

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**



Actuaciones para el control y erradicación de la especie exótica invasora *Arundo donax* L.

NIPO: 770-11-320-X



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**



Actuaciones para el control y erradicación de la especie exótica invasora *Arundo donax* L.



El presente documento ha sido elaborado en el marco del desarrollo del **Proyecto de I+D+i 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.**

La Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino viene desarrollando el citado Proyecto desde el año 2009, mediante encomienda a la empresa TRAGSA (Empresa de Transformación Agraria, S.A.), y bajo la dirección facultativa de D. Francisco Javier Sánchez Martínez, Consejero Técnico del citado Ministerio y D. José García Díaz.

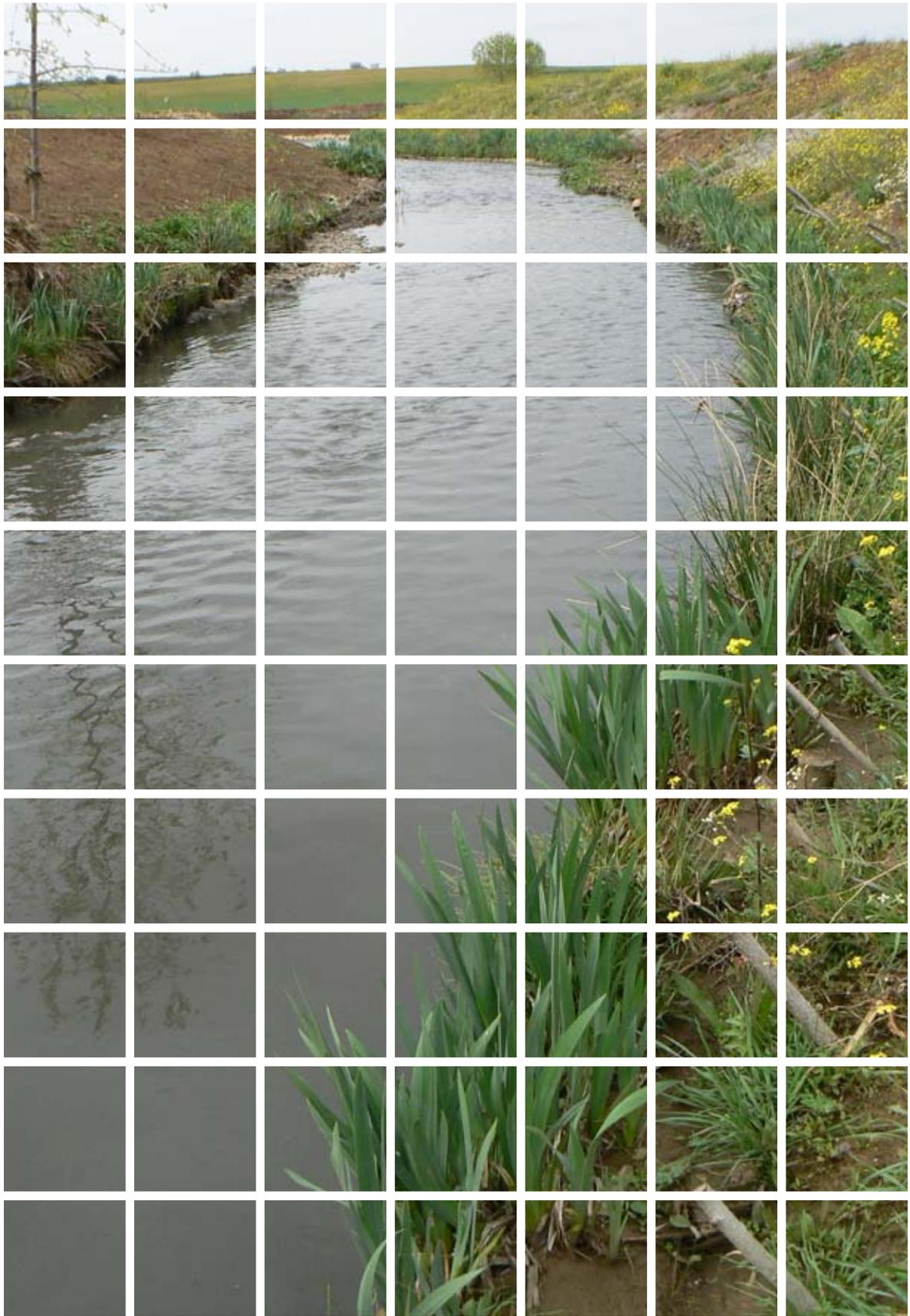
Por parte de la empresa TRAGSA, la coordinación de la ejecución y el seguimiento de actuaciones han sido llevados a cabo por Alfonso Saiz de la Hoya Zamacola, José Manuel García-Guijas Redondo, Jesús Jiménez Ruiz, Miguel Hernanz Sánchez y Xosé Manuel Vilán Fragueiro.

NIPO: 770-11-320-X



Índice

1. Proyecto de I+D+i	7
1.1. Introducción. Justificación del proyecto	7
1.2. Impactos más destacados que produce <i>Arundo donax</i> L.	7
1.3. Objetivos	9
1.4. Fases del proyecto de I+D+i	10
1.4.1. Elaboración de información previa	10
1.4.2. Empleo de técnicas de teledetección	10
1.4.3. Diseño experimental y ensayo de los tratamientos	10
1.4.4. Seguimiento y estudio de la efectividad de los ensayos	11
1.4.5. Beneficios esperados	12
1.5. Tratamientos y técnicas ensayadas	12
1.5.1. Técnicas de bioingeniería	12
1.5.2. Tratamientos mecánicos y físicos	13
1.5.3. Tratamientos químicos	13
2. Actuaciones realizadas	15
2.1. Ámbito geográfico de las actuaciones	15
2.2. Descripción de las actuaciones	16
2.2.1. Río Alhama en Cintruénigo (Navarra)	16
2.2.2. Río Canaletas en Pinell de Brai (Tarragona)	20
2.2.3. Río Mijares en Espadilla (Castellón)	22
2.2.4. Río Cányoles en Montessa y Xátiva, y río Vernissa en Palma de Gandía (Valencia) ...	24
2.2.5. Barranco de Agua Amarga en Alicante	27
2.2.6. Río Segura en Guardamar del Segura (Alicante)	30
2.2.7. Río Guadalentín en Murcia	33
2.2.8. Arroyo Harnina en Almendralejo (Badajoz)	35
2.2.9. Río Miño en Ourense	39
3. Resultados	43



1. Proyecto de I+D+i

1.1. Introducción. Justificación del proyecto

Es evidente que los ríos en España no presentan en gran parte de los casos, un estado ambiental adecuado, debido a un uso intensivo y a una explotación de sus recursos sin considerar la integridad de su funcionamiento como ecosistemas. Por ello, requieren un nuevo enfoque en su gestión y aprovechamiento más acorde con los principios de desarrollo sostenible y de conservación de la biodiversidad, coincidentes con los objetivos de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE, DOCE 2000).

Estas circunstancias han movido al **Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino**, a través de la **Dirección General del Agua**, a realizar un gran esfuerzo en la implementación de la **Estrategia Nacional de Restauración de Ríos**, uno de cuyos principales objetivos es la mejora del estado ambiental de nuestros ecosistemas riparios. La lucha emprendida para la erradicación de las especies invasoras –una de las principales amenazas– es un objetivo común para las administraciones responsables de la gestión del Dominio Público Hidráulico.

Las propuestas de restauración de ríos tienen como objetivos lograr el retorno del funcionamiento de estos ecosistemas a un estado más natural o equivalente al que tenían antes de su deterioro, conseguir que el río aumente su resiliencia frente a las perturbaciones naturales y antrópicas, fomentar la creación de una estructura sostenible y compatible con los usos del territorio y los recursos fluviales acordados por la sociedad, recuperar la relación del hombre con su territorio y paisaje fluvial y cumplir con los objetivos de la Directiva Marco del Agua.

Uno de estos aspectos, existente en muchos ríos, es la problemática debida a la proliferación de la caña común (*A. donax*). Esta especie exótica invasora (EEI) se propaga a gran velocidad, invadiendo cauces, empobreciendo la vegetación de ribera, y obstruyendo las infraestructuras que atraviesan los cauces, dificultando la capacidad de desagüe. En episodios de crecidas extraordinarias, provoca inundaciones que causan daños medioambientales, económicos y materiales.

Hasta ahora, las técnicas de eliminación de la caña aplicadas han sido ineficaces. Debido a la velocidad y facilidad de propagación surge la necesidad de mejorar los tratamientos existentes en la actualidad.

En este sentido, el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino encomendó a Tragsa la ejecución y realización del seguimiento del “Proyecto de I+D+i de 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”.

1.2. Impactos más destacados que produce *Arundo donax* L.

A. donax, conocida como caña común, es una especie rizómica de origen asiático, perenne, con reproducción asexual y tolerante a una amplia variedad de condiciones ecológicas. Es considerada por la UICN (The World Conservation Union) como una de las cien especies invasoras más peligrosas y nocivas a escala mundial por su capacidad para desplazar a la vegetación autóctona.

PROYECTO DE I+D+i

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

Debido a los impactos que produce esta especie son necesarias actuaciones para eliminar y controlar su presencia en los ecosistemas mediterráneos. Con los métodos de control físicos puestos en práctica hasta ahora, se han obtenido resultados poco satisfactorios, debido a la capacidad de rebrote de dicha especie.

Impactos que produce *A. donax*:

- Desplazamiento de la vegetación autóctona de ribera (DECRUYENAERE y HOLT, 2001).



- Disminución de la capacidad de desagüe de los ríos.



- Aumento en la regularidad en el régimen de incendios dada la gran densidad de crecimiento de esta especie invasora y continuidad de la masa (SCOTT, 1993).



- Elevado consumo hídrico, siendo capaz de desecar pequeños humedales.
- Alteración del régimen de flujos y la morfología del lecho debido a las grandes masas de rizomas continuas y clónicas de la planta.



Rizoma no enterrado con capacidad de rebrote.



Masa continua y clónica de rizomas de *A. donax*.

1.3. Objetivos

El **objetivo general** del presente Proyecto de I+D+i consiste en desarrollar un conjunto de técnicas para la eliminación de *A. donax* en los ríos de diversas regiones de España, evaluar el grado de eficacia de cada una en las diferentes zonas, y aplicar los resultados en los futuros proyectos de restauración o rehabilitación fluvial que se llevarán a cabo para dar cumplimiento a la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE, DOCE 2000).

Con este proyecto se pretende la búsqueda de técnicas que revelen una mejor relación efectividad y coste en la erradicación de la caña, aspecto que con los actuales métodos no se conseguía. Todo esto con actuaciones que respeten siempre el medio natural, con un mínimo impacto ambiental, y con un coste económico siempre acorde con los objetivos a conseguir.

Los **objetivos específicos** que se persiguen son:

- Establecimiento de métodos de prevención, vigilancia y control que permitan limitar la expansión de la especie, generando conocimientos sobre sus mecanismos de multiplicación que faciliten el éxito de las actuaciones.
- Definición de acciones de control después de que los ensayos hayan concluido.
- Establecimiento de mecanismos de gestión del territorio, después de la eliminación de la especie, que impidan su restablecimiento.
- Establecimiento de medidas y condiciones de conservación de especies en peligro crítico de extinción, tal como *Arundo plinii* T.
- Definición e implantación de métodos y medidas para reponer o facilitar la reimplantación de la vegetación autóctona.

1.4. Fases del proyecto de I+D+i

1.4.1. Elaboración de información previa

La elaboración de la información previa ha consistido en el conocimiento de la biología de la especie objetivo del proyecto, *A. donax*, junto con otras especies acompañantes en los ecosistemas riparios como son *A. plinii* y *P. australis* de interés para su gestión.

Esta información ha servido para la programación, propuesta y ubicación geográfica de los tratamientos y actuaciones a desarrollar, realizada conjuntamente con las administraciones responsables del Dominio Público Hidráulico, las confederaciones hidrográficas. Además se ha realizado una búsqueda y procesado de las actuaciones de eliminación de cañas realizadas anteriormente, tanto a nivel nacional como internacional por administraciones, empresas o centros de investigación, con el fin de optimizar las técnicas y mejorar su eficiencia.

1.4.2. Empleo de técnicas de teledetección

Obtención de imágenes hiperespectrales a través de sensores para identificar la calidad de las aguas, el estado y la distribución de la vegetación. El principal objetivo ha sido la toma de datos característicos de los ecosistemas acuáticos como la distribución de la clorofila a, distribución de la turbidez, estimación de la profundidad y de la composición del fondo del río, la clasificación y distribución de la vegetación acuática y riparia.

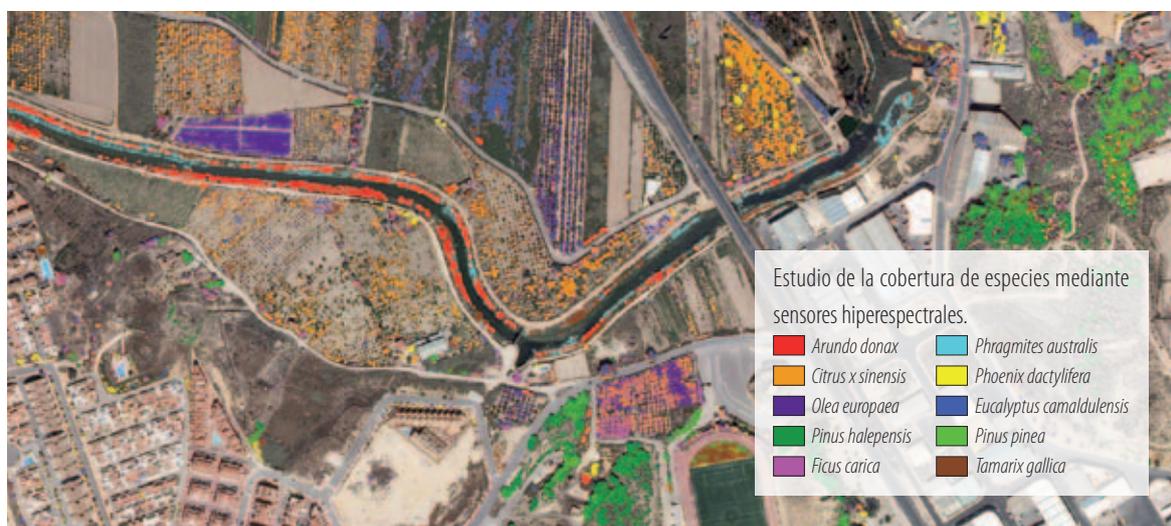


Imagen tomada con un sensor hiperespectral en la desembocadura del río Segura. En ella se distingue la distribución de las diferentes comunidades vegetales, asociadas al ecosistema acuático (Guardamar del Segura, Alicante).

1.4.3. Diseño experimental y ensayo de los tratamientos

Los ensayos comenzaron a realizarse durante año 2009, en el cual se procedió a la caracterización inicial de las poblaciones de las zonas de estudio previamente a la aplicación de las técnicas experimentales para el control y erradicación. El dispositivo experimental está compuesto por tres repeticiones de cada tratamiento y un testigo de referencia.

PROYECTO DE I+D+i

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

Se caracterizó inicialmente cada zona experimental, recogiendo datos sobre su ubicación (georreferenciación) de las diferentes parcelas de ensayo, las características del tramo de actuación (término municipal, margen y longitud de la actuación, tipo de terreno, pedregosidad, riesgo de erosión, acumulación de sedimentos, espacio con alguna figura de protección), características de la vegetación de ribera presente (tipo de distribución de la especie objetivo, carácter invasor, problemáticas derivada y especies acompañantes).

Esta fase esta compuesta por lo siguientes puntos:

- Delimitación de una serie de parcelas de actuación en las que se han desarrollado las diferentes experiencias, abarcando la distribución biogeográfica de la especie.



- Caracterización inicial de la zona de estudio. Estudio y conocimiento de las poblaciones a tratar y la composición del medio.
- Desarrollo de las experiencias para la eliminación y control del *A. donax*.
- Seguimiento de todos trabajos antes descritos y de la evolución de *A. donax*.

1.4.4. Seguimiento y estudio de la efectividad de los ensayos

Se han desarrollado y aplicado métodos para el muestreo de poblaciones vegetales, que han permitido el seguimiento de la evolución de los ensayos, estudiando las siguientes variables: grado de cobertura de la especie, altura y diámetro de los ejemplares dominantes, densidad de crecimiento respecto a la población inicial, mortalidad y fluorescencia clorofílica después de la aplicación de productos fitosanitarios evaluando del grado de inhibición de la capacidad fotosintética de la especie.





1.4.5. Beneficios esperados

El problema de las invasiones biológicas, aún siendo muy antiguo, es relativamente reciente en cuanto a su consideración como un grave problema de conservación de la biodiversidad. Hasta tiempos relativamente recientes, estas especies han sido controladas cuando competían con nuestros cultivos o ponían en peligro el normal funcionamiento de los cauces de los ríos o de las obras públicas.

La extensión de las invasiones y su coste económico hace que hoy sea necesario abordar el problema de una forma lo más organizada posible, para lo cual se están elaborando planes para el control de especies exóticas invasoras (EEI). Contribuir al mejor diseño y aplicación de éstos es uno de los beneficios generales de este proyecto. Para ello se pretenden alcanzar los siguientes beneficios aplicables al control de *A. donax*:

- Conocer la situación real de la especie, de los riesgos que genera su presencia descontrolada y de su estrategia de multiplicación, de manera que se puedan valorar con precisión sus riesgos y evitar su dispersión desordenada.
- Avanzar en el conocimiento de los tratamientos que se pueden emplear para la eliminación precoz y la erradicación de la especie, sus condiciones de eficacia, seguridad y costes en cada una de las circunstancias en las que se encuentra la especie, así como poner toda esta información en conocimiento tanto de los técnicos y resto de personal implicado en la gestión como de la población que puede estar relacionada con el uso de los espacios naturales.

1.5. Tratamientos y técnicas ensayadas

Han llevado consigo la realización de técnicas de bioingeniería como complemento a la finalidad primordial del proyecto; así como tratamientos químicos con la utilización de herbicidas.

- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante fajina viva.
- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante trenzado vivo.
- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante cobertura ramas.
- Triturado de la caña y rizoma, y plantación en el talud.
- Triturado de la caña y rizoma, e instalación biorrollo vegetado.
- Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazal vegetado con helófitos.
- Desbroce, cubrimiento con plástico biodegradable y aporte de tierra vegetal
- Sucesión de desbroces y plantación de sauces.
- Eliminación de cañas por inundación.

- Control de la caña mediante tratamiento químico.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.
- Eliminación de la caña.
- Eliminación del rizoma.
- Control de la caña mediante cubrición orgánica.

1.5.1. Técnicas de bioingeniería

Estas técnicas se fundamentan principalmente en la recuperación de espacios fluviales que debido a la retirada de la caña han quedado desprovistos de vegetación. Con su aplicación se obtiene una rápida cobertura vegetal de la zona mejorando la estabilidad del pie y superficie de los taludes y evitando su erosión.

- **Trenzado vivo.** Técnica estabilizadora lineal de márgenes mediante el trenzado de ramas vivas de sauce –o similares– fijadas al terreno con piquetas de madera o acero.
- **Fajina viva.** Técnica para la protección de las orillas similar a la anterior y elaborada con haces de varas y ramas de sauce, u otras con características similares, fijadas mediante estacas.
- **Biorrollos vegetados.** Cilindros de 30 centímetros de diámetro de fibra de coco prensada sujeta por una malla, y vegetados con especies típicas de ribera.
- **Herbazales.** Mezcla de especies helófitas de fácil adaptación –enea (*Typha* sp.), carrizo (*Phragmites australis*), junco (*Juncus* sp.), etc.– estructuradas en fibra de coco para proteger el talud de la erosión.
- **Cobertura de ramas.** Extensión superficial de ramas y material leñoso vivo de vegetación riparia que protegen de la erosión causada por el movimiento del agua e impiden el rebrote de la caña.
- **Plantaciones de especies arbóreas y arbustivas en alta densidad** para que compitan con los rizomas de caña.

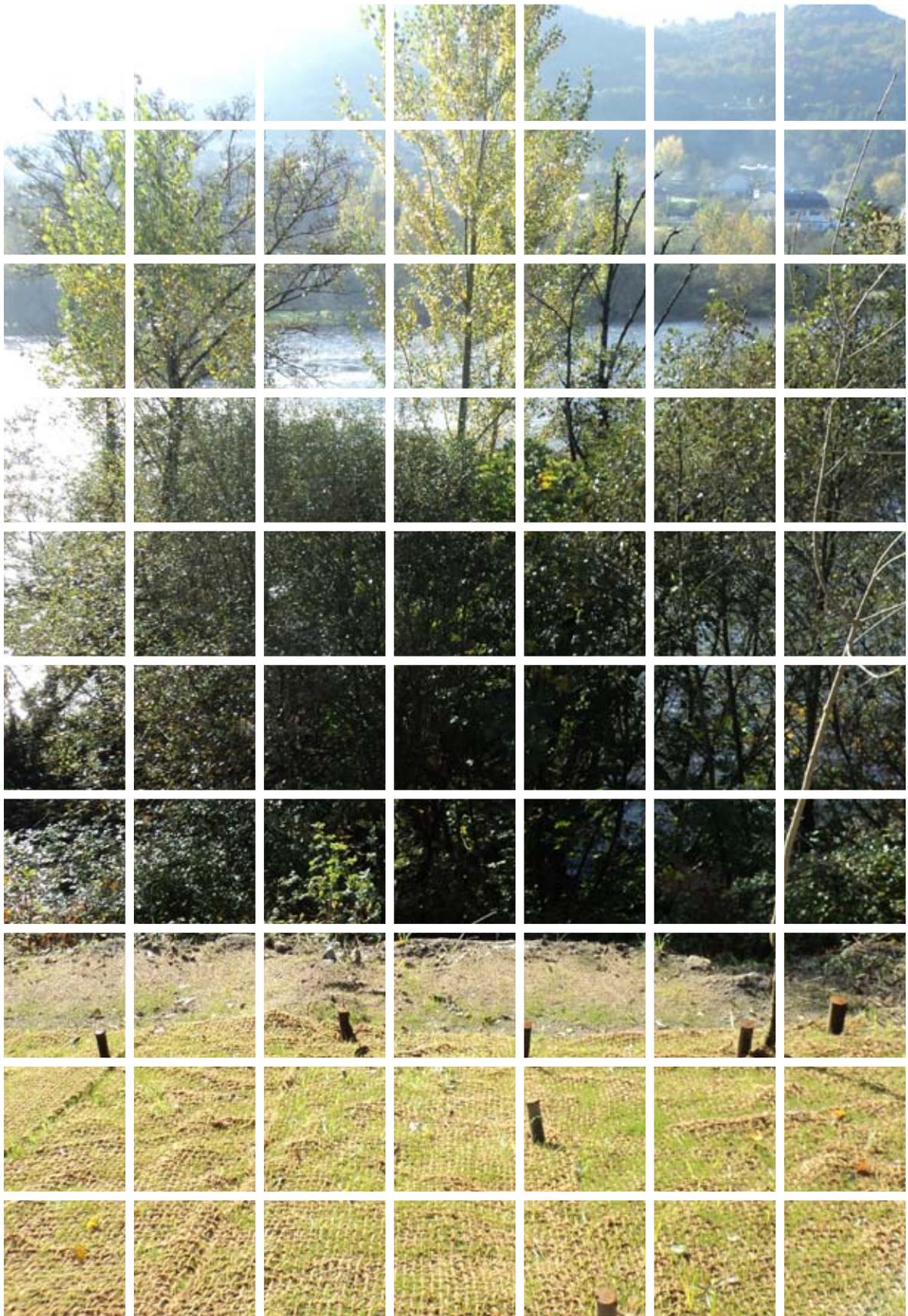
1.5.2. Tratamientos mecánicos y físicos

1. **Desbroces de la parte aérea de la caña;** mecánicos y manuales, utilizando cabezal desbrozador y con el objetivo de debilitar el crecimiento la caña.
2. **Extracción del rizoma:**
 - Cribado de la tierra extraída. Utilización de una retroexcavadora con cazo modificado para el cribado de las tierras, según el tamaño medio de los rizomas.
 - Extracción del rizoma más el sustrato hasta una profundidad de 0,5 m.
3. **Inundación,** tras el desbroce de la parte aérea de la caña con el fin de provocar la asfixia radicular y la posterior muerte de los rizomas.
4. **Instalación de sistemas de cubrición (*mulching*),** mediante materiales biodegradables, como las mallas antihierba y geotextiles.

1.5.3. Tratamientos químicos

Ensayo de herbicidas con diferentes metodologías de aplicación:

1. **Aplicación directa** sobre la caña sin corte previo.
2. **Desbroce inicial y aplicación al rebrote** de la caña entre 50-80 centímetros.
3. **Aplicación mediante inyección** de herbicidas tras el corte de la caña a 30 centímetros del suelo.
4. **Pincelado de los tallos** de la caña recién cortada.



2. Actuaciones realizadas

2.1. Ámbito geográfico de las actuaciones

Las diferentes intervenciones de ensayo se han llevado a cabo en varios cauces de ríos en las Cuencas Hidrográficas Intercomunitarias, previa propuesta de las Confederaciones Hidrográficas responsables de su gestión.

Las intervenciones se han ubicado en zonas de clima mediterráneo, debido a que la distribución biogeográfica de la caña está favorecida, principalmente, por las condiciones climáticas por lo cual esta especie representa un factor de riesgo más importante en estas cuencas.



Ubicación de las actuaciones realizadas.



Distribución biogeográfica de *A. donax* en la península ibérica.

Fuente: Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España, Sanz E.M., D. Sánchez y S. Vesperinas, 2004.

2.2. Descripción de las actuaciones

2.2.1. Río Alhama en Cintruénigo (Navarra)

El río Alhama nace en la Sierra de Almuero, en el término municipal de Suellacabras, provincia de Soria, recorre 84 km en dirección N-E, entrando a La Rioja, cruzando a la provincia de Navarra y volviendo a entrar en La Rioja por Alfaro, donde desembocará en el Ebro por su margen derecha.

La vegetación en las márgenes del cauce del río Alhama, en el tramo de actuación, se encontraba degradada a causa de la invasión de caña y como consecuencia se había provocado una disminución de especies autóctonas de la zona como *Populus alba* o *Salix alba*. La expansión del cañaveral fue provocada y favorecida por la acción del hombre y las diferentes avenidas ordinarias.



Invasión de *A. donax* en la ribera del río Alhama.

La problemática era especialmente importante en su margen izquierda; se había producido una elevada colonización en un canal de riego existente anexo al cauce, favorecida por el abandono de algunos cultivos.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



RESULTADO FINAL



Aspecto del cauce y márgenes del río Alhama en la zona de actuación antes de la ejecución de los tratamientos. La cobertura de caña domina las especies autóctonas y provoca obstrucciones durante las crecidas ordinarias.



Eliminación del cañaveral y su rizoma y aspecto general de la cubrición con redes orgánicas para mejorar la estabilidad de los taludes y aplicación de hidrosiembra.



Estado final después de la eliminación *A. donax* mediante la aplicación de productos fitosanitarios.

PROYECTO DE I+D+i

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

Tratamientos ensayados:

- Control de caña mediante tratamiento químico.



Aplicación de herbicidas sistémicos.

- Triturado de caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante fajina viva.
- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante trenzado vivo.
- Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazal vegetado con helófitos.



Desbroce de la parte aérea de *A. donax*.



Utilización de técnicas de bioingeniería como la fajina viva.



Extracción de rizomas hasta 50 cm de profundidad.

PROYECTO DE I+D+i

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

- Desbroce, cubrimiento con plástico y aporte de tierra vegetal.
- Sucesión de desbroces y plantación de sauces.



Colocación de cubriciones orgánicas (red de coco).



Técnica de bioingeniería. Fajina viva e hidrosiembra en el talud.

2.2.2. Río Canaletas en Pinell de Brai (Tarragona)

El río Canaletas tiene su nacimiento en el término municipal de La Horta de San Joan. Su longitud es de aproximadamente de 28 kilómetros y desemboca en el río Ebro por su margen derecha en el término municipal de Benifallet.

El río Canaletas se desbordó durante las inundaciones que sufrió la zona en el año 2008. Estas crecidas favorecieron el cambio de vegetación arrancando ejemplares de *P. alba* y sustituyéndolos por una masa de cañaveral que las propias riadas arrastraron.

La vegetación autóctona en la ribera presentaba un alto grado de degradación por lo que, la actuación en este tramo del río Canaletas, se calificó como necesaria por la grave expansión de la caña en su ribera. Ha sido imprescindible actuar sobre esta población invasora para prevenir el deterioro fluvial, aumentar la protección y mejorar el ecosistema acuático, así como los ecosistemas terrestres dependientes.

SITUACIÓN INICIAL



RESULTADO FINAL



Situación de las márgenes del tramo de actuación en el río Canaletas, durante la época de parada vegetativa (las hojas se vuelven amarillas) y después de la realización de los tratamientos.



Aguas arriba del puente que cruza el cauce del río Canaletas. Actuación después de ejecutar las técnicas de eliminación de cañaverales.

Tratamientos ensayados:

- Desbroce, cubrimiento plástico y aporte de tierra.
- Sucesión de desbroces y plantación de sauces.

PROYECTO DE I+D+i

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

- Eliminación del rizoma mediante tratamientos mecánicos.



Extracción de la parte aérea y rizomas de *A. donax*.



Plantación de sauces.

- Eliminación de caña por inundación.
- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante fajina viva.



Tratamiento de inundación: asfixia radicular de los rizomas.



Tratamiento de protección del pie de talud mediante fajina viva.

- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante trenzado vivo.
- Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazal vegetado con helófitos.
- Control de caña mediante tratamiento químico.
- Eliminación de caña con medios mecánicos.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.



Tratamiento de protección del pie de talud mediante trenzado vivo.



Aplicación de herbicidas sistémicos.

2.2.3. Río Mijares en Espadilla (Castellón)

El río Mijares nace en la Sierra de Gúdar, en el término municipal de El Castellar, provincia de Teruel, y, tras recorrer 156 km, desemboca en el mar Mediterráneo entre los términos de Almazora y Burriana de la provincia de Castellón.

El régimen hídrico del río, típico del clima mediterráneo, unido a la creciente antropización de las márgenes del mismo, han ocasionado que, a lo largo de su lecho y taludes en sus cauces medio y bajo, crezcan cañaverales, desplazando al bosque de ribera autóctono.



Distribución de *A. donax* en la ribera del río Mijares.

La presencia abundante de caña y el régimen hídrico variable mediterráneo provocan que, durante las crecidas, se produzcan arrastres de grandes volúmenes de vegetación, siendo capaz de producir la obstrucción de la infraestructura que cruzan el cauce y provocan el desbordamiento del río Mijares en algunos puntos.

Esta problemática unida a la necesidad de ensayar nuevas técnicas de control y erradicación de la especie, derivó en la selección de este cauce para ensayar técnicas de control y eliminación de cañaverales, y tratar de reducir la presencia de *A. donax* en este tramo del citado río.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



Población de *A. donax* en parada vegetativa.

RESULTADO FINAL



Técnica de desbroce de la caña y eliminación del rizoma.

Tratamientos ensayados:

- Eliminación de caña por inundación.
- Control de caña mediante tratamiento químico.
- Eliminación de caña mediante tratamiento mecánico.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.
- Eliminación de rizoma mediante tratamiento mecánico.



Eliminación mediante la inundación de los rizomas.



Aplicación de herbicidas sistémicos sobre los brotes emergentes.



Cribado de la tierra y rizomas mediante un cazo modificado.

2.2.4. Río Cányoles en Montessa y Xátiva, y río Vernissa en Palma de Gandía (Valencia)

El río Cányoles nace en las montañas de la localidad valenciana de Fuente la Higuera a unos 900 metros de altitud, al pie del puerto de Almansa, y es un afluente del río Júcar por su margen derecha.

El río Vernissa parte de la confluencia de varios barrancos en el término municipal de Benicolet. A partir de este punto, el río discurre paralelo a la carretera CV-60 por la comarca de La Safor hasta su desembocadura en el río Serpis.

La vegetación que puebla sus riberas, especialmente en sus tramos finales, presenta un alto grado de degradación, ya que ha desaparecido el bosque de ribera sustituido por especies invasoras alóctonas, principalmente *A. donax*.



Obstrucción y alteración de la funcionalidad de las infraestructuras públicas próximas a cauces invadidos por *A. donax*.

Durante las épocas de precipitaciones torrenciales el caudal del río Vernissa y del río Cányoles se incrementan de forma importante. Este hecho, unido a la gran densidad de cañas en sus márgenes, provoca desbordamientos frecuentes que afectan a las estructuras hidráulicas, a las infraestructuras próximas y a las fincas colindantes con los cauces.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



RESULTADO FINAL



Desbroces previos de los tramos de actuación para el replanteo de las parcelas de ensayo. Parcela de ensayo delimitada mediante un cercado con malla.



Desbroces previos de los tramos de actuación para el replanteo de las parcelas de ensayo.



Toma de datos para el seguimiento de las actuaciones.

PROYECTO DE I+D+i

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

Tratamientos ensayados:

- Desbroce, cubrimiento con plástico y aporte de tierra vegetal.



Cubrimiento de plástico.



Aporte de tierra para impedir el crecimiento de la caña.

- Eliminación de rizoma mediante tratamientos mecánicos.
- Eliminación de caña por inundación.



Pincelado con herbicida en los tallos recién cortados.



Aplicación de herbicida (glifosato 36 %, 10 l/ha) sobre *A. donax*.

- Control de caña mediante tratamiento químico.
- Eliminación de caña.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.



Desbroce de la parte aérea y extracción de los rizomas hasta una profundidad de 50 cm.

2.2.5. Barranco de Agua Amarga en Alicante

El Barranco de Agua Amarga nace en la Sierra de Fontcalent en el término municipal de Alicante y recorre algo menos de 9 kilómetros hasta su desembocadura en el mar Mediterráneo al sur de la capital alicantina.

El tramo de actuación presenta una sección con un ancho medio de 40 metros donde abunda el carrizal y el cañaveral. Aunque la longitud de este cauce es reducida, las elevadas precipitaciones de la comarca de l'Alacantí provocan el aumento del caudal en corto espacio de tiempo. Esta situación unida a la elevada presencia de las especies antes citadas comprometen la capacidad hidráulica del barranco y la seguridad de las infraestructuras de su desembocadura.



Barranco de Agua Amarga completamente invadido por la especie *P. australis*.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



RESULTADO FINAL



Fotografía desde una posición elevada en las que se observa la cobertura completa del cauce por cañaverales y carrizales dificultando la capacidad de desagüe. Parcela de ensayo en el Barranco de Agua Amarga, al fondo testigo de 10 m x 10 m.



Vista general de la actuación.

PROYECTO DE I+D+i

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

Tratamientos ensayados:

- Eliminación de rizoma con tratamientos mecánicos.



Cubrición con plástico biodegradable y aporte de tierra vegetal.



Extracción de rizomas y aplicación de herbicidas sistémicos a los rebrotes.

- Control de caña mediante tratamiento químico.
- Eliminación de caña.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.



Restauración de la zona con especies autóctonas (*Tamarix* sp.).

2.2.6. Río Segura en Guardamar del Segura (Alicante)

La zona de actuación en el río Segura se encuentra en la localidad de Guardamar del Segura, situada próxima a la desembocadura del río. Ocupa un tramo de un kilómetro sobre el cauce nuevo del río Segura y el cauce antiguo.

El Segura es un río famoso por sus crecidas e inundaciones, y éstas han sido motivo de la construcción de obras de defensa como presas, motas, canales de derivación y encauzamiento en algunos tramos desde hace varios siglos. Pese a la gran cantidad de embalses, los desbordamientos continuaron durante el siglo XX, debido principalmente a la presencia de vegetación invasora que alteraba el correcto flujo hidráulico del río. Por ello, se diseñó un plan integral contra las avenidas que se llevó a cabo en la década de los 90 y que se complementa con el control periódico de los cañaverales y otras especies invasoras.



Estado inicial. Invasión del ecosistema ripario.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



RESULTADO FINAL



Márgenes del cauce del río Segura cubierto por cañaverales. Talud restaurado con especies autóctonas, típicas de ribera.

Tratamientos ensayados:

- Control de caña mediante cubriciones orgánicas.
- Eliminación de rizoma mediante tratamiento mecánico.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.
- Control de caña mediante tratamiento químico.



Cubriciones con adobe-paja, para impedir el rebrote de *A. donax*.



Plantación arbórea en el talud.

PROYECTO DE I+D+i

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



Cubrición con redes orgánicas y plantación de especies autóctonas de ribera.

2.2.7. Río Guadalentín en Murcia

El río Guadalentín es el último afluente del río Segura por su margen derecha. En él confluyen una serie de características litológicas, topográficas, bioclimáticas y morfoestructurales que hacen de este uno de los sistemas fluviales más singulares de la cuenca del río Segura. El tramo comprendido en esta zona se denomina Canal del Reguerón y se encontraba cubierto completamente por carrizo y por comunidades dispersas de caña.



Estado inicial de la vegetación invasora (*Phragmites australis*) en el Canal del Reguerón.

La Confederación Hidrográfica del Segura realiza periódicamente el desbroce y la limpieza del canal debido a la acumulación puntual de residuos y al crecimiento exponencial de la vegetación invasora (carrizo, caña y malezas). Se pretende evitar la proliferación de mosquitos en la época estival y los posibles desbordamientos por crecidas en la época de gota fría, muy común del clima mediterráneo.

Se ha elegido este tramo con el propósito de aplicar una combinación de tratamientos consistentes en la eliminación de los rizomas con distintos aperos y la cubrición del lecho del canal con mantas orgánicas para condicionar el crecimiento del cañaveral y del carrizal.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



RESULTADO FINAL



Cauce antes de haber iniciado actuaciones para la eliminación de caña. Cauce después de los tratamientos de eliminación de caña.

Tratamientos ensayados:

- Control de caña mediante tratamiento químico.
- Eliminación de caña con medios mecánicos
- Eliminación de rizoma mediante tratamientos mecánicos.
- Control de caña mediante cubriciones orgánicas.



Eliminación mecánica de caña.



Cubrición con mantas orgánicas.



Tratamiento del suelo para eliminar el rizoma mediante rotovator.

2.2.8. Arroyo Harnina en Almendralejo (Badajoz)

El arroyo Harnina es un afluente del río Guadajira por su margen derecha de aproximadamente 13 kilómetros de longitud. Se origina en la periferia de la ciudad de Almendralejo, al confluir el arroyo de las Picadas y el arroyo Charnecal.



Invasión de *A. donax* en la ribera del arroyo.

En los años 2007 y 2008, la Confederación Hidrográfica del Guadiana procedió a la limpieza del arroyo Harnina en las inmediaciones del Municipio de Almendralejo mediante la ejecución de diversos proyectos de Conservación y Mejora del Estado Ecológico del Dominio Público Hidráulico. En el transcurso de este tiempo, el cañaveral ha vuelto a colonizar las márgenes del arroyo, disminuyendo de nuevo la capacidad hidráulica del cauce, provocando obstrucciones y el consecuente estancamiento de las aguas. El gran volumen de caña muerta, arrancada o desprendida de los taludes y depositada en el lecho del arroyo Harnina es arrastrada en episodios de avenida, quedando retenida puntualmente, limitando la capacidad de desagüe y provocando desbordamientos.

Se planteó por tanto, la necesidad de analizar cual sería el tratamiento o tratamientos más adecuados para controlar el crecimiento y la expansión de esta especie en el cauce del arroyo Harnina con idea de evitar que de forma periódica se deban realizar intervenciones para mantener la capacidad de desagüe de este cauce. La elección del arroyo Harnina permite además disponer de datos suficientes y representativos en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, oeste de España y Extremadura.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



Cañaveral durante su parada vegetativa invadiendo los márgenes del arroyo.



Invasión controlada por los cultivos agrícolas colindantes.

RESULTADO FINAL



Eliminación del cañaveral y recuperación del bosque de ribera con especies autóctonas.

PROYECTO DE I+D+i

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



Diversas técnicas de bioingeniería para la conservación y restauración de taludes.



Cubriciones orgánicas con redes de coco. Evitan la erosión e impiden el rebrote de *A. donax*.

Tratamientos ensayados:

- Desbroce, cubrimiento con plástico y aporte de tierra vegetal.
- Sucesión de desbroces y plantación de sauces.
- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante fajina viva.



Desbroce de la parte aérea y extracción de los rizomas de *A. donax*.



Instalación de fajina viva para la protección de la base del talud.

- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante trenzado vivo.
- Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud mediante cobertura de ramas.

PROYECTO DE I+D+i

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



Cubrición con plástico biodegradable, aporte de tierra vegetal y sujeción con red de coco y protección del talud con cobertura de ramas vivas (*Salix* sp.).

- Triturado de la caña y rizoma, y plantación en el talud.



Estaquillado de especies típicas de ribera en el talud.

- Triturado de la caña y rizoma, e instalación de biorrollo vegetado.
- Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazal vegetado con helófito.
- Control de caña mediante tratamiento químico.
- Eliminación de caña.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.



Instalación de biorrollo vegetado para proteger el pie del talud de la erosión.



Aplicación de herbicidas sistémicos.

2.2.9. Río Miño en Ourense

El río Miño nace en el Pedregal de Irimia en la Sierra de Meira a unos 750 m de altitud, al noroeste de la provincia de Lugo. Desde allí fluye subterráneamente hasta aflorar en la laguna Fonmiñá en la localidad de A Pastoriza, siendo considerada históricamente como su lugar de nacimiento. El Miño se sitúa en el Macizo Galaico, entre la Cordillera Cantábrica y los Montes de León, dos de las áreas más lluviosas de la Península Ibérica, siendo uno de los principales cauces de la vertiente atlántica.



Estado inicial de la invasión por *A. donax* en la ribera del río Miño, a su paso por Ourense.

El río Miño a su paso por la ciudad de Ourense, cuenta con un paseo peatonal en su margen derecha, desde el centro de la localidad de Ourense hasta las Termas de Outariz. En esta zona aparecen de forma dispersa numerosos rodales de *A. donax*.

Esta vegetación invasora, convive con una enorme biodiversidad de vegetación autóctona herbácea, arbustiva y arbórea como abedules, fresnos, alcornocos, robles, alisos, sauces, madroños, acebos, así como otras especies exóticas invasoras, como *Acacia dealbata*.

PROYECTO DE I+D+i

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

SITUACIÓN INICIAL



Ribera del río antes de la actuación invadido por *A. donax*.



Ribera invadida por *A. donax*.

RESULTADO FINAL



Estaquillado con especies del género *Salix* sp.



Protección del talud con redes de coco e hidrosiembra.

Tratamientos ensayados:

- Sucesión de desbroces y plantación de sauces.
- Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazal vegetado con helófitos.
- Eliminación de caña con medios mecánicos.
- Plantación arbórea y arbustiva de diferentes especies.
- Control de caña mediante tratamiento químico.
- Control de caña mediante cubrición orgánica.



Eliminación de caña y rizoma, y colocación de redes orgánicas.



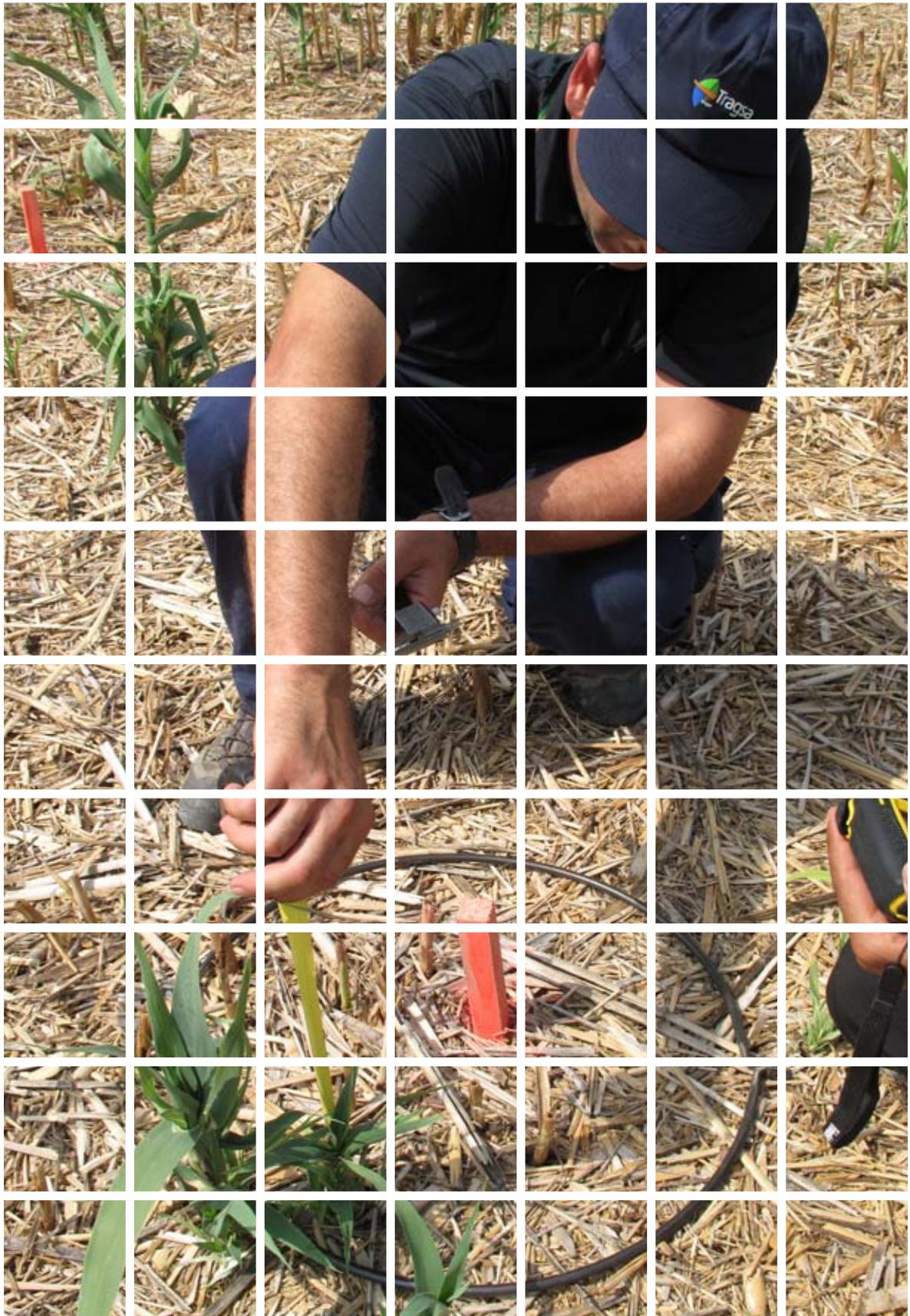
Aplicación de herbicidas sistémicos.

PROYECTO DE I+D+i

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



Estaquillado con especies autóctonas de ribera.



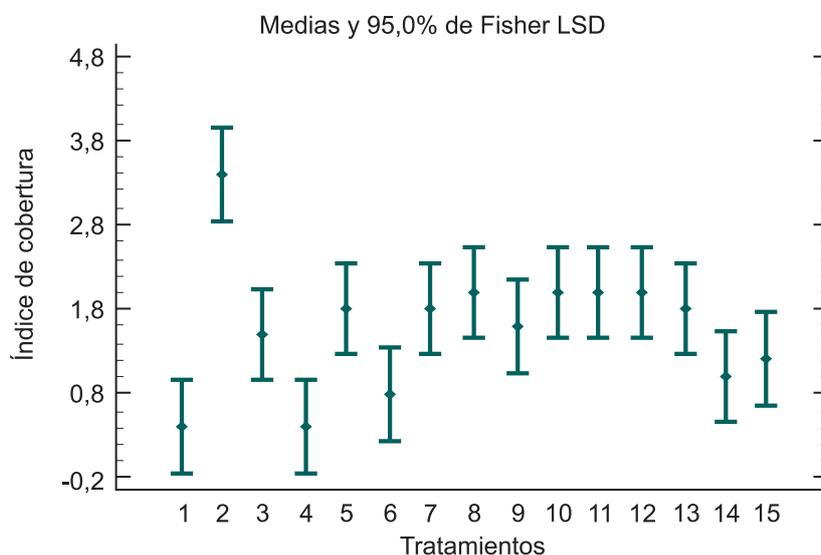
3. Resultados

Actualmente el proyecto se encuentra en la fase de seguimiento de la efectividad de los tratamientos ensayados. Se están realizando muestreos en los que se contabilizan los brotes nuevos emergidos de la especie invasora con el fin de obtener la cobertura de la parcela, tomándose además medidas de alturas y diámetros de los rebrotes, con el fin de caracterizar la población.

En los muestreos iniciales de la fase de seguimiento se han obtenido resultados destacables en los que algunos tratamientos presentan valores muy bajos de cobertura, siendo próximos a 0, lo que indica un control y erradicación total de la especie invasora.

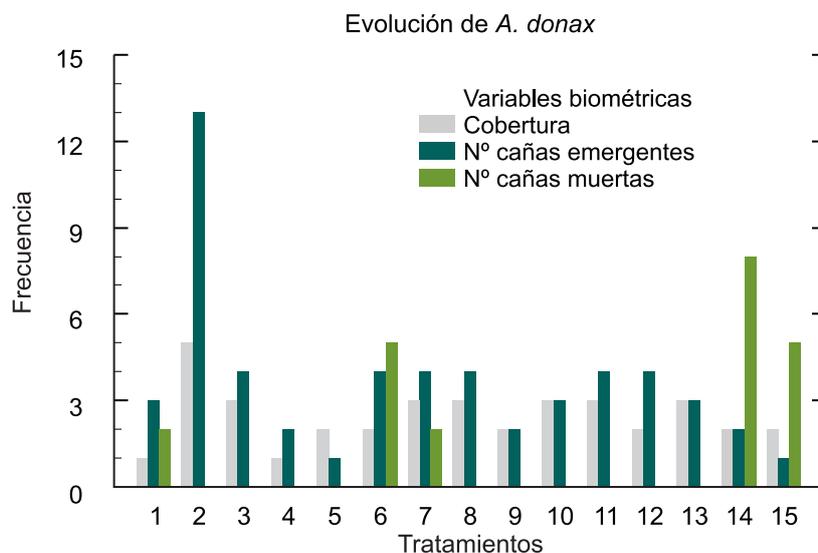
Las técnicas que mayor control han ejercido hasta el momento sobre la regeneración y expansión de *A. donax* han sido, por orden de eficiencia, las siguientes:

- Desbroce inicial de la parte aérea y cubrimiento de la caña con plástico biodegradable a largo plazo.
- Desbroce inicial de la parte aérea y eliminación del rizoma y sustrato hasta 50 cm de profundidad.
- Desbroce inicial de la parte aérea e inundación de la caña cortada. El objetivo de este tratamiento es provocar la asfixia radicular y la posterior muerte de la especie.
- Aplicación de herbicida al rebrote mediante pincelado y mediante mochila pulverizadora. El herbicida que mejores resultados ha mostrado ha sido el glifosato 36 % a una dosis de 10 l/ha, aprobado para aplicaciones en ecosistemas acuáticos y márgenes de ríos por el Registro Español de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.



Índice de cobertura: (1) = 0-5 cañas vivas/0,25 m²; (2) = 6-10 cañas vivas/0,25 m²; (3) = 11-15 cañas vivas/0,25 m²; (4) = 16-20 cañas vivas/0,25 m²; (5) = > 20 cañas vivas/0,25 m².

Tratamientos: (1) Desbroce aéreo, extracción de rizoma, cubrimiento de la caña con plástico biodegradable y aporte de tierra vegetal; (2) Eliminación de la parte aérea de la caña; (3) Eliminación de la parte aérea de la caña y extracción de rizomas mediante cribado; (4) Eliminación de la parte aérea de la caña y extracción de rizomas y sustrato; (5) Sucesión de desbroces y plantación de sauces; (6) Desbroce y eliminación de caña por inundación; (7) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con fajina viva; (8) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con trenzado vivo; (9) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con cobertura de ramas; (10) Triturado de la caña y rizoma, e instalación de biorrollo vegetado; (11) Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazales vegetados con helófitos; (12) Plantación arbórea o arbustiva de diversas especies; (13) Cubrimiento orgánico de zonas desbrozadas; (14) Desbroce mecanizado y tratamiento químico (glifosato) con pincel; (15) Desbroce mecanizado y tratamiento químico (glifosato) con mochila.



Estudio de la respuesta de *A. donax* al año del seguimiento.

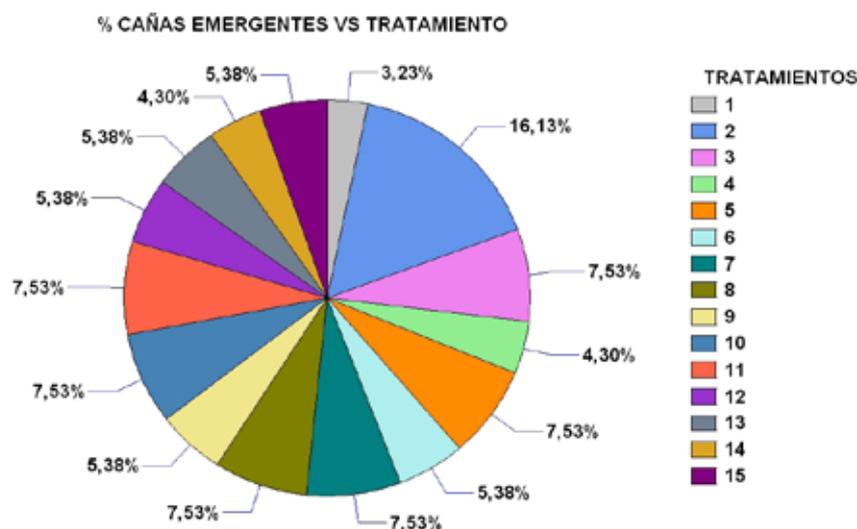


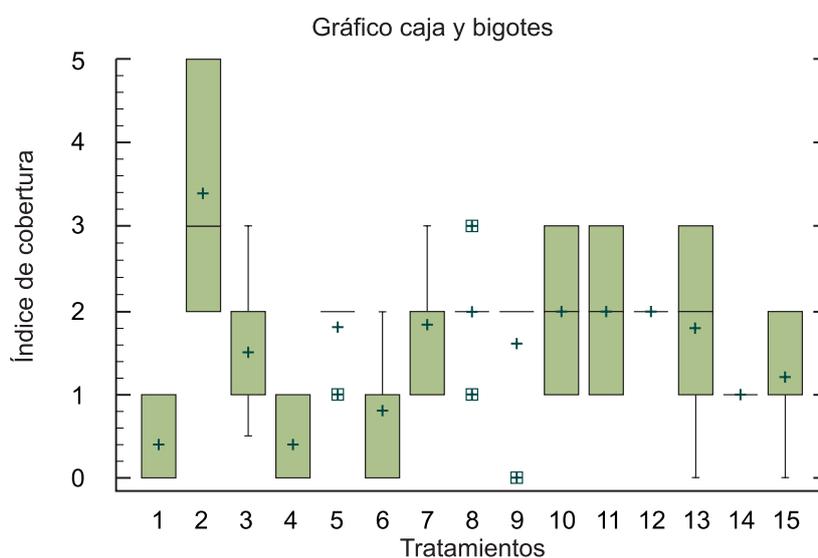
Gráfico de sectores que muestra el porcentaje de cañas emergentes según el tratamiento aplicado al cabo de un año.

Tratamientos: (1) Desbroce aéreo, extracción de rizoma, cubrimiento de la caña con plástico biodegradable y aporte de tierra vegetal; (2) Eliminación de la parte aérea de la caña; (3) Eliminación de la parte aérea de la caña y extracción de rizomas mediante cribado; (4) Eliminación de la parte aérea de la caña y extracción de rizomas y sustrato; (5) Sucesión de desbroces y plantación de sauces; (6) Desbroce y eliminación de caña por inundación; (7) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con fajina viva; (8) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con trenzado vivo; (9) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con cobertura de ramas; (10) Triturado de la caña y rizoma, e instalación de biorrollo vegetado; (11) Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazales vegetados con helófitos; (12) Plantación arbórea o arbustiva de diversas especies; (13) Cubrimiento orgánico de zonas desbrozadas; (14) Desbroce mecanizado y tratamiento químico (glifosato) con pincel; (15) Desbroce mecanizado y tratamiento químico (glifosato) con mochila.

Los sistemas más efectivos para el control y erradicación de *A. donax* han sido los basados en la aplicación conjunta de diversos tratamientos mecánicos, en los que se ha procedido al desbroce la parte aérea de la planta, extracción de los rizomas hasta una profundidad de 50 cm junto con el sustrato y posterior restauración de la vegetación autóctona del ecosistema ripario.

Otro tratamiento con resultados positivos para el control de la regeneración de la especie invasora, es el empleo de cubriciones biodegradables (mulching), retirando previamente el rizoma, que ha impedido en el 90 % de los casos el rebrote de la especie, además de presentar otras ventajas como reducir tanto la erosión como la evaporación edáfica.

En cuanto al control químico, el tratamiento que mejores resultados ha mostrado ha sido el basado en aplicaciones con el herbicida sistémico glifosato 36 % (10 l/ha) (apto para aplicaciones en medios acuáticos por el MARM), aplicado sobre las poblaciones adultas de *A. donax*, que ha provocando síntomas severos de fitotoxicidad en el 99 % de la planta tratada.



Índice de cobertura: (1) = 0-5 cañas vivas/0,25 m²; (2) = 6-10 cañas vivas/0,25 m²; (3) = 11-15 cañas vivas/0,25 m²; (4) = 16-20 cañas vivas/0,25 m²; (5) = > 20 cañas vivas/0,25 m².

Tratamientos: (1) Desbroce aéreo, extracción de rizoma, cubrimiento de la caña con plástico biodegradable y aporte de tierra vegetal; (2) Eliminación de la parte aérea de la caña; (3) Eliminación de la parte aérea de la caña y extracción de rizomas mediante cribado; (4) Eliminación de la parte aérea de la caña y extracción de rizomas y sustrato; (5) Sucesión de desbroces y plantación de sauces; (6) Desbroce y eliminación de caña por inundación; (7) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con fajina viva; (8) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con trenzado vivo; (9) Triturado de la caña y rizoma, y protección de la base del talud con cobertura de ramas; (10) Triturado de la caña y rizoma, e instalación de biorrollo vegetal; (11) Triturado de la caña y rizoma, y plantación de herbazales vegetados con helófitos; (12) Plantación arbórea o arbustiva de diversas especies; (13) Cubrimiento orgánico de zonas desbrozadas; (14) Desbroce mecanizado y tratamiento químico (glifosato) con pincel; (15) Desbroce mecanizado y tratamiento químico (glifosato) con mochila.

