



INFORME FINAL (AVANCE)

**“SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS ACTUACIONES
PARA EL CONTROL EXPERIMENTAL DEL CARRIZO
(PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA REGIÓN DE
MURCIA**

FIN/2011



INF-FIN/2011
Diciembre 2011



Equipo de trabajo:

Francisco Robledano Aymerich (Investigador Principal)

Miguel Angel Esteve Selma (Coordinador)

Isabel Hernández García

Victor Manuel Zapata Pérez

Pablo Farinós Celdrán

Rubén Vives López

Julia Martínez Fernández

Avance de resultados



Indice

0.	RESUMEN EJECUTIVO	4
1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	CONTENIDO DEL INFORME	10
3.	METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TRABAJO	11
3.1	Definiciones	11
3.2	Recopilación y análisis de antecedentes	13
3.3	Descripción general de las actuaciones de control	15
3.3.1	Propuestas iniciales.....	15
3.3.2	Tratamientos seleccionados.....	17
3.4	Cronograma de ejecución de los tratamientos.....	26
3.5	Metodología de seguimiento	27
3.5.1	Localización espacial y topografía. Distribución de las unidades de muestreo	27
3.5.2	Diseño de las fichas para la toma de datos	28
3.5.3	Descripción de la ficha general de caracterización	29
3.5.4	Características de la ficha de muestreo	31
3.5.5	Muestreo de vegetación	34
3.5.6	Muestreo y registro de datos ambientales	34
3.5.7	Análisis de laboratorio	35
3.5.8	Registro de otras incidencias	36
3.6	Calendario de seguimiento.....	37
3.7	Tratamiento y análisis estadístico de los datos.....	40
4.	RESULTADOS DE LA RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES	41
4.1	El carrizo como especie problema: marco europeo y global	41
4.2	Bibliografía y documentación científico-técnica específica referida a la ecología, problemática y control del carrizo	42
4.3	Datos de tratamientos previos de control de carrizo o caña común en la conservación y mantenimiento de cauces de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS)	46
4.3.1	Limpieza del canal de drenaje de las salinas de San Pedro.....	47
4.3.2	Limpieza de la Rambla del Albuñón.....	47
4.3.3	Actuación en la Rambla de Miranda	47
4.4	Datos referidos a otras cuencas hidrográficas del Estado o de otras áreas geográficas en los que la especie es objeto de control y/o seguimiento	48
4.5	Datos ambientales y geográficos de interés para la investigación, referidos con carácter general al Sureste de España y específicamente a la red hidrográfica de Segura	51
4.5.1	Conocimiento de la vegetación	51
4.5.2	Caracterización edáfica	52
5.	RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	53
5.1	Estado final de los tratamientos	53
5.1.1	Estado final de los tratamientos efectuados en cada una de las parcelas de estudio	53
5.2	Resultados del muestreo de vegetación	55
5.2.1	Respuesta general de la densidad de <i>Phragmites australis</i> a los tratamientos aplicados.....	55
5.2.2	Variación espacial y temporal de la respuesta de <i>Phragmites australis</i>	62
5.2.3	Variación de la cobertura de herbáceas acompañantes.....	75
5.3	Resultados relativos a variables ambientales y otras a registrar	82
5.3.1	Insolación	82
5.3.2	Temperatura del aire	83
5.3.3	Humedad atmosférica	83
5.3.4	Variables de caracterización edáfica.....	84



6.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL SEGUIMIENTO	87
6.1	Análisis general de la eficacia de los tratamientos	87
6.2	Influencia de las variables ambientales registradas.....	90
6.2.1	Insolación	90
6.2.2	Temperatura del aire	91
6.2.3	Humedad atmosférica	92
6.3	Análisis comparativo de costes y eficacia	93
6.3.1	Comparación frente a tratamientos similares en localidades afines	95
6.3.2	Comparación con otras localidades y sistemas de tratamiento	96
7.	OTROS TRABAJOS REALIZADOS	98
7.1	Visitas y reuniones de trabajo	98
7.1.1	Visita al área de trabajo (Abril 2011)	98
7.1.2	Visita al proyecto paralelo desarrollado por la Universidad de Alicante (Junio 2011)	98
7.1.3	Jornada de presentación de resultados (Octubre 2011).....	99
7.2	Propuestas adicionales	100
8.	SÍNTESIS FINAL. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	101
9.	REFERENCIAS.....	106
9.1	Bibliografía citada en el informe	106
9.2	Resultados de búsquedas	110
9.2.1	Base de datos ICYT	110
9.2.2	Bibliografía recopilada (Web of Knowledge+Google Scholar)	114
9.2.3	Web-referencias (Etiqueta: <i>Phragmites</i>)	126
	ANEXOS.....	129
	Anexo 1. Datos de localización de las parcelas muestreadas	130
	Anexo 2. Densidad de carrizo por parcela (Muestreo inicial - 2010).....	132
	Anexo 3. Densidad de carrizo por parcela (Seguimiento - 2011).....	135
	Anexo 4. Cobertura de herbáceas acompañantes por parcela (Muestreo inicial - 2010)	140
	Anexo 5. Cobertura de herbáceas acompañantes por parcela (Seguimiento - 2011)	143
	Anexo 6. Datos ambientales registrados	148
	Anexo 7. Datos iniciales de caracterización edáfica	179
	Anexo 8. Datos finales de caracterización edáfica	186
	Anexo 9. Programa de la Jornada de Presentación de los trabajos (MARM, 14 de octubre de 2011).....	188
	Anexo 10. Contenido de la presentación del equipo investigador de la Universidad de Murcia	190
	Anexo 11. Propuesta de actuación sobre las parcelas tratadas en el canal del Reguerón	199
	ANTECEDENTES	200
	OBJETIVOS	201
	CRITERIOS DE ACTUACIÓN	202
	PARCELAS SELECCIONADAS.....	203
	SELECCIÓN DE ESPECIES Y CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN	206
	SELECCIÓN DE ESPECIES	206
	CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN	207
	DISEÑO ESPACIAL DE LA ACTUACIÓN.....	208
	SEGUIMIENTO.....	209
	PRESUPUESTO	210
	PRESUPUESTO	210
	CALENDARIO DE ACTUACIÓN.....	211
	Anexo 12. Reportajes fotográficos.....	212
	Anexo 13. Fichas individuales de características de las parcelas	231

0. RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados del seguimiento de las actuaciones de control de *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steu. (Carrizo común) que integran 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. ACTUACIÓN EN EL RÍO GUADALENTÍN, T.M. MURCIA, (MURCIA)”. Dicho proyecto se ha planteado como un diseño experimental encaminado a disponer de un número suficiente de réplicas de distintas combinaciones de tratamientos de control (mecánicos, físicos y químicos), de manera que puedan las diferencias de eficacia, permitiendo la selección de la combinación óptima en términos de efectividad frente al coste de aplicación.

Se establecieron un total de 45 parcelas de 25 y 100 metros en tres tramos del cauce (en una sola margen del mismo), en la mayoría de las cuales se llevó a cabo la eliminación manual o mecánica del carrizo como paso previo a la aplicación de medidas de control propiamente dichas. Estas últimas diferencian a los tratamientos experimentales aquí evaluados de las técnicas habituales de limpieza de cauces, que únicamente incluyen la corta del carrizo o la retirada parcial del rizoma sin mecanismos adicionales para prevenir su reimplantación. Se ha evaluado la eficacia de los tratamientos en términos de reducción de la densidad de carrizo frente a la máxima que alcanzaría una zona no tratada. En 42 parcelas, tras la corta inicial de *Phragmites australis*, se extrajo manual o mecánicamente el rizoma (en el segundo caso con diferentes métodos). De las parcelas de 25 m (9 en total), 6 fueron aquéllas en las que el rizoma se extrajo de forma manual y 3 las únicas sobre las que no se realizó desbroce previo a la aplicación de herbicidas. Esto supone que el rizoma fue sometido a tratamientos de diferente alcance (profundidad de excavación) e intensidad (mayor o menor eficacia o selectividad en la retirada de las partes vegetativas extraídas). Seguidamente, se aplicaron diferentes revestimientos físicos (mantas orgánicas, adobe+paja...) cubriendo toda la superficie de las parcelas. En 12 parcelas, tras la corta de *Phragmites* (6) o directamente sobre la especie (3), se aplicaron tratamientos a base de tres tipos de aditivos químicos (herbicidas): Glifosato, Azimsulfuron y Cihalofob-butil.



El encharcamiento continuo de la zona de trabajo por las continuas lluvias del año 2010 y por tratarse de canal confinado donde drenan todos los riegos de las zonas cercanas ha obligado a desarrollar el proyecto en dos fases. Además, ante la imposibilidad de intervenir, se trasladaron las parcelas correspondientes al tramo persistentemente encharcado a una zona del canal diferente de la inicialmente seleccionada. Por lo tanto, se ha producido un desfase temporal y un desplazamiento espacial de las actuaciones que deberán ser tenidos en cuenta a la hora de interpretar los resultados. El desfase ha sido de un año, por lo que en la práctica se dispone de un bloque de parcelas cuyo seguimiento cubre una fase avanzada de recuperación (12 a 23 meses tras los tratamientos) y otras en una etapa temprana (2 a 11 meses tras los tratamientos). Todo ello sin perjuicio de poder evaluar la eficacia global de cada tratamiento (considerando todas las parcelas conjuntamente). Además, para el primer bloque de parcelas se dispone de un seguimiento preliminar realizado durante seis meses del año 2010 (abril-septiembre).

La metodología de seguimiento incluye el muestreo de vegetación en las parcelas seleccionadas y el registro de diversas variables ambientales en las mismas, así como la toma de muestras para la caracterización edáfica de éstas y de una selección de localizaciones equivalentes en puntos del cauce no tratados (margen opuesta). Se utiliza la densidad de tallos de carrizo como variable indicadora de la respuesta a los tratamientos.

Durante todo el desarrollo del estudio se ha realizado además una recopilación de antecedentes documentales y bibliografía estructurada en cuatro bloques: (1) Toda aquella bibliografía y documentación científico-técnica específica referida a la ecología del carrizo, a sus efectos sobre el funcionamiento de la red hidrográfica y a las opciones más eficaces para su control; (2) Datos de tratamientos previos de control de carrizo - normalmente abordado junto con el de la caña común *Arundo donax*- en la conservación y mantenimiento de cauces de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS); (3) Datos similares referidos a otras cuencas hidrográficas del Estado o de otras áreas geográficas en los que la especie sea objeto de seguimiento y control, y (4) Datos ambientales y geográficos de interés para la investigación, referidos con carácter general al Sureste de España y específicamente a la red hidrográfica de Segura.



A modo de síntesis, los resultados de los tratamientos realizados sobre el carrizo en la zona de trabajo del canal del Reguerón han sido:

- Existe un efecto significativamente diferente de los tratamientos mecánicos frente a la ausencia de tratamiento al final del primer ciclo de recuperación del carrizo. También existen diferencias significativas entre pares de bloques de tratamientos mecánicos, ordenándose su eficacia en el sentido Patacabra > Vertedera > Retirada manual de rizoma > Ripper+rotovator
- Cuando se incorpora el efecto de los recubrimientos, la mayor eficacia inicial se logra mediante la aplicación de adobe+paja (>60%), existiendo además un reducido número de combinaciones con una eficacia aceptable (superando el 40% de reducción con respecto a las zonas no tratadas)
- La eficacia decrece marcadamente con el tiempo. Los tratamientos con antigüedad de ~1 año tienen una eficacia que en promedio se sitúa entre el 37-40%, los de ~2 años entre 0,36-14,11%. Esta caída de la eficacia se relaciona con la pérdida de efectividad de los revestimientos y ausencia de especies herbáceas competidoras y de gestión complementaria. Al final del periodo de seguimiento las actuaciones más eficaces son las que combinan patacabra y ripper+rotovator con adobe+paja, y retirada manual de rizoma con colchón de coco, si bien la persistencia estimada para los tratamientos aplicados es normalmente de 2 años (3 en el mejor de los casos)
- Considerando el coste y persistencia de los tratamientos, los más recomendables son los que combinan vertedera y ripper+rotovator con manta orgánica de esparto. Estos tratamientos superan los 4 € de coste de aplicación por m² (más de 40.000 €/ha, o más de 64.000 €/km lineal, considerando una anchura de 2 x 8 = 16 m para ambas márgenes del cauce).
- El coste de las actuaciones es elevado en relación con su persistencia, y si se compara con otros proyectos realizados en cuencas mediterráneas supera ampliamente a los costes de mantenimiento periódico, resultando competitivo sólo en algún caso frente a operaciones de eliminación de *Phragmites* de gran complejidad.



Queda manifiesto el papel que tienen los diversos tratamientos en la reducción inicial de la biomasa y por lo tanto en la generación de condiciones idóneas para reducir de forma permanente la densidad de tallos de carrizo. Estos tratamientos pueden ser ordenados en función de su coste para seleccionar aquéllos que deberían servir de punto de partida para consolidar los efectos iniciales mediante tratamientos de refuerzo o complementarios. Aunque los valores máximos de abundancia registrados durante el estudio (en torno a 40 tallos/m², tanto en las parcelas testigo como en los tratamientos que han agotado su eficacia) pueden considerarse bajos para las densidades que puede alcanzar la especie, está por determinar cuál es la densidad óptima compatible con la funcionalidad hidráulica del canal desde una perspectiva hidromecánica. Por otra parte, las complejas relaciones que se establecen entre las diversas variables morfológicas y demográficas utilizadas en las investigaciones sobre *Phragmites australis* aconsejan realizar estudios más detallados sobre el estado de desarrollo esperable a medio plazo en esta formación vegetal.

En la comparación de la eficacia de las diferentes combinaciones de tratamientos, se destaca que los más recomendables en términos de coste-eficacia son los que integran tratamiento mecánico de vertedera o ripper+rotovator con manta orgánica de esparto. Este tipo de sustratos orgánicos se han mostrado eficaces en el control de vegetación acuática invasora permitiendo al mismo tiempo el establecimiento de otra vegetación. La introducción de vegetación competidora también es una opción eficaz para frenar la expansión del carrizo. Por tanto, se requieren experiencias adicionales que integren tratamientos complementarios a las combinaciones evaluadas durante el presente proyecto, y por ello se ha propuesto realizar plantaciones de herbáceas pratenses combinadas con el pastoreo para mantener una estructura de vegetación idónea. Estas actuaciones se realizarían a una escala más reducida sobre aquellas parcelas con tratamientos más eficaces, y se someterían a seguimiento posterior.

Sería conveniente realizar varios tipos de estudios adicionales relacionados con la aplicación de las recomendaciones propuestas, para determinar: (a) la capacidad de las especies herbáceas introducidas de mantener la reducción inicial de densidad del carrizal (mediante el seguimiento *in situ* de tratamientos experimentales, no necesariamente de la misma escala que los actuales); (b) la capacidad adicional de control de la densidad,



biomasa y altura de la vegetación (de *Phragmites* y sus competidores) que pueda lograrse a través del uso del ganado como herramienta de gestión; (c) la densidad óptima de carrizo para garantizar la funcionalidad hidráulica del canal, integrando el efecto de esta formación en los cálculos de resistencia hidráulica.

Como conclusiones y recomendaciones generales, finalmente, se establecen:

- Se requiere una gestión adaptativa de los proyectos de actuación (en relación con situaciones y resultados no previsibles, factores no contemplados)
- La introducción de especies nativas competidoras o capaces bloquear el desarrollo del carrizo parece un requisito esencial para el éxito de las actuaciones, incluso en ambientes tan artificializados como el Reguerón
- La combinación de métodos mecánicos y físicos con otros basados en interacciones biológicas (competencia, herbivoría) parece la estrategia óptima de control, pero son necesarios estudios adicionales para evaluar el potencial de control de especies competidoras y ganado
- Dada la imposibilidad de erradicar la especie, se requiere también un esfuerzo investigador adicional para modelizar la resistencia hidráulica del canal y determinar las densidades óptimas admisibles de carrizo
- La duración del estudio parece excesivamente corta para extraer conclusiones de aplicación generalizada basadas en los actuales tratamientos, y para el seguimiento acciones complementarias o de refuerzo