



ORDEN de 29 de abril de 2021 por la que se aprueba el protocolo para el control y/o erradicación de Acacia dealbata (Mimosa) y Ailanthus altissima (Ailanto) en Extremadura. (2021050067)

Las especies exóticas invasoras constituyen una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo, circunstancia que se agrava en hábitats y ecosistemas especialmente vulnerables, como son las islas y las aguas continentales. La introducción de estas especies invasoras también puede ocasionar graves perjuicios a la economía, especialmente a la producción agrícola, ganadera y forestal, e incluso a la salud pública.

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, señala dentro del artículo 61.5, la necesidad de la redacción de Estrategias para abordar el problema de la colonización de especies exóticas invasoras.

La Acacia dealbata (Mimosa) es una de las 100 especies vegetales exóticas con mayor capacidad invasora desplazando a todas las especies vegetales presentes por procesos alelopáticos. El Ailanthus altissima (Ailanto) es una especie vegetal exótica que ejerce un gran impacto sobre las comunidades vegetales donde se asienta gracias a su alta capacidad reproductiva y dispersiva. En España se han convertido en unas de las especies invasoras que está generando mayores problemas de gestión por su alta distribución, formando bosquetes donde se ha establecido.

El Real Decreto 630/2013, que define El Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, en el cual se incluyen Acacia dealbata y Ailanthus altissima. En su artículo 10 se expone que las administraciones competentes adoptarán, en su caso, las medidas de gestión, control y posible erradicación de aquellas especies incluidas en el catálogo.

El Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, en su artículo 15 punto 1 establece que el Ministerio para la Transición Ecológica y las comunidades autónomas elaborarán estrategias de gestión, control y posible erradicación de especies exóticas invasoras incluidas en el catálogo, de conformidad con lo establecido en el artículo 61.5 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre. Igualmente establece en su punto 3 que en la elaboración de las estrategias se dará prioridad a aquellas especies que supongan un mayor riesgo para la conservación de la fauna, flora o hábitats autóctonos amenazados.

DISPONGO:

Artículo único. Aprobación del Protocolo para el control y/o erradicación de Acacia dealbata (Mimosa) y Ailanthus altissima (Ailanto) en Extremadura.

Se aprueba el Protocolo para el control y/o erradicación de Acacia dealbata (Mimosa) y Ailanthus altissima (Ailanto) en Extremadura, que se recoge en el anexo de la presente orden.

**Disposición final única. Entrada en vigor.**

La presente orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de Extremadura.

Mérida, 29 de abril de 2021.

La Consejera para la Transición
Ecológica y Sostenibilidad,

OLGA GARCÍA GARCÍA

**ANEXO I****PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y/O ERRADICACIÓN DE MIMOSA (Acacia dealbata)
Y AILANTO (Ailanthus altissima) EN EXTREMADURA.**

1. INTRODUCCIÓN.
2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE
3. IMPACTO EN EL MEDIO NATURAL Y ANÁLISIS DE RIESGOS
4. ESTATUS DE LAS ESPECIES.
5. CONTROL DE LAS ESPECIES.
 - 5.1. En España.
 - 5.2. En otros países.
6. OBJETIVOS DEL PROTOCOLO.
7. DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN.
8. PLAN DE ACTUACIÓN.
 - 8.1. Red de vigilancia.
 - 8.2. Control de la población.
 - 8.3. Eliminación de ejemplares.
 - 8.4. Retirada y eliminación de restos.
 - 8.5. Esfuerzo necesario para el control/erradicación.
 - 8.6. Seguimiento de las actuaciones de control realizadas.
 - 8.7. Programa de sensibilización y educación ambiental.
9. DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE ACTUACIÓN
 - 9.1. Distribución de la especie en Extremadura y zonas de actuación.
 - 9.2. Selección y priorización de zonas concretas para la erradicación.
 - 9.3. Metodología de trabajo.
 - 9.4. Seguimiento para actualizar el área de distribución.
10. COLABORACIÓN CON OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y ORGANISMOS DE CUENCA.
11. ÁMBITO DE APLICACIÓN, VIGENCIA Y REVISIÓN
12. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS COSTES
13. REFERENCIAS.
14. ANEXOS.



1. INTRODUCCIÓN.

Después del deterioro y de la pérdida de hábitat, las especies exóticas invasoras han sido señaladas como la segunda causa de extinción de especies a nivel mundial, afectando en particular a la diversidad biológica de islas y de ecosistemas aislados. El extraordinario aumento en el movimiento de especies silvestres asociada a la globalización económica, ha producido una aceleración de la tasa de introducción de nuevas especies exóticas de todo el mundo, con sus consecuencias perjudiciales sobre la diversidad biológica nativa (Simberloff 2001, Genovesi & Shine 2004).

La erradicación y control de las especies exóticas es una opción clave de la gestión de la naturaleza para mitigar los impactos causados por especies invasoras. Muchas de las especies exóticas invasoras que han sido eliminadas en algunas zonas del mundo, lo han sido con el objetivo de evitar los impactos negativos sobre la biodiversidad.

Sin embargo, la erradicación de una especie invasora suele conllevar un elevado coste y una alta probabilidad de fracaso (Bomford & O'Brien 1995, Bertolino & Genovesi 2003).

Si bien es cierto que las invasiones biológicas constituyen un fenómeno natural, a lo largo de la historia el hombre ha actuado acelerando el proceso a un ritmo exponencial (Mooney y Hobbs, 2000). En algunos casos, el transporte de especies se produce de forma involuntaria pero, en otras ocasiones, el trasiego de un lugar a otro se produce intencionadamente, generalmente con un objetivo económico. Esto ha supuesto, por ejemplo, con algunas especies agrícolas y ganaderas, importantes daños económicos y ecológicos, tanto directos como indirectos.

No todas las especies exóticas introducidas suponen una invasión. De manera generalizada se puede definir especie exótica invasora como aquel taxón alóctono, de origen remoto, tras cuya introducción se establece en un nuevo ecosistema natural o seminatural, adaptándose y propagándose en él, provocando cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema receptor y causando daños ecológicos y socioeconómicos (Mooney y Hobbs, 2000; Sánchez et al., 2011).

Sus efectos llegan a ser tan importantes que actualmente se considera la tercera consecuencia de pérdida de biodiversidad en el mundo, solamente por detrás de la destrucción de hábitats y la fragmentación del paisaje (Williamson, 1996). De manera concreta, en Extremadura, tras la destrucción del hábitat, la introducción de especies exóticas invasoras constituye la mayor amenaza para la flora y fauna autóctonas (Pérez Bote et al., 2010).

En el caso de las plantas, la erradicación es un tema complicado, ya que son difíciles de controlar, además de la elevada tasa de dispersión y colonización. En el caso del Ailanto (Ai-



lanthus altissima) se han realizado pruebas de erradicación con distintos métodos y solo en aquellos que se combinan (mecánicos y químicos) han dado resultados con el condicionante de la constancia.

La elaboración del presente protocolo es un producto de la continuación del desarrollo del proyecto LIFE+INVASEP, donde y tras la realización del manual técnico para la gestión de Acacia dealbata (Link) y Ailanthus altissima (Mill.) Swingle (Acción A.1 "Inventario y cartografiado de las especies invasoras Acacia dealbata y Ailanthus altissima en la cuenca del río Tajo y elaboración de medidas de prevención y erradicación"), se presenta este Protocolo para la gestión, control y erradicación de la especie.

El proyecto LIFE+INVASEP se ejecutó para, detener la pérdida de biodiversidad causada por las especies exóticas invasoras en la Península Ibérica (concretamente en la Comunidad Autónoma de Extremadura y en la región portuguesa del Alentejo), contribuyendo al objetivo de la comunicación de la Comisión Europea, COM (20069 216 Final) "Detener la pérdida de biodiversidad para 2010 y más allá".

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES.

A/ Acacia dealbata.

Las Acacias originarias mayoritariamente de Australia, son árboles o arbustos espinosos, de uso principalmente ornamental, que fueron introducidos en la Península Ibérica durante la segunda mitad del siglo XIX (Marchante y Marchante, 2008).

Fue introducida en Europa hacia el año 1740, aunque en la Península Ibérica su introducción fue posterior, para su uso como planta ornamental, por su vistosidad durante la floración, como planta fijadora de taludes en vías de comunicación (ferrocarriles, carreteras, etc.) y en menor medida para su explotación forestal mediante la extracción de taninos, maderas y aprovechamiento de varas para cestería (Sanz Elorza et al., 2004; Marchante y Marchante, 2008).

La mimosa, es un árbol de hoja perenne, de 15 a 30 m de altura y de copa redondeada a cónica. Tronco liso, de coloración pardo-grisácea que puede agrietarse en la base. Hojas compuestas, de color verde-glaucos, de 6-10 cm de longitud, bipinnadas, con 10 – 26 pares de pinnas, lineales y redondeadas en el ápice. Pubescentes, especialmente blanquecinas cuando son jóvenes (su nombre científico, se debe a la capa blanquecina de pruina). La inserción de cada par de pinnas en el peciolo presenta una glándula prominente. Presenta floración entre enero y marzo, siendo una inflorescencia en racimo que agrupa flores globosas, pedunculadas amarillas y vistosas. La estructura abierta de su inflorescencia permite el acceso a una amplia variedad de visitantes, entre los que se encuentran abejas, moscas, escarabajos, mariposas,



aves, hormigas y avispas, que son atraídos por las distintas recompensas que ofrecen, en forma de polen, néctar y esencias (Stone et al., 2003). Su fructificación se produce entre marzo y junio, dando fruto tipo legumbre, dehiscente, comprimida de 4 – 8 cm de longitud, de color verde a pardo rojizo. Semillas de color pardo, elipsoidales y comprimidas, con arilo presente (Paiva, 1999; López, 2002).

Es un árbol de crecimiento rápido con una longevidad media que alcanza los 50 años (Richardson et al., 2011). Presenta una serie de características biológicas que la han convertido en una de las especies más invasoras en Europa. Entre ellas destaca una gran capacidad de dispersión, tanto de su polen como de sus semillas (Lorenzo et al., 2010).

Este carácter generalista le confiere una gran ventaja a la hora de colonizar nuevos hábitats, a lo que también contribuyen las adaptaciones que presentan sus semillas, que produce desde los 4-5 años de edad. La presencia de elaiosomas, apéndices que contienen sustancias nutritivas, favorece su dispersión por parte de las hormigas (mirmecocoria), con mayor intensidad en los bordes de los rodales (Montesinos et al., 2012). Por otra parte, las cubiertas duras que las protegen, así como la dormancia que presentan, favorecen la formación de bancos de semillas persistentes. La germinación, en general, requiere de una estimulación que se ve favorecida especialmente por el fuego, aunque la actividad de microorganismos e insectos juega también un papel significativo que le ayuda a alcanzar tasas de germinación de hasta el 74% (Doran y Turnbull, 1997; Lorenzo y Rodríguez-Echeverría, 2015). Se estima que los bancos de semillas pueden permanecer activos durante cerca de 50 años, un factor muy a tener en cuenta a la hora de diseñar medidas de control (Montesinos et al., 2012).

Al igual que otras leguminosas, *Acacia dealbata* es una planta fijadora de nitrógeno y presenta una gran plasticidad frente a los cambios ambientales, de modo que es capaz de modificar los ciclos biogeoquímicos (Marchante et al., 2009) y, por lo tanto, puede transformar las comunidades microbianas edáficas al incrementar los contenidos de nitrógeno, materia orgánica y fósforo en el suelo, lo que deriva en la desaparición de las comunidades vegetales nativas (Lorenzo et al., 2010; González-Muñoz et al., 2012; Lorenzo y Rodríguez-Echeverría, 2015). En general, las acacias crecen mejor en el suelo ya invadido, por lo que se puede deducir que se establecen ciclos de retroalimentación positivos entre la planta y el suelo que contribuyen a la invasión (Lorenzo y Rodríguez Echeverría, 2015). Los cambios producidos en el suelo pueden perdurar incluso varios años después de que se haya eliminado la especie invasora, pudiendo facilitar la re-invasión por acacias, promover el establecimiento de otras especies exóticas y dificultar la recolonización por las especies nativas previas a la invasión (Marchante et al. 2009).

Otro importante atributo biológico que presentan las mimosas es su fuerte capacidad de rebrote mediante rizomas o brotes tras sufrir cortas o daños como incendios o heladas intensas (Sheppard et al., 2006), lo que le confiere aún un mayor poder de colonización de nuevos ambientes (Lorenzo et al., 2010).



Además, *Acacia dealbata* genera numerosas sustancias alelopáticas que interfieren en la germinación y el crecimiento de las especies del sotobosque. El efecto más intenso se produce durante la floración, periodo que coincide con la germinación de la mayoría de las especies autóctonas (Carballeira y Reigosa, 1999; Lorenzo et al., 2012).

Acacia dealbata es poco exigente en cuanto a las propiedades nutritivas del suelo, aunque prefiere suelos ácidos (Doran y Turnbull, 1997; López, 2002). Puede crecer en un rango altitudinal amplio, desde el nivel del mar hasta los 1000 m snm. Se adapta relativamente bien a la sequía, aunque es una especie intolerante a bajas temperaturas o vientos intensos (Lorenzo et al., 2010).

Al igual que otras especies invasoras, se trata de una especie heliófila, es decir, necesita luz directa para crecer. Todas estas características, unidas a la ausencia de enemigos naturales en su área de naturalización (Marchante et al., 2017), favorecen que *Acacia dealbata* sea un árbol colonizador de lugares alterados, especialmente tras perturbaciones tales como incendios o aclara dos.

Debido a su introducción como especie ornamental y con el fin de fijar taludes frente a la erosión (Sanz Elorza et al., 2004) suele encontrarse cultivada en parques, áreas urbanas y bordes de vías de comunicación, aunque gracias a las características citadas puede localizarse en numerosos hábitats, especialmente si han sufrido algún tipo de perturbación (López, 2002). Es considerada como una de las especies exóticas invasoras más dañinas a nivel mundial, junto a otras especies del género *Acacia*, que son definidas como auténticas transformadoras de ecosistemas (Richardson y Rejmánek, 2011). Su extendido uso como planta ornamental le ha permitido invadir espacios por toda la geografía peninsular, afectando a espacios naturales de alto valor ecológico (Fagúndez y Barrada, 2007).

B/ *Ailanthus altissima*.

Es un árbol caducifolio dioico (raramente se encuentra individuos bisexuales) originario de China y el norte de Vietnam.

Se trata de un árbol de crecimiento rápido y una longevidad media de 40-50 años, llegando hasta los 150 años en árboles cultivados. La tasa de crecimiento a lo largo de la edad del árbol es mayor en individuos de 5 a 10 años, que pueden crecer 1-2 metros anuales, continuando hasta una edad de 10 a 20 años, a partir de la cual esa tasa de crecimiento disminuye a menos de 8 cm anuales (20 – 25 m). Estas tasas pueden variar en función del hábitat donde se encuentren, según sean suelos urbanos o hábitats naturales (Hu, 1979; Kowarik y Säumel, 2007; Fryer, 2010; Mapama, 2013).

Presenta flores pequeñas, actinomorfas, pentámeras, verdosas, unisexuales, reunidas en una inflorescencia tipo panícula de 10-25 cm. La inflorescencia masculina son densas y muy olorosas.

sas, mientras que las femeninas son laxas. Flores con 5 o 6 sépalos verdosos avodo triangulares y 5 o 6 pétalos verdoso amarillento. Fruto en sámara agrupados en racimos, pedunculados y resistentes. Con semilla central y un ala papirácea y sunuosa, con tcoloración rojiza a pajizo. Los árboles suelen comenzar a florecer (de mayo a julio) y producir semillas (periodo de fructificación va de septiembre a noviembre) a los 3-5 años de edad. La mayor tasa de producción se da entre los 12 y los 20 años, llegando hasta 350.000 semillas por árbol y año. La fecundación es entomófila y las semillas son dispersadas por anemocoria, aunque recientemente también se ha estudiado su dispersión por aves y por vía acuática en ambientes riparios, tanto en el caso de semillas como de fragmentos de la planta (sanz-elorza et al., 2004; kowarik y säumel, 2007; fryer, 2010; nwcB, 2011). Las semillas tienen también la capacidad de permanecer en el árbol madre durante largo tiempo y dispersarse en la primavera siguiente.

La mayoría de las semillas son viables a las pocas semanas, pero necesitan estratificación en frío para germinar. se pueden formar bancos de semillas de vida corta, pudiendo permanecer viables en el suelo durante al menos un año (hildebrand, 2006 in kowarik y säumel, 2007).

La germinación y la supervivencia temprana de *Ailanthus altissima* está relacionada con factores externos, tales como las condiciones climáticas (pulsos de lluvia), el tipo de hábitat y el porcentaje de suelo desnudo, aunque podría disminuir por ausencia de luz y la competencia en bosques cerrados (Kowarik y Sämuel, 2007; Costán-nava y Bonet, 2013), inhibiendo su propia regeneración. Estudios recientes, demuestran la capacidad adaptativa al hábitat y el óptimo ambiental varia dependiendo de la fuente de semillas y, por lo tanto, de factores genéticos o de adaptación local (Costán-Nava, 2013; Wickert et al., 20178).

El *Ailanthus altissima* se caracteriza como especie invasora por su alta capacidad regenerativa por vías asexual a través del crecimiento clonal, generando brotes en tocones, cepas o raíces, que pueden emitirse incluso a cierta distancia del pie madre (hasta 120 m). Se han contabilizado hasta una media de 32 brotes en un mismo individuo (Davies, 1937; Fryer, 2010).

Su capacidad regenerativa es tan alta que incluso si sobre la población se producen perturbaciones tales como heladas, incendios o cortes, la tasa de brotes prolíficos aumenta. Pequeños fragmentos de raíz de tamaño variable son capaces de producir brotes y raíces adventicias, incluso fragmentos de un centímetro de longitud pueden robrotar (Kowrik y Sämuel, 2007; Fryer, 2010; NWCB, 2011; MAPAMA, 2013; Cabra-Rivas et al., 2015).

Otra característica destacable como especie invasora es su capacidad de adaptación a condiciones ambientales adversas como las altas temperaturas, las condiciones de desecación y de contaminación, especialmente la contaminación atmosférica (Sanz-Rivas et al., 2015). Además puede tolerar un amplio rango de granulosidad, humedad, pH y concentración de nitrógeno en el suelo (Fagúndez y Barrada, 2007).

Adicionalmente, las hojas, la corteza y otros órganos segregan sustancias alelopáticas que se aseguran la supervivencia dentro del área invadida, evitando la herbivoría y la depredación de semillas (Gómez-Aparicio y Canham, 2008; Pisula y Meiners, 2010). Debido a estos efectos alelopáticos y a su rápido crecimiento, el *Ailanthus altissima* desplaza a la vegetación natural preexistente y dificulta su regeneración natural (MAPAMA, 2013).

3. IMPACTO EN EL MEDIO NATURAL Y ANÁLISIS DE RIESGOS.

A/ Acacia dealbata.

Entre las amenazas o impactos provocados por esta especie invasora, diversos autores (Carballeira y Reigosa, 1999; Sanz-Elorza et al., 2004; Vila et al., 2008; Lorenzo et al., 2010; 2012; Le Maitre et al., 2011; González-Muñoz et al., 2012; MAGRAMA, 2013; Lorenzo y Rodríguez-Echevarría, 2015), destacan los siguientes, que además se producen de manera sinérgica:

Impactos en el entorno natural:

- Impide la regeneración de la vegetación nativa debido principalmente a su facilidad para germinar y rebrotar después de los incendios y a su rápido crecimiento, generando comunidades monoespecíficas.
- Alteración de los suelos y de las comunidades microbiológicas edáficas por fijación de nitrógeno.
- Modificación de la concentración de nutrientes y de los ciclos biogeoquímicos, especialmente los del nitrógeno y del carbono.
- Disminución de la disponibilidad hídrica en los ecosistemas y el suelo por la fuerte demanda hídrica de las comunidades monoespecíficas que forman.
- Disminución de la diversidad de plantas nativas debido a la mayor disponibilidad de nitrógeno.
- Cambios en la estructura de las comunidades edáficas bacterianas y fúngicas a nivel tanto genético como funcional.
- Desplazamiento de la vegetación nativa debido a sus efectos alelopáticos que afectan especialmente a bacterias y hongos edáficos.
- Disminución general de la biodiversidad, y en particular de coleópteros, como consecuencia del desplazamiento de la vegetación nativa y la alteración de los ecosistemas naturales.

- Reducción de la disponibilidad de alimento para los herbívoros.
- Afectación en ecosistemas frágiles, especialmente zonas tales como riberas, arroyos o áreas aisladas como bordes de carretera, caminos, etc. Su localización en esas mismas áreas provoca el desplazamiento de las especies autóctonas, reduciéndolas o incluso provocando su desaparición.

Impactos sobre recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural:

- Los impactos sobre la biodiversidad y las propiedades y funciones del ecosistema afectan igualmente al aporte de servicios ecosistémicos y a los beneficios que la sociedad obtiene de ellos.
- Efectos sobre la salud humana, ya que su polen presenta propiedades alergénicas.
- Provoca daños nefríticos, derivados de alergias crónicas.
- Incremento de gastos económicos para su control y erradicación.

B/ *Ailanthus altissima*.

Entre las amenazas o impactos provocados por esta especie invasora, diversos autores (Sanz-Elorza et al., 2004; Grife, 2004; Andreu y Vilá, 2007; Gómez Aparicio y Canham, 2008; Vilá et al., 2008; Costán-Nava, 2013; MAPAMA, 2013; Alonso y Castro Díez, 2015; Medina-Villar et al., 2016), destacan los siguientes:

Impactos en el entorno natural:

- Desplazamiento de la vegetación natural. Debido a su rápido crecimiento y a sus efectos alelopáticos, desplaza a la vegetación natural preexistente o dificulta su regeneración.
- Disminución de la biodiversidad, como consecuencia del desplazamiento de la vegetación natural y la alteración de los ecosistemas naturales.
- Alteración del suelo. Modifica claramente la comunidad de bacterias edáficas, disminuye las tasas de mineralización de nutrientes en el suelo y produce hojarasca que se descompone a gran velocidad en el ecosistema fluvial.
- Altera el flujo de nutrientes en el ecosistema natural. En las áreas invadidas se ha observado cómo altera las tasas naturales en el ciclo de los elementos, produciéndose un aumento en el contenido total de nitrógeno del suelo y una disminución de la relación C/N.



- Aumento del pH del suelo. En las áreas invadidas se ha observado cómo aumenta el pH del suelo como consecuencia de los cambios en los ciclos naturales del ecosistema, disminución de la materia orgánica y aportación de hojarasca de la especie alóctona.
- Puede alterar la disponibilidad de alimento para los herbívoros.
- Afectación en ecosistemas frágiles. Los márgenes de carreteras o márgenes de cultivos suelen ser reservorios naturales de ecosistemas autóctonos o relictos que ya han sido reducidos o destruidos y permanecen solamente en esas áreas. Su localización en esas mismas áreas provoca el desplazamiento de las especies autóctonas, reduciéndolas o incluso provocando su desaparición.
- Afectación especial en zonas riparias. *Ailanthus altissima* es fuertemente competitivo, especialmente en zonas riparias, donde compite por el espacio y la luz solar, afectando a formaciones vegetales autóctonas típicas de márgenes de ríos.

Impactos sobre recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural:

- Daños en el alcantarillado y en los cimientos de los edificios por el rápido crecimiento de las raíces y reproducción vegetativa.
- Efectos sobre la industria apícola. Las hojas y flores, sobre todo de los pies masculinos, despiden sustancias odoríferas. Si las abejas visitan las flores de esta especie, comunican a la miel un sabor desagradable.
- Efectos sobre la salud humana, ya que su polen es un potente alérgeno.
- Incremento de gastos. La erradicación es difícil y costosa, principalmente si se pretende usar métodos mecánicos, ya que no son definitivos y requieren mantenimiento a largo plazo (Burch y Zedaker, 2003).

Análisis de riesgos.

El objetivo de la realización de un análisis de riesgo de una especie ya asentada en el territorio, consiste en examinar la magnitud y la índole de los posibles efectos negativos que la introducción de esta especie está suponiendo para el entorno, tanto ambiental como económico así como de la posibilidad que estos se produzcan. El análisis de riesgos, debe identificar medios eficaces para reducir estos riesgos.

Aunque estos análisis de riesgos se estipulan para antes de la introducción de una especie, una vez ya introducida, se deben llevar a cabo, como método de evaluación de las afecciones que esta especie provoca en su entorno y la evolución de estos en el tiempo.

Hay diversas metodologías, tanto desde antes de la entrada de la especie (considerar si tiene potencial invasor), los riesgos de la entrada de la especie, metodologías para el análisis de las propuestas de manejo o control de la especie exótica invasora.

El análisis de riesgo, se diferencian cuatro etapas interrelacionadas entre sí (Fig. 4)

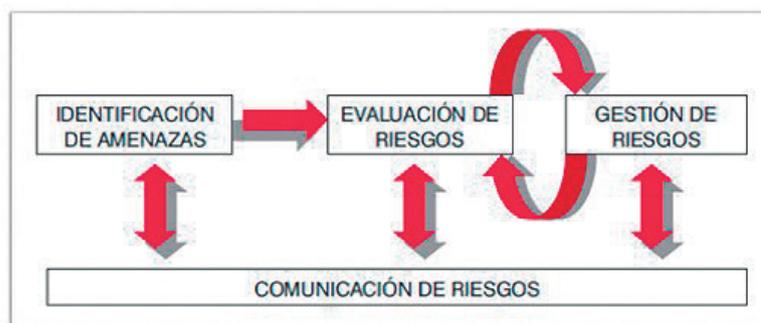


Fig. 4. Los cuatro componentes del análisis de riesgos (modificado de Noel Murray, 2020)

La identificación de las amenazas, la evaluación y la gestión de riesgos conforman el corazón del proceso de análisis de riesgos, mientras que la comunicación de riesgos es una actividad continua que se desarrolla a lo largo de todo el proceso.

4. ESTATUS DE LAS ESPECIES.

La historia del hombre ha ido asociada a la presencia de especies invasoras de las que no siempre se ha tenido consciencia o en ocasiones aun teniéndola, no se han tenido en consideración las consecuencias de su inclusión en nuestros ecosistemas.

A/ *Acacia dealbata*.

Esto es lo que ha ocurrido con especies forestales especialmente llamativas, como las acacias y, concretamente, con la especie objeto de este Protocolo, *Acacia dealbata* (Link), conocida como mimosa. Fue introducida en Europa en 1800 (Sheppard et al., 2006) junto con representantes próximos de la subfamilia Mimosoideae (familia Fabaceae), debido a su uso ornamental, por la vistosidad de su floración y sus usos forestales. En España se cree que su introducción se produjo antes de la aparición de las primeras citas en 1824 y su uso se fue generalizando a partir de mediados del s. XX (Paiva, 1999).

La distribución actual de esta especie invasora incluye su área original, Australia, y numerosas áreas invadidas en Europa, Macaronesia, Norte de África y Estados Unidos, principalmente en áreas con climas similares al mediterráneo. En Europa se localiza principalmente en su área meridional, sobre todo en Córcega, Cerdeña, Francia, España, Italia y Turquía. La mimosa se encuentra también distribuida por toda la Península Ibérica, donde es especialmente abundante en el norte y en el oeste, incluyendo Galicia, Cantabria, Cataluña, Castilla y León, Extremadura, Andalucía, Valencia e Islas Canarias (Paiva, 1999).



Su carácter invasor se debe principalmente a su adaptabilidad al clima mediterráneo, similar al clima de su área de origen en Australia. Esto, unido a su rápido crecimiento y mecanismos de reproducción, entre otras características, nos sitúan ante una de las especies invasoras más dañinas a escala mundial (García-Berthou, 2004). Actualmente se encuentra incluida como especie invasora en catálogos internacionales (EPPO), europeos (DAISIE, 2009), nacionales (R.D. 630/2013, de 2 de agosto) y regionales (Andalucía, Aragón, Asturias, Galicia y País Vasco).

Otros representantes del género, próximos filogenéticamente a la mimosa, son especies invasoras con una potencialidad similar. En Europa se ha constatado el carácter invasor de: *Acacia longifolia* (Andrews) Willd., *A. saligna* (Labill.) H.L. Wendl., *A. mearnsii* De Wild., *A. cyclops* A. Cunn. ex G. Don, *A. melanoxylon* R. Br., *A. pycnantha* Benth. *A. karoo* Hayne y *A. retinoides* Schlttdl. (Richardson y Rejmánek, 2011). Otras especies del género, como *A. farnesiana* (L.) Willd., son consideradas potencialmente invasoras en nuestras latitudes.

Por lo que es considerada como una especie con una tendencia claramente expansiva, debido principalmente a su adaptabilidad al clima mediterráneo, rápido crecimiento y mecanismos de reproducción, lo que provoca la disminución de la diversidad y dificulta la regeneración y recolonización de la zona afectada por otras plantas y árboles autóctonos (García-Berthou, 2004).

B/ *Ailanthus altissima*.

Conocido como ailanto o árbol del cielo, que fue introducido como especie forestal por su rápido crecimiento vegetativo, provocando que una especie foránea, de alta capacidad reproductiva y vegetativa, se estableciera en nuestro entorno natural, prosperando y compitiendo con especies endémicas, desplazándolas, ocupando ese territorio y provocando un descenso imparable de la diversidad en la zona invadida.

Ailanthus altissima fue introducida en Europa como planta ornamental en torno a 1740. En España, donde las primeras referencias corresponden al siglo XVIII (Hu, 1979; Kowarik y Saumel, 2007), ya en el siglo XIX se había establecido en entornos naturales formando bosques monoespecíficos (Sánchez, 2002).

Actualmente es un árbol muy cultivado en xerojardinería. Está ampliamente naturalizado en casi todas las zonas no muy frías de la Península, habitando, por lo general, en cunetas, taludes, áreas periurbanas, escombreras, jardines abandonados, riberas degradadas, etc. Debido a su rápido crecimiento y a sus efectos alelopáticos, desplaza a la vegetación natural preexistente o dificulta su regeneración. *Ailanthus altissima* es muy difícil de eliminar una vez que se ha establecido, persistiendo a veces incluso después de la tala, quema o tratamiento con herbicidas.



Se puede encontrar cultivado en ambientes urbanos, jardines o vías de comunicación. En jardinería se suelen cultivar solamente pies femeninos, debido al olor desagradable de los pies masculinos. A partir de jardines y áreas urbanas se han naturalizado en solares, escombreras, ambientes riparios, áreas periurbanas o jardines abandonados.

A partir de las vías de comunicación han ido colonizando bordes de caminos, márgenes de carreteras, cuencas, taludes, vías ferreas, márgenes de cultivos o cultivos abandonados, saltando a ecosistemas naturales, siendo especialmente dominantes en riberas degradadas o dunas costeras (López, 2002; Sanz-Eloza et al., 2004; Fagúndez y Barrada, 2007; Navarro y Muñoz, 2015).

5. CONTROL DE LAS ESPECIES.

5.1. En España.

Para evitar la expansión de las especies exóticas invasoras deben llevarse a cabo medidas preventivas (Sanz Elorza et al., 2004; Capdevila et al., 2006) que permitirán un esfuerzo más rentable que el posterior establecimiento de medidas de control. Estas medidas preventivas deben incluir el control de las introducciones, el mantenimiento de la cubierta vegetal autóctona y un protocolo de detección temprana basado en una vigilancia continua (Capdevila et al., 2006; Willson et al., 2011).

A/ Acacias dealbata.

Entre las diversas medidas de control desarrolladas sobre *Acacia dealbata* destacan entre otras, las recomendaciones específicas de los manuales del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (Sanz-Elorza et al., 2004; MAPAMA, 2013) y diversos programas específicos de control y erradicación a nivel internacional (Monteiro, 2012; Marchante et al., 2017) y nacional (Andreu y Vilà, 2007; Fagúndez y Barrada, 2007; Salvador-Vilariño, 2015).

La gestión de la mimosa puede realizarse mediante la aplicación de métodos de control físicos (manuales o mecánicos), químicos y biológicos.

Métodos físicos.

Los métodos físicos son aquellos que implican la eliminación de los individuos, bien manualmente o bien a través de métodos mecánicos mediante el uso de maquinaria forestal (desbrozadora, motosierra, retroexcavadora, bulldozer, et c.).

El arranque de ejemplares se aplica sobre todo para individuos jóvenes procedentes de germinación de semillas (Fagúndez y barrada, 2007; Monteiro, 2012; Marchante et al., 2017), es necesario destacar la importancia de las primeras etapas de desarrollo de esta especie, con

el fin de adoptar medidas de control y erradicación temprana. Conviene que se realice en las épocas en las que el suelo esté más húmedo y pueda realizarse de forma manual o mediante desbrozadora. Para ejemplares grandes debe utilizarse maquinaria pesada, con ataques individuales a cada planta o rodal (Sanz Elorza et al., 2004). A pesar de su alto coste, derivado de la gran cantidad de mano de obra necesaria, este sistema presenta una limitada eficacia debido a la capacidad de rebrote de *Acacia dealbata*, por lo que precisa de un intenso seguimiento de las actuaciones.

En Portugal se ha recurrido también al descortezado de los individuos adultos de corteza lisa (Marchante et al., 2017), que se realiza en épocas de temperaturas suaves y algo de humedad, y suele combinarse con posteriores tratamientos químicos. Del mismo modo, la tala con motosierra, común en diversas regiones, constituye un paso previo a la posterior aplicación de productos químicos que evitan la proliferación de rebrotes.

Por último, otro método de control físico que se ha utilizado de forma complementaria y no recomendable son las quemas prescritas o fuegos controlados (Capdevila et al., 2006; Marchante et al., 2017), que se realizan con el fin de eliminar individuos jóvenes y especialmente para estimular la germinación del banco de semillas, de forma que se facilita su eliminación temprana. Sin embargo, este método no es selectivo y elimina cualquier otra especie vegetal existente, empobrece el suelo y produce CO₂ a la atmosfera y contaminación ambiental.

Métodos químicos.

Los métodos químicos, que implican el uso de herbicidas, permiten gestionar rápidamente grandes áreas de invasión, reduciendo la mano de obra y el coste de la operación. Sin embargo, es necesario valorar su toxicidad en el desarrollo de cualquier plan de actuación, además de tomar las medidas preventivas necesarias durante su aplicación.

En general, los productos químicos suelen utilizarse de aplicación puntual y directa en el árbol, tocón o brote, tras la corta o descortezado de los ejemplares a tratar, aunque en algunos casos se aplican directamente sobre el árbol en función de su tamaño (Fagúndez y Barrada, 2007; Marchante et al., 2017). Tras la corta, los productos deben aplicarse inmediatamente con un pincel o mediante pulverización a baja presión (Sanz Elorza et al., 2004; Monteiro, 2012), con el fin de evitar su difusión a zonas aledañas.

Conviene destacar la heterogeneidad de metodologías utilizadas en lo relativo a concentraciones, principios activos y técnicas de aplicación, lo que da una idea de la dificultad que supone detener la capacidad de rebrote de esta especie.

En general, el glifosato es el herbicida más utilizado, ya que según las distintas comparativas y valoraciones, presenta la mejor relación coste-beneficio (Monteiro, 2012; Souza-Alonso et al., 2013). En menor medida también se ha utilizado el triclopir (Campos et al., 2002; Fagún-

dez y Barrada, 2007; Souza-Alonso et al., 2013). Los tratamientos deben repetirse durante varias temporadas para obtener unos resultados satisfactorios.

Tras una revisión actualizada de los productos químicos comerciales aplicables, según diversas fuentes (Registro Oficial de Productores y Operadores de medios de defensa fitosanitaria - ROPO (MAPAMA, 2017), normativa vigente, bibliografía específica y experiencias previas), se considera que el uso de herbicidas en la lucha contra la mimosa debe ser muy limitado. Solamente son aplicables glifosato (36%) y triclopir (24%) en aplicación directa.

A pesar de la mayor efectividad de los tratamientos químicos, requieren igualmente de un seguimiento intensivo de los rebrotes y del banco de semillas (Capdevila et al., 2006).

Métodos Biológicos.

En Sudáfrica se han desarrollado diversos métodos biológicos de control frente a diversas especies del género *Acacia*, con especies de dípteros de la familia Cecidomyiidae, tales como *Dasineura rubiformis* y *Asphondylia* ssp., y de coleópteros de la familia Curculionidae, como *Melanterius servulus* y *M. acaciae*, tanto larvas como insectos, que se alimentan de las semillas de las acacias, habiéndose constatado una gran eficacia sobre *Acacia cyclops* (hasta el 95%).

También se han usado avispa formadoras de agallas, como *Trichilogaster acaciaelongifoliae*, que afecta a los brotes de futuras inflorescencias y causa una carencia de elementos básicos, lo que provoca el descenso del número de semillas producidas por árbol hasta en un 90%.

Otros estudios han constatado la eficacia de hongos como *Uromycladium tepperianum*, que afecta a los brotes de hojas y flores, formando también agallas que acaban por provocar la muerte del árbol, con eficacias de hasta un 95% en *Acacia saligna* (Sanz-Elorza et al., 2004; Fagúndez y Barrada, 2007; Monteiro, 2012). Sin embargo, la introducción de estas especies para el control de *A. dealbata* requiere de un análisis de riesgos que permita valorar los posibles efectos sobre la vegetación y la fauna nativa.

B/ *Ailanthus altissima*.

Desde hace más de una década se vienen desarrollando diversas medidas de control sobre *Ailanthus altissima*. Destacan, entre otras, las recomendaciones específicas de los manuales del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Sanz-Elorza et al., 2004; MAPAMA, 2013) y diversos programas específicos de control y erradicación a nivel internacional (Monteiro, 2012; Marchante et al., 2017) y nacional (Andreu y Vila, 2007; Salvador-Vilariño, 2015).

La gestión de *Ailanthus altissima* puede realizarse mediante la aplicación de métodos de control físicos (manuales o mecánicos), químicos y biológicos.



Métodos Físicos.

Los métodos físicos son aquellos que implican la eliminación de los individuos, bien manualmente o bien a través de métodos mecánicos mediante el uso de maquinaria forestal (desbrozadora, motosierra, retroexcavadora, bulldozer, etc.). El método de control más utilizado en plantas adultas se basa principalmente en la tala del árbol (corte raso con motosierra). Esta suele ser una solución temporal, ya que estimula el crecimiento de nuevos brotes (ISSG, 2008), por lo que debe combinarse con un tratamiento químico posterior. También se utiliza el llamado anillado (tala de corteza y cambium), pero para ser efectivo se debe recurrir también al tratamiento químico combinado (Sanz-Elorza et al., 2004).

Los métodos mecánicos son, por tanto, poco efectivos por sí solos, a excepción del arranque manual de plántulas que se lleva a cabo seleccionando los individuos según su morfología y extrayendo las raíces por completo (Burch y Zedaker, 2003). El arranque de plántulas ha demostrado su eficacia en los protocolos seguidos por Portugal, Comunidad Valenciana y Asturias, pero en cualquier caso requieren una gran cantidad de mano de obra, lo que supone un importante incremento de costes.

Exceptuando el arranque manual de plántulas, de manera general, el método más extendido para la lucha contra *Ailanthus altissima* es el tratamiento combinado de métodos mecánicos y químicos. Hasta ahora, la búsqueda experimental de otros mecanismos de control integral, como la quema y el pastoreo, no ha ofrecido resultados decisivos.

Métodos Químicos.

Los métodos químicos, que implican el uso de herbicidas, permiten gestionar rápidamente grandes áreas de invasión, reduciendo la mano de obra y el coste de la operación.

En estos tratamientos pueden variar los métodos de aplicación, los principios activos empleados y la eficacia final en función del producto utilizado. La selección del herbicida debe centrarse en varios aspectos, como la efectividad contra la especie objetivo, su vida útil, el cumplimiento de las normas de seguridad y sus efectos sobre las especies próximas que puedan verse afectadas.

Los métodos de aplicación más generalizados en las distintas comunidades autónomas incluyen:

- Aplicaciones foliares para ejemplares jóvenes pequeños o plántulas.
- Aplicación basal en el diámetro del tocón en individuos jóvenes de poco porte. En estos casos, algunos expertos optan por tratamientos mecánicos en la corteza, provocando heridas por corte, considerado método efectivo contra muchas plantas leñosas incluido el ailanto.

- En individuos adultos, inyección de herbicida puro (glifosato) y otros productos combinados (triclopir, picloram) inmediatamente tras el talado del árbol, o bien pincelando el tocón. A veces se utiliza un aceite vegetal como coadyuvante junto a la aplicación de herbicida.
- También en adultos, anillado del tocón y aplicación basal del herbicida.

En cuanto a los principios activos utilizados, existe una amplia diversidad descrita en los protocolos existentes. Existiendo principios con una alta efectividad (bibliografía) y otros herbicidas que se han mostrado efectivos, con resultados similares en distintas autonomías (Fagúndez y Barrada, 2007; Egmasa, 2004; Venegas y Pérez, 2009).

Sin embargo, la Directiva Europea 91/414, de 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fito-farmacéuticos (derogada por Reglamento (CE) n.º 1107/2009 de 21 de octubre) anula el uso de algunos principios activos, debiendo estar atento a esta directiva a la hora de la utilización de métodos químicos y a las futuras modificaciones de la misma.

Los productos fitosanitarios son una herramienta útil para el control del *Ailanthus altissima*, pero no son la solución definitiva para su erradicación. Además, el uso de productos químicos conlleva innegablemente efectos negativos en el medio ambiente y, por tanto, en el ser humano, si bien los beneficios en el control de especies invasoras justifican su uso. Siempre será necesario valorar su toxicidad en el desarrollo de cualquier plan de actuación, tomando las medidas preventivas necesarias durante su aplicación.

Métodos biológicos.

Los métodos de control biológico se basan en el uso de organismos vivos para controlar las poblaciones de otro organismo. Estos deben seleccionarse para evitar que se reproduzcan y sobrevivan de forma efectiva en el ecosistema en el que se liberen. En las zonas de origen existen, al menos, 46 artrópodos fitófagos, 16 hongos y un virus que afectan al desarrollo del ailanto (Gifre, 2004; Fagúndez y Barrada, 2007; MAPAMA, 2013). Existen estudios que demuestran la eficacia de gorgojos *Cryptorrhynchus brandti* Harold, 1881, y *C. chinensis* Olivier, 1791, homópteros como *Lycorma delicatula* White, 1845, larvas de lepidópteros de dos especies, *Samia cynthia* Drury, 1773, y *Eligma narcissus* Cramer, 1775, y hongos como *Aecidium ailanthi* Zhuang, 1990, *Coleosporium* spp. *Verticillium dahliae* Kleb, 1913, y *Fusarium oxysporum* Schldl, 1824 (Sanz-Elorza et al., 2004; Sánchez et al., 2011). Pero estas actuaciones requieren un estudio más pormenorizado y el cumplimiento de la legislación vigente, por lo que no siempre son aplicables y, hasta la fecha, no se conoce ninguna experiencia llevada a cabo en el territorio nacional.



5.2. En otros Países.

Acacia dealbata, se encuentra naturalizada en el sureste de Europa (Tutin et al., 2001; Sheppard et al., 2006), al igual que otra especie del género *Acacia*. En Europa se encuentra presente asociada a condiciones climáticas, similares a las mediterráneas y zonas templadas. En muchos de estos países existe legislación que prohíbe su venta, traslado y desarrollo donde se está haciendo hincapié en la prevención como acción principal, debido a lo difícil que resulta su total eliminación. Son muchos los trabajos que citan distintos métodos para su eliminación, observando que los más efectivos son la compaginación de métodos físicos, con métodos químicos y sobre todo la insistencia y la perduración en el tiempo de los mismos.

Es considerada como una especie con una tendencia claramente expansiva, debido principalmente a su adaptabilidad al clima mediterráneo, rápido crecimiento y mecanismos de reproducción, lo que provoca la disminución de la diversidad y dificulta la regeneración y recolonización de la zona afectada por otras plantas y árboles autóctonos (García-Berthou, 2004).

Ailanthus altissima, está presente en casi todos los países de la Unión Europea, donde y en muchos de ellos existe legislación que prohíbe su venta, traslado y desarrollo donde se está haciendo hincapié en la prevención como acción principal, debido a lo difícil que resulta su total eliminación.

Son muchos los trabajos, que citan distintos métodos para su eliminación, observando que los más efectivos, son la compaginación de métodos físicos, con métodos químicos y sobre todo la insistencia y la perduración en el tiempo de los mismos.

En distintas comunidades autónomas, para ambas especies, se han realizado protocolos de actuación, y de igual manera la forma de actuar es la misma, pudiendo variar las épocas y los agentes químicos utilizados, pero en todos se parte de la premisa, de la prevención, la alerta temprana y la constancia en la ejecución de los distintos métodos de control y erradicación.

Se deduce de todos estos trabajos y de la experiencia sobre el terreno, que la gestión de esta especie es costosa y que la disponibilidad de métodos de control eficaces es escasa.

Por una parte, los métodos físicos por sí solos son insuficientes, pero por otra parte existen diversas causas de incompatibilidad en el uso de métodos químicos para la lucha contra especies invasoras, bien por la necesidad de cumplimiento de la normativa vigente o bien por la presencia de diversos escenarios dentro del territorio especialmente sensibles al uso de fitosanitarios.

Y como se considera en "La información sobre medidas y costes relacionados en relación con la especie *Ailanthus altissima*, para su inclusión en la lista de la Unión (CIRCAB, 2016)", la prevención y la ejecución de buenos métodos de control (distintos proyecto LIFE), es en lo que más se ha trabajado en los países Europeos en los últimos años.

6. OBJETIVOS DEL PROTOCOLO.

El objetivo general del protocolo es: frenar, controlar y eliminar la presencia de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Este documento pretende ser la base para realizar un control efectivo en la Comunidad Autónoma de Extremadura, reduciendo el impacto negativo que suponen *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* sobre la biodiversidad.

El documento tiene un carácter dinámico, estando abierto a cambios que puedan llegar como fruto del avance en los conocimientos. Todo ello con el fin de mejorar la eficacia en el trabajo, obteniendo mayor éxito en el control/erradicación de esta especie exótica invasora.

Se asume que la erradicación de la especie no es un objetivo fácilmente alcanzable. Sin embargo, no se descarta que esta pudiera lograrse en un horizonte próximo.

El ámbito de aplicación del protocolo abarca la totalidad del área de distribución conocida en Extremadura.

Como objetivos específicos se señalan los siguientes:

- Proporcionar el conocimiento disponible sobre el comportamiento reproductivo y ecológico de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*.
- Establecer un plan de actuación para el control y erradicación de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* en Extremadura.
- Controlar los núcleos conocidos (vías de comunicación, jardines y parcelas).

Según la importancia (el impacto negativo sobre la biodiversidad existente) y las densidades de población, se define un orden de prioridades de la eliminación de los núcleos de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* en Extremadura:

- Prioridad I: es necesario realizar la erradicación a corto plazo, en Espacios Protegidos y Vías de Comunicación de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
 - Prioridad II: es necesario erradicar a medio-largo plazo, en jardines y zonas de uso público, de las administraciones públicas.
 - Prioridad III: es necesario erradicar a largo plazo, los terrenos privados.
- Proporcionar el conocimiento, las técnicas y los procedimientos para su manejo.
 - Establecer nuevas herramientas para la gestión y control de las especies invasoras *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* a través de técnicas de biocontrol, como puede ser con hongos saprófitos.

7. DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN.

Para poder realizar una labor de coordinación efectiva para garantizar el éxito de la erradicación es necesaria la participación de personal de la Dirección General de Sostenibilidad, competente en conservación de la naturaleza y con experiencia en el control de especies exóticas que desarrolle las siguientes funciones:

- Formación continuada y asistencia del personal que participe en las campañas de eliminación.
- Coordinar todos los trabajos que se desarrollen en las zonas definidas, estando en todo momento al corriente del desarrollo de los trabajos.
- Recopilación de la información facilitada por todo el personal experto que participe en la campaña de identificación / muestreo, análisis de datos y presentación de resultados a la Dirección General competente en conservación de la naturaleza.
- Toma de decisiones ante cualquier incidente surgido, valorando la necesidad de consultar al Grupo de Trabajo de Especies Exóticas Invasoras (GTEEI).
- El grupo de trabajo del MITECO podrá asesorar en todo momento ante la toma de decisiones sobre cualquier incidencia que se pueda desarrollar en el campo por petición del coordinador. También podrán evaluar los resultados conseguidos en el campo y decidir sobre el éxito de las acciones ejecutadas.

8. PLAN DE ACTUACIÓN.

A continuación, se exponen las actuaciones recogidas en el presente protocolo que permitirán el control, gestión y eliminación de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* en Extremadura. Para ello es necesario establecer actuaciones de vigilancia, así como actuaciones de control, educación ambiental y sensibilización y seguimiento de la expansión de la especie.

8.1. Red de Vigilancia.

Se mantendrá una vigilancia de aquellas zonas probables de su presencia y no aparecidas en los censos realizados, mediante el potenciamiento de la red de alerta desarrollado en el marco del proyecto LIFE+INVASEP. En este proyecto se han desarrollado unos manuales técnicos para la gestión de ambas especies, donde se ha realizado un estudio de lugares factibles de colonización.

Este trabajo, se potenciará su realización en la época de floración de *Acacia dealbata* (enero a marzo), por su gran vistosidad y de mayo a julio para *Ailanthus altissima*. No siendo periodos excluyentes, de notificación de la presencia de la especie.



También se va a potenciar la colaboración con los Ayuntamientos, ya que en muchos de sus jardines hay presencia de ambas especies. Esta red de alerta irá proporcionando un mapa cada vez más ajustado a la realidad de la presencia de ambas especies en Extremadura.

8.2. Control de la población.

Se realizarán campañas de control anuales en aquellas zonas prioritarias de actuación y se potenciará el cambio de estas especies en zonas ajardinadas de carácter público, siendo sustituidas por especies autóctonas.

De igual manera se realizarán campañas a ciudadanos, en cuyos terrenos estén presentes estas especies, se le proporcionaran especies autóctonas para reemplazar a estas especies en sus propiedades.

Los trabajos de control se realizarán hasta conseguir la erradicación de ambas especies en aquellos casos en que sea posible, y en los que la población presente grandes dificultades para conseguirlo el objetivo será reducir la población al mínimo posible.

8.3. Eliminación de ejemplares.

Los métodos generalizados para gestionar y controlar la invasión de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* se basan en la aplicación combinada de métodos mecánicos y químicos, sin embargo, estos tratamientos no siempre son aplicables en todo el territorio.

Dentro de cada zona de actuación es necesario determinar cuáles son los organismos competentes en la gestión y la legislación vigente a tener en cuenta.

A nivel nacional, el real decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios pretende, entre otros objetivos, que se reduzca el riesgo para plantas y animales derivado del uso de productos en las zonas de mayor interés (capítulo VIII) por ello, el Ministerio para la Transición Ecológica y reto Demográfico establece unas "zonas de protección" asociadas a una serie de recomendaciones para la utilización de dichos productos fitosanitarios.

En el ámbito autonómico, la Asamblea de Extremadura aprobó el 10 de marzo de 2016 una propuesta de "prohibición del uso de herbicidas químicos para el control de la flora espontánea en espacios de uso público", estableciendo una serie de antecedentes para limitar el uso de determinados herbicidas en espacios urbanos de uso público.

Por ello, un punto crítico a la hora de diseñar el plan de actuación frente a *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* consiste en tipificar, desde un punto de vista normativo y competencial, el espacio correspondiente, así como ofrecer alternativas al uso de herbicidas en aquellas áreas donde su uso esté limitado.

De manera generalizada, los diferentes escenarios que pueden encontrarse en el territorio extremeño y la posibilidad de aplicación de productos fitosanitarios se esquematizan en la siguiente figura.

			Triclopir	Glifosato	Hongos
Entorno agroforestal	• Regadío • Secano	Zonificación fitosanitaria	SI	SI	SI
Entorno natural	• Ausencia de espacios protegidos • Ausencia de especies sensibles	Zonificación fitosanitaria	SI	SI	SI
Espacios Naturales Protegidos	• Zonificación • Planes de gestión	Junta Extremadura	?	⊘	✓
Dominio público hidráulico	• Canales de riego • Masas de agua	Confederación hidrográfica	?	?	✓
Zonas urbanas	• Áreas urbanas, polígonos industriales, jardines, etc.	Normativas locales	SI	⊘	SI
Red de carreteras	• Autovías o nacionales • Provinciales o comarcales • Otras	Diversos organismos	?	?	SI

SI Utilización sin más restricciones que las generales
✓ Utilización preferente frente a otras alternativas
? Consultar restricciones en función de competencia administrativa y localización

Figura 1. Diferentes escenarios presentes en las áreas invadidas por *Ailanthus altissima* y aplicabilidad de productos fitosanitarios en función de la legislación actual vigente.

En entornos agroforestales o naturales, en ausencia de espacios naturales protegidos, especies sensibles o masas de agua, son aplicables los productos fitosanitarios siempre que se respeten los condicionantes establecidos en el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

En entornos protegidos o espacios naturales con especies sensibles es necesario consultar a los organismos competentes y, en principio, se descarta el uso de glifosato como herbicida, siguiendo la recomendación de la Asamblea de Extremadura. su aplicación podrá variar en función de la zonificación que marcan los planes de gestión de la Red Natura 2000, en base al decreto 110/2015, de 19 de mayo, por el que se Regula la Red Ecológica Europea Natura 2000 en Extremadura.

Para escenarios pertenecientes al dominio público hidráulico es necesario consultar a la confederación hidrográfica correspondiente, quedando descartado su uso en masas de agua.

En zonas urbanas está vigente la propuesta de la Asamblea de Extremadura, de fecha 10 de marzo de 2016, y las normativas locales vigentes, por lo que pueden darse diversos escenarios.

Para la red de carreteras, donde se alojan importantes rodales de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*, la competencia corresponde a diversos organismos (Demarcación de carreteras del Estado, Diputaciones y Junta de Extremadura) en función de su tipología, y por tanto es necesario obtener las autorizaciones ambientales reglamentarias.



Todos aquellos escenarios donde puedan aplicarse productos fitosanitarios podemos considerar los métodos físico-químicos como método de control frente a la invasión de *Ailanthus altissima*, pero en aquellos donde no sea posible su aplicación, es necesario utilizar métodos alternativos para el control de la especie invasora.

El método de control a utilizar, se decidirá según el escenario que se plantee en cada momento.

Métodos de control físico-químicos.

El control de esta especie invasora mediante el uso de métodos físico-químicos combinados se considera el más efectivo y extendido en el territorio peninsular. La aplicación de este método de control debe diseñarse según la estructura funcional del rodal a tratar, prestando especial atención a la edad de los individuos. Por lo que:

- Se recomienda el arranque manual de plántulas y plantas jóvenes, preferentemente cuando el suelo está húmedo, para facilitar la extracción de toda la raíz.
- En plantas cuyo tallo tenga un diámetro mayor de 2 - 3 cm y una altura aproximada de 1,5 m, se procederá al uso combinado de métodos físicos y químicos.

El tratamiento físico-químico implica una primera acción mecánica, preferentemente mediante tala o anillado, según el tamaño del individuo, y aplicación inmediata de herbicidas (nunca más de 15 minutos).

Tras la revisión completa y actualizada de los productos químicos comerciales aplicables, según diversas fuentes como el Registro Oficial de Productores y Operadores de Medios de Defensa Fitosanitaria (ROPO) (MAPAMA, 2017), normativa vigente, bibliografía específica y experiencias previas, se considera muy limitado el uso de herbicidas en la lucha contra el ailanto. Solamente son aplicables el triclopir (24%) y el glifosato (36%), teniendo en cuenta que:

- Triclopir (24%) se aplicará siempre lejos de masas de aguas y a una temperatura ambiental menor o igual a 20°C (primera hora de la mañana o tarde / noche).
- Glifosato (36%) únicamente es eficaz si su aplicación se prolonga en años sucesivos.

La aplicación debe llevarse a cabo entre febrero y marzo, antes de la floración, siempre que sea compatible con las restricciones del herbicida en cuanto a temperaturas y fechas de aplicación. Si bien, dependiendo de la evolución durante el plan de vigilancia, puede determinarse una segunda aplicación al final del periodo de actividad vegetativa (*Acacia dealbata*) y antes de la fructificación, entre junio y septiembre (*Ailanthus altissima*).

Edad funcional	Principio activo	Tipo de aplicación	Fecha de aplicación
Adultos $\phi > 10$ cm	Glifosato (36%)	Tala y aplicación de herbicida puro, bien mediante inyección oblicua y posterior sellado, o bien mediante pincelado. Dos tratamientos	1ª: primavera (marzo-mayo) 2ª: verano-principios de otoño (agosto-octubre)
	Triclopir (24%)	Tala y aplicación de herbicida puro al tocón, con pulverizado y posterior aplicación de aceite vegetal	1ª: primavera (marzo-mayo) 2ª: agosto-septiembre si necesario
Adultos $3 < \phi < 10$ cm	Glifosato (36%)	Aplicación basal tras realizar incisiones	1ª: primavera (marzo-mayo) 2ª: agosto-septiembre
	Triclopir (24%)	Anillado en los primeros 30 cm, pulverización alrededor del perímetro con herbicida puro en el tronco y posterior aplicación de aceite vegetal	1ª: primavera (marzo-mayo) 2ª: agosto-septiembre si necesario
Plántulas e individuos jóvenes $\Phi < 2-3$ cm	-	Extraer manualmente con la totalidad del sistema radical	octubre-diciembre

Tabla I. Resumen de los métodos físico-químicos recomendados para el control de la invasión de *Acacia dealbata* en Extremadura (ϕ : diámetro del tocón).

A la hora de aplicar estos métodos, debemos tener en cuenta una serie de recomendaciones.

Recomendaciones a la aplicación de métodos físicos.

Consideraremos:

- Cuando se realice cualquier desplazamiento o actuación en las áreas invadidas, debe realizarse una limpieza y desinfección posterior de los equipos, vehículos, herramientas y ropa utilizada, antes de acceder a otras áreas naturales, especialmente en áreas sensibles.
- Una vez acabadas las tareas, se debe realizar una revisión visual de los equipos utilizados, vehículos, herramientas, etc., antes de acceder a otras áreas naturales, especialmente en áreas sensibles, para asegurarse de la ausencia de semillas o restos que puedan ser desplazados de forma involuntaria.
- La maquinaria debe encontrarse en perfectas condiciones. Debe someterse a mantenimientos regulares y controlados por profesionales capacitados y con experiencia.

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

Tabla II. Resumen de los métodos físico-químicos recomendados para el control de la invasión de *Ailanthus altissima* en Extremadura (ϕ : diámetro del tocón). Recomendaciones a la aplicación de métodos Químicos (Fitosanitarios)



Recomendaciones a la aplicación de métodos Químicos (Fitosanitarios)

Consideraremos:

- Es imprescindible determinar el impacto de los productos fitosanitarios, antes de su uso, en la salud humana y el medio ambiente, así como adoptar todas las medidas de mitigación necesarias para garantizar la reducción de los riesgos.
- Antes de cualquier actividad fitosanitaria se debe comprobar que todos los productos utilizados sean autorizados. Se deben seguir las indicaciones del fabricante y asegurarse de aplicar dosis adecuadas en el periodo correcto.
- Leer detenidamente la etiqueta de los productos a usar, con especial atención a las mezclas, tomando las medidas de prevención y protección necesarias y siguiendo las condiciones de uso y recomendaciones indicadas en la etiqueta/ficha de datos de seguridad del producto.
- Comprobar el estado correcto de los equipos y maquinaria a utilizar, evitando así cualquier fuga o riesgo de accidente en el medio natural.
- Comprobar la localización geográfica del rodal respecto a espacios naturales protegidos y zonas de protección para el uso sostenible de productos fitosanitarios y la conservación de las especies protegidas.
- Durante la aplicación fitosanitaria, utilizar equipos de protección individual adecuada y certificada.
- En cualquier caso, seguir las indicaciones específicas del fabricante para el producto aplicado tanto en dosis como en forma de utilización.

Métodos de control Biológicos. Tratamiento de tocones con Hongos Saprófitos

Dentro de los métodos biológicos para ambas especies se ha trabajado con Hongos saprofitos.

El uso de seres vivos, como son los hongos, entra dentro de los métodos de control Biológicos, que se desarrollan para el control y erradicación de esta especie. Se han buscado hongos autóctonos que se encuentre en el medio de manera natural.

Para ello se seleccionaron cepas de tres especies de hongos: la seta pipa [*Ganoderma lucidum* (Curtis) P.Karst.], la seta ostra [*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P.Kumm] y coriolus o cola de pavo [*Trametes versicolor* (L.:Fr.) Quél]. Las tres especies son autóctonas, de amplia distribución en Extremadura (Arrojo, 2006) y han sido incorporadas al banco de

conservación del ICMC. No atacan a los árboles sanos, pero sí pueden desarrollarse sobre árboles enfermos o tocones, alimentándose de ellos y contribuyendo así a su descomposición. No existen referencias bibliográficas previas respecto al uso de estos tres hongos para la erradicación de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*, aunque sí se han estudiado sus efectos, o el de su género, sobre otras especies en distintos países.

El objeto de esta técnica consiste en que el micelio invada el volumen de los troncos o tocones tratados, con el fin de evitar su rebrote y acelerar su descomposición. Es necesario, por tanto, tener en cuenta las fluctuaciones de temperatura y humedad en el área a tratar, ya que cada especie presenta unas condiciones óptimas de crecimiento micelial. Por ello, para evitar que una parada en el crecimiento arruine el tratamiento, es recomendable utilizar micelios de varias especies, de forma simultánea, en la inoculación de los tocones.

El protocolo de actuación propuesto para el empleo de esta técnica y su posterior seguimiento, se basa en los resultados preliminares obtenidos en un ensayo experimental del proyecto LIFE+ INVASEP, desarrollado en condiciones ambientales.

La aplicación de este método, consiste en el desarrollo de micelio puro, imprescindible como material de base para la aplicación de esta técnica, requiere la recolección previa del hongo en campo, que solo podrá realizarse con la autorización legal emitida por el organismo competente, en este caso la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Extremadura. Posteriormente, el micelio debe ser aislado y multiplicado en laboratorio y conservado en las condiciones adecuadas hasta el momento de su uso.

Este procedimiento ha sido desarrollado en el ICMC (centro adscrito a CICYTEX), organismo de referencia que ha establecido los protocolos para el aislamiento de micelios, multiplicación en sustrato y preparación de inóculos primarios para cada una de las tres especies utilizadas. Este material ha sido también incorporado y conservado en el Banco Vivo de Conservación de este instituto.

La aplicación de este método de control comprende tres fases, que se detallan a continuación:

Fase I: Método de multiplicación de inóculos

La producción de inóculos para su uso en campo se ha basado en la inoculación de torillos o clavijas de madera (de las que habitualmente se utilizan en Ebanistería) (Anexo I)

Fase II. Inoculación en campo

El tratamiento en campo se basa en el destocoado previo de todos los individuos de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* (por medios mecánicos) y su inmediata inoculación (Anexo II).

La inoculación se realiza en orificios practicados con una broca de paleta de 10 mm, en dirección radial alrededor del tocón recientemente talado, distanciados entre 10 y 15 cm y a unos 10 cm del suelo (Figura 2a). La profundidad de perforación recomendada es de unos 50 mm y debe realizarse preferiblemente a los pocos minutos del talado. En el orificio se incluye el torillo inoculado en condiciones de esterilidad (usando guantes y pinzas), presionándolo dentro del tocón (Figura 2b). Posteriormente el orificio debe sellarse con arcilla (Figura 2c).



Figura 2. Inoculación en campo de hongos saprófitos sobre tocones de *Ailanthus altissima* recién talados, mediante perforación (a), introducción de torillos inoculados (b) y sellado (c).

Fase III: Seguimiento en campo

Tras el tratamiento de inoculación, se requiere una fase de seguimiento para comprobar si se produce el crecimiento del micelio.

La evolución del crecimiento del micelio en campo, y por tanto, el éxito de la actuación dependerá en gran medida de las condiciones climáticas existentes, ya que el crecimiento del hongo en condiciones naturales está limitado por temperaturas altas o excesivamente bajas. Ante condiciones climáticas adversas, como sequías prolongadas que puedan inhibir el crecimiento del hongo, se recomienda una segunda inoculación en la estación otoñal consecutiva.

Todas estas actuaciones de control y erradicación necesitan de unas medidas preventivas y una serie de recomendaciones, como son:

- Todas las tareas que se realizan en zonas invadidas por *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*, deben acompañarse de un protocolo de prevención que evite la propagación de especies a nuevas áreas.
- Se recomienda no arar ni utilizar maquinaria pesada, o la rotura de las plantas pequeñas que mantengan el sistema radical en el suelo, porque provocará sucesivos rebrotes.
- Se recomienda no usar el fuego como medida de erradicación porque, aunque acaba con la biomasa sobre el suelo, los rebrotes surgen con la misma densidad y a los mismos niveles previos al fuego (Lewis, 2007).

8.4. Retirada y eliminación de restos.

Nunca debe realizarse quema de restos vegetales en las áreas invadidas, ya que las semillas del ailanto son pirófitas, por lo que el fuego favorece su germinación.

Tampoco es recomendable triturar restos de poda mediante el uso de picadoras, ya que esta especie emite sustancias alelopáticas que se incorporarían rápidamente al suelo, inhibiendo la germinación de semillas de especies autóctonas.

Es recomendable el transporte y destrucción de restos vegetales en centros de biomasa o gestores de residuos autorizados.

8.5. Esfuerzo necesario para el control/erradicación.

En este apartado se estima el esfuerzo necesario para realizar los trabajos de control/erradicación propuestas en las zonas de trabajo definidas anteriormente.

En el Proyecto LIFE+INVASEP, se ha realizado un análisis económico de las actuaciones necesarias para la eliminación de los rodales inventariados, teniendo en cuenta las distintas fases que se describen en el Manual Técnico para la gestión de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* (Capítulo. 6 de ambos Manuales).

Si bien hay que decir, que los datos ofrecidos anteriormente, son los costes de la acción, dado que la titularidad de las principales zonas son vía de comunicación (Demarcación de carreteras del Estado, Diputaciones y Junta de Extremadura), deben ser estos organismos públicos quienes dentro de sus presupuestos se consideren este esfuerzo (sin olvidar que los presupuesto que se aprueban cada año, pueden tener distinto orígenes y distintos fines).

Se deberán crear grupos de trabajo, dentro de las competencias de la Junta de Extremadura, para actuar dentro de los espacios protegidos, debiendo ser el personal adscrito a estos espacios protegidos, los que deban llevar a cabo el proceso de erradicación.

Es importante señalar, en este caso, la responsabilidad ambiental que corresponde a particulares y entidades menores, expresamente marcada en el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, en cuya Disposición Transitoria Quinta recoge:

- "Especies vegetales en posesión de particulares o ubicados en parques urbanos, jardines públicos o jardines botánicos".

Los ejemplares de las especies de plantas incluidas en el catálogo en posesión de particulares o ubicados en parques urbanos, jardines públicos o jardines botánicos, adquiridos antes de la entrada en vigor de este Real Decreto, podrán seguir siendo mantenidos por



sus propietarios, localizados en recintos ajardinados, con límites definidos, y siempre que los ejemplares no se propaguen fuera de estos límites. En este supuesto, los poseedores adoptarán medidas de prevención adecuadas para evitar la propagación de los citados ejemplares al medio natural o seminatural y no podrán comercializar, reproducir ni ceder los ejemplares. En el caso de aquellos ejemplares de especies del catálogo localizados en parques o jardines públicos, especialmente los localizados en el dominio público hidráulico, las administraciones competentes eliminarán progresivamente, en los casos en que esté justificado, estas especies.

La realización de los citados inventarios, deja en evidencia la alta capacidad de dispersión que esta especie presenta desde fincas, terrenos particulares, zonas urbanas y ajardinadas a espacios naturales próximos, cunetas, cursos de agua, etc. Generando graves problemas ambientales.

Por ello, parte del esfuerzo que hay que desarrollar deben hacerlo los particulares y titulares de terrenos, donde exista esta especie. Por lo que es importante incidir en la responsabilidad de todos los propietarios, para que eliminen esta especie en cualquier lugar de su propiedad.

En cualquier caso, los organismos competentes en materia medioambiental podrán determinar su eliminación progresiva y su vinculación legal, ya que la responsabilidad legal será determinada por la normativa regional y sus órganos de gestión.

8.6. Seguimiento de las actuaciones de control realizadas.

En aquellos lugares donde se hayan realizado actuaciones de control/erradicación de la población de *Acacia dealbata* y/o *Ailanthus altissima* es necesario garantizar, durante los siguientes 3 años, una red de vigilancia para detectar de forma temprana una posible recolonización por la especie.

Para ello, se realizará un seguimiento específico de la zona afectada con objeto de evaluar la eficacia de los trabajos realizados y de poder determinar si la zona se designa como libre de la especie o bien si es necesario continuar con los trabajos de control.

En el caso de que se detecte de nuevo la presencia de la especie, se establecerá el esfuerzo necesario para realizar su eliminación (en esta época es más sencillo su eliminación pudiendo arrancar por completo la plántula). Esta actuación se reforzará con la reforestación de especies autóctonas en los lugares en los que se ha eliminado.

Se establece este proceso de vigilancia dos fases diferenciadas.

a) Fase de vigilancia intensiva o seguimiento periódico

Se llevarán a cabo tareas de mantenimiento periódicas, al menos cuatro veces al año, que incluirán:

- Evaluación del rebrote y germinación de plántulas de ailanto en la masa vegetal (enero-mayo).
- Repetición de tratamientos específicos sobre rebrotes.
- Retirada manual de plántulas, preferentemente cuando el suelo esté húmedo, para facilitar la extracción de toda la raíz. Esta acción debe realizarse lo antes posible, ya que será efectiva siempre que las plantas aún no hayan desarrollado completamente su sistema radicular. Una vez desarrollado y expandido es complicado arrancarlo y posee alta capacidad de rebrote.
- Evaluación de la evolución de la vegetación natural existente.

b) Fase de vigilancia activa o evaluación continúa

Una vez determinada la eliminación de *Acacia dealbata* y/o *Ailanthus altissima* de la zona de actuación, tras la fase de vigilancia intensiva, se recomienda continuar con las actuaciones de vigilancia y restauración:

- Realizar visitas periódicas, al menos dos al año, en primavera y otoño.
- Mantener la Red de Alerta activa frente a esta especie invasora.
- Evaluación continua de la situación del ailanto en el territorio.

La evolución del procedimiento se hará público a través de los medios previstos en la Ley 4/2013, de 21 de mayo, de Gobierno Abierto de Extremadura.

8.7. Programa de sensibilización y educación ambiental.

La actuación principal consistirá en favorecer el conocimiento de la opinión pública y de la administración frente a la problemática de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*. Para ello se establecen como actuaciones principales:

- La realización de campañas informativas dirigidas a la opinión pública sobre la problemática de estas especies invasoras y la existencia de la red de alerta para la comunicación de la presencia de estas especies en el medio natural.

- En el marco de las campañas educativas en centros escolares dirigidas a la sensibilización frente a las especies exóticas invasoras se incluirá con especial mención aquellos aspectos relacionados con estas especies.
- Desarrollar materiales divulgativos en los que aparezca la especie para su divulgación.
- Facilitar la información del presente protocolo, así como de las actuaciones de seguimiento que se realicen a todos los agentes implicados: Agentes del Medio Natural, Guardia Civil del SEPRONA, Servicios de conservación de vías de comunicación (carreteras, ferrocarriles, etc.), Agentes de las Confederaciones Hidrográficas.
- Participar, en la medida de lo posible, en los foros nacionales e internacionales en los que se traten y discutan aspectos relativos al control de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*.

9. DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE ACTUACIÓN.

9.1. Distribución de las especies en Extremadura y zonas de actuación.

Para definir las distintas zonas de actuación donde desarrollar los trabajos de control/erradicación, se han seleccionado las principales vías de comunicación, por ser unos de los lugares de mayor incidencia de la especie (según se observa en el mapa de distribución de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* en Extremadura), cruzando estos datos con aquellas zonas donde coincidan con Espacios Protegidos, siendo estos los de mayor priorización.

A estas zonas viarias hay que añadir (en el caso de *Ailanthus altissima*), las zonas próximas a poblaciones por las que estas vías circundan, por ser las vías de comunicación uno de los lugares de mayor incidencia de esta especie y el lugar por el cual aumenta su distribución.

A la hora de ejecutar estas acciones es importante contar con la colaboración de las administraciones públicas o con los propietarios linderos de las vías de comunicación, de tal manera que los trabajos que se realicen puedan tener la efectividad esperada.

Siguiendo la metodología desarrollada por García de Lomas et al. (2014), el análisis de riesgos elaborado para *Acacia dealbata* en Extremadura muestra una puntuación de 81 sobre 100, lo que supone un valor equivalente a riesgo alto de invasión. Este análisis resalta la necesidad de evaluar y gestionar esta especie invasora dentro del territorio regional.

Para comprender la magnitud del problema que supone la presencia de estas especies invasoras y poder desarrollar herramientas para su gestión, resulta fundamental diagnosticar el grado de invasión que ha alcanzado dentro del área de actuación. Con este objetivo se recomienda la realización de un análisis cartográfico, complementado con estudios de campo, que permita conocer las características concretas de los rodales existentes y optimizar los recursos mediante la localización de áreas prioritarias de actuación.

En este sentido, en el ámbito del proyecto LIFE+ INVASEP se realizó un análisis cartográfico basado en el inventario de los rodales de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*, a los que se les añaden los datos obtenidos de los muestreos realizados hasta el año 2019. A estos datos, se le realiza un análisis cartográfico, que revela una distribución dispersa por toda la geografía (Figura 3 y Figura 4) y la importancia de los rodales en función de la superficie de los mismos (Figura 5 y Figura 6).

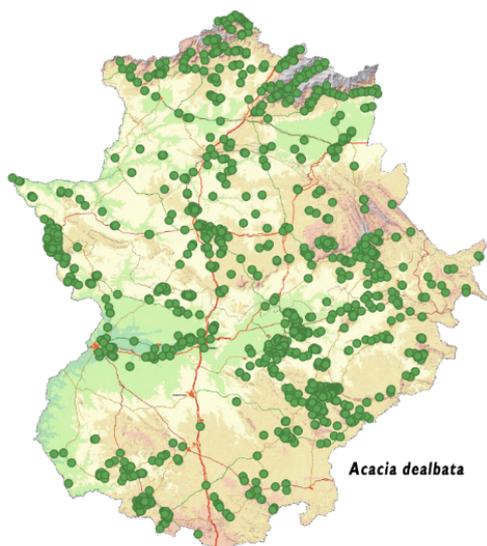
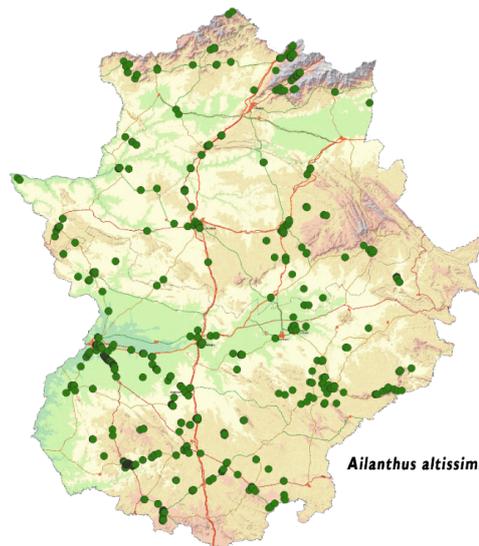
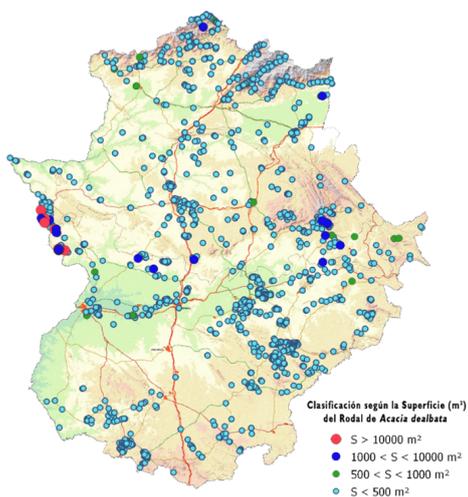
**Acacia dealbata****Ailanthus altissima**

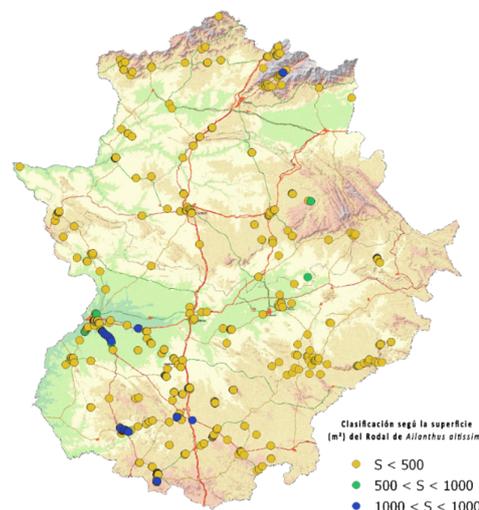
Figura 3. Distribución de *Acacia dealbata* en Extremadura

Figura 4. Distribución de *Ailanthus altissima* en Extremadura



Clasificación según la Superficie (m²) del Rodal de *Acacia dealbata*

- S > 10000 m²
- 1000 < S < 10000 m²
- 500 < S < 1000 m²
- S < 500 m²



Clasificación según la superficie (m²) del Rodal de *Ailanthus altissima*

- S < 500
- 500 < S < 1000
- 1000 < S < 10000

Figura 5. Distribución de *Acacia dealbata* en Extremadura, según el área (m²) que ocupan los rodales.

Figura 6. Distribución de *Ailanthus altissima* en Extremadura, según el área (m²) que ocupan los rodales.

9.2. Selección y priorización de zonas concretas para la erradicación.

A/ *Acacia dealbata*.

En Extremadura su uso estuvo inicialmente ligado a la jardinería, pero la mayor proliferación de esta especie se debe a su posterior uso como especie forestal de rápido crecimiento en infraestructuras viarias (márgenes de carreteras, vías férreas o medianas de autopistas) y en menor medida, para su explotación forestal mediante la extracción de taninos, leña y aprovechamiento de varas para cestería (Sanz Elorza et al., 2004; Marchante y Marchante, 2008). a partir de las cuales invade campos agrícolas y otros entornos, como ecosistemas riparios (Amor et al., 1993; Kowarik y Saumel, 2007; MAPAMA, 2013).

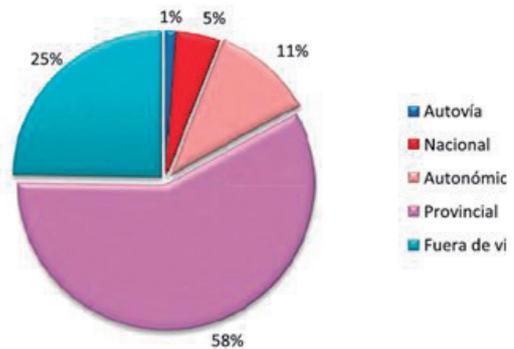


Figura 7. Presencia de rodales de *Acacia dealbata* en una zona de influencia de 20 m. a ambos lados de los viales, según la tipología de carreteras de Extremadura.

Según la distribución más actual de *Acacia dealbata* en la comunidad autónoma de Extremadura (informe de acción A.1 "Inventario y cartografiado de las especies invasoras *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* en la cuenca del río Tago y elaboración de medidas de prevención y erradicación; proyecto LIFE+INVASEP 10 nat/es/000582 más las tareas de identificación y muestreo desarrollado en los años posteriores), sería necesario hacer incidencia y dentro de las prioridades objeto del presente protocolo, se debería comenzar con la eliminación de la especie en las vías de comunicación (con presencia entre el 81 % en un área de influencia de 20 m a ambos lados del vial y hasta un 94 % si la zona se amplía a 100 m a ambos lados de la vía).

Las carreteras autonómicas suponen la mayor parte de la superficie total invadida, mientras que el resto de viales presentan una importancia mucho menor. Es decir, en el caso de Extremadura, la mayor parte de los rodales están asociados a la existencia de carreteras autonómicas.

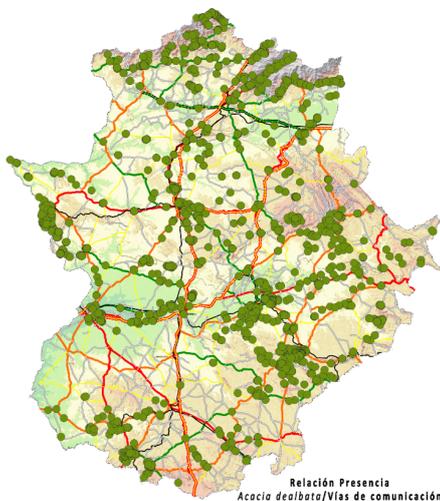


Figura 8. Relación de la presencia de *Acacia dealbata* con las Vías de Comunicación de Extremadura

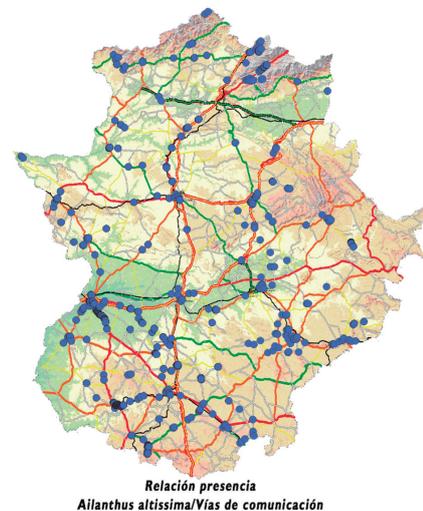


Figura 9. Relación de la presencia de *Ailanthus altissima* con las Vías de Comunicación de Extremadura

A través del análisis cartográfico y del inventario, también se han evaluado las incidencias de *Acacia dealbata* sobre los espacios naturales existentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura (Tabla 1).

Espacios protegidos y/o de interés		Área de ocupación	Superficie invadida (m ²)
Espacios naturales con figura de protección	Zonas de Especial Conservación	Badajoz	867,74
		Cáceres	6254,77
		Extremadura	7122,51
	Zonas de Especial Protección para las Aves	Badajoz	1065,56
		Cáceres	7035,00
		Extremadura	8100,56
	Red de Espacios Naturales Protegidos de Extremadura	Badajoz	245,38
		Cáceres	251,08
		Extremadura	496,46
	Reservas de la Biosfera	Monfragüe	172,80
Hábitats de Interés Comunitario	Badajoz	2291,41	
	Cáceres	14526,42	
	Extremadura	16817,83	

Tabla III. Superficie invadida por rodales de *Acacia dealbata* en espacios protegidos y/o de interés en Extremadura

Para valorar las áreas prioritarias de actuación para la erradicación de *A. dealbata* en Extremadura, es importante evaluar su afectación sobre los hábitats de especial relevancia recogidos en la Directiva 92/43/CEE como Hábitats Naturales de Interés Comunitario y, especialmente, sobre aquellos hábitats considerados como prioritarios. Su análisis es necesario para conocer los riesgos que pueden amenazar estos hábitats cuya conservación supone una responsabilidad especial para la UE.

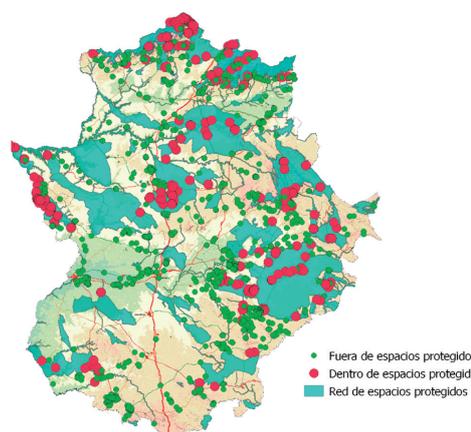


Figura 10. Presencia de *Acacia dealbata* en los espacios protegidos de Extremadura

El inventario muestra que el 20,11% de la superficie ocupada por *Acacia dealbata* en Extremadura se localiza en Hábitats de Interés Comunitario, de los cuales un 20,02% se consideran prioritarios.

La información obtenida mediante este análisis de priorización se representa en la Figura 6, donde se clasifican los rodales de *Acacia dealbata* según su prioridad de actuación. De esta forma se establece el orden a seguir por el Plan de Acción para su control y erradicación.

B/ *Ailanthus altissima*

En Extremadura su uso estuvo inicialmente ligado a la jardinería, pero la mayor proliferación de esta especie se debe a su posterior uso como especie forestal de rápido crecimiento en infraestructuras viarias (márgenes de carreteras, vías férreas o medianas de autopistas), a partir de las cuales invade campos agrícolas y otros entornos, como ecosistemas riparios (Amor et al., 1993; Kowarik y Saumel, 2007; MAPAMA, 2013).

Según la distribución del *Ailanthus altissima* en la Comunidad Autónoma de Extremadura (Informe de Acción A.1 "Inventario y cartografiado de las especies invasoras *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* en la cuenca del río Tajo y elaboración de medidas de prevención y erradicación; Proyecto LIFE+INVASEP 10 NAT/ES/000582 más las tareas de identificación y muestreo desarrollado en los años posteriores), sería necesario hacer incidencia y dentro de las prioridades objeto del presente protocolo, se debería comenzar con la eliminación de la especie en las vías de comunicación (con presencia entre el 83 % en un área de influencia de 20 m a ambos lados del vial y hasta un 94 % si la zona se amplía a 100 m a ambos lados de la vía).

Las carreteras autonómicas seguidas de las nacionales, suponen la mayor parte de la superficie total invadida. Es decir, la mayor parte de los rodales de ailanto, está asociada a la existencia de carreteras nacionales o autonómicas, en función de la importancia de las mismas y la titularidad del trazado. A través del análisis cartográfico y del inventario, también se han evaluado las incidencias de *Acacia dealbata* sobre los espacios naturales existentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura (Tabla II).

Espacios protegidos y/o de interés		Área de ocupación	Superficie invadida (m ²)
Espacios naturales con figura de protección	Zonas de Especial Conservación	Badajoz	4522,10
		Cáceres	1466,30
		Extremadura	5988,40
	Zonas de Especial Protección para las Aves	Badajoz	3580,40
		Cáceres	754,00
		Extremadura	4334,40
Red de Espacios Naturales Protegidos de Extremadura	ZIR Sierra de San Pedro	115,00	
Reservas de la Biosfera	Monfragüe	70,90	
Hábitats de Interés Comunitario	Hábitats de Interés Comunitario	Badajoz	26574,52
		Cáceres	10701,04
		Extremadura	37275,56

Tabla IV. Superficie invadida por rodales de *Ailanthus altissima* en espacios protegidos y/o de interés en Extremadura

Para valorar las áreas prioritarias de actuación para la erradicación de *Ailanthus altissima* en Extremadura, es importante evaluar su afectación sobre los hábitats de especial relevancia recogidos en la Directiva 92/43/CEE como Hábitats Naturales de Interés Comunitario y, especialmente, sobre aquellos hábitats considerados como prioritarios. Su análisis es necesario para conocer los riesgos que pueden amenazar estos hábitats cuya conservación supone una responsabilidad especial para la UE.

El inventario muestra que el 17% de la superficie ocupada por *Ailanthus altissima* en Extremadura se localiza en Hábitats de Interés Comunitario, de los cuales, un

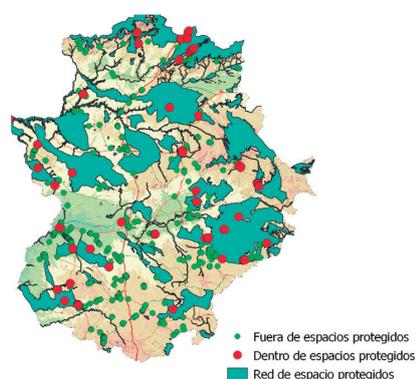


Figura 11. Presencia de *Ailanthus altissima* en los espacios protegidos de Extremadura

0,5% se consideran prioritarios. De entre los Hábitats de Interés Comunitario, la presencia de *Ailanthus altissima* muestra una clara preferencia por el hábitat 5330 "Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos", seguido por el hábitat 6310 "Dehesas perennifolias de *Quercus* spp.", el más extendido en la región; y una significativa afinidad por el Hábitat Prioritario 6220 "Zonas subestépicas de gramíneas y anuales".

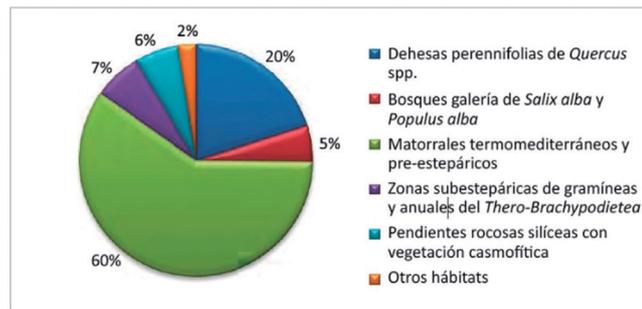


Figura 12. Clasificación según el tipo de Hábitat de Interés Comunitario y Hábitat Prioritarios donde se han registrado invasión de *Ailanthus altissima*, representado en función del porcentaje de área invadida.

Con toda esta información se elabora este Protocolo para el control y/o erradicación de *Ailanthus altissima* en Extremadura. Con estos datos se ha obtenido un índice de prioridad. En el caso de Extremadura, el índice de Prioridad (P) se ha basado en los datos del inventario de *Ailanthus altissima* en Extremadura y el análisis cartográfico. Este índice, nos permite clasificar los rodales de *Ailanthus altissima*, según la prioridad de actuación estableciendo el orden a seguir en el plan de Acción para su control y erradicación.

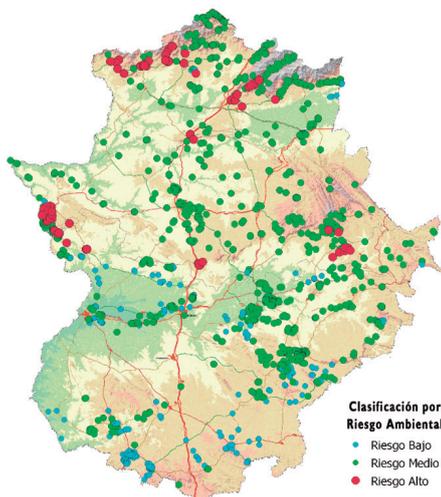


Figura 13. Clasificación de las zona de Riesgo ambiental que presenta la presencia de *Acacia dealbata*.

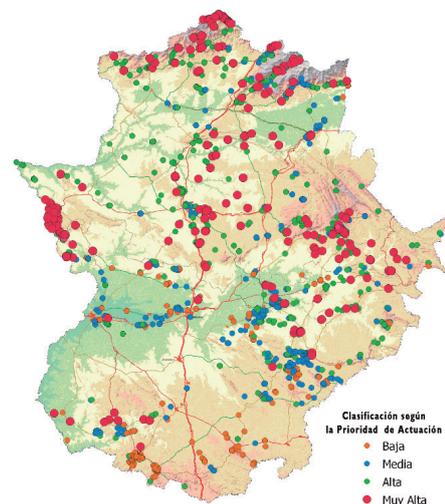


Figura 14. Clasificación de los lugares en función de la prioridad de actuación frente a *Acacia dealbata*

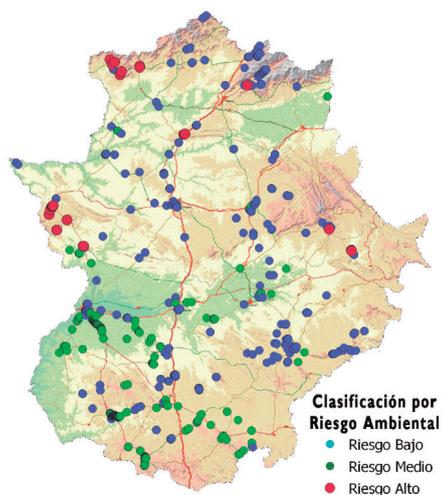


Figura 15. Clasificación de las zona de Riesgo ambiental que presenta la presencia de *Ailanthus altissima*

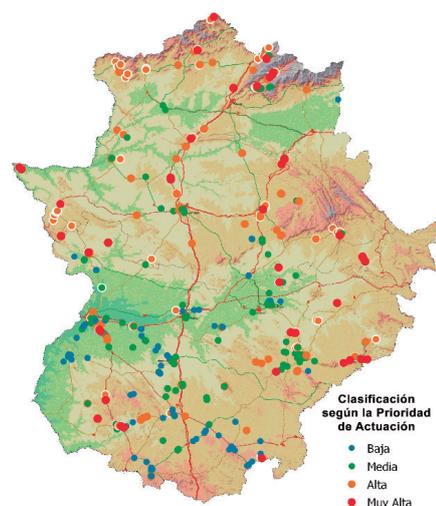


Figura 16. Clasificación de los lugares en función de la prioridad de actuación frente a *Ailanthus altissima*.

9.3. Metodología de trabajo.

El presente Protocolo para el control y/o erradicación de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima*, es un mecanismo diseñado a nivel autonómico, que será gestionado a través de los organismos implicados en materia ambiental y forestal.

Son organismos competentes en materia medioambiental y, por tanto, agentes activos en relación con la invasión de *A. altissima* en Extremadura, los siguientes organismos o entidades públicas:

- Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico
- Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana
- Confederación Hidrográfica del Tajo
- Confederación Hidrográfica del Guadiana
- Junta de Extremadura
- Diputación Provincial de Cáceres
- Diputación Provincial de Badajoz
- Entidades y administraciones locales



Este Plan de Actuación será coordinado y supervisado a través de:

- Coordinador Regional del Plan, será el encargado de las tareas de dirección, coordinación y ejecución, estará en contacto permanente con los organismos competentes del Estado y de las Comunidades Autónomas interesados en luchar contra las especies exóticas invasoras a nivel nacional. El Coordinador Regional será designado por el órgano competente.
- Grupo de Consulta, estará constituido por la UEX, la Consejería para la Transición Ecológica y la Sostenibilidad, así como una persona designada por la Dirección General competente en materia de gestión forestal. Además se podrá contar con la participación de especialistas relacionados con el conocimiento y la gestión de la especie.
- Grupo de trabajo ibérico de especies exóticas invasoras (GTEEI / España y Portugal), coordinado por el MITECO, y con participación de todas las Comunidades Autónomas y el Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas ICNF (Portugal).

9.4 Seguimiento para actualizar el área de distribución.

El seguimiento a realizar con el objetivo de actualizar el área de distribución, se plantea en las principales vías de comunicación sin dejar de prestar atención a la red de alerta y al seguimiento y vigilancia de los agentes del medio natural, y a la colaboración de la ciudadanía.

Habría que mantener la vigilancia en las distintas áreas prioritarias en los puntos de muestreo donde no se detecte presencia de la especie, ya que a densidades de poblaciones bajas, los individuos son difíciles de detectar (mejor momento para su eliminación por medios físicos) en los primeros estadios de las plantas y una vez detectado con un tronco definido hay que volver a repetir el proceso de eliminación, mediante métodos físico y químicos o físico y biológicos (más costosos)

10. COLABORACIÓN CON OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y ORGANISMOS DE CUENCA.

Con esta especie, no es viable plantear una erradicación solamente en el territorio de Extremadura. Ya que en el caso de las vías de comunicación, vías ferreas, dehesa, ríos, etc., tienen continuidad por las comunidades lindantes con Extremadura, por lo que el movimiento y la dispersión de la especie va a continuar como hasta ahora. Por ellos, las comunidades próximas, también están desarrollando actuaciones de control y erradicación, siendo importante la comunicación tanto en métodos como en tasa de éxito que se están obteniendo, para que estos procesos de control y erradicación sean más generales.

En la realización del inventario y el manual de control y erradicación de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* para Extremadura, se ha estado en contacto con distintas Comunidades



Autónomas, produciéndose un flujo de información de métodos y resultados.

11. ÁMBITO DE APLICACIÓN, VIGENCIA Y REVISIÓN.

El ámbito de aplicación del presente protocolo será territorialmente la totalidad de la Comunidad Autónoma de Extremadura abarcando la totalidad del área de distribución de *Acacia dealbata* y *Ailanthus altissima* conocida en Extremadura.

La vigencia de este protocolo es indefinida, siendo deseable su revisión cada cinco años o bien en función de los avances que se tengan en el conocimiento tanto de la biología/fenología de las especies como de los métodos de lucha y control.

12. ANÁLISIS ECONÓMICOS DE LOS COSTES.

Se procurará evaluar los costes de las actuaciones de control. Como referencia se tienen las actuaciones ya desarrolladas con anterioridad dentro de otros proyectos desarrollados en el Servicio de Conservación de la Naturaleza y Áreas Protegidas, donde el coste de la eliminación por "pie", necesita de un equipo, con maquinarias, vehículos, desplazamientos, sistemas de eliminación, etc. y personal técnico de la Dirección General de Sostenibilidad y personal de Vigilancia de la Dirección General de Políticas Forestales. A lo que hay que incrementar los costes del control y gestión de las especies, de igual manera que el mantenimiento de las bases de datos (las cuales deben estar actualizadas), la redacción y ejecución de los planes de actuación que se vayan desarrollando en función de la situación de las especies.

La financiación de las actuaciones específicas que se realicen en el desarrollo de este Protocolo podrá correr a cargo de los organismos responsables de su ejecución, y competentes en la aplicación del presente protocolo, quienes podrán disponer al efecto de fondos en sus correspondientes presupuestos o utilizar fondos procedentes de otras instituciones o entidades públicas o privadas así como fondos de nueva generación del plan de recuperación transformación y resiliencia y otros fondos de financiación de cooperación transfronteriza y fondos Life. En este sentido, es recomendable la búsqueda de otras vías de financiación complementaria como puede ser, entre otras, la solicitud de apoyo financiero comunitario a través de aquellos fondos que por su naturaleza puedan destinarse a la aplicación de esta Estrategia o utilizar el Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, recogidos en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

Se procurará fomentar que las actuaciones derivadas del presente protocolo sean priorizadas en la distribución y asignación de fondos, ya sea a la hora de su consignación en los respectivos presupuestos de los organismos públicos implicados o en el marco de convocatorias promovidas por entidades públicas o privadas.

El control de *Ailanthus altissima* y *Acacia dealbata* será una partida incluida dentro del presupuesto anual de gestión y control de especies exóticas invasoras, necesario para el buen desarrollo de este protocolo y cumplir con lo especificado tanto en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, como del R.D. 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.

13. REFERENCIAS.

- Alonso, A., Castro-Díez, P. (2015). Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Ecosistemas* 24(1):1-3.
- Amor, A., Ladero, M., Valle, C.J. (1993). Flora y vegetación vascular de la comarca de la Vera y laderas meridionales de la Sierra de Tormantos (Cáceres, España). *Studia Botanica, Univ. Salamanca* 11: 11-207.
- Andreu, J., Vila, M. (2007). Análisis de la gestión de las plantas exóticas en los espacios naturales españoles. *Ecosistemas*, 16 (3): 109-124.
- Andreu J., Vila M. (2007). Análisis de la gestión de las plantas exóticas en los espacios naturales españoles. *Ecosistemas*. 2007/3 (URL: http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=505&1d_Categoria=I&tipo=portada).
- Arrojo Marín, E. (coord.) (2006). Los hongos en Extremadura. Ed. Junta de Extremadura, 279 pp.
- Bajaj, Y. P. S. (1996). Trees IV. Biotechnology in Agriculture and Forestry (Vol. 35). Ed. Springer Science & Business Media, 428 pp.
- Burch, P.L., Zedaker, S.M. (2003). Removing the invasive tree *Ailanthus altissima* and restoring natural cover, *Journal of Arboriculture* 29(1):18-24.
- Cabra-Rivas, I., Castro-Díez, P., Saldaña, A. (2015). Análisis de la invasión del hábitat ribereño por tres árboles exóticos en España. *Ecosistemas*, 24(1):18-28.
- Campos, J., Rocha, M .E., Tavares, M. (2002). Control de Acácias com Fitocidas nas Dunas do Litoral. *Silva Lusitana* 10 (2): 201-206.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2014). Protocolos de Aplicación de Herbicidas en Especies Leñosas. Junta de Andalucía.
- Capdevila Argüelles, L., Iglesias García, A., Oureta, J.F., Zilleti, B. (2006). Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. *Naturaleza y Parques Nacionales, Serie técnica*. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, 287 pp.



- Carballeira, A., Reigosa, M.J. (1999). Effects of natural leachates of *Acacia dealbata* Link in Galicia (NW Spain). *Botanical Bulletin of Academia Sínica*, 40: 87-92.
- Constán-Nava, S. (2013). Ecología de la especie invasora *Ailanthus altissima* (Mili.) Swingle. Bases para su control y erradicación en Espacios Naturales Protegidos. *Ecosistemas* 22(1):83-85.
- Constán-Nava, S. Bonet, A. (2013). Manual técnico para el control de la especie invasora *Ailanthus altissima* (Mili.) Swingle en Espacios Naturales Protegidos. Estación Científica Font Roja Natura. Universidad de Alicante.
- DAISIE (2009). Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht. <https://www.springer.com/gp/book/9781402082795>
- Davies, P.A. (1937). Leaf arrangement in *Ailanthus altissima*. *American Journal of Botany* 24, 401-407.
- DEEDI. Department of Employment, Economic Development and Innovation (2017). Environmental Weeds of Australia Biosecurity Queensland Edition. <https://www.daf.qld.gov.au/business-priorities/biosecurity> (consulta 08-01-2017).
- Di Tomaso, J.M., Kyser, G.B. (2007). Control of *Ailanthus altissima* Using Stem Herbicide. European Alien Species Information Network (EASIN). <https://easin.jrc.ec.europa.eu/Application-Techniques>. *Arboriculture & Urban Forestry*, 33(1):55- 63.
- Doran, J. C., Turnbull, J. W. (1997). Australian trees and shrubs: species for land rehabilitation and farm planting. ACIAR Monograph 24. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia, 384pp.
- EGMASA (2004). Análisis y optimización de técnicas de eliminación de las principales EEI. Ed. Junta de Andalucía.
- Fagúndez, J., Barrada, M. (coords.) (2007). Plantas invasoras de Galicia: Biología, distribución e métodos de control. Ed. Xunta de Galicia, Dirección Xeral de Conservación, 199 pp.
- Fryer, J.L. (2010). *Ailanthus altissima*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/ailalt/all.html> (consulta 10/01/2017).
- García-Berthou, E., 2004. Especies exóticas invasoras de la Península Ibérica, InvasiBER. <http://invasiber.org>



- García de Lomas, J., Dana, E.D., Ceballos, G., Ortega, F. (2014). Manual Práctico. Análisis del Riesgo de Invasión de Vegetales Exóticos. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía, 53 pp.
- Gifre, M.C. (2004). *Ailanthus altissima*. En: García-Berthou. E. et al., 2004. Especies exóticas invasoras de la Península Ibérica, InvasIBER. <http://invasiber.org> (consulta 24/09/2017).
- Gómez-Aparicio, L., Canham, C.D. (2008). Neighbourhood analyses of the allelopathic effects of the invasive tree *Ailanthus altissima* in temperate forests. *Journal of Ecology*, 96, 447-458.
- González-Muñoz, N., Costa-Tenorio, M., Espigares, T. (2012). Invasion of alien *Acacia dealbata* on Spanish *Quercus robur* forests: Impact on soils and vegetation. *Forest Ecology and Management*, 269: 214-221.
- Hu, S.Y. (1979). *Ailanthus*. *Arnoldia* 39(1):29-50.
- Instituto Geográfico Nacional (2006). Mapa de Usos del Suelo del Corine Land Cover Nivel 5. Escala 1:100.000. <http://www.ign.es/web/ign/porta1/cbg-area-cartografia> (consulta 12-06-2017).
- ISSG (2008). Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group (ISSG) de l'IUCN. Species Survival Commission. 24 de mayo de 2008. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?fr=1&si=319> (consulta 19/ 07/ 2017).
- Johnson, J. M. (2011). An evaluation of application timing and herbicides to control *Ailanthus altissima*. Thesis. The Graduate School College of Agricultural Sciences. Pennsylvania State University.
- Kowarik, I, Saümel, I. (2007). Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8 (4):207-237.
- Lewis, K., M.S. (2007). Control techniques and management implications for the invasive *Ailanthus altissima* (tree of heaven). Thesis. Environmental Studies College of Arts and Sciences of Ohio University, 122 pp.
- Le Maitre, D.C., Gaertner, M., Marchante, E., Ens, E.J., Holmes, P.M., Pauchard, A., O'Farrell, P.J., Rogers, A.M., Blanchard, R., Blignaut, J., Richardson, D.M., 2011. Impacts of invasive Australian acacias : implications for management and restoration. *Diversity and Distributions*, 17: 1015- 1029.



- LIFE 08 NAT/E/000072 (2013). Recuperación de Hábitats riparios del río Ter. Protocolos de actuación.
- López González, G. (2002). Guía de árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. Ed. Mundi-Prensa, 894 pp.
- Lorenzo, P., González, L., Reigosa, M.J. (2010). The genus *Acacia* as invader: the characteristic case of *Acacia dealbata* Link in Europe. *Annals of Forest Sciences*, 67: 101.
- Lorenzo, P., Pazos-Malvido, E., Rubido-Bará, M., Reigosa, M. J., González, L. (2012). Invasion by the leguminous tree *Acacia dealbata* (Mimosaceae) reduces the native understorey plant species in different communities. *Australian Journal of Botany*, 60(8): 669-675.
- Lorenzo, P., Rodríguez-Echeverría, S. (2015). Cambios provocados en el suelo por la invasión de acacias australianas. *Ecosistemas*, 24(1): 59-66.
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2013). Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras: Grupos taxonómicos. <http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/default.aspx> (consulta 11-01-2017).
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2005). Atlas y Manual de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España. Banco de Datos de la Naturaleza. http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/atlas_manual_habitats_espanioles.aspx (consulta 09-05-2017).
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2013). Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras: Grupos taxonómicos. <http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/default.aspx> (consulta 11-04-2017).
- MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) (2017). Registro oficial de productores y operadores de medios de defensa fitosanitaria (ROPO). <http://www.mapama.gob.es/app/ropo/Default.aspx> (consulta 14-10-2017).
- Marchante E., Marchante H. (2008). Caso 7: Rasgos comunes de las mimosas de origen australiano que invaden la Península Ibérica, en Vila, M. et al, 2008. Invasiones biológicas. Colección Divulgación. Ed. CSIC, Madrid. 215 pp.
- Marchante, E., et al. (2017). Projeto "Plantas Invasoras: uma ameaça vinda de fora". Fichas de plantas invasoras em Portugal. <http://invasoras.pt/> (consulta 25-03-2017).



- Marchante, E., Kjølner, A., Struwe, S., Freitas, H. (2009). Soil recovery after removal of the N₂-fixing invasive *Acacia longifolia*: consequences for ecosystem restoration. *Biological Invasions*, 11: 813-823.
- Menéndez Valderrey, J.L. (2015) "Ailanthus altissima (Mill.) Swingle". *Asturnatura.com* [en línea]. Núm. 515, [consultado el: 12/7/2016]. Disponible en <<http://www.asturnatura.com/especie/ailanthus-altissima.html>>. ISSN 1887-5068.
- Ministerio de Fomento (2006). Base Cartográfica Nacional a escala 1:200.000. SGR: ETRS89. Instituto Geográfico Nacional. Centro Nacional de Información Geográfica. <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=CAANE> (consulta 12-04-2017).
- MITECO. Especies exóticas invasoras. Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Serie técnica. Naturaleza y Parques Nacionales.
- Monteiro, A. (2012). Guía de control de bioinvasoras vegetales en ríos de la Península Ibérica. RICOVER INTERREG IV-B, 118 pp.
- Montesinos, D., Castro, S., Rodríguez-Echeverría, S. (2012). Invasive acacias experience higher ant seed removal rates at the invasion edges. *Web Ecology*, 12(1): 33-37.
- Mooney, H.A., Hobbs, R.J. (eds.) (2000). *Invasive species in a changing world*. Island Press, Washington, D.C., U.S.A, 457 pp.
- Mouriño, J., Bernárdez, G. (2012). Evaluación preliminar de resultados de erradicación de rodales y poblaciones invasoras de *A. mearnsii* De Wild. y *A. melanoxylon* R.Br. en Galicia. En: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed) EEI 2012 Notas Científicas, pp. 61-64. IV Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2012". GEIB, Serie Técnica N.º5. León, 218 pp.
- Navarro C., Muñoz Garmendia, F. (2015). *Ailanthus*. En: Castroviejo, S., Aedo, C., Laínz, M. Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J., Benedí, C. (eds.). *Flora ibérica*, 9:110-113.
- NWCB (Noxious Weed Control Board) (2011). Written findings of the Washington State noxious weed control board draft (Washington State). August 29, 2011.
- Paiva, J., 1999. *Acacia Mili*. In Castroviejo et al. (eds.) : *Flora ibérica*, 7 (1): 1125.
- Pérez Bote, J.L., Perianes, M.J. Romero, A.J. (2010). *Especies invasoras en Extremadura*. Ed. Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones, 229 pp.



- Pisula, N. L., S. J. Meiners. (2010). Relative allelopathic potential of invasive plant species in a young disturbed woodland. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 137:81-87.
- Richardson, D.M., Carruthers, J., Hui, C., Impson, F. A. C., Miller, J. T., Robertson, M.P., Rouget, M., Le Roux, J.J., Wilson, J. R. U. (2011). Human-mediated introductions of Australian acacias - a global experiment in biogeography. *Diversity and Distributions*, 17: 771-787.
- Richardson, D.M., Rejmánek, M. (2011). Trees and shrubs as invasive alien species - a global review. *Diversity and Distributions*, 17: 788-809.
- Salvador-Vilariño, V. (2015). Diagnóstico de la situación de las especies exóticas invasoras dentro del ámbito del proyecto LIFE11 NAT ES/699 MedWetRivers. Sociedad Pública de Infraestructuras y Medio Ambiente de Castilla y León S. A (SOMACYL). <http://www.lifemedwetrivers.eu/>.
- Sánchez, N., Alonso, P., García, C. (coords) (2011). Manual de las especies exóticas invasoras de los ríos y riberas de la cuenca hidrográfica del Duero. Ed. El Egida, s.l., 214 pp.
- Sanz Elorza M., Dana Sánchez E.D., Sobrino Vesperinas E. (eds.) (2004). Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 384 pp.
- Servicio de Conservación da Naturaleza de Pontevedra (2006). Proposta de plan de erradicación de *A. altissima* no P.N. Serrada Enciña da Lastra. Xunta de Galicia.
- Sheppard A.W., Shaw R.H., Sforza R. (2006). Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *Weed Research*, 46: 93-117.
- Souza-Alonso, P., Lorenzo, P., Rubido-Bará, M., González, L. (2013). Effectiveness of management strategies in *A. dealbata* Link invasion, native vegetation and soil microbial community responses. *Forest Ecology and Management*, 304: 464-472.
- Stone G.N., Raine N.E., Prescott M., Willmer P.G. (2003). Pollination ecology of acacias (Fabaceae, Mimosoideae). *Australian Systematic Botany*, 16: 103-118.
- TRAGSA (2009). Actuaciones de control de especies alóctonas invasoras en el entorno del Parque Nacional de Picos de Europa. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino. Oviedo, octubre 2009, 75 pp.



- Tu, M., Hurd, C., Randall, J. M. (2001). Weed Control Methods Handbook: Tools and Techniques for Use in Natural Areas. The Nature Conservancy Wildland Invasive Species Team, 219 pp.
- Vila, M., Valladares, F., Traveset, A., Santamaría, L., Castro, P. (coords) (2008). Invasiones Biológicas. Ed. CSIC, Colección Divulgación, 217 pp.
- Venegas Troncoso, J., Pérez Porras, C. (2009). Análisis y optimización de técnicas de eliminación de especies vegetales invasoras en medios forestales. 5º Congreso Forestal Español, Ávila. División de Medio Natural. Oficina de Proyectos. Empresa de Gestión Medioambiental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Wickert, K.L., O'Neal, E.S., Davis, D.D., Kasson, M .T. (2017). Seed Production, Viability and Reproductive Limits of the Invasive *Ailanthus altissima* (Tree-of-Heaven) within Inva- ded Environments. *Forests*, 8:226.
- Williamson, M. (1996). Biological Invasions. Population and Community Biology Series, Chapman & Hall Ed, 244 pp.
- Wilson, J.R., Gairifo, C., Gibson, M.R., Arianoutsou, M., Bakar, B.B., Baret, S., Kull, C.A. (2011). Risk assessment, eradication, and biological control: global efforts to limit Aus- tralian acacia invasions. *Diversity and Distributions*, 17(5): 1030-1046.

**14. ANEXOS.****ANEXO 1****PROTOCOLO DE INOCULACIÓN DE TORILLOS DE MADERA CON HONGOS SAPRÓFITOS**

Este método es adecuado para repicado de micelio de cualquier hongo, que se desarrolla en cultivo puro sobre un medio de cultivo uniforme con soporte agar, típicamente encerrado en placa Petri.

Materiales

- Cámara de flujo laminar.
- Pulverizador para etanol.
- Mechero bunsen.
- Bisturís.
- Pinzas.
- Placas Petri con medio de cultivo.
- Parafilm cortado en tiras de 4 cm de ancho.
- 1 vaso de precipitado de 100 ml.
- Etanol cosmético.
- Etanol al 70%
- Anaclines de PP de 150 ml.
- Placas Petri con micelio del hongo a inocular en cultivo puro.

Antes de proceder a la inoculación se sumergen los torillos a inocular en agua destilada, calentada a 100°C. Transcurridas 48 horas se sacan los torillos y se depositan sobre papel de filtro, haciéndolos rotar, de manera que pierdan el agua libre que queda en su superficie.

En el ámbito del proyecto LIFE+ INVASEP, se introducen 16 unidades de torillo en cada anaclín de 150 ml. Se autoclava el conjunto a 121°C durante 50 minutos. Finalizado el autoclavado se introducen en la cabina de flujo laminar, rociados con etanol si es necesario, dejándolos a la espera el tiempo suficiente para que se enfríen hasta temperatura ambiente.



Media hora antes de iniciar el proceso se enciende la cámara de flujo laminar y se enciende la luz ultravioleta con todo el material, incluidas las placas con el medio PDA, manteniéndola durante 30 minutos. Los utensilios (bisturís y pinzas) habrán sido previamente esterilizados en autoclave.

Las placas que contienen el micelio de los hongos se pulverizan de forma generosa con etanol y se introducen en la cabina, una vez apagada la luz ultravioleta. Se guardará referencia escrita de la información impresa en la propia placa.

Se dispone de un vaso de 100 ml con etanol al 96% para la desinfección de los útiles que debemos reutilizar y quemar.

Con todo el material y los hongos en el interior de la cámara pulverizamos etanol en manos y antebrazos, dejando secar en el aire interior. Deberemos tener encendido el mechero bunsen. En cada placa con micelio cultivado se realizan perforaciones con un sacabocados de entre 5 y 10 mm, dejándolas en la propia placa.

El sacabocados se meterá en etanol y se quemará entre placa y placa.

Cada una de las secciones obtenidas se cogerá desde su base con el bisturí y se depositará en el anaclín con 16 torillos. El número de secciones por anaclín será de 5.

La tapa del anaclín de destino se flamea un instante con el mechero bunsen y se coloca en su posición. Con la tapa colocada se flamea el contorno de cada placa y se sella con Parafilm.

Cada anaclín se identifica con el código de la cepa y la fecha de inoculación.

Una vez inoculados los anaclines de destino, las placas de origen se desechan.

Los anaclines se conservarán a 24°C durante al menos 45 días antes de su uso. Se removerán una vez por semana.



ANEXO II

PROTOCOLO DE INOCULACIÓN DE TOCONES DE ESPECIES VEGETALES ARBÓREAS CON HONGOS SAPRÓFITOS

Este método es adecuado para la inoculación con torillos de madera infectados con *Ganoderma lucidum*, *Trametes versicolor* o *Pleurotus ostreatus*. Los destinatarios de los inóculos serían tocones de especies vegetales arbóreas recién apeados, de manera que en el interior de la madera no se hayan desarrollado aún posibles competidores de los hongos a inocular.

Materiales

- Pulverizador para etanol.
- Pinzas.
- Taladro portátil.
- Broca de pala de 10 o 12 mm.
- Etanol al 70%.
- Arcilla de modelar.
- Inóculo sobre torillos de madera.

Se pulveriza etanol sobre la broca ya colocada en el taladro. Taladramos en el perímetro del tocón, a unos 5 cm del suelo, evitando tocar el suelo con la broca. La profundidad del orificio será de unos 5 cm y la distancia entre orificios consecutivos entre 10 y 15 cm hasta rodear completamente el perímetro del tocón. La dirección del taladrado será radial, con cierta pendiente descendente. La broca se pulverizará con etanol al 70% entre tocón y tocón o cada vez que toque el suelo si se diera el caso.

En el caso de tocones de diámetro inferior a 10 cm es preferible taladrar en el sentido longitudinal del árbol, realizando al menos dos perforaciones.

Los orificios deben quedar limpios de viruta.

Se saca el torillo inoculado del recipiente con unas pinzas, previamente pulverizadas con etanol y secas al aire, y se introduce dentro de cada orificio practicado. Las pinzas deben ser robustas porque los torillos pueden tener dificultades para entrar e incluso puede ser necesario empujar con la punta de las pinzas.

Una vez colocados todos los torillos en todos los orificios del tocón, se sellan extendiendo una pequeña cantidad de arcilla, cerrando totalmente el exterior del orificio.