

Estudio de la dinámica espacio-temporal de la desertificación en el sudeste de la Península Ibérica



Raíces y Rutas II: simulando la expansión de ailanto para una mejor gestión

Acción: 3.1 Reunión de inicio del proyecto con científicos y principales gestores implicados

Autores: Pablo González Moreno, Claudio Açaí Bracho Estévanez, Jessica Bernal Borrego, Javier Moreno Ortiz, Francisco Javier Bonet García

Versión del documento: 19/02/2025

Entidad: Universidad de Córdoba

Línea prioritaria: Desertificación, degradación y restauración de tierras

DesFutur cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Contenido

Contenido.....	2
Índice de Tablas.....	3
Índice de Figuras	3
1. Resumen ejecutivo	4
2. Introducción.....	5
3. Programa del taller y participantes.....	6
4. Estado y relevancia de plantas exóticas invasoras en el sudeste de la Península Ibérica	8
5. Caso de estudio del ailanto (<i>Ailanthus altissima</i>): mejores prácticas de manejo y situación en el sur de Granada.	10
6. Características y resultados del modelo de expansión de ailanto.....	11
7. Sesiones participativas.	12
9. Conclusiones y Futuros Pasos	17
Anexo II: Diapositivas presentadas en el taller	19

Índice de Tablas

Tabla 1: listado de asistentes.....	7
Tabla 2: listado de investigadores y dinamizadores del proyecto DesFutur.....	7
Tabla 3: Propuesta de Valores de resistencia para discusión	13
Tabla 4: comparativa de escenario de gestión entre grupos.....	16
Tabla 5: escenarios de gestión a testear en Netlogo.....	16

Índice de Figuras

Figura 1: foto de grupo del taller Raíces y Rutas II	6
Figura 2: distribución de plantas exóticas invasoras muestreadas por carretera	8
Figura 3: plantas exóticas invasoras prioritarias	9
Figura 4 Reorganización de los valores de resistencia.....	14

1. Resumen ejecutivo

El taller "Raíces y Rutas II", celebrado el 14 de noviembre de 2025 en Granada, constituyó el cierre y devolución local de los resultados del proyecto DesFutur sobre plantas exóticas invasoras como factor de desertificación en el sudeste ibérico. El evento reunió a trece técnicos y gestores de diversas administraciones junto con investigadores de la Universidad de Córdoba para compartir hallazgos científicos y explorar aplicaciones prácticas de un modelo de simulación de expansión de ailanto (*Ailanthus altissima*).

DesFutur ha identificado varias plantas invasoras problemáticas en la región, siendo el ailanto la más crítica por su capacidad de establecimiento acelerado en márgenes de carreteras, zonas degradadas y terrenos abandonados. Se desarrolló un modelo basado en agentes en NetLogo que simula la dinámica espacio-temporal de la invasión en el corredor Capileira-Guájares durante 2008-2023, integrando procesos ecológicos (crecimiento clonal, reproducción, dispersión, establecimiento) junto con factores antrópicos de manejo.

La validación del modelo por parte de los gestores evidenció que el establecimiento limitado de plántulas constituye el principal regulador de la invasión. Sin embargo, la sesión participativa identificó mejoras críticas. Por un lado, la resistencia del hábitat es un elemento clave del modelo y si bien las diferencias entre hábitat establecidas a priori se ven adecuadas, sería adecuado mejorar las tipologías y características de hábitat incorporando elementos que definan mejor la perturbación y características locales (eg. cobertura vegetal, sombra, topografía). También se propone que el modelo pueda incorporar una representación mejorada de dispersión (viento, tránsito rodado) y una evaluación de estrategias de control realistas incluyendo revegetación con herbáceas y análisis económico.

Las dinámicas participativas generaron dos perspectivas complementarias. El enfoque institucional enfatizó mejorar la coordinación entre administraciones responsables de infraestructuras viarias y medio natural, para ofrecer soluciones coordinadas en el dominio público viario que incorporen tratamientos específicos y efectivos de plantas invasoras en el mantenimiento de las vías. El enfoque espacial-operativo propuso ensayar estrategias de gestión a distintos niveles espaciales (núcleo principal y frente de invasión). Como experiencia piloto se propuso focalizar esfuerzos en el Barranco de Poqueira debido a la elevada presencia de ailanto, la sensibilidad institucional y comunitaria, así como la ubicación estratégica en zonas altas donde la expansión futura podría intensificarse. Ambas perspectivas concordaron en la necesidad de intervenciones constantes y anuales, evitación de tratamientos débiles, y evaluación de costes.

En base a estas recomendaciones el equipo de DesFutur ha establecido cuatro escenarios a probar: intervenciones anuales de máxima intensidad en la zona más cercana a la carretera, expansión del área de tratamiento para contener el frente, considerando eventos de dispersión a más de 100 metros, y actuaciones focalizadas en el barranco de Poqueira como zona piloto (máximo esfuerzo reduciendo el área de tratamiento para mantener la relación coste-beneficio).

Durante el debate final de las jornadas, la herramienta se valoró como pertinente para planificación regional de control de invasoras, con potencial de adaptación a otras especies. No obstante, se identificaron limitaciones prácticas y se propusieron mejoras: incorporación de análisis de costes, múltiples intervenciones en períodos interanuales, teledetección para

predicciones de presencia, y delimitación de titularidad de los espacios (montes públicos/dominio público viario e hidráulico y terrenos privados).

Los próximos pasos de DesFutur deberán orientarse hacia la materialización de los escenarios de gestión propuestos —especialmente el proyecto piloto en el Barranco de Poqueira— mediante ensayos comparativos que evalúen la efectividad, viabilidad administrativa y costes económicos de distintas estrategias de erradicación y que involucren a los gestores de distintos ámbitos (medio natural, carreteras y cuencas). Paralelamente, es recomendable avanzar en la integración de la herramienta dentro de plataformas de decisión existentes en las administraciones, facilitando su adopción operativa y su extensión a otras especies invasoras y contextos de gestión territorial. Finalmente, la consolidación de espacios de diálogo periódico entre científicos y gestores, es fundamental para garantizar que la se traduzca en acciones concretas de manejo que contribuyan a la mitigación de la desertificación y la degradación de tierras en la región.

2. Introducción

Este informe resume la dinámica y resultados del taller "Raíces y Rutas II", celebrado el 14 de noviembre de 2025 en Granada, en el marco del proyecto "Estudio de la dinámica espacio-temporal de la desertificación en el sudeste de la Península Ibérica" (DesFutur). Este taller tuvo como objetivo general presentar los resultados del proyecto DesFutur sobre plantas exóticas invasoras como motor de la desertificación, así como el modelo de simulación de la expansión de ailanto (*Ailanthus altissima*) desarrollado en el marco de este proyecto. La jornada reunió a técnicos y gestores del territorio implicados en la gestión de especies invasoras para reflexionar de forma colectiva sobre las aplicaciones prácticas del modelo. El evento constituyó además el cierre y la devolución a nivel local de los resultados del proyecto sobre plantas exóticas invasoras, reforzando el diálogo entre ciencia y gestión frente a los retos que plantea la desertificación en el sureste ibérico. Los objetivos concretos del taller fueron los siguientes:

- Presentar los resultados de DesFutur sobre estado y relevancia de plantas exóticas invasoras en el sudeste de la Península Ibérica, con especial atención al estado del arte en técnicas de manejo de las especies más problemáticas identificadas por los actores del territorio.
- Presentar la herramienta de simulación de la expansión de ailanto en carreteras, a fin de validar la misma y discutir con actores clave del territorio sus posibilidades de mejora.
- Explorar conjuntamente escenarios de gestión y como llevarlos a cabo para la gestión adaptativa de plantas exóticas invasoras frente a la desertificación.

El presente informe resume los resultados principales del taller, estructurándose en torno a los siguientes aspectos:

- Descripción del taller y participantes
- Presentación de resultados de Desfutur y herramientas de simulación.
- Resultados de las dinámicas participativas para los escenarios de gestión.
- Sigüientes pasos más allá del proyecto.

3. Programa del taller y participantes

El programa definitivo del taller "Raíces y Rutas II" incluyó la apertura y presentación del taller, seguido de una presentación sobre los resultados del proyecto en relación con el estado y relevancia de plantas exóticas invasoras en el sudeste de la Península Ibérica. También se describieron las características del modelo de expansión de ailanto realizado, así como su validación y posibilidades de uso para gestión. La segunda parte del taller incluyó varias dinámicas participativas para recopilar mejoras del modelo y posibilidades de aplicación a herramientas de gestión.

Programa taller "Raíces y Rutas II"

- **08:45–09:15** Bienvenida y registro
- **09:15–09:45** Apertura del taller
- **09:45–10:00** Estado y relevancia de plantas exóticas invasoras en el sudeste de la Península Ibérica.
- **10:00–10:15** Caso de estudio de ailanto (*Ailanthus altissima*): mejores prácticas de manejo y situación en el sur de Granada.
- **10:15–10:45** Características y resultados del modelo de expansión de ailanto
- **10:30–11:00** Pausa café
- **11:30–12:50** Sesión interactiva: propuestas de mejora del modelo y escenarios de gestión
- **12:50–13:45** Mesa redonda: aplicaciones del modelo en herramientas de gestión y necesidades futuras.
- **13:30–14:00** Conclusiones y siguientes pasos tras el proyecto
- **14:00–16:00** Almuerzo y cierre



Figura 1: foto de grupo del taller Raíces y Rutas II

Participantes taller "Raíces y Rutas II"

La participación al taller contó con un total de 13 asistentes (Tabla 1) con conocimiento sobre el contexto local y ecológico del área de estudio y representando a las distintas entidades y

administraciones con responsabilidad en la gestión de flora invasora (administraciones y empresas públicas).

Tabla 1: listado de asistentes

Nombre completo	Organización / Institución
Natalia Cambeiro González	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada
Leonor Battaner Incertis	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada. Dpto Actuaciones en el Medio Natural
Jesús Del Río Sánchez	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada
Juan Pablo Domínguez	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada. Agente de Medio Ambiente
M ^a Belén Romacho Varón	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada. Jefa de Servicio
José Javier Lara De La Linde	DT Agricultura y Agua Granada Junta de Andalucía
Borja Nebot Sanz	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada
Armando Ortiz Rodríguez	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada
José Manuel Gil Hidalgo	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada
Milagros Menéndez	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada. Directora P.N. Huétor
Manuela Guerrero Barranco	Servicio de Carreteras, D.T. Fomento, articulación del Territorio y Vivienda en Granada
María De Fátima Uceda García Del Río	Consejería De Sostenibilidad Y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada. SERVICIO GESTIÓN MEDIO NATURAL.
Julio César Rodríguez Maldonado	Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente Delegación Territorial Granada. Dpto Actuaciones en el Medio Natural

La moderación y dinámica del taller fue ejercida por un total cinco investigadores de la Universidad de Córdoba y un experto en facilitación de la cooperativa PASOS (Tabla 2).

Tabla 2: listado de investigadores y dinamizadores del proyecto DesFutur

Nombre completo	Título
Pablo González Moreno	Investigador Postdoctoral Ramón y Cajal, Universidad de Córdoba
Jessica Bernal Borrego	Investigadora predoctoral de la Universidad de Córdoba
Claudio Açaí Bracho Estévanez	Investigador Posdoctoral de la Universidad de Córdoba
Javier Moreno Ortiz	Investigador social y participativo. Cooperativa Pasos.
Francisco Javier Bonet García	Profesor Titular de Ecología Universidad de Córdoba

4. Estado y relevancia de plantas exóticas invasoras en el sudeste de la Península Ibérica

Figura 2: distribución de plantas exóticas invasoras muestreadas por carretera dentro de la acción A1.2 a lo largo de 1497 km del Sudeste peninsular

Se mostraron los resultados del muestreo extensivo de plantas exóticas invasoras a lo largo de carreteras en las provincias de Granada, Almería y Murcia, con el objetivo de caracterizar su distribución espacial, patrones de abundancia y dominancia, y sentar las bases para el análisis de su expansión e impacto ecológico a lo largo de un gradiente de aridez. En noviembre de 2023 se realizaron recorridos sistemáticos que abarcaron un total de 1.434 km, cubriendo un amplio gradiente ambiental y territorial en todas las áreas del proyecto. El muestreo se centró en 15 taxones de plantas exóticas invasoras, seleccionados por su presencia conocida y relevancia según los gestores (ver informe Taller Raíces y Rutas I). Los registros se obtuvieron mediante



identificaciones georreferenciadas con tablets a lo largo de carreteras del área de estudio, permitiendo una caracterización espacial continua de las invasiones. En mayo de 2024 se amplió el muestreo incorporando 63 km carreteras del sur de Sierra Nevada (A44 Lanjarón – Trevélez).

En concreto, se observó una comunidad invasora dominada por un reducido número de especies, destacando *Arundo donax* y *Ailanthus altissima*, junto con un conjunto de taxones de abundancia intermedia y amplia distribución, lo que justifica su consideración prioritaria (Anexo I – Presentaciones, Figura 2). El análisis espacial evidencia una distribución heterogénea de las invasiones, con una clara concentración en zonas costeras, periurbanas y a lo largo de infraestructuras lineales, que actúan como corredores de dispersión (Figura 2). Se observó también un mayor número de especies, especialmente donde confluyen condiciones ambientales favorables y una elevada presión antrópica, lo que incrementa el riesgo de impactos acumulativos sobre los ecosistemas. Así mismo los análisis multivariantes muestran una segregación clara de las especies en función de factores edáficos y climáticos (Anexo I – Presentaciones). La textura del suelo, la capacidad de intercambio catiónico y el contenido de

carbono y nutrientes emergen como variables clave que condicionan el establecimiento de las especies invasoras. De forma complementaria, los gradientes de temperatura, precipitación y, especialmente, la variabilidad climática, explican diferencias en la distribución de las especies a lo largo del gradiente de aridez, sugiriendo respuestas diferenciadas de especies ante escenarios de cambio climático.

En general, la relevancia de las especies en los muestreos de carretera fue similar al listado de EEI percibidas como problemáticas por los gestores en todas las regiones y sectores (Figura 3). Las especies más preocupantes (las citadas con mayor frecuencia y vinculadas a desafíos ecológicos, socioeconómicos o de gestión) fueron *Arundo donax* y *Ailanthus altissima*. Se destacan dos especies, *Cenchrus setaceus* y *Cortaderia selloana*, que, si bien no tienen una amplia distribución en el área de estudio, los gestores las perciben con alta prioridad debido a su potencial invasor (Figura 3).



Figura 3: plantas exóticas invasoras prioritarias según muestreos de carretera y percepción de los gestores

Las percepciones de las EEI también variaron según la región y el ámbito. Si bien *A. donax* se reconoció de forma consistente en todos los grupos de interés, especies como *A. altissima*, *C. selloana* y *Parkinsonia aculeata* se identificaron con mayor frecuencia en contextos específicos. *P. aculeata*, por ejemplo, se destacó especialmente en Murcia por su papel disruptivo en zonas agrícolas y de borde de carretera. Invasoras emergentes como *Araujia sericifera* se identificaron como preocupaciones emergentes en contextos localizados, especialmente en la zona de Los Naranjos de Granada, donde su expansión a lo largo de las carreteras en los últimos años ha amenazado el cultivo de cítricos. A pesar de su escasa mención en las bases de datos oficiales de EEI, los encuestados destacaron su creciente relevancia operativa.

5. Caso de estudio de ailanto (*Ailanthus altissima*): mejores prácticas de manejo y situación en el sur de Granada.

Según las entrevistas a gestores realizadas en el proyecto DesFutur, la gestión de ailanto en los distintos ámbitos de gestión se ha basado principalmente en actuaciones mecánicas y químicas, con resultados limitados y condicionados por restricciones operativas, económicas y ambientales. En el ámbito de la gestión de **cuencas hidrográficas**, las acciones mecánicas más habituales incluyen desbroces, podas y la extracción manual de plántulas jóvenes. Estas actuaciones presentan una eficacia reducida y un elevado coste, especialmente cuando se aplican de forma aislada, debido a la elevada capacidad de rebrote y propagación clonal de la especie. El control químico mediante glifosato se ha aplicado de forma puntual, tanto por aspersión como por inyección en tronco, si bien su eficacia ha sido limitada y existe preocupación por su impacto ambiental. Las acciones de restauración ensayadas hasta el momento han mostrado baja efectividad, asociada al lento crecimiento de las especies utilizadas y a la escasa eficacia de las siembras para competir con el ailanto. En el contexto de las **carreteras**, la gestión responde prioritariamente a criterios de seguridad vial. El desbroce se realiza habitualmente mediante contratos externos, aunque con una frecuencia y eficacia variables. La poda y eliminación de árboles adultos se ve condicionada por limitaciones de recursos y personal, especialmente cuando los ejemplares alcanzan grandes tamaños. El uso de glifosato se ha llevado a cabo mediante vehículos equipados para su aplicación, pero su empleo es restringido en áreas protegidas y, nuevamente, con resultados poco eficaces. En este ámbito se priorizan zonas críticas, como curvas y tramos de adelantamiento, más por razones funcionales que por objetivos de control de la invasión a medio o largo plazo.

Las recomendaciones de gestión coinciden en señalar que el **control mecánico** basado únicamente en corte y desbroce resulta poco efectivo e incluso contraproducente, al estimular el rebrote clonal. Se **propone la combinación de métodos mecánicos y químicos**, destacando el uso de herbicidas como picloram y triclopir (Burch & Zedaker, 2003), así como la inyección de glifosato en tocones recién cortados (Meloche & Murphy, 2006). De estos compuestos, el picloram es un compuesto persistente y sistémico que no es del todo adecuado para zonas cerca de agua o naturales, mientras que el glifosato aplicado de forma continuada y sobre árboles de gran tamaño no resulta eficaz. Por ello, **el principio activo más recomendado es triclopyr (24%)** ([Junta de Extremadura DOE 87 2021](#)). Sus aplicaciones foliares se recomiendan para ejemplares jóvenes o plántulas, mientras que la aplicación basal en el diámetro del tocón es más adecuada para individuos jóvenes de bajo porte. En árboles adultos, se recomienda la inyección de herbicida inmediatamente tras el talado o el pincelado del tocón, en algunos casos combinado con aceite vegetal. Otra opción descrita es el anillado del tronco con aplicación basal del herbicida en ejemplares adultos.

A largo plazo, se subraya la **importancia de la revegetación** para aumentar la resistencia del hábitat y reducir el riesgo de invasiones secundarias o la germinación del banco de semillas. El control biológico mediante *Verticillium nonalfalfae* ha mostrado resultados no concluyentes y limitados en condiciones cálidas (Shively et al., 2025). El uso de hongos saprófitos se restringe a árboles debilitados y se orienta principalmente a acelerar los procesos de descomposición, más que al control directo de la invasión.

Figura 4: Modelo de expansión de ailanto presentado para su discusión

El manejo de la especie tiene una componente automática (reinicio anual en zonas agrícolas) y una opcional, definida por el usuario, que incluye “corte” o “corte más revegetación”, con efectos sobre superficie, edad y resistencia biótica de los rodales de ailanto. La germinación de nuevos rodales depende de la idoneidad del parche y la resistencia existente, calibrada para reflejar condiciones reales. Así, el modelo permite evaluar cómo distintas intervenciones y frecuencias de manejo afectan la trayectoria de la invasión y apoyan la toma de decisiones de gestión ambiental.

Tras la validación inicial, se comprobó que la ejecución por defecto del modelo muestra una expansión mayor que la observada en el terreno para la zona de avistamiento de 10 m paralela al eje de carretera (Anexo I – Presentaciones). Estos resultados indican la necesidad de calibrar de forma más precisa dos procesos ecológicos fundamentales: la dispersión de semillas y el establecimiento de las plántulas. Es sabido que ambos procesos condicionan la dinámica y la capacidad de expansión de las plantas, por lo que es fundamental capturarlos de la forma más realista posible al modelar la expansión de especies invasoras. Para evaluar su influencia, se probaron cuatro escenarios de dispersión (con distancias máximas 25, 125, 250 y 500 m) y cuatro escenarios de resistencia biótica al establecimiento (sin límite, facilitado, estándar y limitado). La validación, utiliza como métrica el índice de Jaccard (una medida de similitud entre conjuntos de datos) y la diferencia en superficie ocupada. Los resultados muestran que, de dichos escenarios, el que mejor reproduce la expansión real es el que contempla una capacidad de establecimiento limitada, mientras que la capacidad de dispersión muestra un efecto comparativamente menor en la calidad del ajuste del modelo.

7. Sesiones participativas.

7.1 Propuestas de mejora del modelo de ailanto (GRUPO 1)

Durante la sesión dedicada a revisar posibles mejoras del modelo de expansión de ailanto, los participantes coincidieron en que tanto la inicialización (información geográfica) como las fases de crecimiento y reproducción funcionan correctamente y no requieren cambios importantes. Sin embargo, el debate se centró en la oportunidad de refinar otros componentes clave del modelo según los resultados presentados:

Resistencia del hábitat: se debatió si la actual representación realmente captura los factores ecológicos que limitan o favorecen el establecimiento de ailanto. A tenor de los resultados presentados en torno a las pruebas de resistencia biótica, varios participantes sugieren posibles líneas de mejora al subproceso. Entre estas, se plantea la revisión de pesos en la clasificación de resistencia del hábitat incluyendo variables que capturen la sombra, la topografía, y el grado de perturbación del terreno, especialmente en zonas con movimiento de tierras o espacios abiertos. Se discutió si existen capas geográficas capaces de reflejar mejor estas condiciones y que pudieran incorporarse al modelo. Este componente también se debatió con mayor detalle en el GRUPO 2 (ver resumen abajo).

Dispersión de semillas: se consideró un proceso crucial a mejorar. Hubo consenso en que el viento desempeña un papel determinante y debe abordarse con mayor precisión. Además, se planteó explorar la influencia del tránsito rodado como posible mecanismo de transporte pasivo

a lo largo de las carreteras, promoviendo eventualmente la dispersión de semillas a larga distancia. En cuanto al agua, algunos participantes señalaron que no suele contribuir de forma significativa en cursos continuos, pero sí podría hacerlo en corrientes puntuales o barrancos secos durante episodios de lluvia intensa. La pendiente también se mencionó como un factor importante, ya que aguas abajo puede favorecer la dispersión por gravedad y escorrentía, mientras que en sentido ascendente probablemente predomina el papel del viento como principal agente dispersor.

Mecanismos de control implementados: se valoró como adecuada la eliminación automática asociada a labores agrícolas. No obstante, surgieron dudas sobre el tratamiento mediante corta y revegetación, especialmente en los márgenes de carreteras, donde estas actuaciones de revegetación son difíciles de implementar. Se consideró interesante explorar alternativas basadas en herbáceas o matorrales de crecimiento rápido, capaces de competir con el ailanto. A partir de ello, se sugirió incluso una línea de trabajo específica orientada a identificar especies y momentos óptimos del año que maximicen la eficacia de estas revegetaciones como método de control.

7.2 Evaluación de los valores de resistencia incluidos en el modelo (GRUPO 2)

En el segundo grupo de participación, la discusión se centró en validar y mejorar los valores de resistencia al establecimiento de ailanto considerados por tipo de hábitat (Tabla 3). Para ello se trabajó reorganizando participativamente el valor de resistencia de los hábitats. Los valores propuestos en consenso mantuvieron el orden inicial, pero incorporaron nuevos hábitats relevantes (Figura 4). Por un lado, se incorporó a la propuesta los hábitats o bosques de ribera, siendo su nivel de perturbación relevante para identificarlos como de baja o alta resistencia. También se incorporó las zonas agrícolas o cortijadas abandonadas, como elemento claro de baja resistencia al establecimiento de ailanto.

Tabla 3: Propuesta de Valores de resistencia para discusión

Clase (regla SIPNA/SIOSE)	Valor resistencia	Descripción
Bosque autóctono con quercíneas	1	Resistencia máxima (formaciones maduras o nativas).
Otros bosques	0.8	Bosques no dominados por quercíneas; alta resistencia.
Eucaliptal	0.2	Baja resistencia (plantación favorable a la invasión).
Olivar	0.35	Resistencia medio-baja.
Cultivo leñoso	0.4	Resistencia medio-baja.
Cultivo herbáceo	0.4	Resistencia medio-baja.
Matorral	0.6	Resistencia medio-alta.
Pastizal	0.55	Resistencia media.
Urbano	0.05 – 0.35	Disminuye linealmente con el % edificado: a mayor edificación, menor resistencia.
Infraestructura viaria	0.10 (en eje)	En el eje de la carretera resistencia = 0.10; aumenta gradualmente hasta el valor del entorno (≈ 40 m).
Mixto / indefinido	0.4	Valor de respaldo (“fallback”).
Huecos / NA	0.4	Se rellenan con el valor de respaldo para evitar valores nulos.

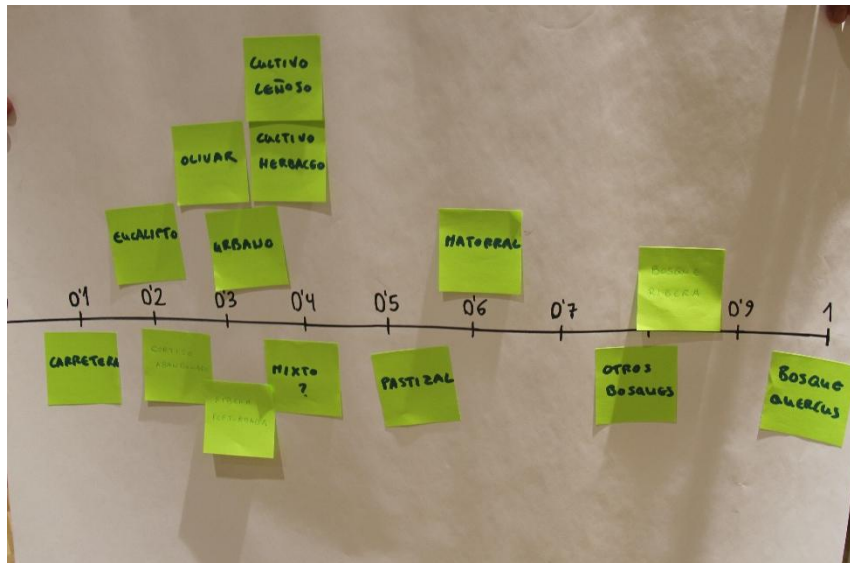


Figura 4 Reorganización de los valores de resistencia

Durante la discusión también surgieron numerosos elementos relacionados con la presencia y expansión de ailanto en distintos contextos del territorio, muchos de los cuales ayudan a interpretar los valores de resistencia propuestos en el modelo.

Cortijadas abandonadas y propagación histórica: se observa una presencia notable de ailanto en cortijadas abandonadas, aunque no parece originarse directamente de la construcción del cortijo. Los participantes señalaron que peones de carreteras solían regalar o plantar ailantos, lo que podría explicar focos iniciales. En estos entornos, el hecho de que el resto del terreno se labre con frecuencia podría limitar la expansión fuera del núcleo construido.

Papel de los contaminantes y metales pesados: se comentó que el ailanto toleraría concentraciones elevadas de metales pesados, lo que explicaría su abundancia en márgenes de carreteras donde se acumulan contaminantes. Se propuso explorar este efecto también en Andalucía occidental, donde podrían darse patrones similares.

Interpretación del caso del río Genil: el análisis del foco del Genil sugiere que un único árbol “padre” pudo originar la invasión actual, probablemente ubicado cerca de una cortijada. Las obras de adecuación del río en 2002 facilitaron la entrada de propágulos por el movimiento de tierras. También se destacó que las actuaciones de limpieza de cauces pueden favorecer la expansión debido a la perturbación del suelo y la consecuente eliminación de la vegetación autóctona preexistente.

Infraestructuras viarias: carreteras, taludes y terraplenes: los sistemas de drenaje transversal de las carreteras podrían actuar como acumuladores de semillas, favoreciendo su dispersión lineal. En concreto, su presencia en grandes infraestructuras como la A-92 confirma que no siempre es plantado y las propias condiciones del sustrato lo favorecen. Se discutieron diferencias funcionales entre talud y terraplén:

- El terraplén mantiene más humedad y suele contener materiales pobres y nitrófilos, condiciones en las que el ailanto prospera.

“Raíces y Rutas” II: Taller Participativo sobre gestión de ailanto. Acción 3.1

- El material de relleno utilizado en terraplenes, muy pobre en nutrientes, parece especialmente adecuado para el establecimiento de ailanto; frecuentemente solo algunos matorrales y el propio ailanto sobreviven.

Futuro de la invasión y riesgo para bosques naturales: aunque en el Mediterráneo aún no se observa una invasión clara de bosques naturales, existe preocupación por un posible salto futuro, similar a lo que ocurre en zonas de Europa más húmedas. Se considera que el ailanto acumula propágulos en zonas degradadas, lo que podría aumentar su presión sobre ecosistemas bien conservados en los próximos años.

Efectos de las actuaciones de gestión y mantenimiento: se percibe un consenso sobre que las actuaciones de limpieza en carreteras y ríos pueden favorecer la expansión de ailanto. Por un lado, la retirada de ailanto suele dejar residuos vegetales que rebrotan con facilidad. La perturbación del suelo estimula la germinación y el establecimiento de nuevas plántulas. Finalmente, la limpieza elimina o disminuye notablemente la competencia de especies autóctonas, favoreciendo la colonización y expansión de ailanto.

7.3 Escenarios de gestión

En la sesión dedicada a explorar posibles escenarios de gestión, ambos grupos coincidieron en la necesidad de definir estrategias comparables y realistas para limitar la expansión de ailanto, aunque abordaron el problema desde ángulos parcialmente distintos. El Grupo 1 focalizó su discusión en los aspectos institucionales y de coordinación administrativa, mientras que el Grupo 2 se centró más en el diseño espacial de las actuaciones y su intensidad.

El Grupo 1 insistió en que cualquier estrategia de gestión debe considerar las diferencias de titularidad y competencias entre carreteras, montes públicos y espacios fluviales, ya que estos solapamientos afectan a la eficacia de los tratamientos. Se discutió la necesidad de mejorar la coordinación entre Fomento y Medio Ambiente y de revisar los contratos de mantenimiento de carreteras, que actualmente no diferencian especies y dificultan la gestión específica de invasoras. También se propuso identificar zonas suficientemente aisladas donde evaluar escenarios comparables sin interferencias externas, así como incluir la máxima distancia de dispersión como criterio para establecer zonas de actuación independientes. Finalmente, se planteó la creación de una guía estatal o autonómica para el manejo de invasoras en infraestructuras viarias.

El Grupo 2, por su parte, se centró en cómo priorizar espacialmente las intervenciones. El debate se articuló en torno a si actuar primero sobre el frente de expansión para evitar nuevas colonizaciones o sobre el núcleo principal para cortar la fuente de propagación. Ante la falta de consenso, el grupo sugirió ensayar ambas estrategias de manera comparativa o simultánea, definiendo incluso un “frente potencial máximo” hasta donde podría dispersar la especie. En base a las experiencias y testimonios recopilados por el equipo durante el proyecto DesFutur, como zona de prueba se propone focalizar esfuerzos en el Barranco de Poqueira. La elevada presencia de ailanto, la sensibilidad institucional y comunitaria, así como la ubicación estratégica en zonas altas donde la expansión futura podría intensificarse, sitúan dicho enclave como una oportunidad de estudio clara.

En cuanto a la intensidad y periodicidad de las actuaciones, el Grupo 2 defendió centrarse en medidas de alta intensidad e incluso de erradicación (entendida esta como una combinación de medidas óptimas adecuadas al sitio, sin limitación a un tratamiento particular) y evitar intervenciones débiles como el simple corte, mientras que ambos grupos coincidieron en que

“Raíces y Rutas” II: Taller Participativo sobre gestión de ailanto. Acción 3.1

las actuaciones deberían ser constantes en el tiempo, idealmente anuales e incluso interanuales. Asimismo, se hizo especial hincapié en la necesidad de definir paralelamente actuaciones y malas prácticas a evitar en el manejo. Finalmente, el Grupo 2 subrayó la importancia de evaluar los costes asociados a cada escenario, especialmente si se desarrolla un proyecto piloto territorial.

En conjunto, los dos grupos generaron propuestas complementarias: uno orientado a garantizar la viabilidad institucional de los tratamientos y el otro centrado en definir estrategias espaciales y operativas para su puesta en práctica. En la Tabla 4 se resumen las estrategias planteadas por cada grupo. Según esas indicaciones de los gestores se plantean las siguientes acciones para simular en el modelo espacio-temporal de ailanto (Tabla 5).

Tabla 4: comparativa de escenario de gestión entre grupos

Aspecto	Grupo 1	Grupo 2
Enfoque principal	Coordinación institucional y planificación interadministrativa.	Diseño espacial de estrategias (núcleo vs. frente).
Prioridad de actuación	Zonas aisladas y resolución de solapamientos de competencias.	Frente de expansión, núcleo o ambas simultáneamente.
Propuestas de prueba	Evaluar escenarios diferenciados según titularidad;	Proyecto piloto en Pampaneira para comparar estrategias.
Tratamientos	Necesidad de ajustar contratos y criterios entre administraciones.	Actuaciones de erradicación directa; evitar cortes simples.
Temporalidad	Importancia de intervenir desde el diseño, no solo en fase reactiva.	Intervenciones anuales y constantes.
Otros elementos clave	Asesoramiento entre administraciones; Necesidad de una guía de manejo para carreteras.	Incluir evaluación de costes y esfuerzo por estrategia.

Tabla 5: escenarios de gestión a probar en Netlogo

Escenarios	Intensidad	Zona	Periodo
1	Alta, anual	Toda la carretera (solo 100 m, núcleo de la invasión)	2025-2035
2	Alta, anual	Toda la carretera y más allá (200 m, frente de expansión)	2025-2035
3	Alta, anual	Toda la carretera y más allá (400 m, frente de expansión ampliado)	2025-2035
4	Máxima, puntual	Barranco de Poqueira (zona clave de la invasión)	2030

7.4 Debate final: aplicaciones del modelo en herramientas de gestión

El debate final se orientó respecto a tres ejes clave sobre el modelo de predicción de expansión de ailanto:

¿Qué uso se le puede dar a la herramienta en la administración?

Los participantes consideraron la herramienta de predicción de expansión de ailanto útil para la planificación a nivel regional y provincial de las actuaciones de control de ailanto. También se consideró relevante para identificar estrategias que no se deban implementar por falta de eficacia. A nivel de especies, la herramienta podría ser adaptada a otras especies exóticas invasoras. También a nivel de gestión de carreteras se podría plantear la opción de trabajar con especies “problemáticas” que pueden originar problemas con la seguridad vial y que no siempre son exóticas. Se plantea también la posibilidad de adaptar estos modelos a especies amenazadas, pero se debate su relevancia ya que en estos casos lo limitante es la expansión espacio-temporal.

¿Qué limitaciones ven para su uso real? ¿Posibles mejoras?

Uno de los aspectos relevantes destacados, es la complejidad del modelo que puede evitar su aplicación práctica por los gestores. Como aspectos a mejorar en la herramienta se comentó la posibilidad de añadir **costes de actuación** que permitan optimizar las estrategias tanto por efectividad como por coste y presupuesto. Los costes económicos se pueden implementar fácilmente mediante tablas generalizadas. Por otro lado, también se comentó la posibilidad de incluir en la herramienta **varias actuaciones de control en el mismo año**. En este sentido, el modelo sólo considera pasos de tiempo anuales y habría que considerar el aumento de la complejidad.

Finalmente se indicaron varias opciones de mejora espacial. Por un lado, la opción de que el modelo pudiera modelizar la expansión fuera de carreteras de ailanto, generar una herramienta predictiva de presencia de ailanto con teledetección (que a su vez alimente el modelo) e incluir la delimitación de montes públicos y privados para delimitar los límites de actuación de las administraciones.

8. Conclusiones y Futuros Pasos

El taller Raíces y Rutas II confirmó que la expansión de ailanto en el sudeste ibérico responde a una compleja interacción de factores ecológicos y antrópicos, siendo los márgenes de infraestructuras viarias focos prioritarios de control donde la especie se ve favorecida por perturbaciones del suelo y acumulación de propagación histórica. La validación del modelo ha demostrado la viabilidad de herramientas de simulación basadas en agentes para anticipar dinámicas de invasión y diseñar estrategias territoriales adaptativas. Sin embargo, el refinamiento de componentes clave —resistencia biótica del hábitat, múltiples modos de dispersión, mejorar la representación de la estocasticidad ambiental en el proceso dispersivo, y la representación de diferentes tratamientos de gestión— resulta esencial para mejorar el ajuste y la confianza de los gestores en sus resultados. La colaboración entre investigadores, administraciones y técnicos ha permitido contextualizar el modelo en la realidad operativa del territorio, evidenciando que el éxito de futuras intervenciones dependerá tanto de la disponibilidad de herramientas científicas rigurosas como de la coordinación institucional y la asignación de recursos sostenibles a largo plazo.

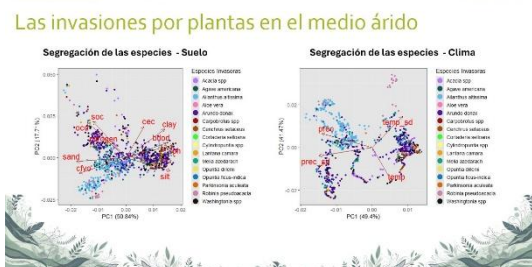
Los próximos pasos deberán orientarse hacia la materialización de los escenarios de gestión propuestos —especialmente el proyecto piloto en el Barranco de Poqueira— mediante ensayos

“Raíces y Rutas” II: Taller Participativo sobre gestión de ailanto. Acción 3.1

comparativos que evalúen la efectividad, viabilidad administrativa y costes económicos de distintas estrategias de erradicación y que involucren a los gestores de distintos ámbitos (medio natural, carreteras y cuencas). Paralelamente, es recomendable avanzar en la integración de la herramienta dentro de sistemas de información geográfica y plataformas de decisión existentes en las administraciones, facilitando su adopción operativa y su extensión a otras especies invasoras y contextos de gestión territorial. Finalmente, la consolidación de espacios de diálogo periódico entre actores científicos y gestores, como el representado por este taller, será fundamental para garantizar que la investigación responda a las prioridades reales del territorio y que los hallazgos se traduzcan en acciones concretas de manejo que contribuyan a la mitigación de la desertificación y la degradación de tierras en la región.

Anexo II: Diapositivas presentadas en el taller

ESTADO DE PLANTAS EXÓTICAS INVASORAS EN EL SUDESTE PENINSULAR



MANEJO Y SITUACIÓN EN GRANADA DE AILANTO



Gestión en Cuenca



Gestión en Carreteras

- Mecánicos:**
 - Desbroce:** contratos externos para mantener la seguridad en carreteras, pero la frecuencia y eficacia varían.
 - Poda y eliminación de árboles:** cuando el ailanto alcanza cierto tamaño, limitaciones de recursos y personal.
- Químico:** uso de glifosato mediante vehículos equipados. Su uso es limitado en áreas protegidas y poca eficacia
- Priorización de zonas:** en áreas críticas como curvas, zonas de adelantamiento

Gestión en Cuenca

- Mecánicos:** desbroces y podas, además de extracción manual de plántulas jóvenes. Poco efectivo y costoso
- Químico:** glifosato utilizado en algunas áreas (aspersión e inyección en tronco), aunque eficacia limitada y preocupación por su impacto ambiental.
- Restauración:** Se han intentado acciones de restauración, pero la eficacia es baja debido al lento crecimiento de los árboles y la poca efectividad de la siembra.

Gestión en Carreteras

- Mecánicos:**
 - Desbroce:** contratos externos para mantener la seguridad en carreteras, pero la frecuencia y eficacia varían.
 - Poda y eliminación de árboles:** cuando el ailanto alcanza cierto tamaño, limitaciones de recursos y personal.
- Químico:** uso de glifosato mediante vehículos equipados. Su uso es limitado en áreas protegidas y poca eficacia
- Priorización de zonas:** en áreas críticas como curvas, zonas de adelantamiento

Gestión recomendada

- Control mecánico:** corte y desbroce. Por sí solo poco efectivo y contraproducente ya que genera crecimiento clonal
- Control Químico:** uso de herbicidas combinados como picloram (24%) y triclopyr (48%) (Burch y Zedaker, 2003); inyección glifosato en tocones recién cortados (Meloche y Murphy, 2006). **Glifosato** a largo plazo y árboles grandes no es efectivo (Lewis 2007)
 - Aplicaciones foliares para ejemplares jóvenes pequeños o plántulas.
 - Aplicación basal en el diámetro del tocón en individuos jóvenes de poco porte.
 - En adultos inyección de herbicida inmediatamente tras el talado del árbol, o bien pincelando el tocón. A veces se utiliza con aceite vegetal
 - También en adultos, anillado del tocón y aplicación basal del herbicida.

Gestión recomendada

Protocolo Extremadura DOE 87 2021

	Triclopyr	Glifosato	Herbicida
Entorno agropastoril	SI	SI	SI
Entorno natural	SI	SI	SI
Entorno urbano	SI	SI	SI
Entorno industrial	SI	SI	SI
Entorno público	SI	SI	SI
Entorno privado	SI	SI	SI
Entorno urbano	SI	SI	SI
Red de carreteras	SI	SI	SI

SI: Utilización en esta restricción que los genera. SI: Utilización preferente frente a otras alternativas. SI: Consultar restricciones en función de competencia administrativa y localización.

Gestión recomendada

Edad funcional	Principio activo	Tipo de aplicación	Fecha de aplicación
Adultos, $\phi > 10$ cm	Triclopyr (24%)	Tala y aplicación de herbicida puro al tocón, con pulverizado y posterior aplicación de aceite vegetal	1º: febrero-marzo 2º: junio-septiembre si necesario
Adultos, $3 < \phi < 10$ cm	Triclopyr (24%)	Anillado en los primeros 30 cm, pulverización alrededor del perímetro con herbicida puro en el tronco y posterior aplicación de aceite vegetal	1º: febrero-marzo 2º: junio-septiembre si necesario
Plántulas e individuos jóvenes $\phi < 2-3$ cm	-	Extraer manualmente con la totalidad del sistema radical	enero-mayo

Protocolo Extremadura DOE 87 2021

Gestión recomendada a largo plazo

Revegetación: aumentar la resistencia del hábitat para evitar invasiones secundarias o germinación del banco de semillas

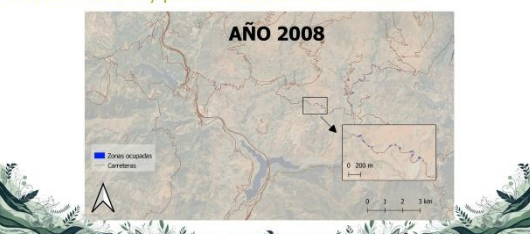
Control biológico:

- Verticillium nonalfalfae*: no concluyentes y limitados en condiciones cálidas (Shively 2025)
- Hongos saprófitos: solo en árboles debilitados y para aumentar descomposición

Situación actual y pasada de Ailanto en Granada



Situación actual y pasada de Ailanto en Granada



Modelos DesFutur



Modelos DesFutur

Modelos de distribución y **Modelos de Agente** → incorporación aportes y preocupaciones actores locales



3. Reproducción

- Probabilidad base: **Fijada en 0.8** (según viabilidad de semillas en Kowarik & Säumel 2007).
- Puertas de control:**
 - Esterilidad post-manejo + Recuperación post-corte (Proc. Manejo)
 - Madurez: edad ≥ 3 años. → **Calibración**
 - Tamaño mínimo para reproducción: superficie $\geq 9 \text{ m}^2$. → **Calibración**

Barz and Chao-Monaghan (1998) studied seed production in populations from southern France. Both species are considered to be self-incompatible. The number of produced seeds increased exponentially with the height of the tree. For example, four produced approximately 500 fruit clusters with a total of 12,000 seeds. The percentage of viable seeds varied from 20% to 90%, and was lowest in small fruit clusters. For each flower and fruit, such as a 4-6 m high shoot that produced four clusters with

4. Dispersión

Landenberger et al. (2007)

- Ailanto puede dispersarse fácilmente más allá de los 100 m incluso en bosques cerrados, con eventos de más de 250 m. (= Kowarik & Säumel)
- La estructura del entorno (bosque vs. campo) modula, pero no limita completamente su capacidad de dispersión.
- Las condiciones locales (turbulencia por topografía, altura media) pueden favorecer dispersión inusualmente alta. (= Kowarik & Säumel)

4. Dispersión

Landenberger et al. (2007)

- **Kernel exponencial:** Probabilidad $\downarrow$ con la **distancia** → Reproduce decaimiento rápido y saltos ocasionales.
- $K(d) = a \cdot e^{-\lambda d}$ → radio **250 m** → **Calibración**
- Solo los rodales que superan la puerta reproductiva intentan dispersar cada año
- Efecto de la edad: $52 \text{ a. } 0.2 \mid 3-5 \text{ a. } 0.6 \mid 6-15 \text{ a. } 1.0 \mid >15 \text{ a. } 0.5$ → **dispersión máxima en edad media.**
- $P_{\text{disp}}(p) = K(d) \cdot f(\text{age})$
- **Simula dispersión efectiva de sémbras a lo largo de carreteras y viento; jóvenes y adultos >15 años aportan menos propágulos.**

5. Germinación y establecimiento

Un parche candidato se selecciona al azar; germina si **idoneidad $\times$ (1 - resistencia) > umbral**. → **Calibración**

Ejemplo de uso – sin tratamiento

DINÁMICA DE EXPANSIÓN DE ALANTHUS ALTISSIMA ANTE DIFERENTES ESCENARIOS DE GESTIÓN

Ejemplo de uso – con tratamiento

DINÁMICA DE EXPANSIÓN DE ALANTHUS ALTISSIMA ANTE DIFERENTES ESCENARIOS DE GESTIÓN

Resultados del modelo

Modelo de expansión simulado en NetLogo

- La especie de estudio inicia su expansión desde diversos núcleos dispuestos a lo largo de la carretera A-348, vertiente meridional de Sierra Nevada (aprox. de Bujón a Guájar-Farraguit)
- La simulación por defecto corre del año 2008 al año 2023
- Dicha simulación se contrasta con datos reales de la expansión para aquel período

Año 2008-2023

+ 212956 m²
+ 733 rodales

Año 2035

411207 m²
1369 rodales

Año 2045

677828 m²
2218 rodales

Escenarios ecológicos simulados

Dispersión de las semillas y su posterior establecimiento

- La dispersión de las semillas y su posterior establecimiento son procesos ecológicos que determinan tanto el mantenimiento como la expansión de las poblaciones vegetales
- En el caso de las plantas invasoras, estos procesos inciden de forma crítica en su capacidad para alcanzar y colonizar nuevas áreas, así como para consolidarse en ellas

Escenarios ecológicos simulados

1- Capacidad de dispersión 2- Capacidad de establecimiento

Escenarios ecológicos simulados

Dispersión de las semillas y su posterior establecimiento

Capacidad de dispersión

Mínima (25 m)
Baja (125 m)
Estándar (250 m)
Alta (500 m)

Capacidad de establecimiento

Control (sin límite, resistencia = 0.0)
Facilitada (resistencia 0.0 - 0.8)
Estándar (resistencia 0.0 - 1.0)
Limitada (resistencia 0.6 - 1.0)



Año 2023

211222 m²
715 rodales



Capacidad de dispersión mínima
-1956 m² -19 rodales respecto al escenario estándar

Año 2023

78922 m²
374 rodales



Capacidad de establecimiento limitada
-190037 m² -189 rodales respecto al escenario estándar

Año 2045

544030 m²
1782 rodales



Capacidad de dispersión mínima
-180798 m² -436 rodales respecto al escenario estándar

Año 2045

115315 m²
516 rodales



Capacidad de establecimiento limitada
-582413 m² -2702 rodales respecto al escenario estándar

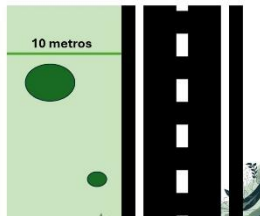
Validación

Datos de campo en 10 metros a banda y banda de la carretera



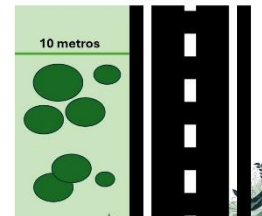
Validación

Datos de campo en 10 metros a banda y banda de la carretera
Período 2008 - 2023



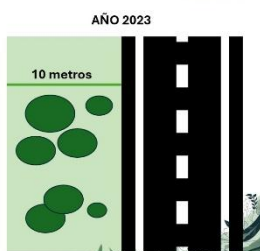
Validación

Datos de campo en 10 metros a banda y banda de la carretera
Período 2008 - 2023



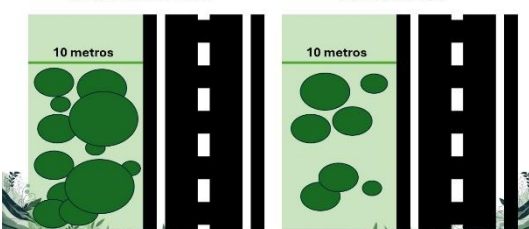
Validación

Datos de campo en 10 metros a banda y banda de la carretera
Período 2008 - 2023
Comparamos con la expansión simulada en ese periodo temporal



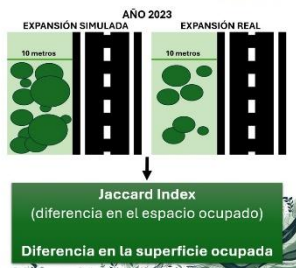
EXPANSIÓN SIMULADA

EXPANSIÓN REAL



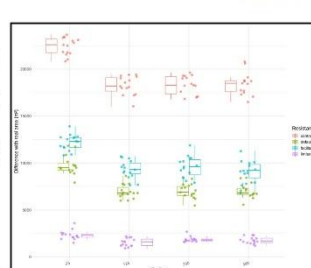
Validación

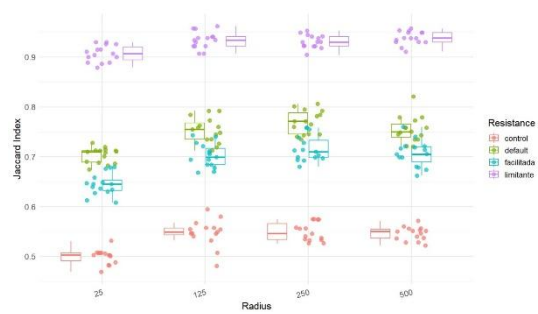
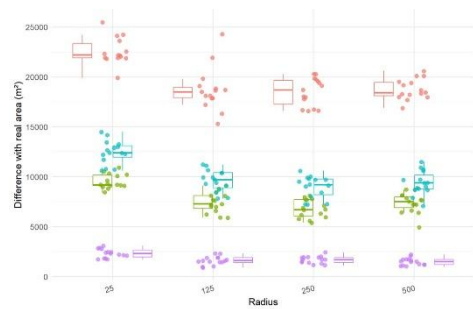
Datos de campo en 10 metros a banda y banda de la carretera
Período 2008 - 2023
Comparamos con la expansión simulada en ese periodo temporal
Dos comparaciones:



Validación

El mejor escenario es el que aplica la capacidad de establecimiento limitada
La capacidad de dispersión tiene un impacto menor en lo que respecta a la evaluación del modelo
Aun así, el peor escenario fue el que aplicó una capacidad de dispersión mínima (25 metros)





SESIÓN ESTRATEGIAS DE GESTIÓN

Posibles estrategias de gestión

Los recursos y esfuerzos destinados gestionar una invasión biológica son finitos

Esto implica que hace falta diseñar estrategias de gestión para priorizar dónde, cómo y cuándo actuar

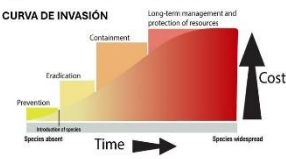
Estrategia de **gestión óptima**: aquella que permite maximizar el éxito de la gestión (= minimizar la invasión biológica) y minimizar su coste



¿Qué estrategia de gestión es mejor? **Depende** del contexto

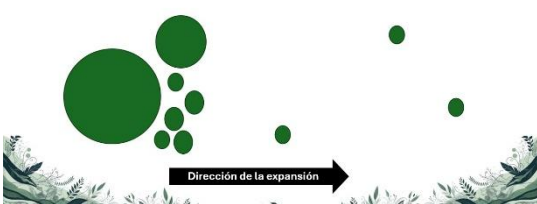
El tiempo juega en nuestra contra

CURVA DE INVASIÓN



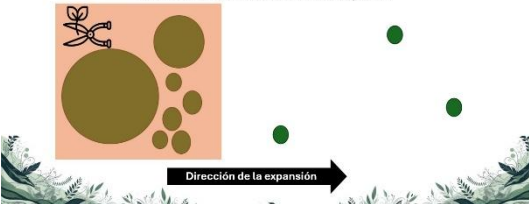
¿Qué estrategia de gestión es mejor? **Depende** del contexto

Posibles estrategias de gestión



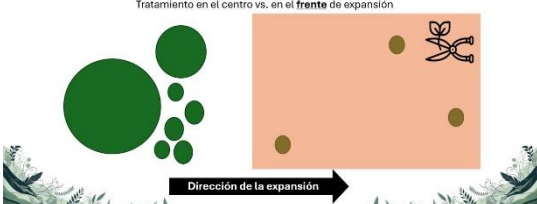
Posibles estrategias de gestión

Tratamiento en el **centro** vs. en el **frente** de expansión



Posibles estrategias de gestión

Tratamiento en el **centro** vs. en el **frente** de expansión



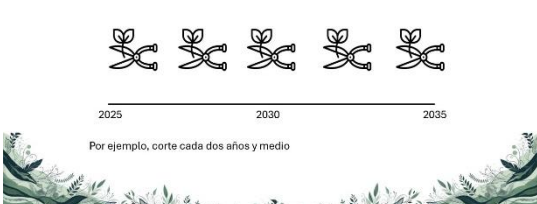
Posibles estrategias de gestión

Tratamiento **puntual pero más intenso** vs. constante pero menos intenso



Posibles estrategias de gestión

Tratamiento **puntual pero más intenso** vs. **constante pero menos intenso**



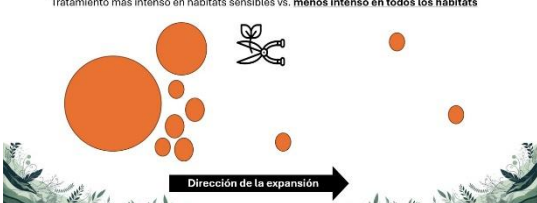
Posibles estrategias de gestión

Tratamiento **más intenso en hábitats sensibles** vs. menos intenso en todos los hábitats



Posibles estrategias de gestión

Tratamiento **más intenso en hábitats sensibles** vs. **menos intenso en todos los hábitats**



Opciones de gestión en el modelo actual

Intensidad de gestión

- Corte
- Intensidad mínima
- Corte + revegetación
- Intensidad media
- Erradicación
- Intensidad máxima

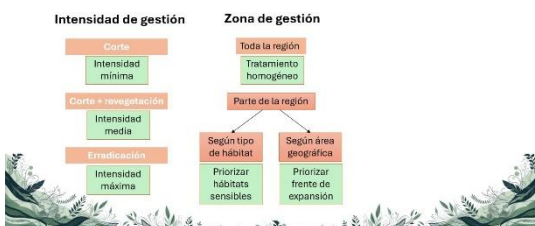
Limita superficie y capacidad dispersiva

+ Limita capacidad de establecimiento

Erradica completamente a la especie en el área tratada

Extracción rizoma intensiva / Tratamiento mecánico y químico óptimo

Opciones de gestión en el modelo actual



Opciones de gestión en el modelo actual

