece la **expansión descontrolada de la caña** y la consecuente invasión de las riberas.



Licera*: caña gruesa, larga y recta.



Se puede encontrar **más información** sobre los tipos de caña según sus características y el uso al que se destinan en el *Inventario español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Disponible en:

https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-espanol-de-los-conocimientos-tradicionales/inventario_esp_conocimientos_tradicionales.html



Soporte de crecimiento para hortalizas



Valla fabricada con cañas



Uso de cañas para sustento de tejados

La ocupación de las riberas por grandes extensiones de cañaveral mono-específico se traduce en una **desvinculación de la población local con el río** debido a la dificultad de acceso al cauce que se crea. Además, las extensas áreas ocupadas por la caña tienden a acumular una gran cantidad de residuos, lo que disminuye el atractivo de las riberas para el ocio y el tiempo libre. Todo esto conduce a una **pérdida de servicios ecosistémicos y culturales**. A pesar de ello, gran parte de la población la considera natural y característica de las riberas. Además, en regiones de tradición agrícola, su uso está fuertemente vinculado al legado cultural de la zona, por lo que puede existir cierta reticencia a su eliminación. Debido a esto, a la hora de plantear proyectos de eliminación de cañaverales es importante informar sobre la necesidad de gestión de esta especie exótica invasora, de los numerosos impactos que genera, así como de los beneficios que se obtienen de la recuperación de las riberas.

Con las actuaciones dirigidas a la eliminación de caña y recuperación del bosque de ribera, se pretende, además de reducir los impactos directos que genera y los costes destinados a su control, **recuperar los valores indirectos que el bosque de galería autóctono proporciona**. Los recursos para los que no existe mercado (regulación de temperatura, valores paisajísticos, etc.) son en muchos casos infravalorados ya que es difícil cuantificar la repercusión que tienen⁶⁵. Por ello a la hora de calcular los beneficios reales de estos proyectos, es importante realizar una estimación del beneficio inmaterial de la recuperación de estos servicios, incluyendo su influencia sobre el bienestar de la población conociendo la percepción sobre las actuaciones y el valor que dan a la recuperación de los servicios ambientales.



4



MÉTODOS DE CONTROL Y ELIMINACIÓN

- 4.1 ELECCIÓN DE ZONAS DE ACTUACIÓN Y TÉCNICAS
- 4.2 DESBROCE INICIAL
- 4.3 CUBRIMIENTO
- 4.4 EXTRACCIÓN DE RIZOMA
- 4.5 CORTAS REITERADAS
- 4.6 OTRAS TÉCNICAS

4.1





4.1 ELECCIÓN DE ZONAS DE ACTUACIÓN Y TÉCNICAS

- 4.1.1 Selección de zona de actuación
- 4.1.2 Elección de la técnica idónea

4.1.1 SELECCIÓN DE ZONA DE ACTUACIÓN

Cualquier proyecto de restauración ambiental debe considerar el **funcionamiento global y la dinámica del sistema** en el que se van a desarrollar las actuaciones, que no pueden plantearse como acciones aisladas e independientes del entorno que las rodea. Tanto la ejecución como el resultado de las actuaciones pueden verse afectados por presiones localizadas fuera del ámbito del proyecto. Por otro lado, estas actuaciones van a tener una repercusión fuera de la zona de actuación. En el caso de sistemas fluviales, la situación ideal debería contemplar la **restauración integral** de cauces o incluso a escala de cuenca.

La **eliminación de especies exóticas invasoras** se considera un punto clave en la recuperación de los ecosistemas. En sistemas fluviales, la dispersión de ciertas especies como la caña puede producirse a través de **propágulos*** arrastrados por la corriente. En consecuencia, las actuaciones de eliminación de esta especie deberían empezar en zonas de cabecera avanzando en sentido descendente hacia la desembocadura, lo que evitaría que la especie pueda recolonizar las riberas por esta vía. Desafortunadamente, por norma general **los proyectos de restauración ambiental suelen estar condicionados por diferentes factores** (presupuesto, logística, demanda social, etc.) que suelen restringir las actuaciones a **escala local y con una extensión limitada**.

A la hora de seleccionar la zona de actuación, se deberá realizar una **evaluación de los diferentes factores condicionantes** que atañen al proyecto. Hay que tener en cuenta que estos factores no se pueden considerar por separado y que será la evaluación conjunta de todos ellos la que facilitará la toma de decisiones.



Propágulos*: en el caso de la caña, parte de rizoma a partir de la cual la planta puede reproducirse de forma asexual.



Propágulos

FACTOR CONDICIONANTE	CONSIDERACIONES	OBSERVACIONES
GRADO DE AFECTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Estructura de la comunidad vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Extensión de cañaveral: distribución, tamaño y densidad de las manchas de caña ▶ Presencia y distribución de otras especies
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Factores de estrés ambiental de origen natural ▶ Actividades antrópicas e impactos derivados 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Factores ambientales (características climáticas, salinidad del suelo, etc.) y presiones derivadas de la actividad humana que puedan afectar al adecuado desarrollo del proyecto y condicionar la viabilidad y perdurabilidad de las actuaciones
REGULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Limitaciones normativas y/o legales 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Figuras de protección o jurídicas, hábitats y/o especies de interés en la zona que puedan suponer limitaciones o establecer condicionantes a las actuaciones ▶ Repercusiones de los trabajos en áreas fuera del ámbito del proyecto
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Accesibilidad ▶ Características de la zona 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Facilidad de acceso a la zona de actuación por parte de maquinaria y/o personal, transporte de materiales, etc. ▶ Morfología del cauce (sustrato, orografía, pendiente de taludes, etc.) y régimen hidrológico (velocidad de la corriente, variaciones de caudal, etc.) ▶ Requerimientos y recomendaciones de seguridad y salud
RECURSOS DISPONIBLES	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Financiación 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recursos económicos que van a definir el alcance de la actuación: extensión y duración del proyecto, disponibilidad de materiales, personal, etc.
IMPACTO SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Demanda ciudadana 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Percepción de la ciudadanía del estado de la zona y de la necesidad de actuación, posibilidad de colaboración con administraciones locales (ayuntamientos) y entidades u organizaciones privadas (por ejemplo, asociaciones, fundaciones, cooperativas o empresas)
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Repercusión de las actuaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Repercusión del proyecto y de sus resultados en las actividades económicas y/o socioculturales de la población, posible vinculación con otros proyectos que amplíen la zona recuperada, etc.

4.1.2 ELECCIÓN DE LA TÉCNICA IDÓNEA

Existen diversos métodos de control y erradicación de caña. Las técnicas más efectivas a largo plazo se basan en **reducir la capacidad de desarrollo de la planta actuando sobre el órgano de reserva**. Según el mecanismo de actuación sobre el rizoma, las diferentes técnicas pueden clasificarse en dos categorías:

- ▶ **Acción directa:** cubrimiento, inundación, extracción de rizoma, aplicación de herbicidas sistémicos.
- ▶ **Acción indirecta:** cortas reiteradas, control biológico.

En la cuenca del Segura las técnicas más utilizadas por su eficacia y posibilidad de aplicación generalizada se basan en la aplicación de métodos físicos y mecánicos para acabar con la actividad del rizoma:

1. FÍSICOS

- ▶ **Cubrimiento:** debilitamiento del rizoma bajo condiciones ambientales desfavorables para su desarrollo.

2. MECÁNICOS

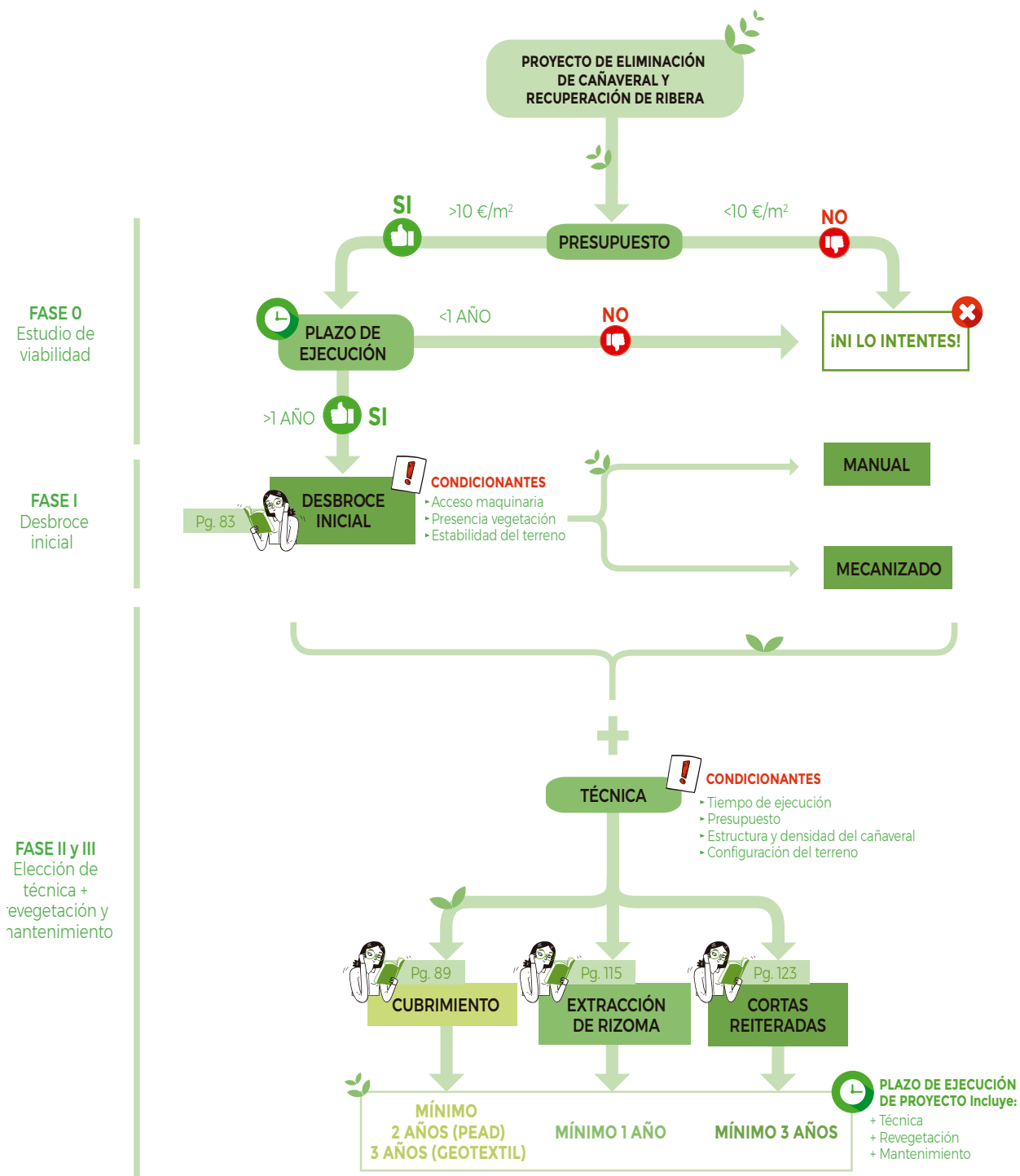
- ▶ **Extracción de rizoma:** retirada directa del terreno del órgano de reserva.
- ▶ **Cortas reiteradas:** agotamiento de las reservas mediante cortas sucesivas de la parte aérea y fomento de la competencia.

Estas técnicas han sido aplicadas en diversos puntos de la cuenca hidrográfica del Segura con diferentes características climáticas, hidromorfológicas y ambientales, adaptándolas a las necesidades y requerimientos de cada zona de actuación lo que ha permitido su optimización a lo largo del tiempo.

Una vez **definida la localización y extensión del área de actuación**, se determinará la metodología más adecuada según las características y condicionantes del proyecto. El diagrama de toma de decisiones que se incluye en la página siguiente puede servir de **guía en la elección de la técnica** a utilizar. A continuación de este diagrama se incluye una tabla resumen de las características generales de cada una de las técnicas que son descritas detalladamente en los siguientes puntos de este apartado: **4.3 Cubrimiento, 4.4 Extracción de rizoma y 4.5 Cortas reiteradas**. El **apartado 4.6 recoge otras técnicas** probadas para el control de la caña pero que presentan algunas limitaciones para ser aplicadas de forma generalizada.

Cualquier actuación, independientemente de la técnica de eliminación de caña que se vaya a implementar, debe contar con un desbroce previo de la parte aérea del cañaveral. Esta fase tiene como objetivo preparar la superficie del terreno para facilitar la aplicación de la técnica. Las instrucciones para su ejecución se describen en el **apartado 4.2 Desbroce inicial**.

Para que los resultados se mantengan en el tiempo es imprescindible **recuperar el bosque de ribera autóctono**, con una cobertura vegetal que compita por los recursos con la caña, limitando así la capacidad de recolonización y de una posible nueva expansión del cañaveral. En primera instancia, se tratará de recuperar la zona potenciando el **crecimiento y dispersión de la vegetación local**, pero generalmente será necesario realizar una plantación, lo cual implica un mantenimiento posterior para asegurar su viabilidad. En los **apartados 5 y 6** se pueden encontrar indicaciones para el diseño y ejecución de los trabajos de **revegetación y mantenimiento** de la zona de actuación.

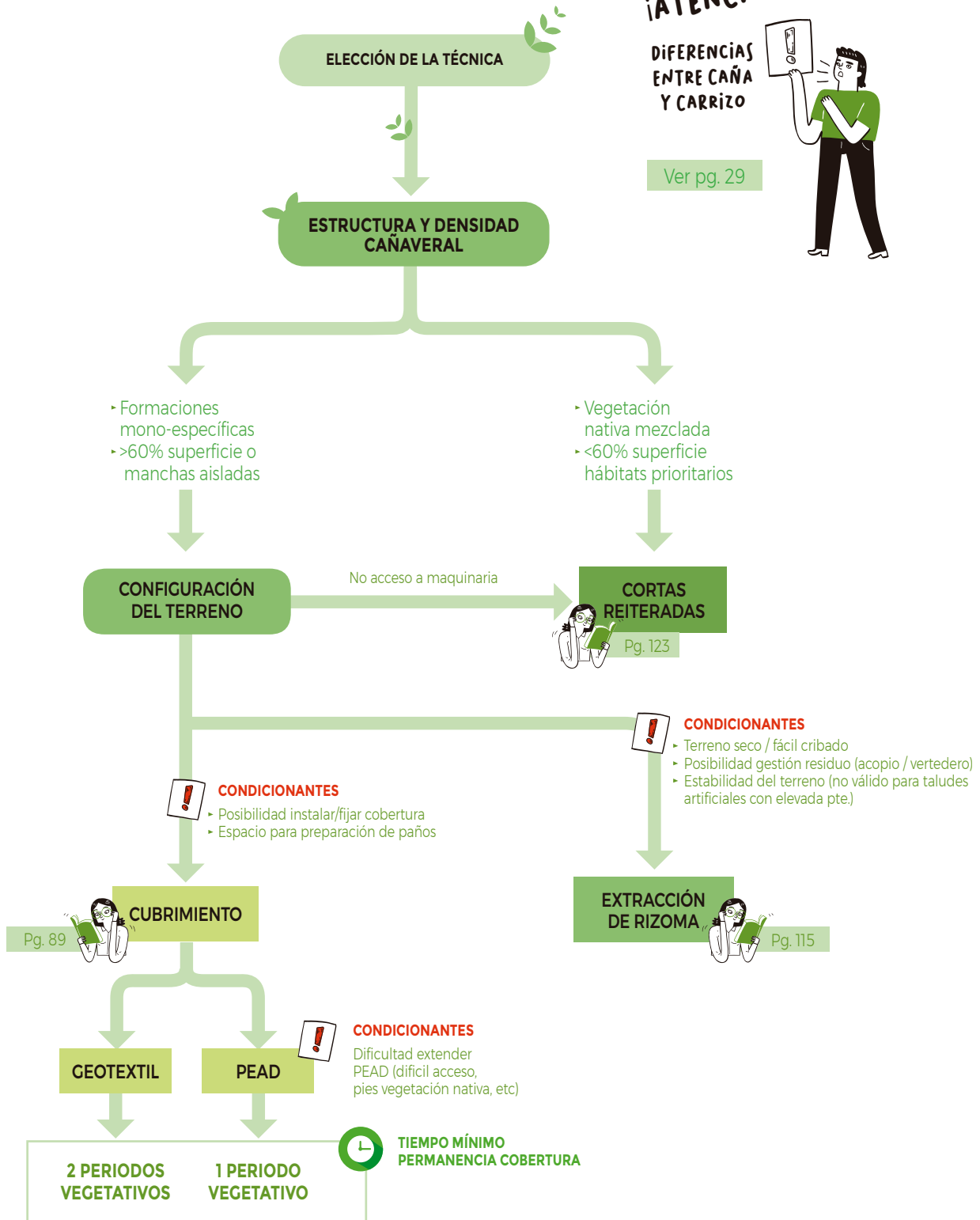


Primera criba para seleccionar el método de eliminación de caña (criterios de financiación y tiempo de ejecución del proyecto)

¡ATENCIÓN!

**DIFERENCIAS
ENTRE CAÑA
Y CARRIZO**

Ver pg. 29



Selección de la técnica según criterios de comunidad vegetal y configuración del terreno

	CUBRIMIENTO	EXTRACCIÓN DE RIZOMA	CORTAS REITERADAS
DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce inicial ▶ Instalación de cobertura opaca sobre el terreno, que genera condiciones ambientales para debilitar la parte aérea y ocasionar la muerte del rizoma 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce inicial ▶ Extracción directa de la capa de rizoma del suelo y creación de un nuevo bosque de ribera 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce inicial ▶ Cortas reiteradas de la parte aérea al tiempo que se introduce vegetación de ribera que compita por los recursos para agotar las reservas del rizoma
PLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Plantación posterior a la retirada de la lámina ▶ Mantenimiento de la plantación 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Plantación posterior a la extracción de rizoma ▶ Mantenimiento de la plantación 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Plantación inmediata tras el desbroce inicial ▶ Trabajos simultáneos de mantenimiento de la plantación y desbroces de caña
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alta eficacia ▶ Bajo mantenimiento lámina ▶ Baja capacidad de rebrote 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alta eficacia ▶ Bajo impacto visual ▶ Rápida consolidación de la plantación ▶ Baja capacidad de rebrote ▶ Menor tiempo total de actuación 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bajo impacto visual y sobre la biodiversidad ▶ Bajo impacto en el suelo ▶ Respeta la vegetación que está presente en la zona ▶ Optimización mantenimiento (trabajos simultáneos de control de caña y desarrollo de plantación) ▶ Aplicable sobre cualquier terreno
INCONVENIENTES	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alto impacto visual ▶ Impacto en el suelo (necesaria evaluación previa de posibles impactos) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fuerte impacto sobre el suelo (modificación de la estructura y erosión por remoción del terreno) ▶ Elevada cantidad de residuo (alto coste de gestión) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Necesidad de mantenimiento constante ▶ Mayor inversión en tareas de mantenimiento
ZONAS DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Superficies dominadas por caña o con manchas que ocupen más del 60% de la superficie ▶ Zonas accesibles para la maquinaria y personal ▶ Tramos que permitan tener colocada la lámina suficiente tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Superficies dominadas por caña o con manchas que ocupen más del 60% de la superficie ▶ Zonas accesibles para la maquinaria y con posibilidad de acopio de rizoma ▶ Terreno seco 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tramos donde la caña se encuentra mezclada con vegetación autóctona de ribera ▶ Zonas donde no se puede aplicar otra técnica

	CUBRIMIENTO	EXTRACCIÓN DE RIZOMA	CORTAS REITERADAS
CONDICIONANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zonas con presencia de vegetación autóctona mezclada con la caña. ▶ Tramos con dificultad para fijar la lámina (suelo con rocas, escollera, hormigón, etc.) ▶ Zonas con alta probabilidad de avenidas. (la lámina puede ser dañada o arrancada por la corriente o por objetos que esta arrastre) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zonas con presencia de vegetación autóctona mezclada con la caña ▶ Zonas de difícil cribado del terreno: suelo con rocas, escollera, hormigón, etc ▶ Necesidad de espacio para acopio y tratamiento del rizoma 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zonas de difícil acceso para maquinaria y/o el personal ▶ Mayor inversión en el mantenimiento y regularidad de los trabajos ▶ Afecciones a la fauna durante todo el proceso
IMPACTO VISUAL	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tiempo de permanencia de la lámina 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Durante la extracción del rizoma 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce y apertura de hoyos
IMPACTO SUELO	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Posible cambio en las condiciones bajo la lámina (temperatura elevada, oscuridad, reducción de oxígeno, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fuerte desestructuración del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Por apertura de hoyos
ÉPOCA RECOMENDADA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Instalación de la lámina en parada vegetativa: <ul style="list-style-type: none"> • PEAD: que abarque un periodo vegetativo • Geotextil: que abarque dos periodos vegetativos ▶ Tener en cuenta la época de plantación 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cuando el terreno esté seco para minimizar pérdida de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Todo el año
DURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3-4 años ▶ Tiempo cobertura: <ul style="list-style-type: none"> • 8-10 meses (PEAD) • 18 meses (geotextil) ▶ Plantación posterior a la retirada de la cobertura: 2-3 años de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2-3 años ▶ Plantación y mantenimiento posterior a la aplicación de la técnica 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3-5 años ▶ Mantenimiento y aplicación de la técnica simultáneos
EFFECTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alta si la lámina se instala correctamente 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alta si se retira por completo el rizoma 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Media, la caña se llega a contener pero no a eliminar totalmente

4.2





4.2 DESBROCE INICAL

4.2.1 Descripción del proceso

4.2.2 Consideraciones especiales

4.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El paso previo en cualquier actuación de eliminación de caña es realizar un **desbroce de la parte aérea** en toda la superficie. En función de las características de la zona de actuación, este desbroce inicial puede realizarse de forma **mecanizada** o **manual** y ambas técnicas pueden combinarse para conseguir un mejor resultado.

Previamente al desbroce inicial será necesaria una revisión de la **presencia de especies autóctonas de ribera y/o especies protegidas**. Se deben balizar los ejemplares que se detecten para evitar que sean dañados durante la ejecución de los trabajos. Para ello se recomienda utilizar **cinta de balizamiento fabricada con material vegetal** (por ejemplo fécula de patata), evitando así el uso de materiales plásticos.

También es necesario **identificar y asegurar las zonas potencialmente peligrosas** y que puedan generar un riesgo para el personal y/o para la maquinaria. Se deben considerar tanto los **riesgos asociados al terreno** (por ejemplo, capacidad de soportar el peso de maquinaria de gran tonelaje) como los **asociados al entorno** (presencia de líneas eléctricas y tuberías, vallados, etc.) y cualquier instalación que pueda verse afectada por los brazos telescópicos de las desbrozadoras.

En cualquier caso será imprescindible aplicar los **requerimientos y recomendaciones de seguridad y salud** (equipos de protección individual, corte de caminos, balizamiento, medidas contra incendios, etc.).



Señalización de la zona de actuación

DESBROCE MECANIZADO CON MAQUINARIA PESADA

Tractores, retroexcavadoras giratorias con o sin brazo telescópico y prolongador, retroarañas, etc., empleando siempre desbrozadoras de martillos o de cadenas.



Desbroce mecanizado en formaciones monoespecíficas de caña

DESBROCE MANUAL

Cuando no sea posible acceder a la zona con maquinaria pesada, el desbroce se realizará con empleo de motodesbrozadoras, guadañas, hoces y azadas. Este tipo de desbroce suele aplicarse:

- ▶ En zonas donde es **difícil o peligroso el acceso** con maquinaria, por ejemplo, cuando se actúa en el lecho del río si el terreno es poco firme.
- ▶ En tramos donde la caña se encuentre mezclada con **vegetación nativa** que se debe conservar y que pueda ser dañada por la maquinaria.
- ▶ Cuando los **condicionantes técnicos** así lo aconsejan.



Desbroce manual respetando la vegetación autóctona

4.2.2 CONSIDERACIONES ESPECIALES



- ▶ El organismo competente en materia ambiental puede determinar la necesidad de la **gestión del material vegetal como residuo**. Se debe tener en cuenta que la gestión del residuo puede estar regulada como tal o pueden existir recomendaciones que partan, por ejemplo, de un manual de buenas prácticas. Si los restos de caña se dejan sobre el terreno, estos debe ser triturado al máximo para que sequen rápidamente y reducir así su capacidad de rebrote.
- ▶ **No se podrá realizar el desbroce inicial en época de cría de fauna**, especialmente de aves, pero también de cualquier grupo faunístico que se pueda ver afectado por la actuación (molestias por ruido, daños a nidos y refugios, etc.). La realización tanto de este como de cualquier otro trabajo descrito en el proyecto queda condicionada a **autorización ambiental** de la administración competente.
- ▶ Es conveniente realizar el desbroce **durante la época de parada vegetativa** (noviembre - febrero) para optimizar los resultados, ya que la capacidad de rebrote es menor en esta época.



4.3





4.3 CUBRIMIENTO

- 4.3.1 Descripción de la metodología
- 4.3.2 Tipos de cobertura
- 4.3.3 Preparación previa
- 4.3.4 Instalación de la cobertura
- 4.3.5 Unión entre paños
- 4.3.6 Retirada de la cubierta
- 4.3.7 Consideraciones especiales

4.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Esta metodología se basa en **cubrir una superficie de terreno** ocupada por caña previo desbroce de la parte aérea, con un material que limite el paso de la luz solar. Bajo esta cobertura se genera a su vez un aumento de la temperatura y una disminución de la cantidad de oxígeno.

El **objetivo** es **generar unas condiciones ambientales desfavorables** en el terreno que ocasionen el debilitamiento y muerte de la parte aérea y del rizoma para posteriormente implementar un nuevo bosque de ribera en la superficie tratada.

Este método está considerado como uno de los más eficaces, reduciendo la densidad de caña prácticamente en un 100% (Deltoro (2012)¹². En la cuenca del Segura, utilizando lámina de polietileno de alta densidad (PEAD), esta técnica resultó ser la más efectiva de las tres aplicadas (cubrimiento, extracción de rizoma y cortas reiteradas).

Además, en las zonas donde se utilizó lámina, las actuaciones de revegetación fueron más exitosas. Esto se debe principalmente a que esta técnica tiene una alta efectividad sobre el rizoma sin desestructurar el terreno, por lo que el suelo se encuentra en buen estado para el establecimiento y desarrollo de la nueva plantación.



Ver apartado 8. I+D+i - resultados de trabajos experimentales

En el apartado 8 se recogen diferentes estudios de evaluación de la eficacia de las diferentes técnicas empleadas en la cuenca del Segura, así como del seguimiento del crecimiento de la plantación.



Cauce de río dominado por caña



Mismo cauce aplicando la técnica



VENTAJAS

- ▶ **Alta eficacia.** Si se aplica de forma adecuada, puede eliminar el cañaveral prácticamente en su totalidad.
- ▶ **Bajo mantenimiento** mientras la cobertura permanece instalada.
- ▶ **Baja necesidad de control de rebrotes** durante el mantenimiento de la plantación.



INCONVENIENTES

- ▶ **Impacto visual** durante el tiempo que la lámina permanece sobre el terreno.



Se reducirá al mínimo el tiempo de instalación siempre que no se comprometa la eficacia de la técnica.

- ▶ **Impacto sobre el suelo** debido a las condiciones que se generan durante el tratamiento.



Diversos estudios realizados tanto por la Confederación del Segura (utilizando lámina de PEAD) como por la Confederación del Júcar (malla de geotextil) concluyen que las características del suelo no sufren grandes variaciones que puedan afectar significativamente al establecimiento posterior de la plantación.

Ver apartado 8. I+D+i - resultados de trabajos experimentales



ZONAS DE APLICACIÓN

- ▶ **Superficies dominadas por caña** o con manchas cuya ocupación esté por encima del 60% de la superficie.
- ▶ Zonas **accesibles para la maquinaria y personal**, y donde resulte fácil manejar los rollos de material.
- ▶ Localizaciones donde se pueda mantener la cobertura instalada sobre el terreno **suficiente tiempo para que la aplicación sea efectiva** sobre el rizoma.



Zona laminada con PEAD

ATENCIÓN

**CONDICIONANTES**

- Riberas donde **la caña se encuentra mezclada con vegetación nativa** y es **complicado extender paños de lámina de cierto tamaño**.

La efectividad de esta técnica se ve reducida si no se cubre una extensión considerable o si quedan muchos huecos, por ejemplo, para respetar la vegetación presente en el terreno. Esto puede generar una pérdida de temperatura e incrementar la aireación, lo que va a dificultar que se alcancen las condiciones óptimas para que la técnica sea efectiva. Además por los huecos, la caña encuentra un lugar por donde salir a la superficie con mayor facilidad. Esto posiblemente haga necesario ampliar el periodo de tratamiento e incrementar el esfuerzo en los trabajos de mantenimiento.

*Riberas con presencia de vegetación nativa*

- **Superficie rocosas o presencia de hormigón, asfalto, escollera y/o elevada pendiente** del terreno que dificulten la fijación de los paños.

La efectividad de la técnica queda condicionada principalmente a una adecuada fijación de la cobertura. Si la fijación es deficiente en alguno de sus extremos, la efectividad será menor y además se incrementa el riesgo de que sea dañada o arrastrada por la corriente en caso de avenida.

*Taludes cubiertos por escollera**Taludes con elevada pendiente*

No instalar sobre salidas que puedan generar vapores o donde la lámina pueda ocasionar una obstrucción (acequias, tubos de drenaje, respiraderos, etc.).



► **Tramos con alta probabilidad de procesos de avenida.**

El aumento repentino de caudal puede ocasionar daños en la cobertura por elementos que provengan aguas arriba (ramas, árboles, piedras, etc.), reduciendo la efectividad de la técnica. Además, los paños pueden ser levantados e incluso arrancados por el esfuerzo cortante del agua y arrastrados por la corriente. Esto podría ocasionar obstrucciones en el cauce que disminuyese su capacidad de desagüe y aumentase la probabilidad de desbordamiento.



Estos inconvenientes pueden resolverse con un adecuado anclaje.



ALLÍ ENCONTRARÁS MÁS INFORMACIÓN



Daños producidos por la DANA de 2019 en zonas de actuación cubiertas con lámina de PEAD

4.3.2 TIPOS DE COBERTURA

Desde la puesta en marcha en 2009 del Proyecto de I+D+i “Optimización de los Sistemas de Eliminación y Control de Cañaverales para la Mejora del Estado Ecológico y Recuperación de la Capacidad de Desagüe de los Ríos”, en la cuenca del Segura se **han probado diferentes materiales y técnicas de cubrimiento** en diversos proyectos de eliminación de caña. Tras los resultados obtenidos en las diferentes experiencias, se puede concluir que los materiales más efectivos para llevar a cabo esta técnica son las **coberturas de material plástico**.



MATERIALES RECOMENDADOS

- ▶ Polietileno de alta densidad (PEAD)
- ▶ Malla geotextil de polipropileno (geotextil)

La elección del tipo de material a instalar está determinada por una serie de condicionantes (presupuesto, duración del proyecto, accesibilidad a la zona de actuación, etc.).

Ver diagrama de elección de técnica en el **apartado 4.1**.
Elección de zonas de actuación y técnicas



PEAD



GEOTEXTIL



Es importante tener en cuenta determinados condicionantes sobre el uso de materiales plásticos que puedan venir determinados por el proyecto. Por ejemplo, la vinculación de las actuaciones a determinados fondos europeos, como los PRTR 2023 (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia), requiere que al menos el 70% del material sea reutilizado o reciclado.



TIEMPO Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

► PEAD:

Mínimo 8-10 meses o al menos un periodo vegetativo. Para conseguir una mayor eficacia de la técnica y garantizar unos buenos resultados es conveniente prolongarlo un tiempo igual o superior a 12 meses.

► GEOTEXTIL:

Mínimo 18 meses, o al menos dos periodos vegetativos, siendo recomendable extender el tiempo de instalación a 24 meses o más.



























La lámina de PEAD proporciona una mayor estanquidad y bloqueo del paso de la luz, por lo que su tiempo de aplicación para lograr efectividad es menor.

Estos plazos se obtienen como resultado de diversas **actuaciones desarrolladas principalmente en tramos medios de la cuenca del Segura**, considerando una correcta instalación de la cobertura que garantice un funcionamiento óptimo de la técnica. Las deficiencias en la instalación de la cobertura incrementarán el tiempo para obtener buenos resultados. Además, **las condiciones climáticas locales desempeñan un papel crucial en la eficacia de la técnica**. En áreas más frías puede ser necesario prolongar el tiempo de permanencia de la cobertura. Por ejemplo, en la cuenca del Ebro, se recomienda un tiempo mínimo de 18 a 20 meses para la lámina de PEAD.

El **momento adecuado para instalar la cobertura** dependerá, entre otros factores, de la época en la que se realice la plantación. En regiones mediterráneas como la cuenca del Segura, donde los veranos son secos y cálidos, y los inviernos suaves, el **otoño es la época ideal para la plantación** aprovechando las lluvias de esta estación. Para garantizar que la cobertura permanezca instalada durante el tiempo mínimo necesario para que la técnica sea efectiva, es recomendable **colocarla durante el otoño-invierno anterior** en el caso del PEAD (2 periodos antes para geotextil). Esto coincide con la fase **de parada vegetativa de la caña**, lo que maximiza la eficacia de la técnica y además se evita la época de reproducción de la fauna asociada a las riberas.



Cronograma general para aplicación de la técnica

PEAD		GEOTEXTIL
 Polietileno	MATERIAL	Trenzado de prolipropileno 
 Desbroce y triturado de la parte aérea	PREPARACIÓN DEL TERRENO	Desbroce y triturado de la parte aérea 
 Instalación directa, sin modificación del terreno	PREPARACIÓN DE LA LÁMINA	Perfilado adecuado del terreno para integrar el material vegetal 
 Soporte de desenrollado	MANEJO	Desenrollado manual 
 Rollos pesados de grandes dimensiones. Requiere espacio de trabajo amplio para su preparación y manejo en la instalación	RESISTENCIA A LA PERFORACIÓN	Menor peso, más flexible. Los rollos son más manejables, más cómodo de instalar en zonas de difícil acceso 
 Mayor resistencia a la perforación por parte de los nuevos brotes debido a su densidad y a la estructura homogénea del material	ESTANQUEIDAD A LOS GASES	Los nuevos brotes pueden perforar más fácilmente este material, debido principalmente a la disposición en trenzado del material 
 Material estanco, no es traspirable y limita la circulación del aire a las posibles aperturas laterales o superficiales	PERMEABILIDAD HIDRÁULICA	Material trenzado que permite la aireación del terreno a través de la cubierta 
 Material estanco, no permite el paso del agua a través de la lámina	TRANSMISIÓN DE LA LUZ	El trenzado permite que el agua se filtre al suelo. Permeabilidad 20L/m ² /s 
 Opaco, no permite el paso de la luz	REUTILIZABLE	Paso de luz máx. 1% 
 Se puede recuperar hasta un 80% del material tras cada uso. Se puede reutilizar varias veces mientras las dimensiones de los paños sean suficientemente grandes	RECICLABLE	Su reutilización está condicionada por el elevado coste del tratamiento para reacondicionarlo y el alto grado de degradación de este material 
 100%	TIEMPO MÍNIMO	Condicionado por el elevado coste del complejo proceso de limpieza para que sea aceptado para reciclaje 
 8 - 10 meses		18 meses 



Rollos PEAD de grandes dimensiones



Soporte desenrollado PEAD



Desenrollado PEAD



Rollo de geotextil



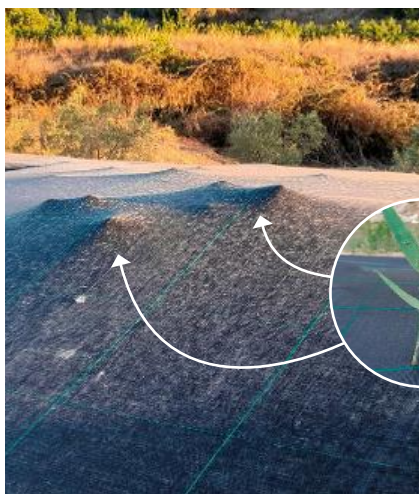
Extensión manual de geotextil



Desenrollado de geotextil



Salvaguardando ejemplares arbóreos



Perforación por brote de carrizo en malla de geotextil



Perforación por brotes de caña en malla de geotextil



Salvaguardando ejemplares arbóreos

4.3.3 PREPARACIÓN PREVIA

PREPARACIÓN DEL TERRENO

La lámina de **PEAD** puede **instalarse directamente sobre el terreno** desbrozado tras la retirada del material vegetal resultante de la corta de la parte aérea o sobre la capa de material vegetal triturado si la parte aérea se puede dejar sobre el terreno. La retirada o no del material vegetal puede estar condicionada por la regulación existente o por el organismo competente en materia ambiental.



Ver **apartado 4.2.2.** Consideraciones especiales del desbroce inicial



Preparación del terreno



Preparación del terreno

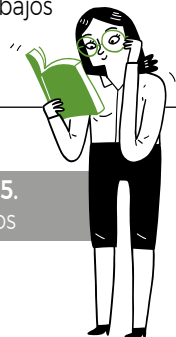
Para la utilización de **geotextil** es conveniente una **preparación previa del terreno**. Este material trenzado es más fino y fácil de traspasar. El acondicionamiento de la primera capa de suelo tiene como objeto debilitar la parte superficial de la capa de rizoma y los restos de caña a partir de los cuales esta puede rebrotar, disminuyendo así la probabilidad de perforado de la cobertura por los nuevos brotes.

Este acondicionamiento del terreno no debe afectar a los diferentes horizontes del suelo y puede ser reacondicionado tras la eliminación de la cubierta durante el posterior proceso de revegetación.

- ▶ En primer lugar es necesario **triturar la parte aérea de la caña y mezclar los restos de material vegetal con el suelo.** En este proceso se tritura también parte del rizoma, con lo que se reduce la capacidad de rebrote de la caña.
- ▶ Posteriormente se procede al **perfilado y adecuación del terreno**, buscando que la cobertura instalada quede lo más ajustada posible a la superficie para reducir la entrada de aire y además portar la de un posible arrastre durante procesos de avenida.



El uso de **cables tensores instalados** en forma de red sobre la lámina de geotextil, puede contrarrestar el empuje vertical de los nuevos brotes. El uso de esta técnica puede ayudar a reducir costes asociados a los trabajos de preparación de la superficie cuando usa lámina geotextil.



Ver apartado 4.3.5.
Unión entre paños

Durante el tiempo que el terreno permanezca cubierto es aconsejable colocar cartelera para evitar el acceso de personas o mascotas a la superficie cubierta y su consecuente degradación. Además, la cobertura puede generar riesgo de caídas al tratarse de un material deslizante, por lo que la **zona deberá ser vallada y/o señalizada.**



Delimitación de la zona cubierta

PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE COBERTURA

El material se presenta en rollos a partir de los cuales se cortarán paños de un tamaño que consiga **cubrir la mayor superficie posible de forma continua**, pero que sean **maneables para facilitar su instalación**. Sobre el terreno se tomarán medidas de la longitud y anchura del tramo a cubrir, y en base a estas medidas se establecerá el tamaño de cada paño.

Para preparar los paños es necesario disponer de una superficie suficientemente amplia en las inmediaciones de la zona de actuación que permita extender el material.



Superficie para preparación de paños



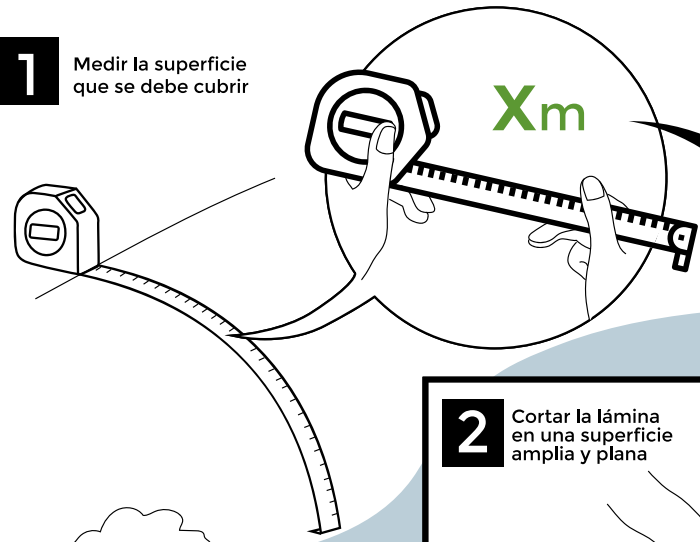
Soporte para desenrollado de PEAD

- ▶ Los **rollos de geotextil**, de menores dimensiones y peso, y de material más maleable, son **más maneables y pueden extenderse fácilmente** de forma manual.
- ▶ Los **rollos de PEAD**, debido a sus dimensiones (200 m lineales y 1 mm de espesor) requieren de un soporte para desenrollar la lámina, o en su defecto, de un espacio suficientemente amplio para extender el rollo con el empuje de maquinaria (por ejemplo, utilizando una retroexcavadora mixta).



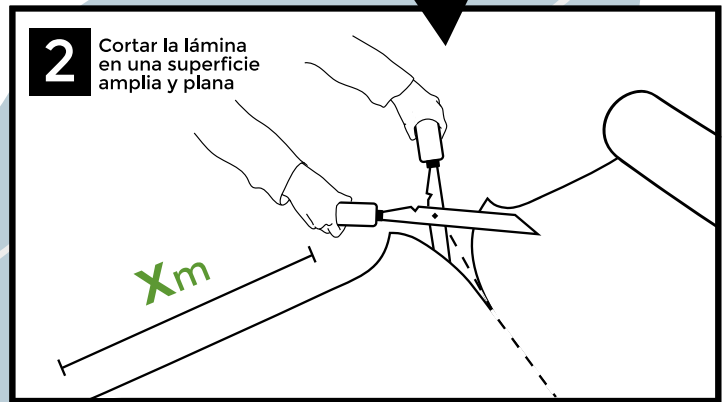
Sistema de desenrollado de lámina con soporte (arriba) y manual (dcha.)

1 Medir la superficie que se debe cubrir



HERRAMIENTAS

2 Cortar la lámina en una superficie amplia y plana



Instrucciones para preparar los paños según configuración del terreno

4.3.4 INSTALACIÓN DE LA COBERTURA

Tomando como referencia una zona de actuación con taludes de cierta pendiente, el proceso de instalación y fijación de la cobertura será el siguiente:

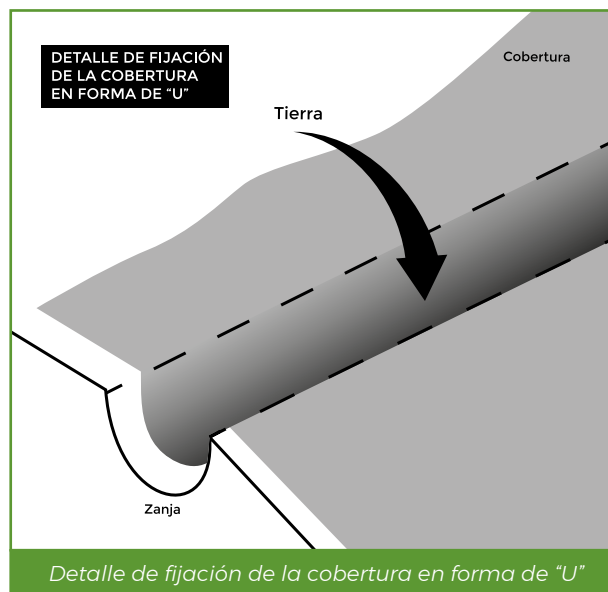
1. FIJACIÓN SUPERIOR E INFERIOR

Como norma general (siempre que sea posible) la cubierta se fija al terreno mediante **zanjas longitudinales o paralelas al cauce**: una en la parte alta del talud y otra en la parte más próxima al río, de aproximadamente 40x40 cm (anchura y profundidad).

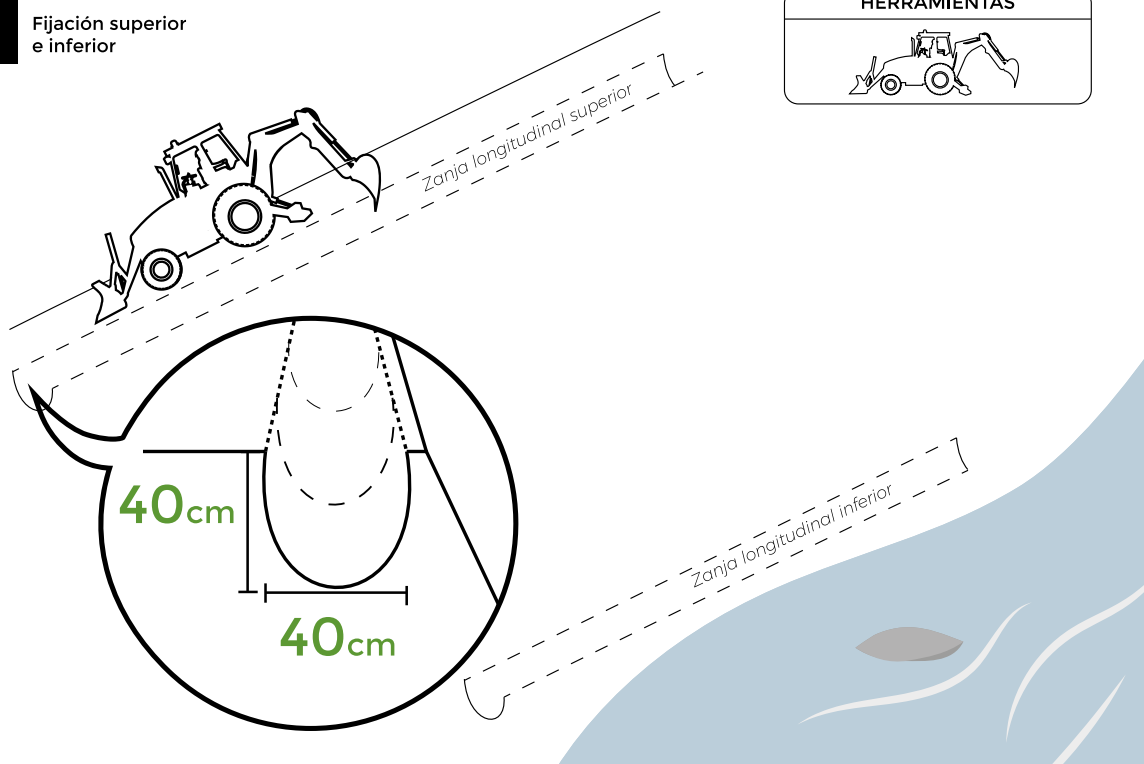
Se extiende o desenrolla el material sobre la superficie introduciendo el borde del paño en la zanja superior formando una "U" y se rellena la zanja con tierra hasta cubrirla. Se ajusta el material al terreno y se introduce el borde inferior del paño en la zanja inferior, fijándolo de la misma forma. En ciertos casos es posible que en la parte más próxima al cauce sea difícil o imposible realizar una zanja. En este caso la cubierta se puede anclar con grapas.



En caso de que haya algún talud intermedio, se pueden instalar paños separados realizando zanjas intermedias. En función de la configuración del terreno se colocan tantas zanjas longitudinales como sean necesarias.



1 Fijación superior e inferior



Instrucciones para realizar las zanjas superior e inferior de anclaje de la cobertura



Zanjas longitudinales (superior e inferior) paralelas al cauce



Fijación de la lámina en la parte superior



Fijación de la lámina en la parte inferior sin zanja

2. INSTALACIÓN DE PAÑOS

Para cubrir toda la superficie del talud es necesario colocar varios paños de forma consecutiva.

El primer paño que se instale será siempre el situado aguas arriba de la zona de actuación, **fijando el inicio mediante una zanja transversal o perpendicular al cauce**, introduciendo la cubierta en forma de “U” y rellenando con tierra.

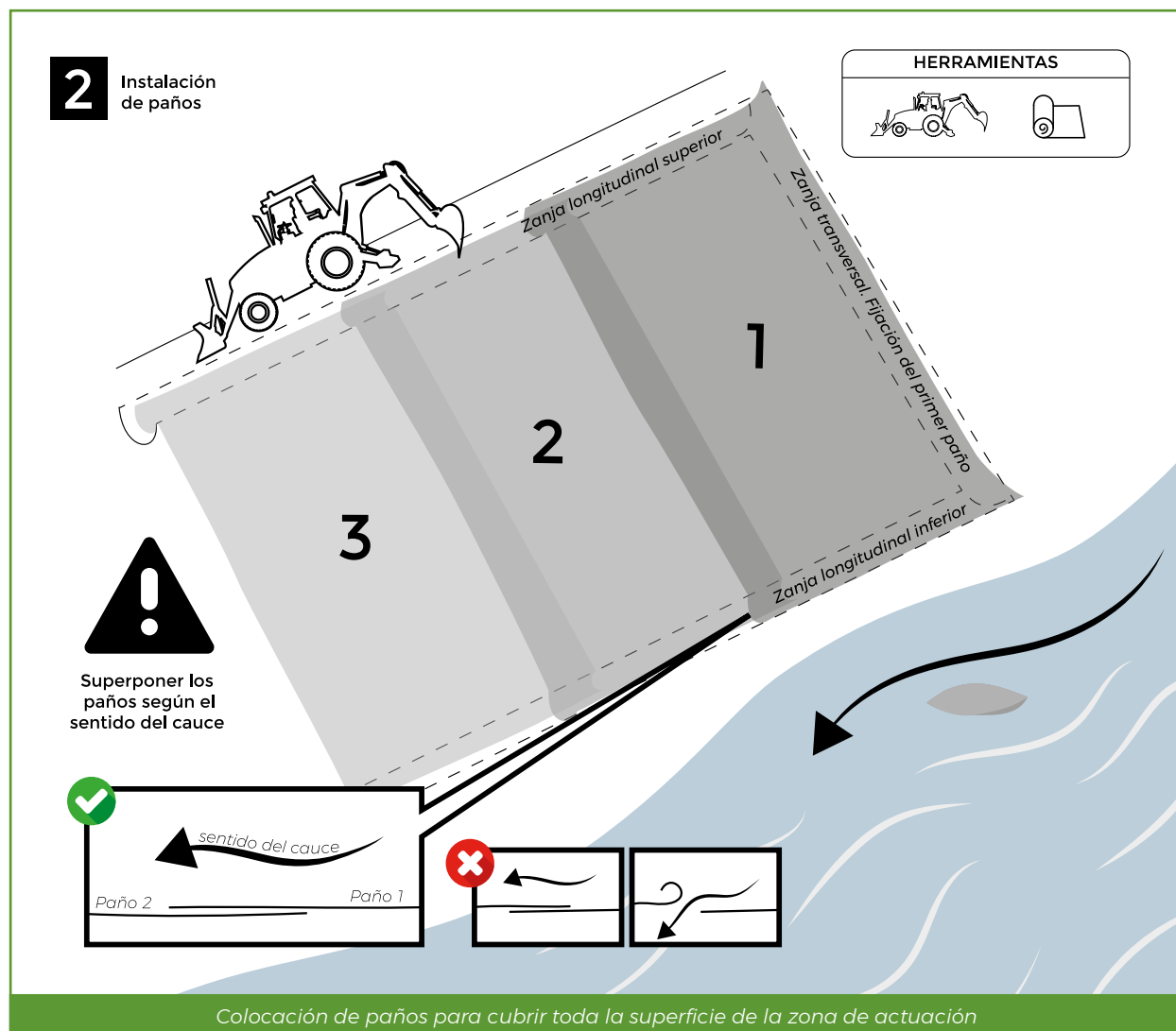


Instalación del primer paño (geotextil)



Instalación del primer paño (PEAD)

A partir de este se van añadiendo paños **siguiendo la dirección del cauce en sentido descendente. Cada paño monta siempre sobre el siguiente**, lo cual disminuye el riesgo de que la cubierta sea levantada por la corriente y arrastrada en caso de avenida.



La unión entre paños puede hacerse de formas diferentes en función del material utilizado, características de la zona, etc., tal y como se describe en el punto siguiente de este apartado.

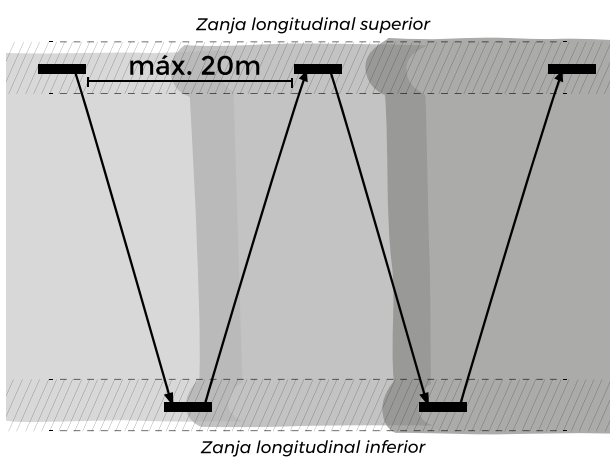
Ver apartado 4.3.5.
Unión entre paños



3. INSTALACIÓN DE TENSORES

Una vez instalada la cubierta es recomendable la colocación de **cables tensores** sobre la superficie para evitar que el viento, corrientes de agua o el empuje del crecimiento de la caña puedan levantarla. Estos cables pueden ser de acero e instalarse en forma de zigzag o cuadrícula, fijándolo con grapas en la zanja superior y la inferior como máximo cada 20 m.

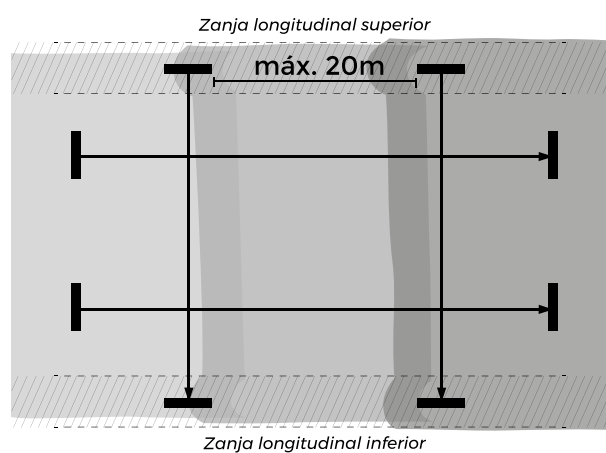
Con el empleo de estos tensores se reduce también el uso de grapas y el número de agujeros en la cobertura, lo que facilitará su reutilización.



En superficies de terreno cóncavas, al tensar el cable, este puede quedar en el aire, separado de la superficie de la cubierta, generando zonas donde pueden quedar enganchados algunos restos arrastrados por la corriente como bardomeras. Para evitar esta situación se puede reducir la tensión e instalar grapas intermedias con la finalidad de que el cable quede en contacto con la superficie de la lámina en todo momento.



Fijación en cuadrícula



4.3.5 UNIÓN ENTRE PAÑOS

La **fijación de la cobertura al terreno** es uno de los puntos clave a la hora de aplicar esta técnica. Se debe prestar especial atención a este punto en zonas donde exista alta probabilidad de avenidas para minimizar el riesgo de arrastre.

Es importante que el número de perforaciones y cortes en la lámina sean las mínimas para evitar pérdida de eficacia, ya que los orificios permiten mayor aireación. Esto provoca que no se alcance la temperatura óptima y puede facilitar la aparición de nuevos brotes.

La **unión entre paños y la fijación al suelo** puede hacerse mediante diferentes métodos:

TERMO-SELLADO (solo PEAD)

Los paños de lámina de polietileno pueden ser unidos entre sí mediante sellado térmico. Esta opción requiere de maquinaria especializada pero minimiza el número de perforaciones del material.



GRAPAS (geotextil y PEAD)

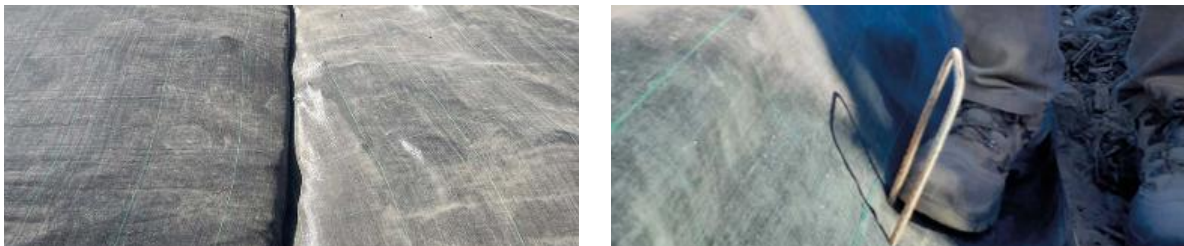
La unión entre paños de geotextil (y PEAD en caso de no hacerlo con termosellado) se lleva a cabo mediante grapas de hierro corrugado de mínimo 8 mm diámetro y medidas 40x15x40 cm o 60x15x60 cm, montando el primer paño sobre el siguiente y clavando una grapa por cada metro lineal. El solapado entre paños debe tener al menos 50 cm, montando siempre el de arriba sobre el siguiente, tal como se describe en la ilustración del apartado 4.3.4, punto 2. *Instalación de paños (pg. 105).*



Es importante evitar los desgarros o agujeros al instalar las grapas con el fin de evitar entradas de luz, pérdida de calor, etc.

ZANJAS TRANSVERSALES DE REFUERZO (geotextil)

En el caso de instalación de malla geotextil, la fijación de la cubierta suele reforzarse realizando zanjales perpendiculares con una distancia media de 50 metros, aunque puede ser inferior (20-30 m) en función del tramo de actuación, régimen del cauce, posibilidad de avenidas, etc. Dentro de estas zanjales la cubierta puede fijarse además con grapas, de forma que se refuerza la zona de unión. Este método también es aplicable en terrenos pedregosos donde el anclaje mediante grapas no es efectivo.



En el caso de PEAD, no se suelen realizar estas zanjales de refuerzo ya que este material es menos manejable y su fijación mediante zanjales resulta más dificultosa.

4.3.6 RETIRADA DE LA CUBIERTA

RETIRADA PEAD

Los paños de este material pueden ser reutilizados, por lo que es importante minimizar los daños al retirarlos. Los pasos recomendados para ello son:

1. Retirar los elementos de balizamiento de la zona.
2. Limpiar la superficie de la lámina y retirar grapas, cables tensores, etc.
3. Si se ha aplicado termosellado, cortar la lámina por las soldaduras o uniones, así como en la zona de las zanjas donde la lámina sale al exterior.
4. Tirar de forma manual de la lámina hacia el camino e ir enrollándola sobre sí misma al tiempo que se retira. Si no es posible hacerlo de forma manual, se puede fijar el paño a una cuerda y arrastrarlo con maquinaria hasta una zona próxima donde se pueda enrollar con menor dificultad. En este caso es importante no realizar perforaciones sobre la lámina que puedan conllevar desgarros.
5. Atar los rollos y marcar sus dimensiones para su reutilización.
6. Retirar el material enterrado en las zanjas. Estos restos (en torno al 20% del material utilizado) se deben trasladar a una planta de reciclaje para una adecuada gestión.



Con la reutilización de los paños se reducen costes de material y plazos ya que permite disponer de la lámina de manera inmediata.

RETIRADA GEOTEXTIL

Por norma general la reutilización de los paños de malla geotextil es prácticamente inviable, debido a que el grado de degradación de este material suele ser alto. El reciclaje es posible pero queda condicionado a una limpieza previa, proceso complejo que limita las posibilidades.

El proceso de retirada en este caso se simplifica con respecto al PEAD.

1. Quitar y retirar las grapas.
2. Abrir las zanjas con una retroexcavadora mixta y tirar de forma manual de la malla para su retirada.
3. Acopiar y cargar la malla para su transporte a gestor autorizado.



Proceso de retirada de lámina de PEAD

4.3.7 CONSIDERACIONES ESPECIALES



CARRIZO

La efectividad de esta técnica es limitada para el carrizo posiblemente debido al mayor espesor de la capa de rizoma (hasta 2 metros de profundidad). En este caso es necesario prolongar el tiempo de laminado para obtener buenos resultados. Aun así, esta técnica puede no ser la más recomendable para eliminar el carrizo, ya que se ha comprobado que después de 2 años de cobertura el rizoma del carrizo sigue activo y es capaz de producir nuevos brotes que crecen incluso bajo la lámina de PEAD.

Otra opción con resultados probados para mejorar la eficacia de esta técnica sobre carrizo, es colocar la lámina en zonas donde esta permanezca bajo el agua al menos el 90% del tiempo que esté instalada.



Rebotes de carrizo detectados al retirar la lámina de PEAD



4.4





4.4 EXTRACCIÓN DE RIZOMA

4.4.1 Descripción de la metodología

4.4.2 Aplicación de la técnica

4.4.3 Consideraciones especiales

4.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Esta técnica se basa en la **extracción directa del rizoma y la implementación de un nuevo bosque de ribera** sobre el terreno desnudo de la zona de actuación.

El **fundamento** de esta metodología es reducir al máximo la posibilidad de rebrote de la caña mediante la **eliminación total del órgano de reserva**.



Extracción mecanizada de rizoma



ZONAS DE APLICACIÓN

- ▶ **Superficies dominadas por caña** o con manchas que ocupen una extensión relativamente grande que facilite en proceso de extracción de rizoma.
- ▶ Zonas **accesibles para la maquinaria**.
- ▶ **Zonas de terreno seco** que facilite separar el rizoma y el suelo; y que además permita la recuperación del mismo.



CONDICIONANTES

- ▶ Riberas con **presencia de vegetación nativa mezclada** con el cañaveral que puedan verse afectadas por el tratamiento del suelo.
- ▶ Zonas con presencia de **piedra natural, hormigón, asfalto, escollera, etc.**, o cualquier elemento que dificulte la extracción y cribado del suelo.
- ▶ Gestión del residuo. Es recomendable disponer de un **espacio para acopiar** y tratar el rizoma extraído.



VENTAJAS

- ▶ **Alta eficacia.** Esta técnica puede llegar a una eficacia del 100% si se trabaja de forma constante para eliminar la mayor cantidad posible de rizoma.
- ▶ **Bajo impacto visual.** La plantación se realiza de forma inmediata tras la extracción del rizoma, por lo que el tiempo en que la zona se encuentra descubierta es mínimo.
- ▶ **Rápida consolidación de la plantación** al instalarse en un suelo libre de rizoma y sin competencia por los recursos. Se puede llegar a reducir en un año el tiempo total de la actuación con respecto a las otras técnicas.
- ▶ **El número de rebrotes suele ser bajo,** lo que reduce considerablemente el número de desbroces de mantenimiento.



Es necesario revegetar inmediatamente para evitar el establecimiento de vegetación no deseada, así como para estabilizar el terreno y evitar erosión y pérdida de suelo, por ejemplo, en arrastres por avenidas.



INCONVENIENTES

- ▶ **Impacto sobre el suelo.** Fuerte alteración del terreno con pérdida de suelo y desestructuración de taludes que queda expuesto a procesos de erosión y colonización por parte de vegetación exótica.
- ▶ **Elevada cantidad de residuo:** parte aérea y rizoma.



Capa de rizoma de 1 metro de espesor

4.4.2 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA

Tras el desbroce previo de la zona de actuación se procede a la eliminación del rizoma. Este proceso consta de dos fases:

1. ELIMINACIÓN DE LA CAPA DE RIZOMA

En primer lugar **se extrae el grueso del rizoma mediante cribado del suelo**. Este trabajo se puede realizar con una retroexcavadora giratoria a la que se le coloca en el brazo un cazo con dientes provisto de orificios para poder cribar la tierra. También se puede usar un cazo cribador hidráulico con el que se consigue una mayor efectividad de extracción y se reducen las repeticiones de cribado. El cazo cribador debe tener orificios de 5 cm.

Tras la extracción del rizoma del suelo se separa la tierra del mismo mediante movimientos cortos y rápidos del cazo (adelante-atrás). El rizoma libre de tierra se deposita directamente en el remolque de un camión o se acopia para carga posterior.

Este proceso debe repetirse varias veces hasta asegurar que se haya eliminado prácticamente todo el rizoma del terreno.



La aplicación de esta técnica sobre suelo seco facilita la extracción del rizoma con menos cantidad de suelo adherido. La tierra se desprende más fácilmente del rizoma, lo que permite recuperar una mayor cantidad de suelo y generar menos residuo.



Cazo cribador con tambor rotativo



Cazo cribador



Cazo con dientes



Cribado del suelo

2. EXTRACCIÓN REITERADA DE RESTOS DE RIZOMA

En la primera intervención se extrae la mayor parte del rizoma presente en el suelo, pero para conseguir una mayor eficacia de la técnica es necesario realizar un mantenimiento de **extracción reiterada de restos de rizoma, así como de rebrotes** que puedan aparecer durante los meses posteriores.

Estos trabajos se pueden realizar de forma simultánea a las tareas de mantenimiento de la plantación, por lo que es aconsejable utilizar una retroexcavadora pequeña y será imprescindible el apoyo de personal que extraiga de forma manual los restos que no puedan ser retirados por la máquina.

En caso de detectar rebrotes, estos no deben ser cortados sino que conviene extraer el bulbo profundizando en el terreno.

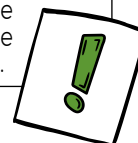


Retirada mecanizada de restos de rizoma



Retirada manual de restos de rizoma

✍ En las zonas donde se haya aplicado la técnica de extracción de rizoma, el marco de plantación establecido debe permitir el acceso de maquinaria para la segunda fase de eliminación de restos de rizoma y rebrotes.



4.4.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES



- ▶ Los restos de rizoma pueden ser trasladados directamente a **vertedero autorizado**. Si esto no es posible, bien por no contar con un vertedero que admita este tipo de residuo o bien porque el coste de traslado y admisión sea muy elevado, se puede tratar el rizoma para reducir su peso (y por tanto el coste de gestión) y acabar con su actividad para poder incorporarlo de nuevo al sustrato. Para ello es necesario contar con las instalaciones apropiadas para realizar un acopio del residuo y poder tratarlo, siendo indispensable disponer de terreno impermeabilizado (asfalto, piedra, hormigón, etc.), donde extender los restos de rizoma sin peligro de que pueda enraizar. Es conveniente cubrir la capa de residuo con lámina de polietileno para acelerar el proceso. Si esto no fuese posible, se puede extender una capa del menor espesor posible y removerla periódicamente para facilitar la aireación. En cualquier caso es importante controlar cualquier rebrote que se pueda producir.
- ▶ Una vez que el rizoma esté completamente muerto puede llevarse a vertedero, pero también puede utilizarse como material vegetal para relleno. Para ello es importante que esté totalmente seco y se triture en trozos inferiores a 1 cm³ para garantizar que no haya ningún rebrote.



Impermeabilización del terreno



Acopio de restos de rizoma sobre lámina de PEAD

4.5





4.5 CORTAS REITERADAS

4.5.1 Descripción de la metodología

4.5.2 Aplicación de la técnica

4.5.3 Consideraciones especiales

4.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Esta técnica se basa en realizar **cortas reiteradas de la parte aérea de la caña** al tiempo que se promueve **la recuperación y desarrollo del bosque de ribera autóctono**.

El **fundamento** de esta metodología es reducir la capacidad de rebrote de la caña por **agotamiento de las reservas del rizoma** al debilitarlo mediante cortas sucesivas y generando **competencia por los recursos** mediante el establecimiento de una cobertura vegetal nativa.



VENTAJAS

- ▶ Respetar la **vegetación presente** en el terreno, que puede servir de base para la recuperación del bosque de ribera en la zona de actuación.
- ▶ Los **trabajos simultáneos de control de la caña y desarrollo de la plantación** permiten optimizar las tareas de mantenimiento hasta que la plantación esté consolidada.
- ▶ Escasa afección del suelo y la vegetación local, por lo que genera un **mínimo impacto visual y sobre la biodiversidad**.
- ▶ Aplicable sobre **cualquier terreno**.



INCONVENIENTES

- ▶ Requiere **mantenimiento exhaustivo** de la zona de actuación, **planificación, regularidad y constancia de los trabajos de mantenimiento** tanto para controlar los rebrotes de caña como para conseguir un adecuado desarrollo de la vegetación.
- ▶ **Elevada inversión en tareas de mantenimiento (tiempo y recursos)** hasta que la plantación pueda competir con la caña por los recursos y limite su capacidad de expansión.





ZONAS DE APLICACIÓN

- ▶ Zonas donde la caña aparece mezclada con **especies autóctonas del bosque de ribera que se deben conservar**.
- ▶ Tramos donde la configuración del terreno u otras características **no permiten la instalación de lámina de cubrimiento o el cribado del suelo**.



Cortas manuales en la zona de actuación



CONDICIONANTES



- ▶ Zonas de **difícil acceso para el personal**: elevada pendiente, irregularidad del terreno, etc.
- ▶ Posibles **afecciones a la fauna**. La aplicación de esta técnica requiere **intervención continuada durante todo el año**, por lo que será necesario evaluar los posibles impactos sobre la fauna derivados de los trabajos. Así, la planificación de las actuaciones estará condicionada a la regulación presente en la zona, debiendo contemplar las restricciones que estime oportunas el organismo competente en materia ambiental en la autorización del proyecto (por ejemplo, durante el periodo de cría de una determinada especie, la regulación del espacio puede contemplar una limitación de ruido).

4.5.2 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA

Las cortas reiteradas de la parte aérea como estrategia de control de rebrote de la caña se llevan a cabo de forma **simultánea a las tareas de fomento del crecimiento y desarrollo de la vegetación nativa**, ya sea a partir de ejemplares presentes en la zona o introducidos mediante actuaciones de revegetación. Debido a esto **las cortas deben realizarse de forma manual**, prestando especial atención a la eliminación de la caña próxima a los ejemplares de vegetación autóctona y despejando su perímetro para facilitar el desarrollo de la planta evitando en todo lo posible dañarla.

La vegetación autóctona que nazca de forma natural y espontánea debe mantenerse, eliminando cualquier otra especie exótica que se detecte.



En el caso de que la densidad de especies adventicias y vegetación ruderal que crezca de forma espontánea dificulte el acceso a zona se pueden realizar desbroces para facilitar la ejecución de las siguientes cortas.



Por norma general, la vegetación presente en la zona de actuación no es suficiente para competir por los recursos con la caña por lo que tras el desbroce inicial se realiza una plantación.



Ver apartado 5. Revegetación



Corta manual conservando la vegetación nativa de la zona y los nuevos ejemplares plantados



ÉPOCA Y TIEMPO DE APLICACIÓN

La aplicación de esta técnica debe iniciarse **tras un desbroce inicial**, que al igual que en el resto de casos se recomienda realizar durante la parada vegetativa de la especie, **preferiblemente a comienzos del otoño**.

Durante el **primer año**, se recomienda realizar un **mínimo de 8 - 10 cortas**, que tendrán una frecuencia variable, siendo más próximas en el tiempo durante el periodo activo de crecimiento y más espaciadas durante la parada vegetativa. De forma generalizada puede establecerse la siguiente pauta:

► **PRIMAVERA – VERANO**
(periodo activo):

Cada 20-30 días.

► **OTOÑO-INVIERNO**
(parada vegetativa):

Cada 40 días - **detener cortas**
(hasta noviembre) (entre diciembre y febrero)

La densidad y crecimiento de la caña disminuirá a medida que se realicen las cortas. El segundo año debe preverse un mínimo de 6 - 8 cortas durante todo el periodo, cifra que podrá reducirse en los años posteriores según el estado de la zona de actuación. Se recomienda extender las cortas reiteradas hasta que la plantación tenga una **altura del estrato arbóreo igual o superior a la altura de las cañas más altas** y vigorosas de la zona de actuación, lo que puede suponer entre 3 y 5 años.



En zonas cálidas como la cuenca del Segura durante su fase de crecimiento activo, esta especie puede generar nuevos brotes sin lignificar de 50 cm de altura en apenas una semana y ejemplares de dos metros 30 días después durante su fase de crecimiento activo.



Zona recién desbrozada



1 mes después del desbroce

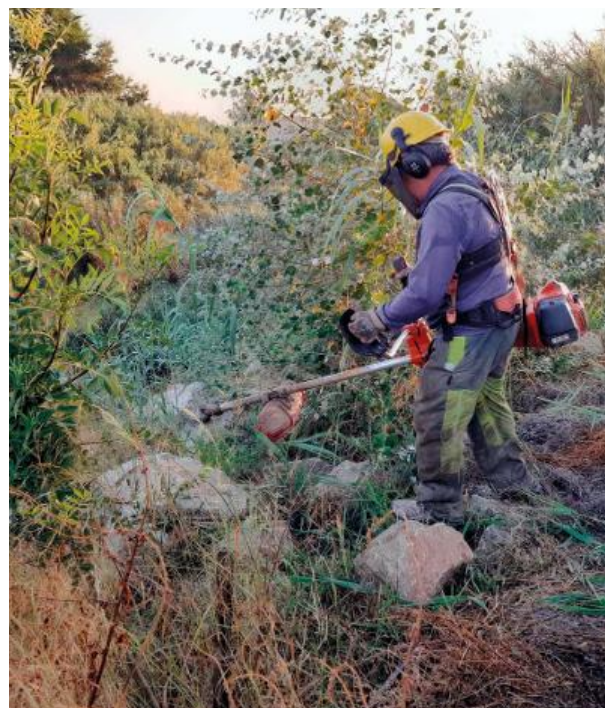


3 meses después del desbroce

4.5.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES



- ▶ Se recomienda realizar las cortas sin llegar a tocar el suelo con el objetivo de **no dañar la vegetación que pueda crecer de forma espontánea** y que puede colonizar el terreno.
- ▶ Se aconseja plantar mayoritariamente **especies de crecimiento rápido** (por ejemplo, en la cuenca del Segura álamos, olmos y sauces) con gran capacidad de enraizar y generar sombra. Estas especies alcanzan rápidamente un porte considerable que les permite competir de forma efectiva por los recursos y limitan el crecimiento y expansión de la caña.



Desbroce manual en zona de plantación

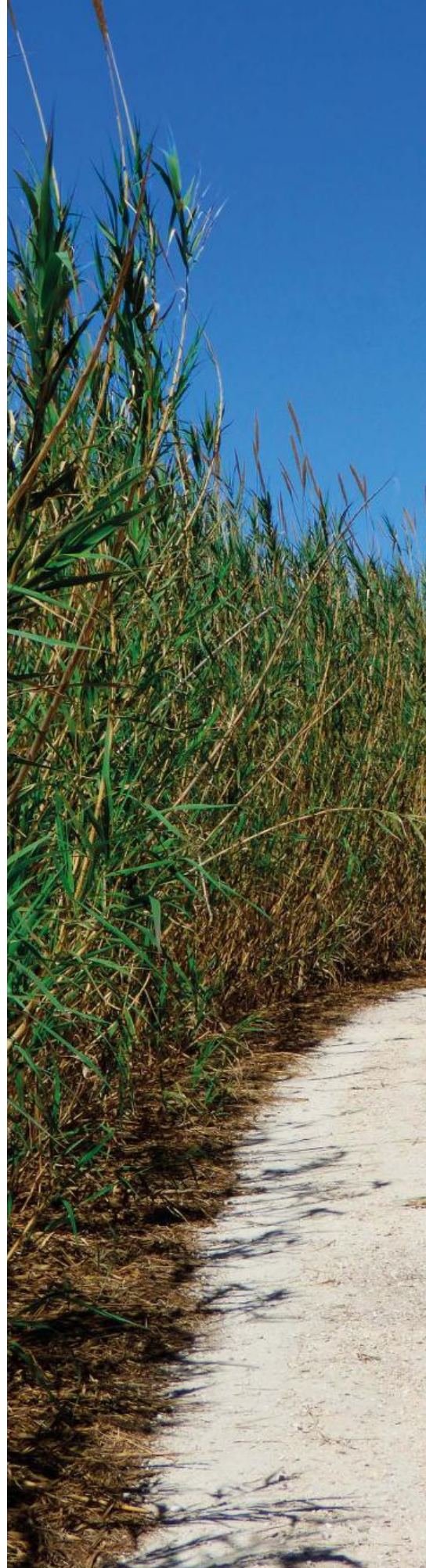
CARRIZO

En la banda de la ribera más próxima al cauce es posible que el carrizo presente carácter dominante y sea necesario intervenir para reducir su densidad y diversificar la cobertura vegetal. El acceso a estas zonas con maquinaria suele ser complicado lo que dificulta la extracción de rizoma. Por otro lado, se ha comprobado que el cubrimiento es menos eficaz sobre esta especie que sobre la caña debido a la profundidad que alcanza su rizoma. En este caso, las **cortas reiteradas** son la mejor opción para **controlar la expansión del carrizal y recuperar el bosque de ribera**, teniendo en cuenta una serie de consideraciones especiales para que la técnica sea lo más efectiva posible.

- ▶ En el caso del carrizo, se ha comprobado que es necesario un **mayor número de cortas** que para controlar la caña. Se recomienda contar con una planificación de 11 - 12 cortas al año.
- ▶ En las zonas próximas al cauce la proximidad del freático puede dificultar la apertura de hoyos, por lo que se recomienda introducir **especies a partir de estaquillas** (por ejemplo, sauces) y aumentar la cobertura mediante **plantas tapizantes**.
- ▶ Igual que en el caso de la caña es imprescindible realizar las **tareas de mantenimiento** necesarias **hasta la consolidación de la plantación**. En caso de utilizar estaquillado, es conveniente intensificar las cortas alrededor de las estaquillas para favorecer su desarrollo.



4.6





4.6 OTRAS TÉCNICAS

4.6.1 Fitosanitarios

4.6.2 Inundación

4.6.3 Control con herbívoros

OTRAS METODOLOGÍAS

Además de las tres técnicas descritas en los apartados anteriores existen otros métodos para controlar el crecimiento de la caña. **La aplicación de productos químicos, la inundación y el control mediante herbívoros** son métodos testados en diferentes proyectos con resultados más o menos satisfactorios. A pesar de que en algunos casos es posible controlar o erradicar la caña mediante su utilización, **presentan ciertas limitaciones y/o restricciones a la hora de ser utilizados**, por lo que no son aplicables de forma generalizada y poco recomendables cuando el objetivo sea la recuperación de una amplia extensión. No obstante pueden ser de utilidad en casos concretos, actuaciones de pequeña entidad o para complementar ciertas actuaciones.

4.6.1 FITOSANITARIOS

Esta técnica consiste en la **aplicación de sustancias nocivas para la planta de acción sistémica**. El **fundamento** de esta técnica es **debilitar el crecimiento de la caña mediante el empleo de sustancias químicas que penetran en los tejidos vasculares** y se distribuyen a diferentes partes de la planta causando la muerte.

A pesar de su alta eficacia y bajo coste, **la aplicación de fitosanitarios está limitada en cauces** y debe realizarse siempre en condiciones controladas debido a la alta probabilidad de transmisión del producto al medio acuático. Por lo tanto, esta técnica queda restringida a actuaciones muy puntuales en las que otras metodologías no se prevean efectivas por cuestiones técnicas.

El **producto más utilizado en control de cañaverales es el glifosato**, un herbicida de amplio espectro de uso muy extendido en agricultura. En la actualidad se encuentra en revisión para entrar en la **lista de sustancias prioritarias de la DMA**. Las Demarcaciones Hidrográficas Intercomunitarias del territorio español lo identifican en sus respectivos planes hidrológicos como **contaminante específico de cuenca**. En ellos se establece una concentración máxima aceptable de 0,1 µg/L para aguas superficiales y subterráneas, y 1,6 µg/L para su principal metabolito, el ácido aminometilfosfónico (**AMPA**)*.

Los últimos datos de análisis de calidad de aguas superficiales muestran de forma generalizada, **concentraciones de ambos por encima de los umbrales establecidos**, por lo que en virtud del cumplimiento con lo establecido en la Norma de Calidad Ambiental que establece estos límites, **se recomienda limitar su aplicación** y evitarla siempre que sea posible la utilización de cualquier otra técnica de control de caña.



AMPA*: Fuente: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/estado-plaguicidas/estado-de-los-plaguicidas-glifosato.html>

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Existen diferentes métodos de aplicación que van desde la fumigación sobre una gran extensión de cañaveral, fumigación directa de rebrotes, impregnación tras el corte e inyección directa en el tallo. Las aplicaciones localizadas requieren mayor esfuerzo, lo que aumenta el coste pero tienen un impacto más reducido ya que la cantidad que llega al medio es menor.

El protocolo de aplicación y periodicidad variará según la técnica y concentración del producto.



VENTAJAS

- ▶ **Alta eficacia.**
- ▶ **Bajo coste.**



INCONVENIENTES

- ▶ Especialmente desaconsejada en actuaciones próximas a cauces por el **riesgo de transferencia de sustancias tóxicas al medio acuático.**
- ▶ Los restos de productos tóxicos también **afectan al suelo y a la biodiversidad terrestre.**
- ▶ Algunas sustancias pueden ser persistentes o degradarse en otros productos más tóxicos.



Peligroso para el medio ambiente



A la hora de utilizar productos fitosanitarios, es conveniente revisar la legislación vigente:

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/fitosanitarios.html>

4.6.2 INUNDACIÓN

Esta técnica consiste en **mantener inundada una superficie ocupada por la caña**, tras el desbroce de la parte aérea. El **fundamento** de esta metodología es generar condiciones de anoxia provocando la **asfixia del sistema radicular**.



VENTAJAS

- ▶ **Alta eficacia.** Esta técnica actúa directamente sobre el rizoma, pudiendo alcanzar un 100% de eficacia.



INCONVENIENTES

- ▶ Uso **exclusivo para cañaverales monoespecíficos**, no se puede aplicar si hay vegetación nativa mezclada con la caña.
- ▶ Esta metodología no es efectiva para carrizo. Si ambas especies están presentes en la zona, la aplicación de esta técnica **puede favorecer la expansión del carrizo** al desaparecer la caña.
- ▶ **Limitado a zonas llanas y próximas al cauce**, que puedan permanecer inundadas.
- ▶ Conlleva una **alteración del terreno al crear motas**, que además afecta a la edafofauna.

CARRIZO

Esta técnica no es efectiva para el control de carrizales. El comportamiento de estas especies es diferente con respecto a la tolerancia a la inundación. El carrizo suele ocupar la primera banda de la ribera, más próxima a al cauce y generalmente sometida a largos periodos de inundación; mientras que la caña necesita proximidad del freático, pero no tolera la inundación por lo que suele aparecer más alejada del agua superficial.



DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Tras el desbroce inicial y la retirada del residuo de la parte aérea **se construye una mota perpendicular al cauce** que permita mantener una lámina de agua constante. El éxito de esta técnica depende principalmente de que **la zona permanezca anegada de forma continuada durante al menos 3 meses**, por lo que es importante el mantenimiento de las motas.

Tras la aplicación de la técnica se observa que el carrizo rebrota en la zona pero apenas se detectan nuevos brotes de caña.



ÉPOCA Y TIEMPO DE APLICACIÓN

- ▶ **PREFERIBLEMENTE INVIERNO** (parada vegetativa):

Mínimo 3 meses



Estado de la zona tras la inundación



Estado de la zona 1 mes después de la inundación



Estado de la zona 3 meses después de la inundación

4.6.3 CONTROL CON HERBÍVOROS

Esta técnica consiste en **facilitar el acceso de ganado al cañaveral** para que se alimente de esta especie. El **fundamento** de esta metodología es debilitar el crecimiento de la parte aérea mediante **ramoneo por parte del ganado** y acabar así con las reservas del rizoma.



VENTAJAS

- ▶ **Bajo coste.**
- ▶ **Fomento de la economía circular.**

El uso del ganado para controlar la expansión tanto de caña como de carrizo presenta una serie de condicionantes que hacen que sea complejo llevar a cabo una correcta aplicación de la técnica. Aun así puede ser útil como herramienta para implicar a diferentes sectores en la gestión de los espacios naturales.



INCONVENIENTES

- ▶ **Escasa palatabilidad y aporte de nutrientes.** Tanto las sustancias químicas que produce la propia planta como las que acumula, además del escaso aporte de nutrientes que proporciona debido a que está formada por un elevado porcentaje de agua, hacen que esta especie no sea especialmente apetecible para los herbívoros que solo se alimentan de los brotes tiernos ya que la caña deja de ser apetecible una vez que el tallo lignifica.
- ▶ Se requiere la implicación del pastor o pastores para que el ganado se alimente de forma constante en la zona. Para que la técnica sea efectiva, es **necesario el paso constante y programado del rebaño** por la zona que mantenga controlado el crecimiento.
- ▶ La zona queda expuesta a los **efectos del pastoreo intensivo**, pudiendo producirse efectos no deseados como compactación del terreno, alteración de los parámetros físico-químicos del agua y del suelo (incremento de materia orgánica, turbidez, pH, conductividad, etc.), molestias a la fauna, daños a vegetación autóctona, etc.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Tras el desbroce de la parte aérea el rebaño accede a la zona para alimentarse de los brotes tiernos generalmente **al menos una vez por semana** antes de que estos lleguen a lignificar y dejen de ser apetecibles para el ganado.

Para controlar el rebrote mediante esta técnica es necesario establecer un calendario de acceso, que puede sufrir variaciones dependiendo de la evolución del crecimiento de la caña, por lo que es importante un seguimiento constante del estado de la zona.



Carrizal gestionado con ganado



Rebrote del carrizo después del ramoneo



Es importante tener en cuenta las particularidades del tipo de ganado, por ejemplo, las ovejas son más selectivas a la hora de buscar alimento que el ganado caprino, el ganado bovino puede generar más impacto sobre el suelo, etc.





REVEGETACIÓN

5.1 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

5.2 MÉTODOS DE PLANTACIÓN

REVEGETACIÓN

La **recuperación del bosque de ribera nativo** es parte esencial de cualquier proyecto que siga las directrices de la actual **estrategia de control de cañaverales**. Una cubierta vegetal densa y estable ha demostrado ser la herramienta más eficaz para evitar la recolonización del terreno y limitar la expansión de la caña a medio y largo plazo. Por ello, independientemente de la técnica de eliminación de caña empleada, es imprescindible incluir una fase de **actuaciones encaminadas a asegurar el restablecimiento de la vegetación autóctona** en la zona de actuación.

Tras la eliminación del cañaveral, el bosque de ribera puede recuperarse a partir de ejemplares existentes en el entorno y también del banco de semillas. Por ello, durante el desarrollo de las actuaciones de eliminación de caña es especialmente importante **preservar la vegetación nativa que se detecte en la zona de actuación, así como potenciar su crecimiento y expansión**. No obstante, en tramos ocupados por grandes manchas de cañaveral monoespecífico, no suele encontrarse la densidad suficiente para conseguir una buena cobertura a partir de la vegetación que crece de forma natural. Por otra parte, cuando se aplican técnicas que actúan directamente sobre el rizoma (extracción y cubrimiento), el suelo queda prácticamente desnudo y expuesto a una rápida recolonización de la caña, así como a la entrada de otras especies exóticas. Debido a esto, generalmente es necesario **introducir vegetación tras la eliminación del cañaveral**, con la finalidad de conseguir en el menor tiempo posible un bosque de ribera consolidado que además de competir por los recursos con la caña (agua, luz y nutrientes principalmente), proteja el suelo de los procesos erosivos.

Tanto el diseño como los trabajos necesarios para llevar a cabo el proceso de revegetación deben quedar establecidos durante la redacción del proyecto. El criterio principal es **conseguir una formación vegetal que se asemeje a la que se daría en condiciones naturales, recuperando un sistema capaz de mantenerse en el tiempo sin necesidad de intervención**. Las especies a utilizar, la técnica de plantación, así como la densidad y distribución de ejemplares, quedarán establecidos por las características del medio y las comunidades vegetales presentes y/o potenciales. También por las condiciones particulares del tramo de actuación: tipo de suelo, pendiente del talud y proximidad al nivel freático, entre otros.

En este apartado se describe el procedimiento general a seguir para recuperar el bosque de ribera autóctono en zonas donde previamente se hayan aplicado técnicas de eliminación de caña. Para ello se establecen las **pautas básicas para el diseño y ejecución del proceso de revegetación**. Este capítulo recoge los trabajos esenciales en cualquier actuación que incluya revegetación, por lo que pueden ser aplicados independientemente del ámbito geográfico. Aun así, la descripción de las tareas está basada en actuaciones desarrolladas en el contexto de la cuenca del Segura, por lo que pueden necesitar ciertas adaptaciones según las características particulares de la zona en la que se localice cada proyecto. En las actuaciones llevadas a cabo por la CHS, O.A., se suelen realizar **plantaciones en hoyos**, ya que el uso de plantón ofrece una serie de ventajas que facilitan el éxito de la plantación y permiten obtener una estructura vegetal más diversa. Aun así, se utilizan otras técnicas como el **estaquillado o la siembra a voleo** como refuerzo de la plantación o en zonas donde estas técnicas puedan suponer alguna ventaja con respecto al plantón.



Con el fin de diseñar una plantación con características similares al bosque de ribera natural, es recomendable consultar documentos, guías y manuales que puedan servir de orientación a la hora de establecer la estructura vegetal de la zona (selección de especies, marco de plantación, etc.).



Para la cuenca del Segura, se recomienda consultar:

CHS (ed.). 2008. Manual para la restauración de riberas en la cuenca del río Segura. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. España. 227 pp.

Disponible en:

<https://www.chsegura.es/es/confederacion/prensa-publicaciones-y-difusion/mediateca/RESTAURACION-DE-RIBERAS-MANUAL-PARA-LA-RESTAURACION-DE-RIBERAS-EN-LA-CUENCA-DEL-RIO-SEGURA/>



A nivel peninsular:

Garillete, Ricardo & Calleja, Juan & Lara, Francisco. 2012. La vegetación ribereña de los ríos y ramblas de la España meridional (península y archipiélagos). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. España. 644 pp.

Disponible en:

<https://servicio.mapa.gob.es/tienda/jsp/ConsultaIndividual.jsp?codigo=108060>

5.1





5.1 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

- 5.1.1 Estructura de la ribera
- 5.1.2 Selección de especies
- 5.1.3 Provisión de planta

DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

Los **objetivos generales de la plantación** son:

- ▶ **Restaurar la cubierta vegetal** de la ribera estableciendo una banda de vegetación riparia adecuada.
- ▶ **Recuperar el ecosistema fluvial** asociado a los tramos de actuación.
- ▶ **Mejorar el estado ambiental y paisajístico** del entorno del río.

Para conseguir estos objetivos generales el **diseño de las plantaciones** debe hacerse según los siguientes criterios:

- ▶ Las plantaciones se diseñarán bajo un **criterio de sostenibilidad** con el uso de especies con características ambientales, climáticas y paisajísticas propias de la zona de actuación.
- ▶ La distribución de la plantación será asimétrica para lograr un **aspecto natural**. Por ello no debe establecerse un patrón geométrico de distribución de ejemplares, pues esto llevaría a la sistematización y homogeneización del paisaje. La homogeneidad tratará de romperse también con la plantación de individuos de distinto tamaño y la creación de “unidades de vegetación” o bosquetes.
- ▶ La distribución de especies se hará teniendo en cuenta las condiciones ambientales y siguiendo la **estructura de la ribera que corresponda a la zona de actuación**.
- ▶ Con carácter general, **se evitará la colocación de ejemplares arbóreos** en una franja de 6 metros a cada lado de los **tendidos eléctricos**, con el objetivo de reducir el riesgo de incendios por colisión de las copas con los hilos del trazado.



Plantaciones de ribera en la cuenca hidrográfica del Segura

5.1.1 ESTRUCTURA DE LA RIBERA - Cauces permanentes

La dinámica hidrológica y la morfología del cauce condicionan la viabilidad y supervivencia de la plantación. Independientemente de las especies que conformen la comunidad vegetal característica de cada zona, estas se distribuyen por norma general en **bandas o zonas riparias de forma paralela al cauce**. A continuación se describe el diseño de la plantación siguiendo esta estructura, teniendo en cuenta que estas bandas pueden encontrarse más o menos diferenciadas sobre el terreno en función de la gradación de las condiciones ambientales.

PRIMERA BANDA

Zonas de la ribera más próximas al cauce. En ella se priorizará:

- ▶ Vegetación **herbácea y de porte arbustivo**.
- ▶ Especies **adaptadas a crecidas y episodios de avenidas**, flexibles y con alta capacidad de regeneración.
- ▶ Especies con **tolerancia a periodos de inundación** o que rebroten una vez que el suelo vuelva a quedar en superficie.

Ejemplos: juncos, aneas, lirios acuáticos, zarzas, madreSelva, especies de sauce de porte arbustivo.

SEGUNDA BANDA

Zonas más alejadas del cauce. La selección de especies variará según la configuración del talud y proximidad al freático, priorizando:

- ▶ Vegetación de **porte arbustivo y arbóreo**.
- ▶ Especies que **soporten la inundación** puntual o la subida del nivel freático.

Ejemplos: adelfas, lentiscos, álamos y tarays.

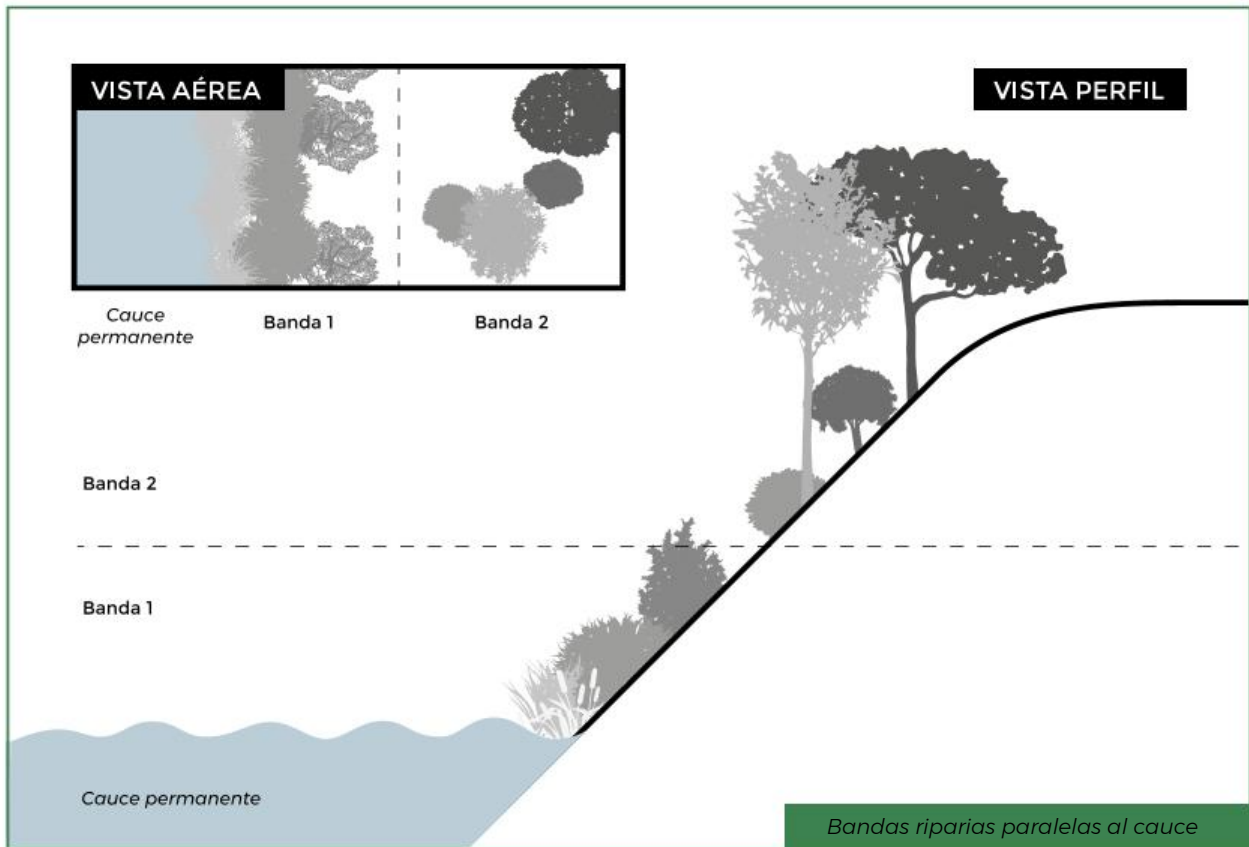
En tramos con alta frecuencia de avenidas, **esta banda se puede dividir en una tercera** más alejada del cauce, reservada a las especies arbóreas que por su tamaño puedan comprometer la capacidad de desagüe en caso de ser arrancadas y arrastradas por la corriente (olmos, almeces, fresnos, etc.).

Características de los permanentes

El régimen hidrológico es relativamente predecible a lo largo del ciclo anual y viene determinada principalmente por su adaptación a la dinámica fluvial.



Bandas riparias paralelas al cauce



5.1.1 ESTRUCTURA DE LA RIBERA - Cauces temporales

La configuración de la ribera puede variar considerablemente en **cauces temporales**, cuya dinámica es más compleja y su régimen hidrológico es sustancialmente diferente. Este tipo de **ríos característicos de zonas mediterráneas semiáridas** cuentan con un periodo seco de duración variable y generalmente poco predecible. En el caso de **las ramblas (ríos temporales efímeros)**, el cauce suele permanecer seco durante gran parte de año, recogiendo grandes cantidades de agua de forma puntual procedentes de lluvias torrenciales. En estos cauces, la distribución de las especies en bandas riparias no es tan marcada, aunque de forma general se pueden distinguir diferentes zonas:

FONDO DE CAUCE

La vegetación suele formar manchas en función, principalmente, de la proximidad del nivel freático.

- ▶ Vegetación **herbácea** de forma predominante y algunos arbustos.
- ▶ Especies **adaptadas a crecidas y episodios de avenidas**, flexibles y con alta capacidad de regeneración.

Ejemplos: siscas, retamas, adelfas y tarays (zonas con aguas más lentas); juncos (tramos con freático alto o superficial).


TALUDES

La distribución de especies puede ser muy variable y heterogénea en función de la configuración del talud y la proximidad del nivel freático.

- ▶ Vegetación **herbácea y arbustos**, especies menos dependientes del agua conforme se alejen del fondo de cauce.
- ▶ Especies **adaptadas a la escasez de agua**.

Ejemplos: azufaifo, arto, oroval, cambrón y cornical.

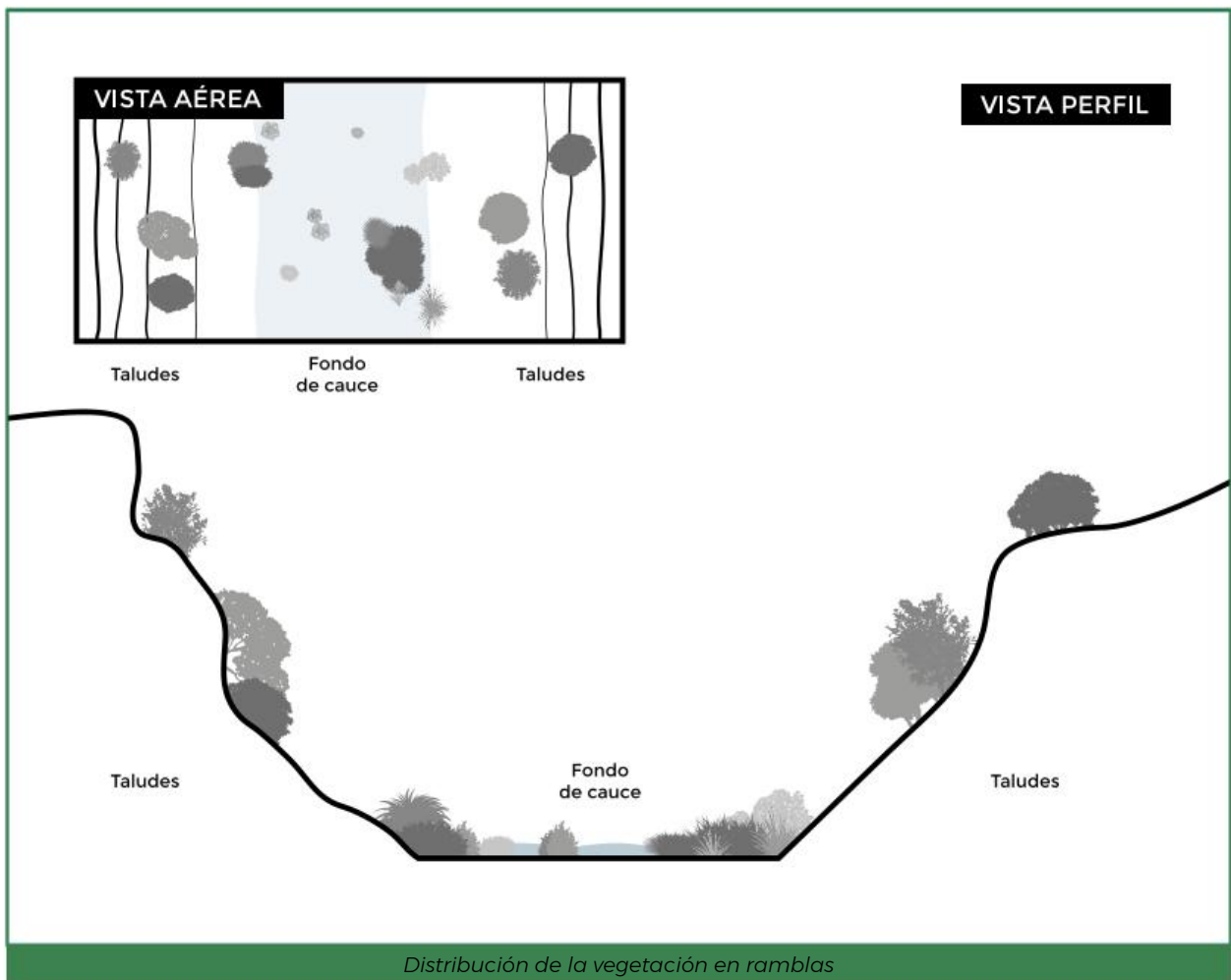
 En el lecho de ramblas no siempre es prioritario reforestar y de hacerlo, debe contemplarse la posibilidad de perder la plantación en caso de avenida. Debido a esto, se recomienda el estaquillado, técnica con bajo coste de plantación y reposición de marras, que además no implica la apertura de hoyos, minimizando el movimiento de tierras que pueda aumentar el arrastre durante la avenida.

 Es importante adaptar la actuación a las condiciones del medio, entendiendo que este puede llegar a ser muy cambiante en sistemas con fuertes variaciones, especialmente en zonas con influencia de clima mediterráneo y continental.





Distribución de la vegetación en cauces temporales



Distribución de la vegetación en ramblas

5.1.1 ESTRUCTURA DE LA RIBERA

La densidad de vegetación a plantar está determinada por las características de la zona, la presencia de vegetación local y la técnica de eliminación de caña aplicada. Como norma general se puede definir un **marco de plantación de entre 2x2 y 4x4 metros para especies arbustivas y entre 5x5 y 7x7 para especies arbóreas**.

Este marco de plantación solo debe considerarse como orientación de la distancia entre especies en función de la densidad que previamente se establezca. En cualquier caso se debe **evitar la plantación en línea y a tresbolillo**, realizando una **distribución asimétrica, alternando especies o formando pequeñas agrupaciones** o bosquetes de varios ejemplares de la misma especie, siempre respetando su distribución en las bandas riparias.



En zonas donde se elimine la caña mediante cortas reiteradas se puede aumentar la densidad para generar mayor competencia por los recursos ya que el rizoma se encuentra activo.



Distribución de los hoyos sobre el terreno según marco de plantación pre-establecido



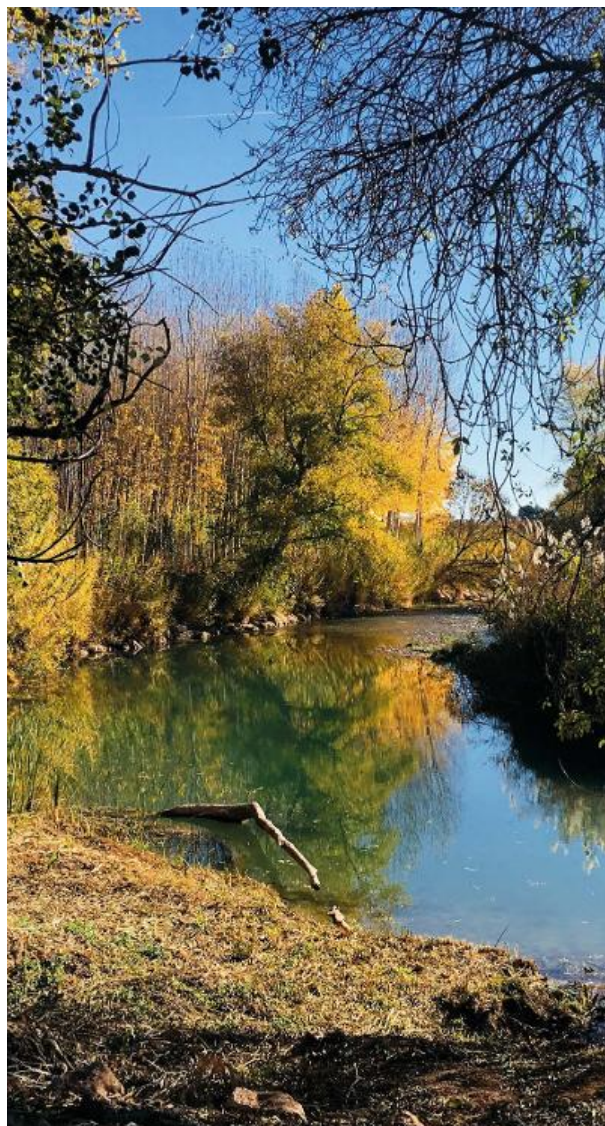
ÉPOCA DE APLICACIÓN

► ZONAS MEDITERRÁNEAS

En estas zonas, la época preferente para realizar la plantación comprende desde **mediados de otoño hasta finales de invierno** (parada vegetativa), con el objetivo de aprovechar la época de lluvia y evitar el periodo más cálido.

► ZONAS CONTINENTALES

En zonas climáticas donde se producen de forma habitual heladas en invierno, se recomienda retrasar la plantación a **finales febrero - primeros de marzo**.



5.1.2 SELECCIÓN DE ESPECIES

Las formaciones vegetales autóctonas presentes y potenciales van a determinar las especies de flora a utilizar en la zona de actuación. **El principal objetivo de la plantación es generar competencia por los recursos esenciales** (sol, agua y nutrientes) para limitar el crecimiento de la caña, por lo que es recomendable utilizar **especies de crecimiento rápido** que alcancen un porte considerable en un corto periodo de tiempo, **de rápida expansión que cubran el suelo y/o tengan gran capacidad de sombreo**.



Las plantas que crecen de forma natural en la zona son la principal fuente de información sobre las condiciones ambientales, ya que su presencia y estado de desarrollo van a estar determinadas por aspectos como el nivel freático o la ocurrencia de heladas. Ciertas plantas pueden ser indicadoras de estos aspectos y pueden servir de guía para evaluar la tolerancia de otra serie de especies.

ESPECIES TAPIZANTES

Especies herbáceas de **crecimiento extensivo que cubren rápidamente el terreno**.

- ▶ Se extienden con facilidad en suelos desnudos, pudiendo cubrir grandes extensiones.
- ▶ Recomendadas para su plantación en zonas próximas al freático: partes bajas de taludes y zonas más próximas al cauce.

Ejemplos: *Polygonum* sp., *Dorycnium rectum*, diferentes composiciones de grama, juncos, etc.



Especies tapizantes



Se ha comprobado que algunas de estas especies pueden tener efecto inhibitor del crecimiento de otras especies como el carrizo.

ESPECIES DE CRECIMIENTO RÁPIDO

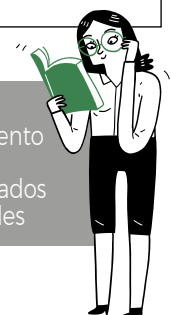
Especies arbóreas y arbustivas de rápido desarrollo tanto de la parte aérea como del sistema radicular, **con alta tasa de consumo de recursos del suelo, competencia por el espacio y sombreado** en un corto periodo de tiempo.

- ▶ Rápida expansión de las raíces, compitiendo con la caña por el espacio y los recursos disponibles en el suelo.
- ▶ Rápido desarrollo de la parte aérea, generando sombra y competencia por el espacio.

Ejemplos: tarays, álamos, chopos, sauces, etc.



En la cuenca del Segura, tarays (*Tamarix canariensis*) y álamos (*Populus alba*) son las especies que han tenido una mayor tasa de crecimiento entre las utilizadas.



Ver resultados de seguimiento del crecimiento de la plantación en el **apartado 8. I+D+i - resultados de trabajos experimentales**



Especies de crecimiento rápido

5.1.3 PROVISIÓN DE PLANTA

Una vez definidas las especies a utilizar y estimada la cantidad necesaria se debe encargar la planta con la antelación suficiente para asegurar la **disponibilidad en vivero**, especialmente cuando se necesitan grandes cantidades o producción de semilla. Aun así, es posible que a la hora de ejecutar la plantación haya variaciones (por escasez de determinadas especies, por ejemplo) que impliquen **modificaciones en el diseño original** de la misma. En este caso, se deberán evaluar las posibles alternativas intentando que **no supongan un cambio sustancial en la estructura de la cubierta vegetal diseñada** teniendo en cuenta una serie de consideraciones:

- ▶ Utilización de **planta autóctona** de la procedencia más cercana posible. En ningún caso se puede sustituir por variedades o especies ornamentales.
- ▶ **Verificación de la procedencia** de las especies. Aunque legalmente solo es imprescindible para algunas especies, es recomendable para evitar introgresión genética o hibridación con la vegetación existente.
- ▶ Deben contar con **pasaporte fitosanitario** para asegurar **la ausencia de plagas y enfermedades** que garantice la viabilidad de los ejemplares y que además se evite la transmisión al resto de la plantación.
- ▶ Selección de la **talla óptima y el formato de presentación** (raíz desnuda, cepellón, estaquilla, etc.). Elegir las especies y formato que mejor se adapten a las características de la zona para garantizar la capacidad de establecimiento de la planta.
- ▶ Selección preferente de las **especies autóctonas más abundantes** en la zona y que muestren un buen estado de desarrollo. Esto puede ser indicador de condiciones idóneas en el medio para su crecimiento, lo que aumenta la probabilidad de éxito de la plantación. Las especies que de forma natural son escasas o su crecimiento no es el esperado, pueden estar sometidas a presiones que limiten su expansión y crecimiento (por ejemplo, por ramoneo, contaminación, etc.), lo que puede comprometer el éxito de la actuación y no se recomienda su utilización a menos que se corrijan dichas presiones.



Selección de diferentes especies disponibles en vivero para plantación en hoyo

5.2





5.2 MÉTODOS DE PLANTACIÓN

5.2.1 Estaquillado

5.2.2 Plantación
en hoyos

5.2.3 Siembra a voleo

5.2.1 ESTAQUILLADO

Este tipo de plantación se realiza a partir de esquejes: generalmente **tallos o ramas de una planta madre a partir de la cual se obtienen nuevos ejemplares**.



VENTAJAS

- ▶ En general **no necesita riego** siempre que se mantenga el nivel freático.
- ▶ **No necesita apertura de hoyos**, por lo que no implica remoción del terreno.
- ▶ **Facilidad para obtener ejemplares** de la zona de actuación o próximos a ella y de procedencia conocida.
- ▶ **Reducción de costes** de la plantación.



Estaquillado



INCONVENIENTES

- ▶ **Dificultad para establecerse** en zonas con alto porcentaje de grava.
- ▶ Limitado a zonas con **freático próximo a la superficie**: zona de la ribera más próxima al cauce y partes bajas de taludes. El esqueje debe estar en contacto con el suelo húmedo y cualquier cambio de nivel puede comprometer la supervivencia.
- ▶ **Solo válido para algunas especies** propias de ribera con reproducción vegetativa: sauces, álamos, tarays, etc.
- ▶ **Baja variabilidad genética**. Los nuevos ejemplares se obtienen por reproducción asexual y son idénticos (clones) a la planta madre. Esto puede limitar la capacidad de respuesta hacia variaciones ambientales (climáticas, enfermedades, etc).



Es aconsejable recolectar esquejes de diferentes ejemplares para conseguir mayor variabilidad.

PROCEDIMIENTO

1. RECOLECCIÓN

Se recogen **tallos medianos de ramas secundarias** de ejemplares situados lo más próximo posible a la zona de actuación, identificando correctamente la planta madre.

La época de **recolección idónea es el inicio del periodo de crecimiento** de la planta madre, que generalmente suele darse con el aumento de las temperaturas al final del invierno.

2. CONSERVACIÓN

Los esquejes deben recolectarse uno o dos días antes de plantarlos. Durante este tiempo se debe **evitar que se sequen**, como podría ocurrir si se dejan dentro de un vehículo cerrado a altas temperaturas. Esto puede evitarse envolviéndolos en papel o tela húmeda.

Posteriormente, se debe mantener en agua durante 12-24 horas la parte que se va a introducir en el suelo, preferentemente en una zona fresca (o un frigorífico si el lugar puede alcanzar temperaturas altas).

3. PLANTACIÓN

Es importante **tener en cuenta la dirección de crecimiento** de los esquejes a la hora de mantenerlos en agua y de realizar la plantación, introduciendo en el suelo la zona de desarrollo del nuevo sistema radicular.



Recolección de estaquillas



Es **IMPRESINDIBLE** contar con autorización ambiental para la recolección de esquejes a partir de los cuales generar los nuevos ejemplares que se van a introducir en la zona.



Para aumentar la viabilidad de los esquejes, puede ser de utilidad el empleo de hormonas de enraizamiento que aceleran el crecimiento de la planta ayudando a que el corte fabrique células radiculares.

5.2.2 PLANTACIÓN EN HOYOS

Para este tipo de plantación se utiliza **planta ya crecida de producción en vivero**. En este caso es necesaria la **apertura de hoyos en el terreno**, cuya distribución se hará según el diseño de la plantación previamente establecido en el proyecto.



VENTAJAS

- ▶ Se puede utilizar prácticamente en **cualquier terreno**, siempre que sea posible la apertura de hoyos.
- ▶ **Mayor tasa de supervivencia** al utilizar ejemplares desarrollados.
- ▶ Permite una **mayor variedad de especies**, siempre que estén disponibles en vivero.



INCONVENIENTES

- ▶ **Mayor coste** de ejecución: apertura de hoyos, producción de planta en vivero, etc.
- ▶ Necesita **mayor inversión en mantenimiento**: reparación de alcorques, riegos, etc.



Detalle de la pared del alcorque



Plantación en hoyos

PROCEDIMIENTO

1. APERTURA DE HOYOS

Con el fin de conseguir una cobertura vegetal que presente un cierto grado de naturalidad, se recomienda **evitar las líneas rectas durante la apertura de hoyos, distribuciones reticulares regulares o las plantaciones al tresbolillo.**

El **tamaño de los hoyos debe adaptarse a las necesidades de la planta** y a las técnicas previstas de mantenimiento, suficientemente profundos para facilitar el acceso de las raíces al agua del freático, y con capacidad y estructura que permita retener el agua de lluvia o de riego. **Como norma general y de forma orientativa**, las dimensiones de los hoyos pueden ser las siguientes, pudiendo ser mayores en zonas más secas que necesiten mayor aporte de agua:

- ▶ 60x60x60 cm para especies de porte arbóreo o arbustivo de gran tamaño.
- ▶ 40x40x40 cm para especies vegetales arbustivas de menor tamaño.
- ▶ 20x20x20 cm para especies vegetales arbustivas y herbáceas en zonas próximas al cauce.

La apertura debe hacerse en **sentido contrario al talud o a contrapendiente**, utilizando el material de relleno como pared del hoyo en la parte más baja, creando un **alcorque cuyo objetivo es mantener el agua de riego** evitando que se pierda por escorrentía.



En actuaciones de menor entidad, como en programas de voluntariado, se pueden hacer hoyos manualmente siguiendo las mismas indicaciones.



Apertura de hoyos para plantación



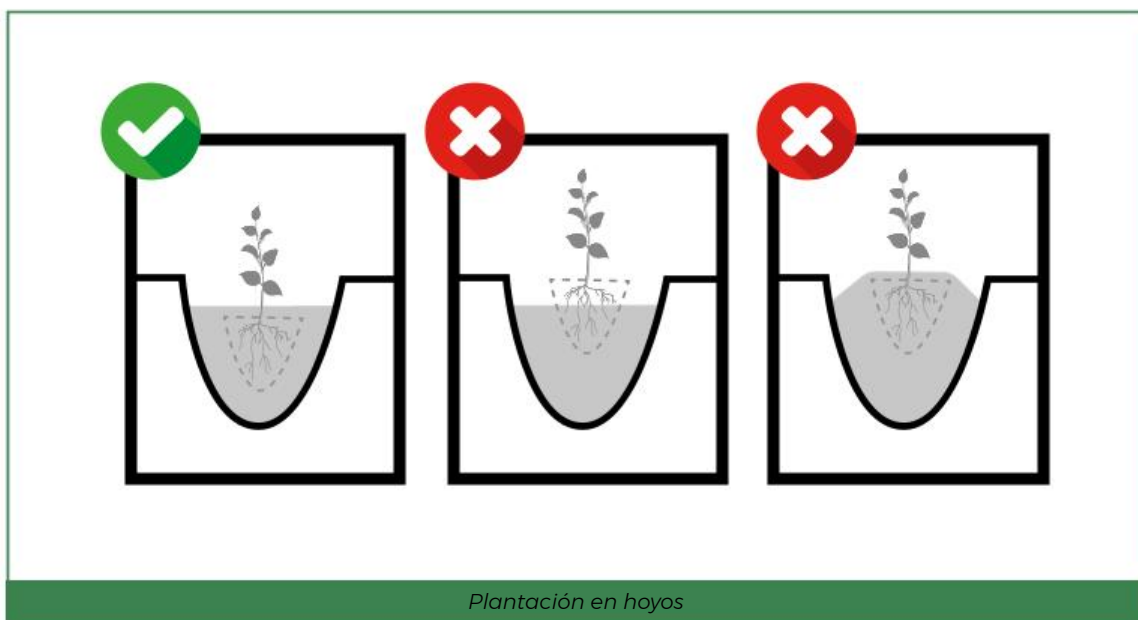
Apertura de hoyo a contrapendiente

2. CONSERVACIÓN DE LA PLANTA

Es aconsejable que la planta permanezca en la zona de actuación o en un punto cercano durante un tiempo antes de realizar la plantación. Este tiempo de permanencia en el sitio de origen reduce el estrés al que se ve sometida la planta al cambiar las condiciones ambientales desarrolladas.

3. PLANTACIÓN

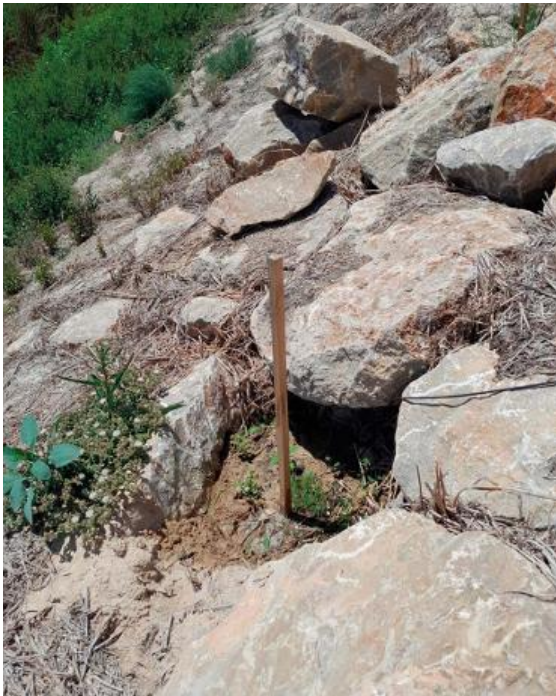
La planta se coloca en la zona profunda de cada hoyo o alcorque, **enterrando completamente el cepellón de la planta** unos 10 centímetros del tallo y compactando posteriormente de forma manual el terreno al tiempo que se sujeta la planta para su adecuada colocación.





SUELOS CUBIERTOS POR ESCOLLERA

La plantación en tramos de escollera presenta ciertas dificultades pero siempre que sea posible se puede realizar en los huecos entre los grandes bloques de piedra, moviéndolos si es necesario para realizar la instalación del plantón y añadiendo tierra vegetal de forma opcional.



Planta en hueco de escollera



Apertura de hoyo en escollera

5.2.3 SIEMBRA A VOLEO

Esta técnica consiste en la **dispersión aleatoria de semillas** directamente sobre el terreno. Generalmente este tipo de siembra se utiliza para plantas herbáceas, de semillas de pequeño tamaño con facilidad de germinar en superficie. Esta técnica es muy adecuada como refuerzo en una plantación o en zonas con cierta densidad de vegetación natural.



VENTAJAS

- ▶ **No necesita mantenimiento ni requiere aporte externo de agua.** Reducción o eliminación del uso de maquinaria.
- ▶ **No precisa apertura de hoyos** ni planificación de marco de plantación (solo densidad).
- ▶ **Reducción de costes de producción** de la planta.
- ▶ **No implica remoción del terreno** y tiene bajo impacto sobre comunidades existentes.



INCONVENIENTES

- ▶ Solo apto para **zonas con poca pendiente (máximo 20°)**, por lo que queda limitado a fondos de cauce y taludes tendidos.
- ▶ **Solo válido para algunas especies**, principalmente herbáceas.
- ▶ Es necesario contar con semillas de **especies autóctonas y de procedencia local**. La aplicación debe planificarse para aprovechar los episodios de lluvia, lo cual es complicado en regiones mediterráneas semiáridas debido a la irregularidad climática, que hace que sea difícil elegir el momento adecuado para realizar la siembra.
- ▶ Menor control de germinación, tasas de éxito muy dispares.



Siembra a voleo

PROCEDIMIENTO

1. RECOLECCIÓN

La recogida de semillas debe planificarse con **suficiente antelación para garantizar su producción** antes de la plantación, además de prever que ciertas especies pueden necesitar algún tratamiento previo. Se debe tener en cuenta que la disponibilidad en vivero de especies autóctonas suele ser limitada a no ser que se encargue con anterioridad.

2. SIEMBRA

La densidad de semilla a aplicar va a depender de las características de la zona y de las especies seleccionadas, pero como norma general en zonas mediterráneas se recomienda una **densidad de 15 g de semillas por m²**.

La dispersión puede hacerse de forma manual o mecánica, con aperos de siembra o centrífugas.

Otras técnicas como la hidrosiembra, donde la dispersión de las semillas se hace a presión mezcladas con agua pueden resultar más eficaces, pero requiere de maquinaria especializada y no ha sido probada hasta la fecha en la cuenca del Segura.



En el caso de que en suelo se haya formado una costra superficial (habitual en regiones semiáridas), se puede rastrillar la primera capa a unos 3-5 cm para descompactar el terreno y facilitar la implantación de las semillas.





Para obtener **más información sobre técnicas de siembra**, se recomienda consultar:

Navarro Cano, J.A., Goberna Estellés, M., González Barberá, C., Castillo Sánchez, V.M., Verdú del Campo, M. 2017. Restauración ecológica en ambientes semiáridos. Recuperar las interacciones biológicas y las funciones ecosistémicas. CSIC. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Madrid. España. 162 pp.

Disponible en:

https://www.uv.es/cide/Documentos/RESTAURACION_ECOLOGICA.%20Libro.pdf



	ESTAQUILLADO	PLANTÓN	SIEMBRA A VOLEO
PROXIMIDAD FREÁTICO	▶ Necesario	▶ No necesario	▶ Conveniente
ZONA DE PLANTACIÓN	▶ Zonas próximas al lecho	▶ Indiferente	▶ Zonas con baja pendiente
RIEGO	▶ No	▶ Sí	▶ No imprescindible
MAQUINARIA	▶ No	▶ Sí	▶ No
PREPARACIÓN DEL TERRENO	▶ No	▶ Apertura de hoyos (cm) ▶ Árbol y arbustos grandes: 60x60x60 ▶ Arbustivas pequeñas: 40x40x40 ▶ Arbustivas y herbáceas próximas al cauce: 20x20x20	▶ No (remover primera capa en caso de suelo compactado en la superficie)
PROCEDENCIA	▶ Vivero o terreno	▶ Vivero	▶ Vivero o terreno
ESPECIES	▶ Solo algunas especies arbóreas-arbustivas	▶ Todas	▶ Herbáceas y arbustos de pequeño tamaño
COSTE	▶ Producción esquejes: bajo ▶ Plantación: bajo ▶ Mantenimiento: bajo (solo reposición si es necesario)	▶ Producción planta: medio ▶ Plantación: alto (apertura de hoyos) ▶ Mantenimiento: alto (riego, mantenimiento alcorques, etc.)	▶ Producción semilla: medio (recolección, limpieza y preparación) ▶ Plantación: bajo ▶ Mantenimiento: bajo
VENTAJAS 	▶ No necesita riego ▶ No necesita hoyo ▶ Bajo mantenimiento ▶ Fácil conseguir ejemplares	▶ Variedad de especies ▶ Cualquier terreno ▶ Alta tasa de supervivencia	▶ No necesita riego ▶ No necesita hoyo ▶ No mantenimiento ▶ Fácil producción
INCONVENIENTES 	▶ Solo algunas zonas (proximidad freática) ▶ Pocas especies ▶ Baja variabilidad genética	▶ Apertura de hoyos ▶ Necesita riego ▶ Mantenimiento alcorques	▶ Solo algunas zonas (poca pendiente) ▶ Limitado en especies ▶ Limitado a banco de semillas local, dificultad para encontrar variedad

ATENCIÓN

La zona de actuación puede presentar mayor o menor heterogeneidad según la configuración y características del terreno. Esto hace que los proyectos de restauración de riberas suelen requerir de la combinación de varias técnicas de plantación así como de eliminación de caña, por lo que será necesario realizar un diseño de revegetación adaptado a las necesidades de cada tramo, definiendo además las necesidades de mantenimiento posterior.







MANTENIMIENTO

6.1 ZONA DE ACTUACIÓN

6.2 PLANTACIÓN

MANTENIMIENTO

Para garantizar la **consolidación efectiva de la plantación** y lograr una **cobertura vegetal de densidad y estructura adecuada que pueda sostenerse por sí misma y controlar la expansión de la caña**, es fundamental contar una planificación exhaustiva de las tareas de mantenimiento. Esta planificación debe contemplar tanto los cuidados necesarios para la plantación en sí como los trabajos destinados a preservar en óptimas condiciones el entorno circundante.



Durante la redacción del proyecto es esencial incluir una **planificación detallada** que refleje tanto la duración de las labores de mantenimiento como los recursos necesarios para llevarlas a cabo. Esta planificación debe tener en cuenta que las **necesidades de mantenimiento varían con el tiempo y deben adaptarse** al estado de desarrollo de la plantación y a los posibles cambios en las condiciones del entorno. Por lo tanto es fundamental que los planes de mantenimiento sean flexibles y puedan ajustarse según las necesidades específicas de la zona y del momento. Esta variabilidad debe ser considerada durante la planificación inicial para garantizar que los trabajos puedan llevarse a cabo de forma eficiente.



Actuación de recuperación del bosque de ribera

Para asegurar unos buenos resultados de la actuación, los trabajos de mantenimiento deben extenderse **al menos durante dos años tras la plantación** o al menos durante dos periodos estivales. Las tareas deben incluir **desbroces periódicos y aporte externo de agua** entre otras. Los requerimientos de cada actuación dependen de diversos factores como la técnica de eliminación de caña, las especies seleccionadas, el método de plantación y las características de la zona, así como de la variabilidad climatológica temporal. Este apartado detalla las tareas generales que podrían formar parte de cualquier intervención, si bien su implementación se ajustará según los requisitos específicos de la actuación.

6.1





6.1 ZONA DE ACTUACIÓN

6.1.1 Desbroces

6.1.2 Binados, escardas y
aporcados

6.1.1 DESBROCES

El **control de los rebrotes de caña** es uno de los puntos clave para evitar la recolonización de la zona, por lo que se deben realizar **desbroces periódicos de mantenimiento** hasta que la plantación tenga un desarrollo suficiente para limitar el crecimiento y expansión del cañaveral. La frecuencia de intervención sobre el rebrote se ajustará en función del crecimiento, que está condicionado principalmente por la metodología de control de caña aplicada.



Desbroce manual de mantenimiento de la zona revegetada

Las zonas de actuación donde se apliquen **técnicas que actúan directamente sobre el rizoma** (cubrimiento y extracción), precisan **menor número de desbroces de mantenimiento** y estos suelen ser necesarios en focos puntuales o puntos más vulnerables.

En zonas de actuación donde se haya utilizado el **cubrimiento como técnica de eliminación de caña**, los desbroces de mantenimiento serán necesarios una vez se retire la lámina y se realice la plantación. Aun así, mientras la cubierta permanezca instalada es posible que se produzcan **rebrotos en los bordes y en las zonas de unión** sobre los que será necesario actuar. Además, es importante vigilar la aparición de los brotes que puedan atravesar la lámina y hacer que la técnica pierda eficacia.

Si la técnica de control de caña aplicada ha sido la **extracción de rizoma**, los rebrotes serán escasos. En el caso de que se produzcan, en lugar de cortar los nuevos brotes se aconseja **actuar sobre los restos de rizoma presentes en el suelo**. Aun así, es necesario considerar la posibilidad de realizar desbroces de mantenimiento durante el establecimiento de la plantación.

En el caso de aplicar la técnica de **cortas reiteradas, los desbroces forman parte de la técnica** como tal, por lo que no se pueden reducir a tareas puntuales de mantenimiento y su planificación entra dentro del desarrollo de la actuación de eliminación de caña, en base al procedimiento descrito en el apartado 4.4.



Rebote de caña en puntos de unión entre paños de cobertura de geotextil



Si se considera que la planta puede correr riesgo de ser dañada durante los desbroces, como en caso de las estaquillas, se pueden señalar los ejemplares para que sean fácilmente localizables durante las labores de mantenimiento y evitar así que sean cortados. Para ello, se recomienda balizar con cinta de fécula de patata (biodegradable).



6.1.2 BINADOS, ESCARDAS Y APORCADOS

Generalmente durante la primavera inmediatamente posterior a la plantación es necesario realizar trabajos de acondicionamiento del terreno. Estos cuidados incluyen las siguientes operaciones, que se deben realizar de forma manual:

- ▶ **Control del crecimiento de la vegetación adventicia** dentro de los alcorques durante el tiempo en que pueda generar competencia con la planta introducida, que impida su arraigo y desarrollo durante las primeras etapas.
- ▶ **Eliminación de cualquier otra vegetación exótica** que se detecte.
- ▶ **Cava y mullido de la superficie del terreno** adyacente a cada planta hasta una profundidad de 15-20 cm. En esta operación es importante tener extremo cuidado para no dañar el sistema radicular.
- ▶ **Aporcado de la tierra próxima alrededor del tallo** de la planta para protegerla de las elevadas temperaturas estivales.
- ▶ **Mantenimiento y reparación** de alcorques.



Eliminación de vegetación adventicia en el alcorque

6.2





6.2 PLANTACIÓN

6.2.1 Riegos

6.2.2 Protectores y cercados

6.2.3 Control de plagas

6.2.4 Tutorización

6.2.5 Mejoras de la calidad del
suelo

6.2.6 Reposición de marras

6.2.1 RIEGOS

En determinadas regiones climáticas las condiciones ambientales pueden ser factores limitantes para la **supervivencia y el desarrollo de la plantación** (lluvias escasas, largos periodos de temperaturas elevadas, etc.), por eso **es preciso el aporte externo de agua** para garantizar que el suelo mantenga entre otros unos niveles de humedad mínimos.

La plantación debe recibir un **riego inmediato** tras su finalización, así como **riegos periódicos de mantenimiento** durante los dos años siguientes o al menos durante dos periodos estivales. La planificación de los riegos se adaptará a las necesidades de cada actuación, que en general quedarán condicionadas por los episodios de lluvia que ocurran durante la fase de mantenimiento del proyecto. En general los riegos serán **más próximos en el tiempo durante el verano** y más espaciados en las épocas más frías y/o con lluvias más frecuentes.




En tramos medios y bajos de la cuenca del Segura, donde las precipitaciones suelen ser escasas y las temperaturas estivales bastante elevadas, es necesario asegurar la supervivencia de la plantación. Esta debe recibir al menos 6 riegos durante el primer año (cuatro de ellos concentrados entre final de primavera y verano), con un volumen de 70-90 litros por planta. El número total de riegos puede reducirse a 4 el segundo año de mantenimiento.



Riego con motobomba


Por norma general **los riegos se suelen hacer con motobomba o con cubas** en caso de no tener acceso al cauce, pero en **pequeñas actuaciones o en tramos urbanos**, se puede realizar una instalación de **riego por goteo**. Siempre que exista esta posibilidad, se puede instar a las administraciones locales a participar de forma activa en el mantenimiento del proyecto mediante el suministro de agua a la plantación, lo que supondría un ahorro importante de costes al proyecto.

En el caso de poder realizar una instalación para el riego por goteo, es importante tener en cuenta que esta **no sea dañada durante los desbroces y otras tareas de mantenimiento**. En este caso es recomendable que la instalación cuente con una única conducción principal en la parte alta del talud y a partir ahí, conducciones secundarias dirigidas a cada alcorque. De esta manera, la instalación puede ser retirada en el momento de hacer el desbroce y colocada nuevamente cuando se concluya minimizando los posibles daños. Además, la conducción principal debe anclarse al suelo siempre paralela al cauce y en dirección aguas abajo desde la toma de agua para reducir el riesgo de arrastre en caso de avenida.

 La instalación de goteo debe ser revisada periódicamente y reponer los tubos en caso de ser necesario, ya que es fácil que puedan atascarse o ser roídos por herbívoros o ratas buscando agua.



Instalación para riego por goteo en plantación de ribera

 El aporte externo de agua representa una parte significativa de los costes de mantenimiento. Con el fin de gestionar los recursos de forma más eficiente, se está evaluando la implementación de sistemas de control de riego en las actuaciones que permiten controlar el estado de la plantación y la demanda hídrica. Esto puede suponer un ahorro de agua de entre un 15-20%.

Ver resultados del estudio en el **apartado 8. I+D+i** - resultados de trabajos experimentales



6.2.2 PROTECTORES Y CERCADOS



Es conveniente la instalación de protectores para evitar daños por la presencia de herbívoros silvestres o domésticos (paso de ganado), cuando presencia pueda suponer un riesgo a la supervivencia de la plantación.

- ▶ **Protectores individuales metálicos altos para ganado y grandes herbívoros.** Estos deben tener el tamaño suficiente para evitar el ramoneo de los herbívoros presentes (teniendo en cuenta que la altura que alcanzan las cabras, ciervos y gamos es mayor que otras especies como las ovejas).
- ▶ **Protectores individuales pequeños destinados a conejos y roedores.** Existen protectores de diferentes materiales, pero es preferible utilizar aquellos de **cartón biodegradable**, especialmente en las zonas con riesgo de avenidas donde puedan ser arrastrados por la corriente. En este caso es importante que tengan buena aireación y entrada de luz.
- ▶ **Vallados perimetrales** que limiten el acceso a una extensión determinada de la plantación y que protejan también la zona del pisoteo. Con estos vallados puede conseguirse, además de evitar el daño a la planta, una **recuperación del suelo** y de la vegetación espontánea en caso de que este se encuentre sometido al paso intensivo de ganado.

Los protectores deben permanecer hasta que la planta consiga el porte suficiente para sobrevivir a la presión de los herbívoros. Aun así, **en caso de que estén limitando el crecimiento o puedan comprometer la supervivencia de la planta**, por ejemplo, porque el protector esté constriñendo la planta o porque impidan el paso de la luz solar, debe valorarse la posibilidad de retirarlos.



No es conveniente la instalación de protectores individuales en especies tapizantes, ya que estos limitan su crecimiento extensivo. En caso de ser necesaria su protección, se puede cercar el perímetro de la zona con malla galvanizada anticonejos, aunque el crecimiento de estas especies suele ser rápido y soportar el ramoneo.



Diferentes tipos de protectores y cercados



Efecto de los protectores en el crecimiento de la planta



Terreno sin vegetación por pisoteo del ganado



Recuperación del terreno vallado

6.2.3 CONTROL DE PLAGAS

Se debe prestar especial atención a cualquier signo de daño que se detecte en la plantación y que pueda tener por origen la presencia de alguna **especie con potencialidad para causar daños irreversibles a un número relativamente importante de ejemplares** de una o varias especies de la plantación.

El **conocimiento previo de las posibles afecciones** servirá de ayuda para prevenir daños en la plantación. La selección de especies a utilizar y las plagas potenciales que puedan darse en la zona determinarán el protocolo a seguir en cuanto a **vigilancia y alerta temprana**. En caso de detectar la presencia y/o daños en la plantación, se tomarán las medidas oportunas según el grado de afectación y las posibilidades de expansión.

El control de plagas requiere de seguimiento continuado (detección temprana, efectividad del tratamiento, extensión de daños, etc.) y en caso de ser necesario, de la intervención de empresas especializadas en su gestión.

CASO DE EJEMPLO *Grafiosis*

Olmos (género *Ulmus*) afectados por grafiosis, enfermedad fúngica que puede llegar a matar a los ejemplares afectados.

TRATAMIENTO:

- ▶ Corta y destrucción de los ejemplares afectados para evitar la expansión.

PREVENCIÓN:

- ▶ Utilización de ejemplares resistentes en futuras plantaciones.



Ejemplares de olmo afectados por la grafiosis

CASO DE EJEMPLO ***Paranthrene tabaniformis***

En las plantaciones realizadas en la cuenca del Segura se han detectado daños en sauces y álamos por la presencia de *P. tabaniformis*, lepidóptero con apariencia de avispa cuyas larvas crecen dentro del tronco y generan galerías que debilitan la planta afectada.

TRATAMIENTO:

- ▶ Corta y destrucción de los pies afectados.
- ▶ Instalación de trampas de feromonas (para reducir el número de ejemplares).

PREVENCIÓN:

- ▶ Instalación de trampas de feromonas (para detectar la presencia de ejemplares de la especie).
- ▶ Seguimiento de la evolución de la plaga.



*Ejemplares de
P. tabaniformis*



*Daños superficiales en
tronco afectado*



*Trampas de feromonas instaladas en la zona
de plantación*



En el uso de trampas de feromonas, es importante tener en cuenta su tiempo de efectividad y las necesidades de reemplazo.

6.2.4 TUTORIZACIÓN

En ocasiones, especialmente en el caso de ejemplares de porte arbóreo, es posible que sea necesario colocar una guía para **favorecer el crecimiento vertical** y evitar posibles daños debidos a fuertes vientos o lluvias en las primeras etapas de crecimiento cuando los ejemplares todavía no presentan un sistema radicular suficientemente desarrollo.

Se debe evitar el uso de nudos sobre el tronco del árbol, haciéndose sobre el tutor, con una lazada suficientemente holgada para no estrangular el tronco durante su crecimiento. Esto también puede evitarse utilizando materiales elásticos como cinta de injerto. Como norma general, se recomienda el empleo de cintas biodegradables de origen vegetal (cáñamo, fécula de patata).



Tutorización de ejemplares de porte arbóreo

6.2.5 MEJORAS DE LA CALIDAD DEL SUELO

Si las condiciones del suelo lo hiciesen necesario, se pueden realizar mejoras mediante **enmienda del suelo** por ejemplo con aporte de materia vegetal que aumente la capacidad de mantenimiento de la humedad o incorporando abono/materia orgánica en el alcorque para suplir posibles carencias de nutrientes y que ayuden al establecimiento de la planta.

Otra opción para conseguir un crecimiento más rápido de los ejemplares es la aplicación de **abono foliar sistémico**, utilizando siempre sustancias ecológicas e inocuas al medio acuático.



Enmiendas



Para una mayor efectividad de estas técnicas se recomienda un análisis previo del estado del suelo.



6.2.6 REPOSICIÓN DE MARRAS

La aparición de marras en una plantación es prácticamente inevitable, por lo que hay que contar con la posibilidad de tener que reponer planta. El porcentaje que se considera admisible en la plantación debe establecerse inicialmente en el proyecto teniendo en cuenta la densidad inicial, el objetivo de la plantación y los trabajos de mantenimiento. Por norma general, **se suele plantear reposición de marras a partir del 20%**.

- ▶ En función del porcentaje de pérdida y de las especies afectadas puede ser necesario realizar una evaluación para **determinar las causas probables de las marras**. Las condiciones ambientales (presencia de sales en el suelo, cambios en el nivel freático, temperaturas extremas, etc.), una selección de especies no adecuada a la zona de actuación o un manejo/mantenimiento no ajustado a las necesidades de la plantación, suelen ser las principales causas que pueden afectar a la plantación en general o a determinadas especies en concreto. La identificación de estos factores permitirá establecer medidas correctoras antes de poner en marcha la reposición, lo que ayudará a asegurar la viabilidad de los nuevos ejemplares y aumentar la tasa de éxito a medio plazo.
- ▶ Si la causa de las pérdidas no es conocida, se sugiere **reemplazar los ejemplares con una especie diferente**.
- ▶ Si el porcentaje de marras es bajo y no conlleva grandes espacios vacíos donde la caña pueda expandirse con facilidad, puede no ser necesario realizar la reposición. En el caso de llevarse a cabo, se recomienda realizar la sustitución de las plantas muertas en el siguiente periodo de parada vegetativa.





Marras detectadas tras evaluar el estado de la plantación



HYUNDAI

7



ANÁLISIS DE COSTES

ANÁLISIS DE COSTES

En las cuencas más afectadas por la presencia de caña, las confederaciones dedican anualmente una cantidad significativa de sus recursos a la gestión de los impactos asociados a la invasión de esta especie. El objetivo principal de estas medidas de gestión, en zonas climáticas donde se producen de forma recurrente lluvias torrenciales que generan crecidas de caudal, es **mantener la capacidad de desagüe de ríos y ramblas**. Generalmente las actuaciones se han centrado **en la eliminación de la parte aérea mediante desbroces puntuales** para evitar la obstrucción del flujo de agua. El efecto de estas medidas es temporal, ya que este tipo de intervención no reduce la capacidad de crecimiento y expansión de la caña. Como resultado, la zona vuelve a estar ocupada por un cañaveral de características similares o incluso más denso en un corto periodo de tiempo, lo que implica la necesidad de intervenir con regularidad sobre la zona.



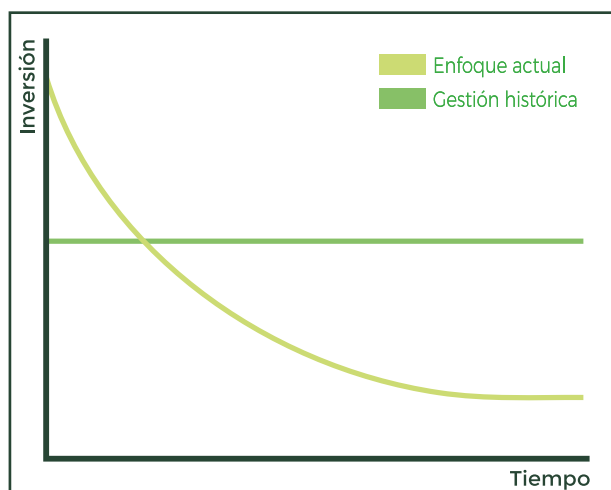
Desbroce de mantenimiento para mantener la capacidad de desagüe del cauce



Una vez controlada la expansión de la caña mediante una cobertura vegetal consolidada, únicamente será necesario **mantener medidas preventivas de control y seguimiento de la zona**.

Será IMPRESCINDIBLE establecer un protocolo de vigilancia que permita una respuesta rápida y efectiva ante cualquier riesgo potencial de nueva expansión que pueda surgir.

El enfoque actual de gestión de cañaverales tiene como objetivo **reducir la superficie ocupada por esta especie y mantener controlada su expansión** mediante la recuperación de la estructura y dinámica de las riberas. De esta forma, esta estrategia persigue reducir los problemas asociados a la invasión de la caña y en consecuencia, se espera que **la inversión anual destinada a la gestión de cañaverales se reduzca significativamente**.



Para garantizar unos buenos resultados resulta fundamental llevar a cabo una **distribución eficiente de los recursos económicos disponibles** que garantice que cada fase del proyecto se desarrolla de manera adecuada. En términos generales, se aconseja destinar un **10-12% del presupuesto total para el desbroce inicial** y un **15% para el proceso de revegetación** y destinar los **recursos restantes de forma variable, distribuyéndolos en función de la técnica aplicada y de los trabajos de mantenimiento** que estas conlleven.

El coste de cada fase puede ser muy variable, ya que el precio de algunas unidades de obra puede estar sujeto a factores externos (por ejemplo, fluctuaciones en el precio del combustible) además de los múltiples factores asociados a la zona de actuación (consultar apartado 4.1.1). Debido a esto, es importante **ajustar previamente los recursos necesarios para cada fase**, identificando las principales unidades de obra y su ponderación, lo que determinará en última instancia el coste final.

A continuación se describen los **principales factores y unidades de obra** que van a condicionar en mayor medida el coste de cada fase.

DESBROCE INICIAL

Paso indispensable y común en cualquier actuación, siendo su ejecución y por tanto su coste, independiente de la técnica de eliminación de caña que se vaya a emplear. En este caso el coste final queda determinado principalmente por:

► Posibilidad de empleo de **maquinaria**

Determinado en función de la densidad y estructura del cañaveral (presencia y distribución de vegetación autóctona), acceso a la zona de actuación y configuración del terreno (pendiente y extensión del talud, presencia de rocas, etc.).

► **Gestión del residuo**

Por norma general, una vez triturados los restos de la parte aérea de la caña pueden dejarse sobre el terreno. En caso de que el material vegetal deba ser trasladado a vertedero, se deberá tener en cuenta un incremento considerable en el coste de la actuación.



Realizar el desbroce inicial al comienzo de la parada vegetativa facilitará la aplicación de las técnicas de eliminación de caña, ya que en esta época la velocidad de crecimiento de los rebrotes es considerablemente menor.

Esta consideración es especialmente relevante en el caso del cubrimiento, ya que se reduce la posibilidad de que los nuevos brotes levanten o atraviesen la cobertura.

TÉCNICAS DE ELIMINACIÓN DE CAÑA

El coste total de la aplicación de cada técnica puede variar significativamente en función de los condicionantes, limitantes o dificultades asociados a la zona de actuación y/o al proyecto. Así la relación coste-beneficio determinará en muchos casos la viabilidad de su implementación así como la elección de la técnica.

CUBRIMIENTO

- ▶ Tipo de **material** para la cobertura

El coste unitario de la lámina de PEAD es mayor que el geotextil.



La lámina de PEAD se puede reutilizar, lo que permite reducir costes de adquisición de material dentro del mismo proyecto (si se puede aplicar la técnica por tramos) o en futuros proyectos.

La malla de geotextil tiene menor resistencia a la perforación, por lo que puede ser más fácilmente atravesada por nuevos brotes y requiere un control adicional para eliminarlos y reparar la cobertura.

- ▶ Necesidad de empleo de **maquinaria**

La instalación de PEAD es más laboriosa (material más pesado y menos manejable que el geotextil) y puede requerir de maquinaria (soporte para extensión, equipo de termosellado, etc.), lo cual hace que el tiempo de instalación sea mayor. Por otro lado, para poder reutilizar el material es necesario limpiarlo y retirarlo con cierta precaución para recuperarlo en buen estado, lo que hace que el tiempo de retirada también sea mayor.

La instalación de geotextil suele ser más sencilla debido a que el material es más manejable, pero suele requerir de una preparación previa del terreno que no es necesaria en el caso de utilizar PEAD.

- ▶ **Plazo de ejecución** del proyecto

La utilización de PEAD como material de cobertura reduce el tiempo de tratamiento, ya que la técnica es efectiva prácticamente en la mitad de tiempo que la malla de geotextil.



A pesar de los múltiples condicionantes en la utilización de uno u otro material, tras la evaluación del coste final en diversas actuaciones, se puede determinar que el precio del m² es similar para ambos materiales, siempre que se aplique en condiciones donde la técnica funcione de manera adecuada.

TÉCNICAS DE ELIMINACIÓN DE CAÑA

EXTRACCIÓN DE RIZOMA

► **Maquinaria y personal.** Dos fases:

► Fase 1. Extracción inicial del **grueso de la capa de rizoma**

Este proceso requiere de maquinaria pesada para la extracción y transporte del residuo e implica además un movimiento de tierra, además del reacondicionamiento de la estructura del suelo.

► Fase 2. Extracción reiterada de **restos de rizoma**

Por norma general son necesarios varios repasos tras la retirada de la capa de rizoma para eliminar los restos que puedan quedar en el terreno, así como los rebrotes que aparezcan. Este proceso suele realizarse con una mini retroexcavadora y dos personas de apoyo para retirada manual.

► **Gestión del rizoma.** La cantidad y las características del residuo, así como la disponibilidad de vertedero que lo acepte y su proximidad, o la posibilidad de acopiarlo para su desecación y reutilización, van a condicionar los costes y serán determinantes en la viabilidad de su implementación. Existen dos posibilidades de gestión del residuo:

- a) Transporte y gestión en vertedero. Se puede valorar la rentabilidad siempre que se disponga de un vertedero que acepte el residuo (no siempre es viable), la distancia a la que se encuentre y la cantidad de residuo.
- b) Acopio, secado e integración del residuo en el suelo. En este caso, es necesario disponer de espacio impermeabilizado para realizar el tratamiento del rizoma, preferiblemente en las proximidades a la zona de actuación para reducir los costes de transporte.



Utilizando un cazo rotador (ver página 118), se consigue una mayor eliminación de sustrato adherido al rizoma, lo que reduce el peso del residuo y por tanto el coste de gestión.

El proceso de secado e inertización mediante acopio de los restos del rizoma consigue también reducir el peso del residuo, lo que reducirá los costes asociados a la gestión en vertedero. Además, esta opción permite la utilización del residuo inerte como material de relleno, triturando los restos de rizoma e incorporándolos al suelo.

El tiempo de utilización de la zona de acopio también puede ser relevante y se puede reducir cubriendo el acopio con lámina de PEAD, lo que disminuirá el tiempo de desecación del rizoma.

TÉCNICAS DE ELIMINACIÓN DE CAÑA

CORTAS REITERADAS

► Personal y equipo para corta

Las cortas en esta técnica se realizan normalmente de forma manual. La estructura y densidad del cañaveral determinarán la frecuencia e intensidad, que variarán según la época del año. Serán más frecuentes durante la época activa de crecimiento (primavera-verano) y menos durante la parada vegetativa (otoño-invierno). Estas acciones se reducirán progresivamente a medida que la plantación se desarrolle generando una mayor competencia por los recursos y debilite el crecimiento de la caña.

► Plazo de ejecución del proyecto

Esta técnica requiere un tiempo de mantenimiento mayor que cualquier otra ya que el rizoma permanece activo y es necesario intervenir hasta agotar las reservas lo suficiente para tener controlada la expansión del cañaveral.



Dado que el crecimiento de la especie varía según la época del año, la intensidad de cada corta puede ser diferente si se realiza durante el periodo de crecimiento activo o durante la parada vegetativa, por lo que el coste unitario de cada intervención puede variar significativamente. Por esta razón a la hora de establecer el coste de cada corta por unidad de superficie (euros/m²), se aconseja calcular el promedio del coste de todas las cortas realizadas en un año. Además, debido a que el número de cortas será menor cada año, es necesario calcularlo para cada año de forma independiente.

REVEGETACIÓN

El coste del proceso de revegetación depende principalmente de la **densidad de plantación** establecida, de las **especies a utilizar** y del **método de plantación**. Estos factores determinarán la necesidad de empleo de maquinaria y los trabajos de mantenimiento posteriores tanto en la zona de actuación como los de la propia plantación.

► Material vegetal

El uso de plantón tiene mayor coste pero permite mayor variedad de especies, así como su aplicación en un mayor rango de zonas de actuación.

El estaquillado y la siembra son más económicos en cuanto a producción de planta y mantenimiento, pero están más limitados en zonas de aplicación y variedad de especies.

► Necesidad de empleo de **maquinaria**

Imprescindible para la apertura de hoyos en la utilización de plantón.

► Trabajos de **mantenimiento**

La utilización de plantón requiere mayor aporte de agua y mantenimiento de los alcorques.



El fomento de la recuperación de la vegetación existente en la zona puede reducir gastos de la plantación.

Se recomienda realizar estaquillado donde exista una alta probabilidad de perder la plantación. Esta técnica conlleva menor coste de plantación y de reposición de marras en caso de ser necesario.

MANTENIMIENTO

Las labores de mantenimiento están condicionadas por la metodología aplicada para el control de la caña y el tipo de plantación. Estos trabajos disminuyen a medida que la plantación se consolida y la caña se debilita, lo que conlleva una reducción de los costes con el tiempo.

► Riegos

La necesidad de aporte externo de agua representa uno de los costes más significativos en esta fase. Además de la cantidad y frecuencia de los riegos, el coste total se verá influenciado por el método de aplicación. En ausencia de acceso directo al agua del cauce para regar mediante motobomba, es necesario el transporte de agua con camiones cisterna lo que encarece significativamente esta tarea.



Una forma de optimizar los recursos asignados al riego es mediante el uso de sondas de humedad que proporcionan información sobre el estado y las necesidades hídricas de la plantación. Las pruebas realizadas para la implementación de esta metodología de seguimiento se detallan en el apartado 8.

► Necesidad del **uso de protectores**

La presencia de herbívoros silvestres y/o ganado que puedan comprometer el éxito de la plantación, será lo que determine la necesidad de instalación de protectores individuales y/o vallados perimetrales según las especies presentes en la zona: conejo, jabalí, cabra, oveja, etc.

► **Mantenimiento general zona de actuación**

Para alcanzar unos resultados satisfactorios en lo que respecta a la consolidación y desarrollo de la plantación es necesario asegurar un buen estado de la zona de actuación. Estos trabajos pueden incluir diferentes tareas como binados, reparación alcorques, control de plagas, desbroces puntuales (en cubrimiento y extracción de rizoma), reposición de marras, etc.



Formación de personal: la inversión en formación puede revertir en una mayor eficiencia en el desempeño del trabajo a realizar, tanto durante el mantenimiento como en cualquier tarea de la actuación.

A continuación, se presenta un análisis de costes comparativo (euros/m²) de las diferentes técnicas de eliminación de caña aplicadas en la cuenca del Segura entre los años 2018 y 2023.

	TÉCNICAS - COSTE UNITARIO (€/m ²)			
	CUBRIMIENTO		EXTRACCIÓN RIZOMA	CORTAS REITERADAS
	PEAD	GEOTEXTIL		
DESBROCE INICIAL	1,3 (1,1 - 1,5)			
TÉCNICA	7 - 9		10 - 12	5 - 7
GESTIÓN RESIDUO	-	-	Coste estimado para acopio y reutilización, no gestión en vertedero	-
PLANTACIÓN	1,7 (1,5 - 1,9)			
MANTENIMIENTO	1 - 2	2 - 3	1 - 2	4 - 7
TOTAL (€/m²)	11 - 13	12 - 14	14 - 17	12 - 17



















Estas cifras pretenden servir como comparativa de la aplicación de las diferentes técnicas aplicadas en condiciones óptimas. Los datos para el cálculo han sido facilitados por la empresa Tragsa aplicando tarifas de 2024.

Para el análisis de costes de PEAD, se ha contado además con datos procedentes de actuaciones llevadas a cabo por la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE). Un mayor número de datos permite ofrecer un rango de precio más ajustado a la realidad. En cuanto a la técnica de cubrimiento empleando cobertura de geotextil, la experiencia de la CHS es escasa, por lo que se ha utilizado la información proveniente de la CHJ, que cuenta con una amplia experiencia en el uso de este material.

Además de la distribución de los recursos por fases, la duración del proyecto es determinante a la hora de seleccionar la técnica más adecuada para la ejecución de las actuaciones. Es fundamental considerar tanto la duración de la implementación de la técnica en sí misma como la necesidad de mantenimiento que implica. Así, la distribución de los recursos se ajustará a los plazos establecidos para cada fase.

En la siguiente tabla se presenta una distribución anual aproximada de los recursos totales del proyecto.

PERIODO DE EJECUCIÓN	CUBRIMIENTO		EXTRACCIÓN RIZOMA	CORTAS REITERADAS
	PEAD	GEOTEXTIL		
PRIMER AÑO	<p>60% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce inicial ▶ Instalación cobertura 	<p>60% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce inicial ▶ Instalación cobertura 	<p>80% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce inicial ▶ Extracción + gestión residuo ▶ Plantación ▶ Mantenimiento 	<p>40% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desbroce inicial ▶ 8-10 cortas ▶ Plantación ▶ Mantenimiento
SEGUNDO AÑO	<p>20% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Retirada cobertura ▶ Plantación ▶ Mantenimiento 	<p>(Inversión excepcional en reparación de cobertura si esta sufriese algún daño)</p>	<p>10% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mantenimiento 	<p>30% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ 6 - 8 cortas ▶ Mantenimiento
TERCER AÑO	<p>10% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mantenimiento 	<p>20% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Retirada cobertura ▶ Plantación ▶ Mantenimiento 	<p>10% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mantenimiento 	<p>15% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Cortas (nº variable según necesidad de la actuación) ▶ Mantenimiento
CUARTO AÑO	<p>10% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mantenimiento 	<p>10% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mantenimiento 	-	<p>10% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Cortas (nº variable según necesidad de la actuación) ▶ Mantenimiento
QUINTO AÑO	-	<p>10% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mantenimiento 	-	<p>5% Inversión</p>  <ul style="list-style-type: none"> ▶ Cortas (nº variable según necesidad de la actuación) ▶ Mantenimiento

En definitiva, los condicionantes del proyecto (recursos y plazo de ejecución) y las características de la zona de actuación (estructura y densidad del cañaveral, configuración del terreno, etc.) van a determinar la técnica a aplicar, el proceso de revegetación y las necesidades de mantenimiento. Una distribución inicial de los recursos lo más ajustada posible garantizará el cumplimiento de los objetivos. Aun así, esta asignación previa debe contar con cierto margen que permita adaptar los trabajos a las posibles variaciones que puedan surgir durante el desarrollo de las actuaciones.

Además de la reducción de costes asociados a la gestión de cañaverales, con la recuperación del bosque de ribera, se obtienen otros beneficios relacionados con:

- ▶ Reducción de la inversión en limpieza y mantenimiento de cauces.
- ▶ Reducción del consumo de agua por el cañaveral. Según cálculos del proyecto LIFE+ Segura Riverlink (LIFE12 ENV/ES/001140), la sustitución del cañaveral por bosque de ribera supondría un ahorro en consumo de agua estimado cerca de los 7000 euros anuales por hectárea.
- ▶ Mayor fijación de CO₂ del bosque de ribera en comparación con el cañaveral.
- ▶ Reducción de costes asociados a la gestión de incendios.
- ▶ Recuperación de valores socio-culturales y ambientales asociados a la mejora del entorno, bienestar social, fomento del turismo, etc.



8



I+D+i.
RESULTADOS DE
TRABAJOS
EXPERIMENTALES

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROL DE LA CAÑA (*ARUNDO DONAX*) PARA LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA EN EL RÍO SEGURA

CONTEXTO

Dentro del proyecto de restauración de riberas del río Segura en el tramo comprendido entre los Sotos de los Álamos y la Hijuela (término municipal de Molina de Segura y Alguazas, en la Provincia de Murcia), uno de los principales objetivos fue la recuperación del bosque de ribera nativo eliminando el cañaveral presente en la zona. Para ello la Confederación Hidrográfica de Segura aplicó diferentes métodos de control de caña (extracción de rizomas, corta reiterada y cubrimiento con lámina de polietileno). Desde el departamento de ecología de la Universidad de Murcia se realiza un seguimiento de la evolución de la plantación, así como del rebrote de caña y carrizo durante la realización del proyecto y dos años después de la plantación (2018-2020).

OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo fue determinar el tratamiento más eficaz en la eliminación de la caña y el desarrollo de la vegetación riparia autóctona plantada. Para ello se realizaron mediciones del crecimiento de las especies arbóreas y arbustivas, así como de rebrote de caña y carrizo en diferentes parcelas correspondientes a los tratamientos de corta reiterada, extracción de rizoma y cubrimiento.



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En general no se observaron diferencias significativas en la densidad y altura de la caña y el carrizo entre tratamientos, aunque el cubrimiento presentó una densidad de tallos menor. En las parcelas sometidas a este tratamiento, también se detectó un mayor desarrollo de las especies arbóreas, principalmente de *Celtis australis*. En cuanto al crecimiento de las especies arbustivas, se observó mayor porte de algunas especies en las zonas donde se aplicaron cortas reiteradas, y de *Myrtus communis* donde se llevó a cabo extracción de rizoma.

En cuanto a la orientación de la zona de actuación, existen diferencias significativas para el volumen de *Pistacia lentiscus* y *Tamarix canariensis*, con mejores resultados en solana (margen derecho) y donde también obtienen generalmente un mayor porte todas las especies plantadas.

En base a los resultados obtenidos, para asegurar el éxito de la restauración del bosque de ribera se recomienda utilizar el tratamiento de cubrimiento con lámina de polietileno combinado con la plantación de especies nativas características del tramo de río, manteniendo riegos y desbroces reiterados durante varios años para evitar posibles rebrotes de la caña y favorecer el crecimiento de las especies plantadas, reduciendo la competencia por la luz y el suelo.



Más info: Almela Garijo, S. (2022) Evaluación de la eficacia de diferentes métodos de control de la caña (*Arundo donax*) para la recuperación del bosque de ribera. Trabajo fin de Máster - Facultad de biología. Universidad de Murcia

Además también se han realizado diferentes trabajos de evaluación de la efectividad de cada una de las técnicas en los que se recogen más detalles sobre el funcionamiento de cada una de ellas:

Angosto Bernal, I. (2018) Evaluación del método de cubrimiento para el control de caña (*Arundo donax*) en el marco de actuaciones de restauración de riberas. Trabajo Fin de Grado - Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

Conesa Nieto, A. (2017) Seguimiento y evaluación de las actuaciones de control de la caña (*Arundo donax*) en el marco del proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. Trabajo Fin de Máster - Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

Macho López, A. (2020) Eficacia de distintos métodos de control de la caña (*Arundo donax* L. 1753) en la viabilidad del rizoma: experiencias en un tramo medio del Río Segura. Trabajo Fin de Máster - Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

Lozano Tomás, D., Velasco García, J., Bruno, D. (2021). Evaluación a medio plazo del éxito de la restauración de riberas en el ámbito del proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. *RestauraRios* 2021.02: 14p. <https://doi.org/10.51443/Restaurarios.2021.02>

EFICACIA DE DISTINTOS MÉTODOS DE CONTROL DE LA CAÑA (*ARUNDO DONAX* L. 1753) EN LA VIABILIDAD DEL RIZOMA

CONTEXTO

Dentro del proyecto de restauración de riberas del río Segura en el tramo comprendido entre los Sotos de los Álamos y la Hijuela, además de evaluar la eficacia de los diferentes tratamientos de eliminación de caña mediante el seguimiento del rebrote y evolución de la plantación, se propuso determinar la viabilidad de los rizomas como indicador de la eficacia de las técnicas de cortas reiteradas y cubrimiento.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue analizar la efectividad de los dos tratamientos mediante el estudio de los cambios en la composición físico química del rizoma, además de la producción de tallos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La viabilidad del rizoma y la producción de tallos en *A. donax* depende del tratamiento de control de caña realizado. El tratamiento de cubrimiento con polietileno limita en mayor medida la proliferación de tallos de caña que la corta reiterada. Las características físico-químicas del suelo (temperatura y humedad de suelo y la relación C_{org}/N) parecen tener un efecto determinante sobre la viabilidad de los rizomas.

Respecto a las variables de crecimiento de la caña, la variable que mejor respondió a los diferentes tratamientos es el número de tallos, produciendo en general ambos tratamientos de eliminación de la caña (cubrimiento con polietileno y corta reiterada), un menor número de tallos que los rizomas de la zona control (cañaveral). A finales de primavera tras 5 meses de las actuaciones (coincidiendo con la disminución del contenido en agua y carbono del rizoma), debido a las elevadas temperaturas alcanzadas en ambos tratamientos también disminuyó la viabilidad de los rizomas; reduciéndose el número de tallos, especialmente a partir de los rizomas obtenidos del tratamiento del cubrimiento con plástico en la zona alta del talud.

Podemos concluir que los dos tratamientos estudiados para la eliminación de *A. donax* tienen un efecto negativo sobre el crecimiento de la caña, suponemos que fundamentalmente por las elevadas temperaturas del suelo que se alcanzan en el cañaveral, lo que influye sobre el estado del rizoma de la planta y su viabilidad. El efecto fue más notable en el tramo cubierto con plástico y en la zona alta del talud que en el tramo de corta reiterada.



Experimentación en laboratorio del rebrote del rizoma



Ventanas practicadas en la lámina de polietileno para posibilitar la obtención de toma de datos



Más info: Macho López, A. (2020) Eficacia de distintos métodos de control de la caña (*Arundo donax* L. 1753) en la viabilidad del rizoma: experiencias en un tramo medio del Río Segura. Trabajo Fin de Máster - Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

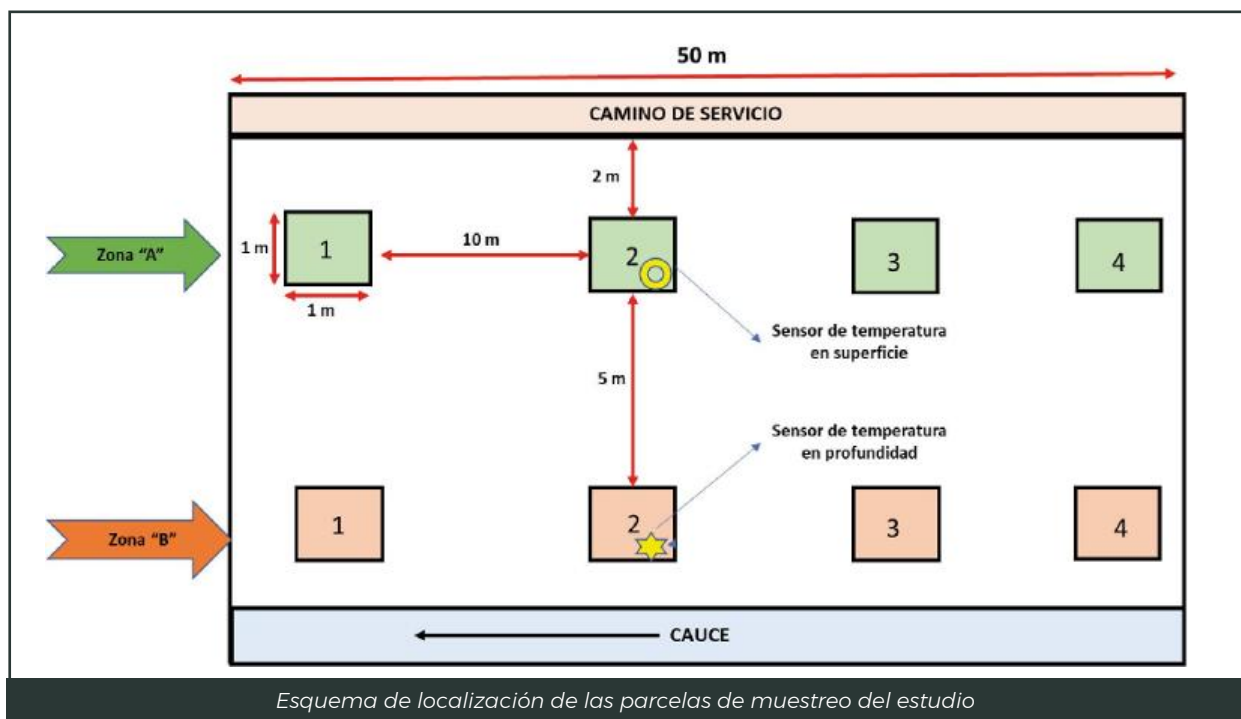
EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO Y SU ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS MÉTODOS DE CONTROL DE LA CAÑA

CONTEXTO

Las diferentes técnicas de eliminación de caña que está implementando la Confederación Hidrográfica del Segura en los diversos proyectos de recuperación de riberas, pueden tener un efecto diferente sobre las características físico-químicas del suelo y procesos clave como la descomposición de la materia orgánica, que pueden tener un papel importante en el control de la caña y recuperación de la vegetación de ribera.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la técnica de corta reiterada de la caña junto a la plantación posterior y la técnica de cubrimiento con plástico de polietileno, sobre las propiedades físico-químicas del suelo y la descomposición de la materia orgánica.



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En general se encontraron cambios significativos entre ambos tratamientos de control de caña y entre zonas superior e inferior del talud en las variables temperatura, %humedad gravimétrica, % materia orgánica, ratio C/N_{total} y tasa de descomposición de la materia orgánica, siendo las diferencias entre los tratamientos más patentes en la zona alta del talud. En el tratamiento de cubrimiento se alcanzaron las mayores temperaturas medias y humedad gravimétrica del suelo. Estas condiciones explicarían la reducción observada en el contenido en materia orgánica del suelo para este tratamiento, así como una mayor tasa de descomposición al menos para la zona alta del talud. La menor tasa de descomposición se observó en la zona cercana al cauce en el tratamiento con recubrimiento, lo que podría explicarse por su efecto negativo sobre los microorganismos y la fauna edáfica. En el tratamiento de corta reiterada se dieron las temperaturas máximas más altas, presuntamente debidas a la localización del tramo y ausencia de vegetación. Las tasas de descomposición de la hojarasca más elevadas para este tratamiento se observaron en la zona cercana al cauce. En general las tasas de descomposición medidas para ambos tratamientos fueron superiores a las obtenidas por otros autores en ríos semiáridos de la península ibérica y en llanuras de inundación. Esto puede ser debido a la eliminación de la vegetación que amortigua los efectos de las altas temperaturas alcanzadas en la superficie del suelo (en el tratamiento de corta), así como a las altas temperaturas y el alto porcentaje de humedad gravimétrica en el tratamiento bajo plástico.



Más info: Lucas Marín, J.L. (2020) Métodos de control de la caña (*Arundo donax* L. 1753) en las riberas del río Segura: efecto sobre las propiedades físico-químicas del suelo y su actividad biológica. Trabajo Fin de Máster - Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CUBRIMIENTO EN LOS PARÁMETROS DEL SUELO EN ACTUACIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE JÚCAR

CONTEXTO

La Confederación Hidrográfica del Júcar viene desarrollando actuaciones de eliminación de caña común (*Arundo donax*) en el marco de obras de restauración, conservación y mantenimiento del Dominio Público Hidráulico. Estas actuaciones se basan entre otros, en la aplicación de coberturas de diferente tipología (malla de polipropileno “PP”, malla de geotextil de fibras naturales biodegradable “BIO” y lámina de polietileno “PE”). Tras el periodo de cobertura se realiza una plantación de vegetación autóctona. El efecto del tratamiento sobre el suelo va a ser clave para el éxito de la plantación y por tanto de la restauración.

OBJETIVO

Dentro del desarrollo de estas actuaciones se realiza el seguimiento para determinar el efecto de las técnicas de eliminación de caña aplicadas, mediante la caracterización del suelo durante y tras las diferentes fases de la ejecución de las actuaciones de restauración. El objetivo es conocer cómo actúa el cubrimiento del suelo sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo a lo largo de la ejecución.

Para ello se realiza un estudio/análisis del suelo en diferentes escenarios temporales de la ejecución y sobre cada una de las coberturas utilizadas con el objetivo de detectar posibles variaciones de los diferentes parámetros básicos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De forma general se observa que aun existiendo variaciones de los parámetros del suelo analizados (pH, conductividad eléctrica, humedad, contenido en Materia Orgánica, relación C/N, capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente, actividad biológica global (CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S , CO), capacidad de infiltración del suelo), estos no son generalmente significativos entre los valores previos y posteriores al periodo de cobertura, independientemente del tipo de cobertura utilizada.



Más info: Tysa (2022) Seguimiento de actuaciones de eliminación de especies exóticas invasoras en el marco de la restauración fluvial. Resultados de seguimiento del suelo extraídos del informe EC9209-IF-InformeResultadosMuestreo-D02

RECUPERACIÓN DEL HÁBITAT DEL ZARCERO BEREBER (*IDUNA OPACA*) EN LA CONTRAPARADA (MURCIA)

CONTEXTO

En el año 2018 y con el apoyo de Aguas de Murcia, técnicos de ANSE llevaron a cabo el seguimiento de 5 ejemplares de zarcero bereber (*Iduna opaca*) durante el periodo de reproducción en un tramo del cauce principal del río Segura próximo a la ciudad de Murcia. Esta especie, ave insectívora y migradora, especialista de los bosques de ribera de zonas semiáridas es considerada una especie paraguas, que en Europa se encuentra únicamente en España y puntualmente en el sur de Portugal. Se dispone de escasos datos sobre su biología, salvo que sus poblaciones (unas 5.000 parejas) se encuentran en declive.

OBJETIVO

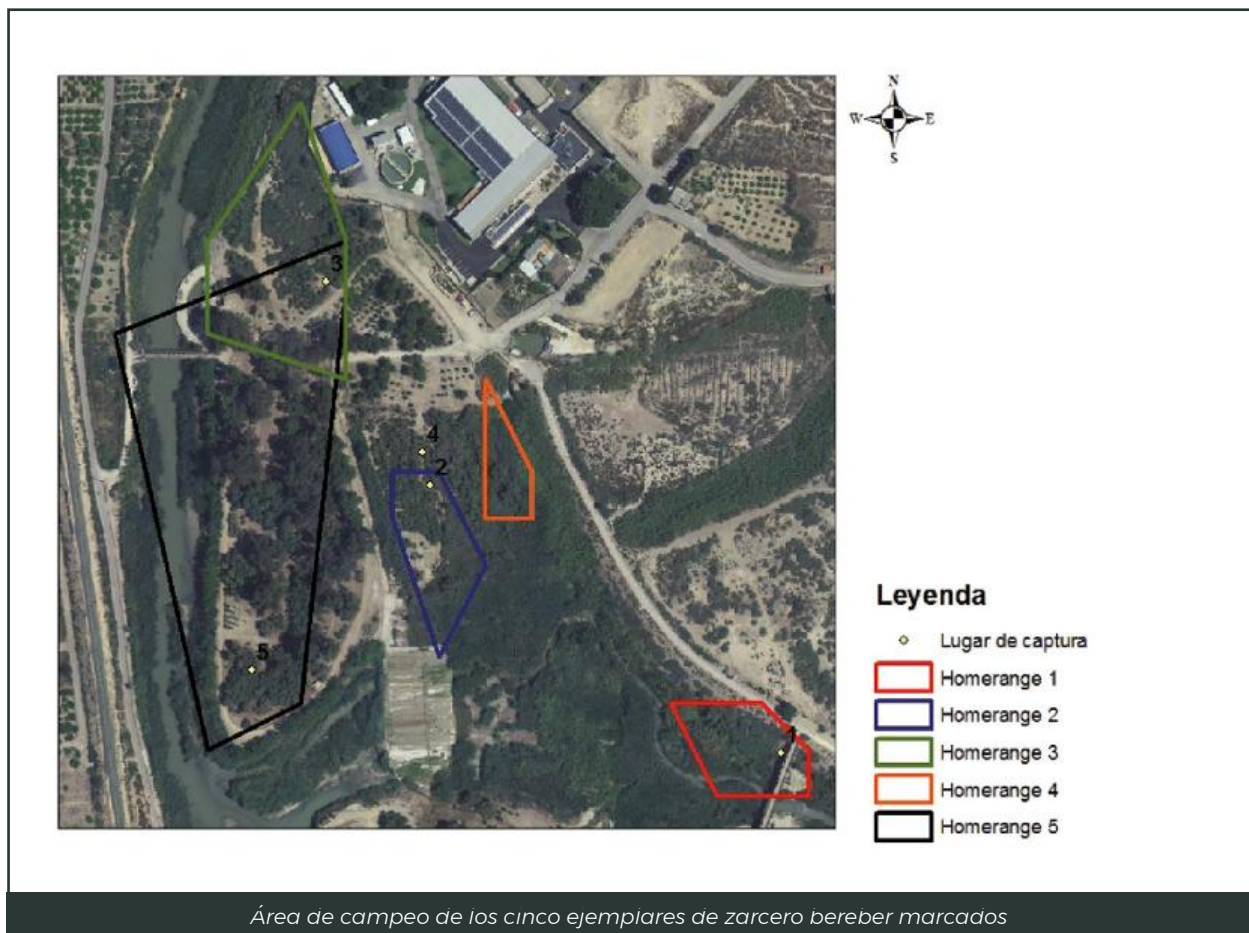
El objetivo de este trabajo fue determinar las preferencias de hábitat de esta especie en un tramo de la ribera conformado por tarayales naturales, parcelas ajardinadas, cañaverales y manchas de bosque de ribera procedentes de plantaciones en diferentes estados de desarrollo.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La especie mostró una clara preferencia por las formaciones de tarayal (*Tamarix sp.*), siendo el hábitat utilizado por los 5 ejemplares marcados y en el que pasaron la mayor parte del tiempo. Por el contrario, solo uno de los 5 individuos marcados usó el cañaveral-carrizal y fue de manera puntual.

El área de campeo sobre el bosque de ribera maduro (tarayales u alamedas densas fue de menor tamaño, lo que sugiere una mayor calidad de esos hábitats. Sin embargo no utilizaron el bosque de ribera de nueva plantación implantado el mismo año del seguimiento, aunque sí el establecido 4 años antes. Esta rápida respuesta en la colonización de las nuevas áreas de vegetación de ribera, sobre todo cuando entre las especies seleccionadas se incluyeron *Tamarix*, sugiere que la recuperación de formaciones de ribera, en detrimento del cañaveral-carrizal, pueden ser una herramienta muy efectiva para la gestión de esta especie.

Este efecto también ha sido comprobado en otras especies de passeriformes como el pájaro moscón (*Remiz pendulinus*), con la localización de diversos nidos en masas procedentes de plantación, lo que indica una rápida respuesta de la comunidad de aves riparias a la recuperación del bosque de ribera.



Más info: Sallent, A., Sánchez-Balibrea, J. & García López, A. (2019) Evaluación de restauraciones de bosque de ribera mediante técnicas de radio-seguimiento de una especie indicadora. III Congreso Ibérico de Restauración Fluvial. URL: <https://www.asociacionanse.org/download/94/>

IMPACTO DE LA CAÑA SOBRE LA AVIFAUNA RIPARIA EN LA CUENCA DEL SEGURA: EVIDENCIAS INDIRECTAS

CONTEXTO

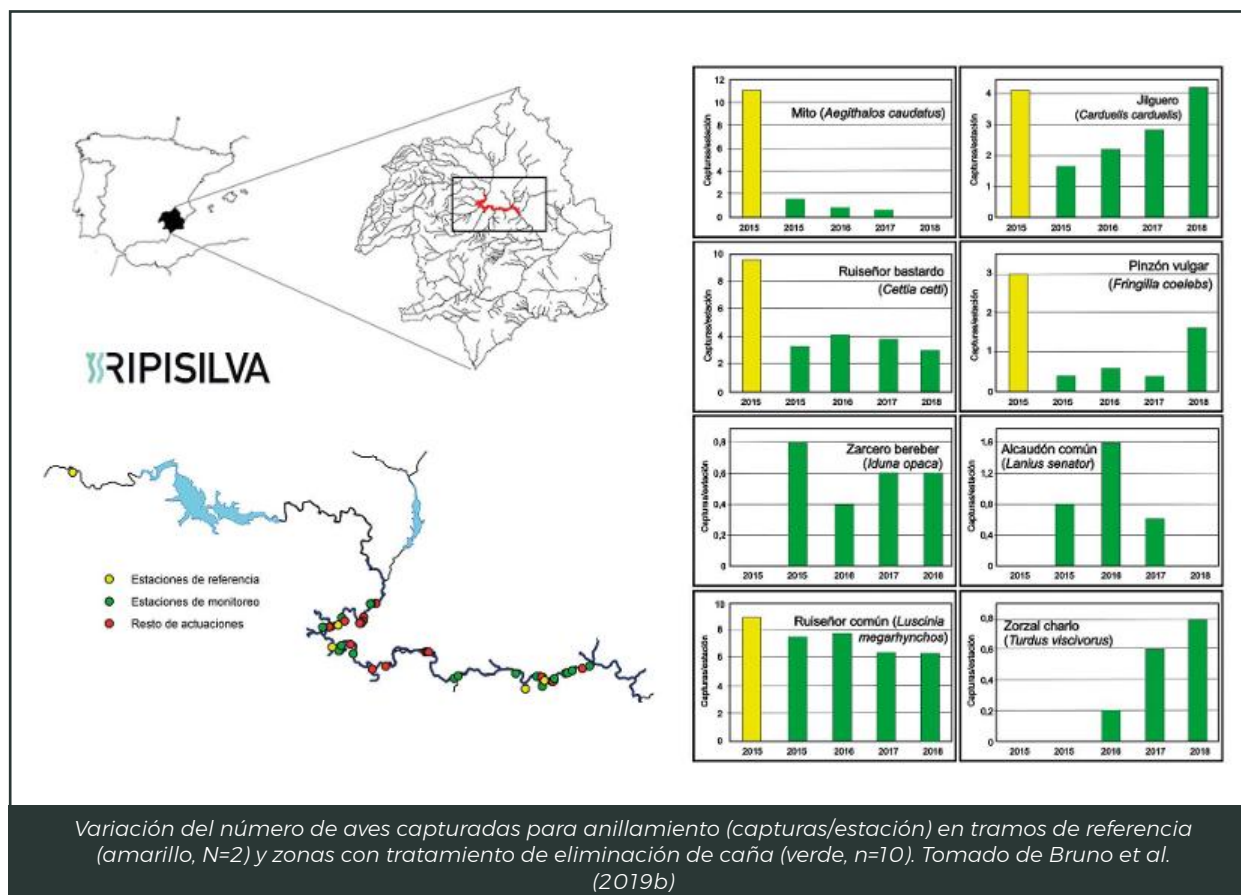
Desde 2010 se viene utilizando la avifauna riparia como indicador biológico de los ensayos de eliminación de caña común en la Cuenca del Segura en diversos proyectos de restauración fluvial promovidos o participados por la administración hidráulica (Confederación Hidrográfica del Segura) y la Universidad de Murcia, entre otros socios.

OBJETIVO

En este trabajo se resumen los principales resultados de los muestreos de avifauna riparia que se han realizado en el marco de estos proyectos y de las respuestas positivas post-restauración obtenidas en seguimientos cuya duración máxima ha sido de 4 años. Las metodologías utilizadas han sido el trampeo mediante redes verticales para anillamiento y la realización de transectos lineales para la estima de la abundancia, expresada como IKA (aves/km).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Comparando la avifauna de parcelas de muestreo en el río Segura con diferente grado de desarrollo del cañaveral, Robledano et al. (2012) concluyeron que la comunidad de aves del carrizal es notablemente más diversa que la del cañaveral, tanto desde el punto de vista taxonómico como funcional. De forma similar, entre 2013 y 2015 en el marco del proyecto LIFE+ SEGURA RIVERLINK se observó que la diversidad y abundancia de aves eran más elevadas en las zonas con bosque de ribera que en los cañaverales (Jara et al., 2017). La eliminación de cañas mediante siega combinada con la posterior plantación de árboles y arbustos autóctonos, dentro de las acciones del proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA (2014-2019) tuvo como respuesta una incipiente recuperación de la riqueza y abundancia de la comunidad de aves (Bruno et al., 2019 a y b).



Los primeros proyectos de control de caña desarrollados por la administración en la cuenca del Segura han tenido una duración demasiado corta (unos pocos años y sin mantenimiento posterior) como para poder establecer efectos positivos a largo plazo. Aun así, durante el proyecto LIFE+RIPISILVANATURA (ver figura) se registró un incremento transitorio de la captura de aves capaces de explotar los espacios abiertos generados o ciertos recursos liberados tras la supresión de la especie invasora. Es el caso del alcaudón común (*Lanius senator*) o incluso de frugívoros que podrían acelerar la recolonización por especies arbustivas, como el zorzal charlo (*Turdus viscivorus*).

El zarcero bereber (*Iduna opaca*) también mostró este comportamiento pionero en las zonas tratadas. Algunas especies de fringílidos ya presentes en las zonas de referencia (jilguero, pinzón común) también mostraron incrementos post-tratamiento. Algunas aves más típicamente riparias como el ruiseñor bastardo (*Cettia cetti*) no parecen capaces de alcanzar las abundancias de referencia, mientras que otras como el ruiseñor común (*Luscinia megarhynchos*) se recuperan más rápidamente. Los resultados de los transectos lineales indican que en las áreas restauradas se produce un incremento tanto de las especies riparias obligadas como de las dependientes de la ribera a lo largo del tiempo transcurrido desde la eliminación de la caña (Bruno et al. 2019b). La ocupación de la ribera por masas monoespecíficas de caña también parece limitar competitivamente el desarrollo de hábitats como los carrizales de *Phragmites australis*, de mayor interés faunístico que los cañaverales. Durante las primeras etapas posteriores a la eliminación de la caña, esto se reflejó en la importante invernada de aves típicas del carrizal, como el escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*), con hasta 14 individuos capturados en Cieza en enero de 2011 (Robledano et al., 2012).

Estas respuestas constituyen evidencias indirectas del impacto negativo de la proliferación de la caña común en estos ambientes. Aunque sólo se han podido establecer cambios a corto plazo por la ineficacia o abandono de los tratamientos de eliminación de esta especie exótica invasora, el perfeccionamiento de dichos tratamientos permite ser optimistas en cuanto a la consolidación en el futuro de la recuperación composicional y funcional de estas taxocenosis.



Más info: Bruno, D., Zapata, V., Guareschi, S., Picazo, F., Dettori, E., Carbonell, J. A., Millán, A., Velasco, J. & Robledano, F. (2019a) Short-Term Responses of Aquatic and Terrestrial Biodiversity to Riparian Restoration Measures Designed to Control the Invasive *Arundo donax* L. *Water* 11, 2551; doi:10.3390/w11122551.

Bruno, D., Zapata, V., Velasco, J., Millán, A., Dettori, E.E., García Meseguer, A.J. & Robledano, F. (2019b) Evaluación final del estado ecológico de las estaciones de monitoreo del Proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. Universidad de Murcia.

Jara, A., Sánchez, J., García-Castellanos, F. A., Martínez-Ródenas, J., Barba, J. A., González, M. & Sallent, A. (2017) Estudio de las comunidades de aves del río Segura en zonas con diferente grado de presencia del cañaveral. Pp. 269-276. En: Ballesteros, G. A., Belmonte, F., Sánchez, J. M., Robledano, F. (Eds.). *Biodiversidad y procesos ecológicos en el Sureste Ibérico*. Editum. Murcia.

Robledano, F., Esteve, M. A., Hernández, I., Zapata, V. M., Farinós, P., Vives, R., Martínez, J. & Martínez, J. (2012) Seguimiento y análisis de las actuaciones para el control experimental de la caña común (*Arundo donax*) en la Región de Murcia. Departamento de Ecología e Hidrología, Universidad de Murcia.

USO DEL HÁBITAT RIBEREÑO POR ALGUNOS MAMÍFEROS SILVESTRES

CONTEXTO Y OBJETIVOS

En los últimos años la Universidad de Murcia y la Asociación de Naturalistas del Sureste han acometido varios estudios en la Cuenca del Segura con el objeto, entre otros, de arrojar algo de luz sobre el uso del hábitat ribereño que realizan algunas especies de mamíferos silvestres. En particular, se realizaron censos y seguimientos de quirópteros, nutria paleártica (*Lutra lutra*) y rata de agua (*Arvicola sapidus*) en sectores del Segura con diferente complejidad estructural y taxonómica de la vegetación asociada al cauce.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El estudio de la actividad de la comunidad de murciélagos mediante detectores de ultrasonidos mostró que estos parecían evitar las zonas donde la caña es la especie preponderante, encontrándose una mayor actividad y variedad de especies en tramos del río con un mejor estado de conservación de la vegetación ribereña (Figuras X e Y).

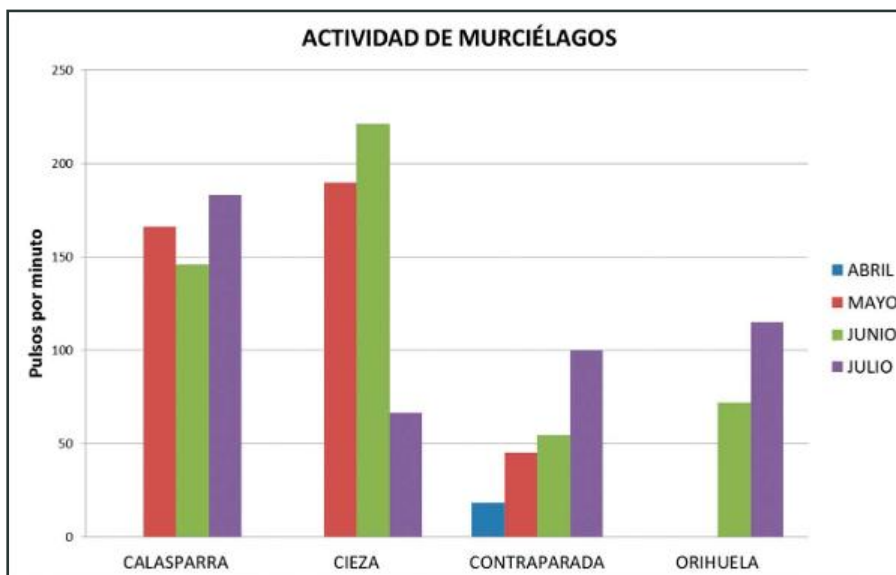


Figura X. Variación mensual de la actividad de quirópteros en cuatro localidades del río Segura. Durante la mayor parte de la época de cría la actividad detectada fue superior en los sectores con bosque de ribera o vegetación restaurada (Calasparra y Cieza) que en aquellos donde la caña era la vegetación predominante (corredor Murcia-Contraparada y Orihuela). Extraído de ANSE (2018)

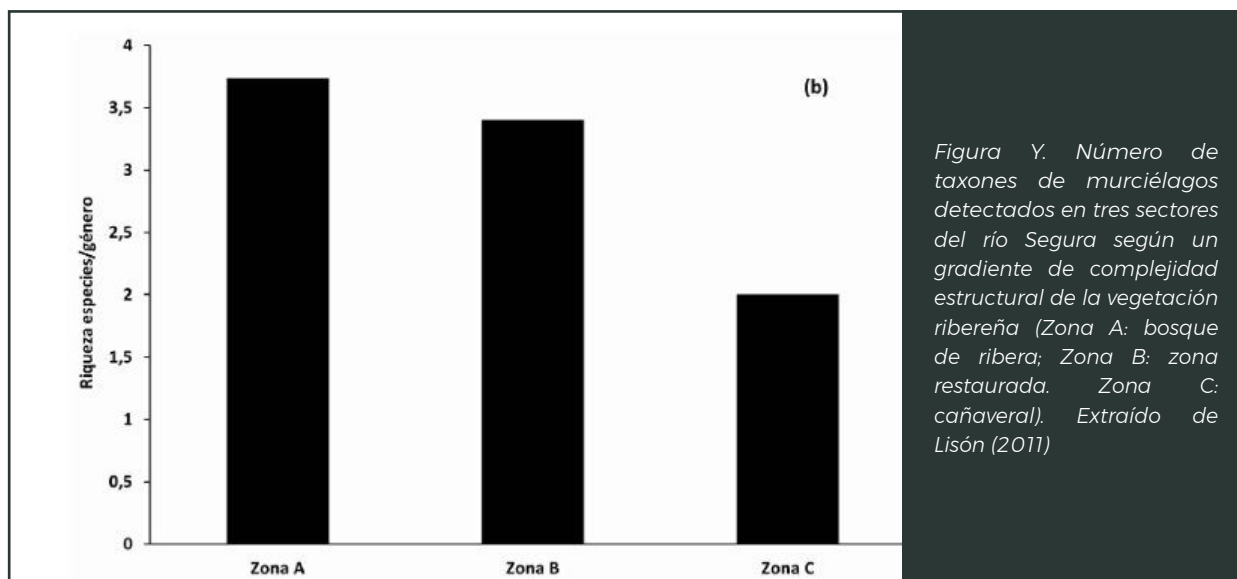


Figura Y. Número de taxones de murciélagos detectados en tres sectores del río Segura según un gradiente de complejidad estructural de la vegetación ribereña (Zona A: bosque de ribera; Zona B: zona restaurada. Zona C: cañaveral). Extraído de Lisón (2011)

La rata de agua, un escaso roedor vinculado a los cursos de agua, solo se encontró en las riberas no dominadas de manera monoespecífica por la caña y donde se conservaba la vegetación herbácea nativa. De manera similar, la nutria se detectó con mayor frecuencia en las orillas donde se había eliminado el cañaveral predominante como parte de las acciones de recuperación del bosque de ribera del proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA.



Más info: ANSE. (2018) *Memoria técnica. Acción A.3. Seguimiento biológico de elementos clave (aves, galápagos, nutria, murciélagos). Proyecto "Custodia fluvial para el refuerzo de la conectividad inter-autonómica en el río Segura"*. Fundación Biodiversidad. Informe inédito.

Bruno, D., Zapata, V. M., Velasco, J., Millán, A., Calvo, J. F. & Robledano, F. (2015) Evaluación inicial del estado ecológico de las estaciones de monitoreo del proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia. Informe inédito.

Bruno, D., Zapata, V., Guareschi, S., Picazo, F., Dettori, E., Carbonell, J. A., Millán, A., Velasco, J. & Robledano, F. (2019) Short-Term Responses of Aquatic and Terrestrial Biodiversity to Riparian Restoration Measures Designed to Control the Invasive *Arundo donax* L. *Water* 11, 2551; doi:10.3390/w11122551.

Dettori, E. E. (2021) The Eurasian otter (*Lutra lutra*) as an environmental bioindicator in relation to exotic invasive species: Giant reed (*Arundo donax*), Red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) and American mink (*Neovison vison*). Tesis doctoral. Universidad de Murcia.

Froidevaux, J., Duarte, G., Fonseca, A., Zina, V., Conde, S., Ferreira, M. T. & Fernandes, M. R. (2022). The location and vegetation physiognomy of ecological infrastructures determine bat activity in Mediterranean flood-plain landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 332: 10.1016/j.agee.2022.107929.

Lisón, F. (2011) Seguimiento y evaluación de la actividad de los murciélagos en el Río Segura. Resultados. Informe inédito.

INSTALACIÓN DE SENSORES DE HUMEDAD EN ACTUACIONES EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SEGURA

CONTEXTO

La Confederación Hidrográfica del Segura está desarrollando actuaciones de recuperación del bosque de ribera basadas principalmente en eliminación de caña y plantación de especies nativas que necesitan una especial atención al mantenimiento durante los primeros años para garantizar su viabilidad. Los equipos de monitorización de humedad del suelo pueden ser de utilidad para controlar las necesidades hídricas de las plantaciones, permitiendo reducir el consumo de agua.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue determinar la viabilidad de la implementación de equipos en los proyectos de restauración de riberas. Para ello se instalaron sensores en cuatro zonas de actuación en diferentes fases de desarrollo: (1) plantación con menos de un año, (2) plantación de tercer año, (3) bosque de ribera maduro y (4) cañaverl.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

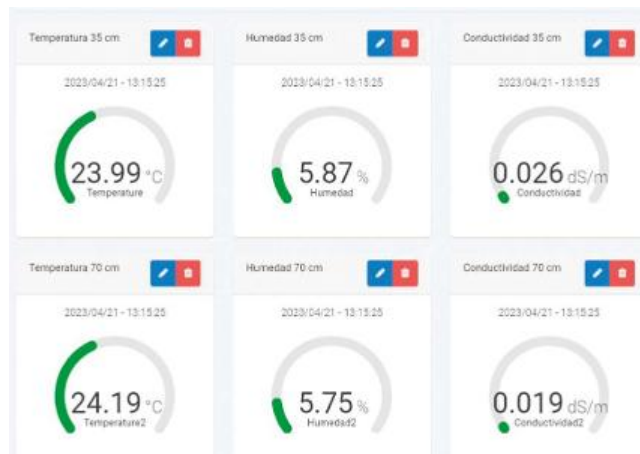
La instalación de sensores de humedad del suelo permite monitorizar las condiciones en que se encuentra el sustrato en la zona de actuación (humedad, temperatura, conductividad, etc.) y conocer las necesidades hídricas de la plantación en todo momento. Estos equipos permiten observar la evolución del estado del suelo y determinar cuándo es necesario un aporte externo de agua. Estableciendo la capacidad de campo (rango entre el punto de saturación de agua y el punto de marchitez), se puede determinar el momento en que es necesario regar y la cantidad a aportar. Con estos datos y otra información meteorológica se puede conseguir una mejora en la viabilidad de las plantaciones permitiendo no sólo optimizar los riegos sino también otros recursos, lo que supone un ahorro económico y reduce el impacto ambiental de las actuaciones.



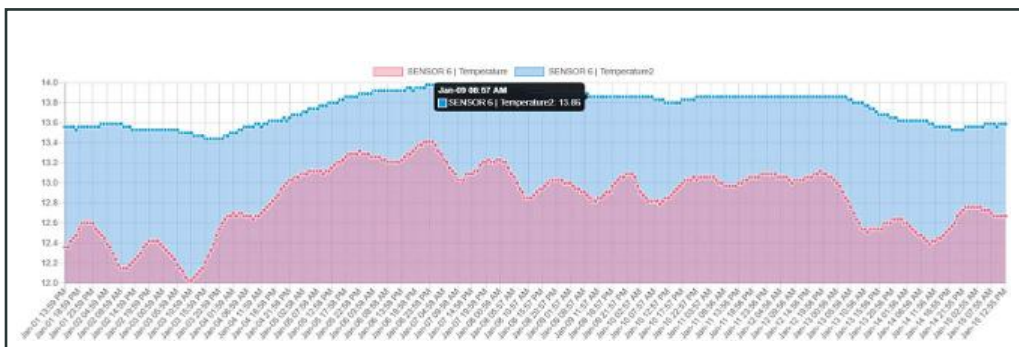
Más info: Sánchez-Pérez, A., Almansa Paredes, F. J., Barahona Hernández, J., Martínez-Saura, C. M., Olivo del Amo, R., Vicen Gallego, C., Viguera Bravo, C. & Lafuente Sacristán, E. (2023) Optimización de recursos en restauración de riberas: instalación de sensores de humedad en actuaciones en la cuenca hidrográfica del río Segura. *IV Congreso Ibérico de Restauración Fluvial*. Toledo. España



Instalación equipo de monitorización



Visualización de parámetros de seguimiento del suelo.
Datos a tiempo real



Visualización de parámetros de seguimiento del suelo. Gráfica de evolución temporal

PLANTACIÓN SOBRE CUBIERTA DE GEOTEXTIL EN ACTUACIONES EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

CONTEXTO

Realizar la plantación sobre la zona una vez instalada la cubierta permite llevar a cabo los trabajos de mantenimiento mientras se actúa de forma pasiva sobre el rizoma. El objetivo de esta estrategia es reducir el tiempo de la actuación y optimizar los recursos. Para evaluar la viabilidad de esta actuación se realiza un ensayo donde se evalúan los posibles inconvenientes de la plantación sobre la cubierta.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar efectividad de la implementación de la plantación sobre la cobertura recién instalada, con el fin de determinar la viabilidad de su aplicación de forma generalizada y así reducir tiempos en las actuaciones de recuperación de riberas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Una vez instalada la cubierta se procede a abrir espacios sobre esta en los puntos donde se realizan los hoyos para cada planta. Los resultados preliminares de esta experiencia indican que:

- ▶ Se reduce notablemente la eficacia de la técnica de cubrimiento ya que se favorece el paso del aire, lo cual dificulta conseguir las condiciones ambientales óptimas bajo la lámina para acabar con el rizoma.
- ▶ En la zona descubierta para cada planta la caña se abre paso con facilidad y es necesario intensificar las labores de mantenimiento de los rebrotes tanto para limitar su expansión como para garantizar la supervivencia y desarrollo de la plantación.
- ▶ La retirada de la cubierta es más compleja a través de la plantación, lo cual implica una mayor inversión de tiempo y recursos para el desarrollo de esta tarea.

En base a esto, se puede concluir que:

- ▶ Esta estrategia solamente es aplicable en el caso de utilizar malla de geotextil, ya que es más manejable que la lámina de PEAD tanto para su retirada como para la realización de hoyos sobre la cubierta. Además, la cantidad de cortes impide que esta pueda ser reutilizada.
- ▶ La pérdida de eficacia de la técnica es mayor en el caso del PEAD ya que no se consiguen las condiciones de estanqueidad que este material proporciona.
- ▶ Es necesario evaluar el coste resultante de esta estrategia para obtener una comparativa que permita determinar si es más rentable que el procedimiento de plantación tras retirar la cubierta.
- ▶ En definitiva, esta estrategia queda totalmente desaconsejada en el caso de realizar el cubrimiento con lámina de PEAD. En caso de la malla de geotextil su aplicación debe ser considerada con cautela, ya que todavía no se puede concluir que suponga un ahorro en tiempo y costes de la actuación.



Plantación sobre lámina



9



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Richardson, D.M., Holmes, P.M., Esler, K.J., Galatowitsch, S.M., Stromberg, J.C., Kirkman, S.P., Pysek, P. & Hobbs, R.J. (2007) Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13, 126-139
- 2 Bruno, D., Zapata, V., Guareschi, S., Picazo, F., Dettori, E., Carbonell, J. A., Millán, A., Velasco, J. & Robledano, F. (2019) Short-Term Responses of Aquatic and Terrestrial Biodiversity to Riparian Restoration Measures Designed to Control the Invasive *Arundo donax* L. *Water* 11, 2551; doi:10.3390/w11122551
- 3 European Commission (2000) *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for the Community Action in the Field of Water Policy*. Diario Oficial De Las Comunidades Europeas. <https://www.boe.es/doue/2000/327/L00001-00073.pdf>
- 4 Yagüe Córdova, J. & González del Tánago, M. (eds.) (2007) Restauración de ríos. Bases de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid*
- 5 Ministerio de Medio Ambiente (2005) *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios.html>
- 6 *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. Boletín Oficial del Estado 121, 21-05-2021, pp. 62009 a 62052. España. <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7>
- 7 *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*. Boletín Oficial del Estado 299, 2-10-2015, pp. 1-117. España. <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/12/13/42/con>
- 8 Castro-Díez, P., Valladares, F. & Alonso, A. (2004) La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas* 13 (3): 61-68
- 9 Velasco, J., Ríos, S., Vives, R., Llorente, N., Sánchez, D., Abellán, P. & Martínez, V. (2008) Caracterización de las formaciones riparias de la Cuenca del Segura. En: *Restauración de Riberas. Manual para la restauración de riberas en la cuenca del Río Segura*. Confederación Hidrográfica del Segura, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: 89-124
- 10 DGA (2009) *Proyecto de I+D+i. Optimización de los sistemas de eliminación y control de cañaverales para mejora del estado ecológico y la capacidad de desagüe de los ríos*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid
- 11 Saltonstall, K., Lambert, A. & Meyerson, L.A. (2010) Genetics and Reproduction of Common (*Phragmites australis*) and Giant Reed (*Arundo donax*). *Invasive Plant Science and Management* 3(4): 495-50

- 12 Deltoro Torró, V., Jiménez Ruiz, J. & Vilán Fragueiro, X.M. (2012) Bases para el manejo y control de *Arundo donax* L. (Caña común). *Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad*, 4. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient. Generalitat Valenciana. Valencia
- 13 Santín Montanyá, M.I., Jiménez Ruiz, J., Vilán Fragueiro, X.M., Sánchez Martínez F. J. & García Díaz, J. (2012) Effects of size and moisture of rhizome in invasiveness ability of *Arundo donax* L. under controlled conditions. *IV Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras*. Pontevedra
- 14 Sanz Elorza, M., Dana Sánchez, E.D. & Sobrino Vesperinas, E. (eds.) (2004) Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España. *Dirección General para la Biodiversidad*. Madrid, 384: 86-88
- 15 Gómez, R., Moreno, J.L., Vidal-Abarca, M.R. & Suárez, M.L. (2010) Estudio de las alteraciones hidrológicas y dinámica de nutrientes en el paisaje protegido del humedal de Ajuague (Murcia). *DIGITUM*. Universidad de Murcia. Murcia
- 16 Arjona, M.M.F, Bañeres-España, E. & Flores-Moya, A. (2011) Fragmentos taxonómicos, corológicos, nomenclaturales y fitofenológicos (208-221). *Acta Botanica Malacitana* 36. 159-209
- 17 Ferrer-Gallego, P., Laguna, E., Sánchez-Balibrea, J., Serra, L., Pedauyú, H. & García-Pereira, R. (2017) Una especie interesante para recuperar ecosistemas ribereños. La caña judía en la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia. *Quercus* 380
- 18 Coffman GC. (2007) Factors Influencing Invasion of Giant Reed (*Arundo donax*) in Riparian Ecosystems of Mediterranean-type Climate Regions. *Phd thesis*. University of California. Los Ángeles
- 19 Mariani, C., Cabrini, R., Danin, A., Piffanelli, P., Fricano, A., Gomarasca, S., Dicandilo, M., Grassi, F. & Soave, C. (2010) Origin, diffusion and reproduction of the giant reed (*Arundo donax* L.): a promising weedy energy crop. *Annals of Applied Biology* 157: 191-202
- 20 Taheri, S. (2022) Dinámica de la distribución de especies en un clima cambiante. *Tesis doctoral*. Programa de Doctorado en Ecología. Conservación y Restauración de Ecosistemas. Universidad Complutense de Madrid. Madrid
- 21 García-Amorena, I. & Lamas Casado, D. (2018) *Análisis de la amenaza de especies exóticas invasoras, de acuerdo con las especies vegetales y condiciones climáticas seleccionadas en el marco del proyecto Búsqueda de Indicadores Óptimos para la Defensa y Evaluación de la Biodiversidad Forestal ante el Cambio Climático (BIODEF-CC)*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid
- 22 Zambrano Suárez, J. D. (2021) Modelización del hábitat potencial actual y futuro de la caña (*Arundo donax* L.) en las cuencas hidrográficas del Júcar y del Segura. *Proyecto fin de grado. Grado en ingeniería forestal*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid

- 23 Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. (2000) *100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. First published as special lift-out in *Aliens* 12, December 2000. Updated and reprinted version: November 2004
- 24 *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras*. Boletín Oficial del Estado 185, 3-8-2013, pp. 56764-56786. España. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/08/02/630>
- 25 Jiménez-Ruiz, J., Hardion, L., Del Monte, J. P., Vila, B. & Santín-Montanyá, M.I. (2021) Monographs on invasive plants in Europe N° 4: *Arundo donax* L. *Botany Letters*, 168(1), 131-151
- 26 Coffey, J.E., Pomara, I.Y., Mackey, H.L. & Wood, E.M. (2023) Removing invasive giant reed reshapes desert riparian butterfly and bird communities. *Journal of Wildlife Management*, 2023; e22380
- 27 Bell, G.P. (1997) Ecology and management of *Arundo donax*, and approaches to riparian habitat restoration in Southern California. In Brock, H.J., Wade, M., Pysek, P. & Green, D. editors. *Plant invasions: studies from North America and Europe*. Netherlands: Backhuys Publishers; p. 103-113
- 28 Milton, S.J. (2004) Grasses as invasive alien plants in South Africa. *South African Journal of Science*, 100, 69-75
- 29 Bell, I., Berry, E., Prentice-Dekker, B., McKelvey, Z., Steele, M. & Booth, D. (2016) Economic Analysis of Invasive Giant Reed (*Arundo donax*) Control for the Lower Santa Clara River. *Bren School of Environmental Science & Management*, University of California, Santa Barbara
- 30 Maceda-Veiga, A., Basas, H., Lanzaco, G., Sala, M., Sostoa, A. & de Serra, A. (2016) Impacts of the invader giant reed (*Arundo donax*) on riparian habitats and ground arthropod communities. *Biol. Invasions*, 18:731-749
- 31 Fulbright, T.E., Hickman, K. R. & Hewitt, D.G. (2013) Exotic grass invasion and wildlife abundance and diversity, South-Central United States. *Wildlife Society Bulletin*, 37(3), 503-509
- 32 Bagli, L. (2007) Un rilevante roost di rondine (*Hirundo rustica* L.) lungo il tratto di foce del rio Marano (RiccioneE-RN). *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna Quad. Studi Nat. Romagna*, 25: 65-76
- 33 Woodin, M.C., Skoruppa, M.K., Blacklock, G.W. & Hickman, G.C. (1999) Discovery of a second population of white-collared seedeaters, *Sporophila torqueola* (Passeriformes: Emberizidae) along the Rio Grande of Texas. *The Southwestern Naturalist*, 44(4), 535-538

- 34 Racelis A.E., Davey R.B., Goolsby J.A., De Leon A.A., Varner K. & Duhaime, R. (2012) Facilitative ecological interactions between invasive species: *Arundo donax* stands as favorable habitat for cattle ticks (Acari: Ixodidae) along the US-Mexico border. *J Med Entomol*, 49(2): 410-417
- 35 Hendrickson, D. & McCaugh, S. (2005) *Arundo donax* (Carrizo Grande/Giant Cane) in Cuatro Ciénegas. <http://desertfishes.org/cuatroc/organisms/non-native/arundo/Arundo.html>
- 36 Giessow, J., Casanova, J., Leclerc, R., MacArthur, R. & Fleming, G. (2011) *Arundo donax* (giant reed): Distribution and Impact Report. *California Invasive Plant Council (Cal-IPC)*. <http://www.cal-ipc.org/ip/research/arundo/index.php>
- 37 Coffman, G.C., Ambrose, R.F. & Rundel, P.W. (2010) Wildfire promotes dominance of invasive giant reed (*Arundo donax*) in riparian ecosystems. *Biological Invasions* 1: 2723-2734
- 38 Dean, D.J. & Schmidt, J.C. (2011) The role of feedback mechanisms in historic channel changes of the lower Rio Grande in the Big Bend region. *Geomorphology*, 126(3-4), 333-349
- 39 Stover, J.E., Keller, E.A., Dudley, T.L. & Langendoen, E.J. (2018) Fluvial geomorphology, root distribution, and tensile strength of the invasive giant reed, *Arundo donax* and its role on stream bank stability in the Santa Clara River, Southern California. *Geosciences*, 8(8), 304
- 40 Herrera, A.M. & Dudley, T.L. (2003) Reduction of riparian arthropod abundance and diversity as a consequence of giant reed (*Arundo donax*) invasion. *Biological Invasions* 5:167-177
- 41 Kirk, A.A., Widmer, T., Campobasso, G., Carruthers, R.A. & Dudley, T.L. (2003) The potential contribution of natural enemies from Mediterranean Europe to the management of the invasive weed *Arundo donax* (Graminae: Arundinae) in the USA. In Piroosko, C. (editor). *Proceedings of the California invasive plant council symposium 7*; p. 62-68. Berkley (CA), USA: California Invasive Plant Council
- 42 Jimenez Ruiz, J. & Sánchez Martínez, J. (2014) R+D+i applied to the control of invasive species in Mediterranean river ecosystems. The case of the Giant reed (*Arundo donax* L.). *Ecosistemas*, 24(1): 32-35
- 43 Tzanakakis, V.A., Paranychianakis, N.V. & Angelakis, A.N. (2009) Nutrient removal and biomass production in land treatment systems receiving domestic effluent. *Ecological Engineering*, 35, 1485-1492
- 44 Cosentino, S.L., Scordia, D., Sanzone, E., Testa, G. & Copani, V. (2014) Response of giant reed (*Arundo donax* L.) to nitrogen fertilization and soil water availability in semi-arid Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy* 60: 22-32
- 45 The Nature Conservancy (2019) Enhancing Water Supply through Invasive Plant Removal: A Literature Review of Evapotranspiration Studies on *Arundo donax*. https://www.groundwaterresourcehub.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/TNC_Arundo_ET_Literature_Review_Feb2019.pdf

- 46 Coffman, G. (2013) Giant Reed (*Arundo donax*): Streams and Water Resources. *Encyclopedia of Environmental Management* DOI: 10.1081/E-EEM-120041274
- 47 Watts, D. & Moore, G. (2011) Water-Use Dynamics of an Invasive Reed, *Arundo donax*, from Leaf to Stand. *Wetlands*, 31, 725-734. DOI: 10.1007/s13157-011-0188-1
- 48 Avilés López, C., Lafuente Sacristán, E. & De la calle Mas, P. (2014) Informe para el estudio de la cuantificación de pérdidas hídricas debido al consumo de las especies vegetales exótico-invasoras caña (*Arundo donax*) y carrizo (*Phragmites australis*). *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*. Madrid
- 49 Zimmerman, P. (1999) Rates of transpiration by a native willow, *Salix exigua*, and by a non-native invasive, *Arundo donax*, in a riparian corridor of northern California. In: *Proceedings of the California Exotic Pest Plant Council*. California Exotic Pest Plant Council, Sacramento, California
- 50 Shafroth, P.B., Cleverly, J.R., Dudley, T.L., Taylor, J.P., Van Riper, C., Weeks, E.P. & Stuart, J.N. (2005) Control of *Tamarix* in the western United States: implications for water salvage, wildlife use, and riparian restoration. *Environmental Management* 35:231-246
- 51 Bell, G.P. (1993) Santa Margarita management plan for the control of Giant Reed (*A. donax*). *The Nature Conservancy*
- 52 Iverson, M.E. (1994) The impact of *Arundo donax* on water resources. In: *Jackson, N.E., Frandsen, P. & Douthit, S. (Ed) Arundo donax Workshop Proceedings*, Ontario, California, 19-25
- 53 SAWPA (2001) *The Santa Ana Watershed Project Authority* <https://sawpa.gov/>
- 54 Seawright, E.K., Rister, E.M., Lacewell, D.R., McCorkle, A.D., Sturdivant, W.A., Yang, C. & Goolsby, A.J. (2009) Economic Implications for the Biological Control of *Arundo donax*: Rio Grande Basin. *Southwestern Entomologist* 34(4): 377-394
- 55 Barco, A., Maucieri, C. & Borin, M. (2018) Root system characterization and water requirements of ten perennial herbaceous species for biomass production managed with high nitrogen and water inputs. *Agricultural Water Management*, 196, 37-47. DOI: 10.1016/j.agwat.2017.10.017
- 56 Triana, F., Nasso, N., Ragaglini, G., Roncucci, N. & Bonari, E. (2015) Evapotranspiration, crop coefficient and water use efficiency of giant reed (*Arundo donax* L.) and miscanthus (*Miscanthus giganteus* Greef et Deu.) in a Mediterranean environment. *GCB Bioenergy*, 7, n/a-n/a. DOI: 10.1111/gcbb.12172
- 57 Milani, M., Marzo, A., Toscano, A., Consoli, S., Cirelli, G., Ventura, D. & Barbagallo. (2019) Evapotranspiration from Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetlands Planted with Different Perennial Plant Species. *Water*, 11, 2159. DOI: 10.3390/w11102159Tzanakakis

- 58 Tzanakakis, V.A., Paranychianakis, N.V. & Angelakis, A.N. (2009) Nutrient removal and biomass production in land treatment systems receiving domestic effluent. *Ecological Engineering*, 35, 1485-1492
- 59 Sánchez-Balibrea, J., López-Dólera, J., Martínez-Arnal, N., García-Moreno, P., Alcaraz-Vivo, D., López-Romera, B., García-García, F.J., López-Barquero, P., García-Pascual, A. & González-Vivancos, M. J. (2021) La compensación de huella hídrica como herramienta para la gestión de Especies Exóticas Invasoras. *IV Congreso RestauraRíos*. Toledo
- 60 Comercio, M., Quinn, S., Easton, P. & Sánchez-Balibrea, J. (2022) "Volumetric Water Benefit Calculation and Explanation: Rio de la Torre Habitat Restoration Project (Jucar Basin - Jijona, Spain)" proyecto desarrollado por Procter & Gamble (P&G) en colaboración con la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE). Informe inédito
- 61 Brooks, M.L., D'Antonio, C.M., Richardson, D.M., Grace, J.B., Keeley, J.E., Ditomaso, J.M., Hobbs, R.J., Pellant, M. & D. Pyke. (2004) Effects of invasive alien plants on fire regimes. *BioScience* 54: 677-688
- 62 Coffman, G.C., Ambrose, R.F. & Rundel, P.W. (2004) Invasion of *Arundo donax* in river ecosystems of Mediterranean climates: causes, impacts and management strategies. *Proceedings of the 10th MEDECOS. Conference*, Rhodes Island, Greece. (Eds. Arianoutsou, M. & Papanastasis, W.), pp. 1-8. Millpress Science Publishers, Rotterdam
- 63 Fernandes, F.M. & Mendonça de Carvalho, L.M. (2004) Los usos de *Arundo donax* L. (Poaceae) en el concejo de Beja, Alentejo, Portugal. *Etnobiología* 4: 67-72
- 64 Martínez Francés, V., Ríos Ruiz, S., Laguna Lumbreras, E., Valdés, A., Rivera, D., Obón, C., Verde, A., Fajardo, J., Barroso, E., San Joaquín, L. & Roldán, R. (2014) Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad. Capítulo III. Fichas: *Arundo donax*. pp. 183-190 En: Pardo de Santayana, M., Morales, R., Aceituno, L. & Molina, M. (eds). *Inventario español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 411 pp.
- 65 Agencia Europea de Medio Ambiente (2012) Contabilidad de los ecosistemas y coste de las pérdidas de biodiversidad. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. Madrid

La recuperación del buen estado ecológico de los ríos es uno de los hitos más relevantes en la actualidad. La Confederación Hidrográfica del Segura, O.A. busca devolver la naturalidad a los cauces mediante la eliminación del cañaveral y la recuperación del bosque de ribera autóctono. Con este objetivo, durante más de 15 años se han desarrollado y mejorado técnicas de eliminación de caña. En este documento se recopila la experiencia acumulada con el fin de servir de guía a quienes enfrenten el reto de controlar esta especie invasora.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO