

## SIGUIENDO LA PISTA

### ***Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Simarubaceae) como potencial invasora**

Álvaro Bayón Medrano<sup>1</sup> y Félix Llamas García<sup>1</sup>.

1 Dpto. Biodiversidad y Gestión Ambiental, Área de Botánica. Universidad de León.

[bioabm01@estudiantes.unileon.es](mailto:bioabm01@estudiantes.unileon.es); [f.llamas@unileon.es](mailto:f.llamas@unileon.es)

De todas las especies nuevas que llegan a un territorio, unas pocas llegan a convertirse en las llamadas especies exóticas invasoras, y causan lo que se denomina invasiones biológicas.

*Ailanthus altissima* es una especie de Simarubácea procedente de Asia, introducida en todo el mundo como fijadora de taludes, ornamental, y con fines de extracción maderera. Las características bioecológicas de la especie la convierten en altamente invasora.

Además, afecta de forma directa a la organización y al funcionamiento del ecosistema en el que se instaura, ya que reduce la cobertura vegetal del estrato herbáceo, incrementa la cobertura del estrato arbóreo, reduce la biodiversidad y la riqueza de especies e incrementa la dominancia en favor de sí mismo.

Actualmente se comporta como especie exótica invasora en gran parte del mundo. En España se está gestionando en 6 comunidades autónomas. En la provincia de León aún no se ha observado un estado muy avanzado de la invasión, pero en la comunidad autónoma de Castilla y León no existe un plan de gestión de manejo de la invasión.

Dadas las características bioecológicas de la especie, se puede afirmar que su erradicación es prácticamente imposible. Sin embargo, utilizando sinérgicamente y de forma reiterada mecanismos de control físicos y químicos podría llegarse a controlar su expansión y reducir las poblaciones en cierta medida.

**Palabras clave:** Árbol del Cielo, Plantas alóctonas, Invasión biológica, Especies invasoras, Sustancias alelopáticas.

### **Introducción**

La globalización de la movilidad humana y las actividades comerciales llevan asociados efectos colaterales sobre el medio natural, inicialmente no previstos, como la expansión de especies invasoras (Climent et. al., 2006). Actualmente, innumerables especies se dispersan a través de barreras hasta entonces insuperables, como océanos, cordilleras y zonas climáticas hostiles (Climent et. al., 2006).

Las invasiones biológicas son un importante componente del cambio global y la segunda amenaza ambiental en importancia para la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas naturales, después de la destrucción y la fragmentación del hábitat (Constán Nava et. al., 2008) El impacto causado por las especies invasoras no se restringe al medio ambiente –desde genético hasta paisajístico– sino que también tiene fuertes repercusiones sobre la economía, la sociedad y la salud pública. (Andreu & Vilá, 2007).

Una de las 20 especies alóctonas consideradas más peligrosas en España (Quesada et al., 2009) es *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, un árbol de la familia Simarubaceae, procedente de China e introducido en Europa como planta ornamental, para la obtención de papel y como fijadora de taludes (Andreu & Vilá, 2007).

Breve descripción botánica de *A. altissima* (Mill.) Swingle in Journ. Wash. Acad. Sc. 6(14): 495 (1916).



**Figura 1.** Hojas de *A. altissima*.

El sistema radicular del ailanto es muy abundante y fuertemente extendido tanto en superficie como en profundidad (Climent et. al., 2006).

El tronco tiene una corteza grisácea tendiente a clara, lisa o asurcada en los ejemplares más viejos; las ramas son de un color pardo rojizo.

Las hojas (**Fig. 1**) de hasta 1 m, son caducas, alternas e imparipinnadas –excepcionalmente paripinnadas–, glabras o con pelos dispersos en el haz y/o en el margen. Los folíolos, en número de 10 a 41 son peciolulados, de lanceolados a ovado-lanceolados, de ápice estrechado, margen entero u ondulado, con una escotadura que forma un par de dientes en la base y desde uno hasta cuatro distribuidos por todo el margen, y base de truncada a hastada.

La inflorescencia mide de 9,5 a 26 cm de longitud; la masculina es multiflora, mientras que la femenina es pauciflora. Las flores son actinomorfas unisexuales, siendo las masculinas muy olorosas y de olor desagradable, y hasta 4 veces más abundantes que las femeninas,

inodoras. Tienen cinco sépalos pequeños y cinco pétalos de 2,2 a 4,5 mm, verdosos o amarillentos, pelosos en la base. En las flores femeninas, los estambres no son funcionales. Tienen cinco carpelos libres, con un primordio seminal por carpelo. Los frutos (**Fig. 2**) son polisámaras dispuestas en racimos colgantes y persistentes; la sámara mide de 25 a 50 mm de longitud y entre 5 y 15 mm de anchura, de forma de oblongo-lanceolada a fusiforme, de color pardo rojizo o pajizo, con la semilla en el centro de un ala papirácea, larga y sinuosa. La semilla tiene un contorno ovalado (Navarro & Muñoz, 2008).



**Figura 2.** Frutos de *A. altissima*.

#### Ecología, corología y distribución

*Ailanthus altissima* es un árbol muy tolerante a la contaminación (Gildemeister, 2006; Navarro & Muñoz, 2008). Crece fácilmente en suelos pobres y en condiciones de sequía y es muy resistente al estrés (Estatuto, Decreto-Lei 565/99). Es de crecimiento rápido y de rápida propagación tanto por semilla – que se propaga fácilmente por anemocoria, dada la forma de la sámara que la contiene– como por brotes radicales, incluso por trozos de raíz.

Puede crecer desde nivel de mar hasta 1400 metros de altitud, tanto en el macrobioclima Templado como en el Mediterráneo. Es originario de China central, Taiwan y el Norte de Corea, aunque se ha naturalizado en casi todo el Mundo.

En España, se ha citado la presencia de *Ailanthus altissima* en 28 provincias españolas, en Melilla y en la provincia portuguesa de Beira Litoral. (Anthos, 2010). No obstante, solo se está gestionando en 6 comunidades autónomas (Andreu & Vilá, 2007).

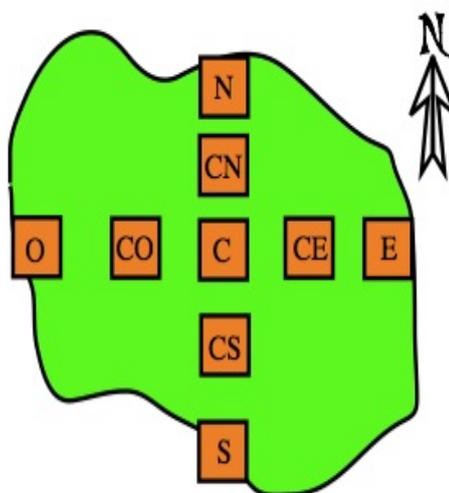
#### Objetivo

El presente artículo se propone estudiar la biología y ecología de la especie alóctona invasora *Ailanthus altissima*, así como su problemática para conocer el por qué de su rápida expansión, y el análisis de los planes de gestión existentes.

### Material y método

Se ha realizado una recogida de información tras una exhaustiva revisión bibliográfica, abordando todos los aspectos que pudieran aportar información sobre la situación de esta especie.

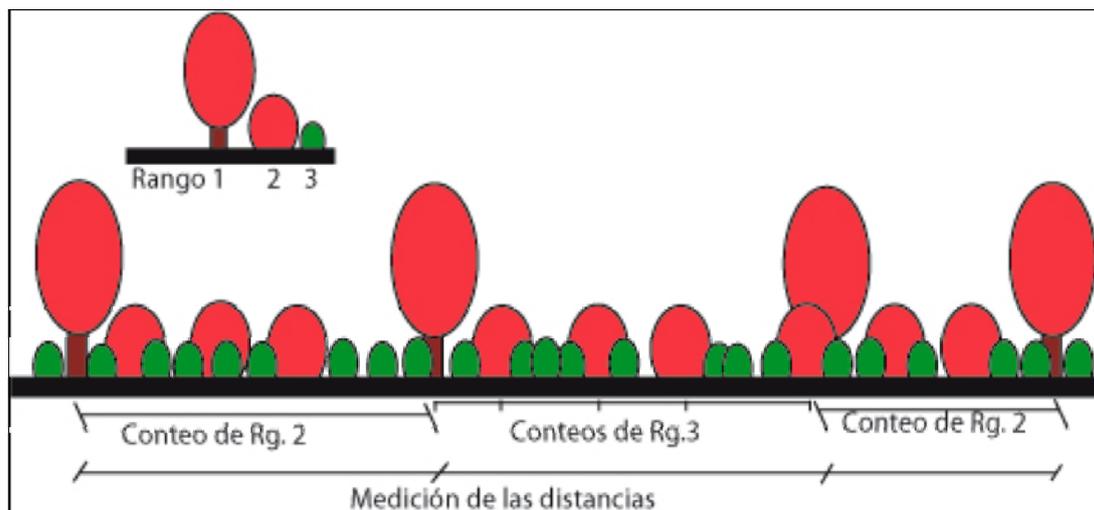
Se ha llevado a cabo un muestreo en una zona de reciente germinación en el Parque del Campo Grande, parque público de la ciudad de Valladolid, donde *Ailanthus altissima* se encontraba formando dosel vegetal de poca altura. Se midió el área total de la zona y la longitud de los ejes Norte-Sur y Este-Oeste. Se tomó nota de la inclinación y de la presencia de árboles de la misma o de otra especie en las proximidades. Se realizó un muestreo cuyas nueve muestras, cuadradas, de 50 cm de lado, se distribuyeron de forma sistemática. Una muestra (C) se tomó en el centro geométrico de la zona de estudio. Cuatro muestras se tomaron en los márgenes de la zona, localizados cada uno de ellos en cada punto cardinal (N, S, E y O), en el borde mismo del área, en el punto central del lado. Se tomó una muestra más a media distancia entre las muestras de cada uno de los márgenes y la muestra central (CN, CS, CE y CO) (Fig. 3).



**Figura 3.** Esquema de muestreo.

Se contó el número de pies de planta de *Ailanthus altissima* de cada muestra, y se calculó por aproximación en cuadrantes la cobertura del estrato del manto vegetal (no la cobertura arbórea). Se cortaron a ras de suelo hasta cuatro plantas de cada muestra (correspondiendo con cada una de las cuatro esquinas, si existía planta) para calcular la edad de las plantas por conteo de anillos y se midió la altura en centímetros de las plantas cortadas, extendiéndolas en el suelo y con ayuda de una cinta métrica. También se calculó, para las plantas que presentaran una edad superior a “0 años” la relación altura/edad, para hacer una aproximación de la velocidad de crecimiento de las plantas.

Se realizó una aproximación del potencial invasor de *Ailanthus altissima*, siguiendo un método de conteo por transecto lineal, paralelo a la carretera, a lo largo de un trayecto recto de 2 Km de longitud en la carretera M30 de Madrid a su paso por Casa de Campo, paralelo al Río Manzanares (Fig. 4). Para el cálculo de distancias horizontales se ha realizado la estimación mediante la observación de las marcas de carretera. Se han tenido en cuenta tres rangos de edad.



**Figura 4.** Esquema de muestreo en transecto lineal.

Rango 1: árboles adultos –mayores de 3 metros; más de 7 años–. Se han contado la totalidad de árboles y la distancia entre ellos en todo el transecto.

Rango 2: plantas de pequeño tamaño –menos de 3 metros– capaces de formar semilla –entre 4 y 7 años–. Se ha contado el número de árboles de rango 2 que aparecían entre el primer y el segundo árbol de rango 1; luego, entre el segundo y el tercero, se ha omitido el conteo. Se ha repetido el conteo, de forma alterna. Se ha estimado la media de árboles de rango 2 en la distancia definida por los árboles de rango 1.

Rango 3: plantas de pequeño tamaño que aún no son capaces de formar semilla –menos de 4 años–. En este caso se ha contado el número de plantas de rango 3 que aparecían entre dos plantas de rango 2 consecutivas, o entre una planta de rango 1 y una de rango 2 consecutivas. Este tipo de conteo se realizó solo en los tramos en que no se contaban las plantas de rango 2. La distancia se ha estimado.

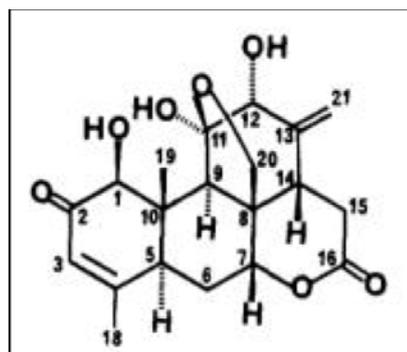
Los esquemas han sido realizados con el software Adobe Illustrator CS3®; las hojas de cálculo se han realizado con el software Numbers® del paquete iWork '09® de Apple.

Para el muestreo se ha tomado un marco cuadrado de madera de 50 cm de lado, una cinta métrica de 5 metros, una navaja y una sierra pequeña.

## Resultados y discusión

Algunos de los principios activos que *Ailanthus altissima* es capaz de sintetizar, principalmente la ailantona (**Fig. 5**), un cuasinoide que actúa como herbicida natural (Lin et. al., 1995; Heisey, 1996; Castro Díez et al., 2008), y secundariamente la ailanthinona, la chaparrina y el ailantinol B; todos ellos son li-

berados por la raíz (Heisey, 1990; Climent et al., 2006), y pueden actuar como sustancias alelopáticas favoreciendo la implantación de los retoños de *A. altissima* mediante el desplazamiento de la flora autóctona (Heisey, 1996; Dana et al., 2003; Quesada et al., 2009). Otra de las moléculas que interviene en la problemática es la cuasina, un insecticida natural (Navarro & Muñoz, 2008) que sintetiza con el fin de evitar la depredación por insectos fitófagos.



**Figura 5.** Ailantona.

Además, el olor de sus flores masculinas es muy atractivo para los insectos polinizadores, que las prefieren frente a las especies autóctonas, lo que funciona como mecanismo de desplazamiento a nivel de polinización (Estatuto, Decreto-Lei 565/99).

Esto junto con su enorme resistencia y capacidad de adaptación, su comportamiento plástico, su sistema radicular potente y el gran número de semillas que puede llegar a producir un solo árbol, más de 350.000 en un solo año (Quesada et al. 2009), lo convierte en una especie potencialmente invasora de tipo transformadora, es decir de aquellas que causan alteraciones o perturbaciones en el funcionamiento de los ecosistemas (De La Torre Fernández, 2003; Sanz Elorza et al., 2009).

Es una invasora naturalizada, que no requiere de la presencia de ninguna especie para proliferar (Climent et al., 2006; Crespo et al., 2008). Invade rápidamente el terreno; no tiene preferencias de colonización ni en cuanto a humedad ni en cuanto a tipo de suelo (Climent et al., 2006); se extiende creando un manto impenetrable (**Fig. 6**), e inhibiendo el crecimiento de otras especies. Si se encuentra a la sombra de un bosque, se mantiene con tamaño arbustivo durante mucho tiempo hasta que se genera un claro. En presencia de luz suficiente, su crecimiento es rápido (Estatuto, Decreto-Lei 565/99).



**Figura 6.** Manto de *A. altissima* (foto de Leslie J. Mehrhoff, University of Connecticut).

Aunque es indiferente edáfico y resiste bien la sequía y la pobreza del suelo, prefiere zonas húmedas y bien nitrogenadas (Climent et al., 2006). En cuanto a la orientación, prefiere las laderas de umbría (94,5%) aunque pueden aparecer ejemplares aislados en laderas de solana (5,5%). La pendiente no es factor limitante (Climent et al., 2006; Terrones et al., 2007) y la altitud solo lo es por encima de los 1400 metros sobre en nivel del mar.

Dado que las precipitaciones no son limitantes, y solo parece limitarse en función de la altitud, es posible que su limitación respecto a las temperaturas – que no ha sido encontrada ninguna referencia bibliográfica– aparezca solo cuando desciende demasiado la media de las temperaturas mínimas.

Es un árbol que ha causado ya graves problemas, siendo la especie invasora citada con mayor expansión en algunos espacios protegidos como los de la comunidad autónoma de Cataluña, donde ha sido más ampliamente estudiado, y una de las especies alóctonas más extendidas por toda la cuenca mediterránea (Climent et al., 2006; Crespo et al., 2008; Andreu & Vilá, 2009).

En cuanto a sus efectos sobre el ecosistema, el desplazamiento de *Ulmus minor* en favor de *Ailanthus altissima*, uno de los casos que ocurre con frecuencia cuando el segundo se comporta como especie invasora, causa problemas al acelerar el ciclo de los nutrientes ya que la hojarasca del primero es de descomposición más lenta que la del segundo (Castro Díez et al., 2008). Otras especies que *A. altissima* suele desplazar son *Sambucus nigra*, *Fraxinus* spp. (Delgado et al., 2005), y cuando afecta a ecosistemas de ribera, *Populus nigra* y *Salix atrocinerea* (Constán Nava et al., 2008).

Está demostrado que en presencia de *Ailanthus altissima*, la riqueza de especies es un 55% de la que corresponde en ausencia del árbol invasor. La diversidad de especies desciende hasta un 37,5% y la dominancia aumenta en un 52% (Constán Nava et al. 2008). Cuando forma bosques, aumenta de manera significativa la cobertura del estrato arbóreo y disminuye de forma importante la cobertura del estrato herbáceo (Constán Nava et al., 2008).

Además, *Ailanthus altissima* es un árbol también capaz de cambiar las propiedades del suelo, como el pH o la relación C/N (Climent et. al., 2006).

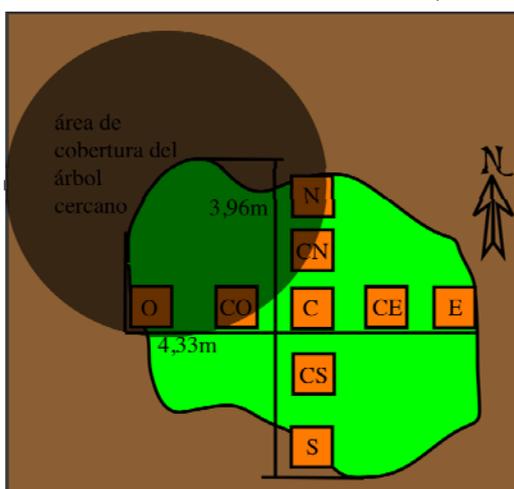
#### Caracterización del manto vegetal producido por la proliferación indiscriminada de *Ailanthus altissima*

Estos resultados proceden del estudio de muestreos del manto vegetal de *Ailanthus altissima* realizado en el Parque del Campo Grande de Valladolid durante el mes de Julio de 2010 (**Tabla 1**).

	Pies de planta	Cobertura	Edad (años)	Altura (cm)	Relación altura/edad	Densidad por m <sup>2</sup>
Media total	5,89±2,89	75±24%	1,28±0,92	27,28±21,00	18,84±6,92	23,56
Media zona cubierta	3,75±1,26	59±17%	0,79±0,70	10,71±6,35	11,50±2,29	15,00
Media zona descubierta	7,60±2,70	88±22%	1,67±0,90	40,17±21,00	22,97±4,84	30,40
t de Student Cubierto / Descubierta	0,0307	0,0553	0,0042	0,0000	0,0000	

**Tabla 1.** Resultados del muestreo de la zona de manto vegetal de *Ailanthus altissima* en el Parque del Campo Grande de Valladolid. Se representa la media ± desviación estándar.

El área total (**Fig. 7**) fue de unos 10 m<sup>2</sup>, siendo las distancias de Norte a Sur de 3,96 m y de Este a Oeste de 4,33 m. La inclinación era nula. La zona de estudio presentaba un ejemplar adulto maduro y capaz de formar semillas a 1,2 metros de distancia del borde, en dirección Noroeste, y su copa cubría verticalmente aproximadamente el 80% del cuadrante NO de la zona de estudio, afectando a los muestreos N, CN, CO y O.



afectando a los muestreos N, CN, CO y O.

**Figura 7.** Esquema de muestreo con árbol.

Una media de  $5,89 \pm 2,89$  plantas por cada cuadrícula de 50x50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) indica un promedio de 23,56 plantas / m<sup>2</sup> y un total aproximado de 236 plantas en todo el área de estudio. La cobertura total (media) del área de estudio es de un  $75,00 \pm 23,98\%$ .

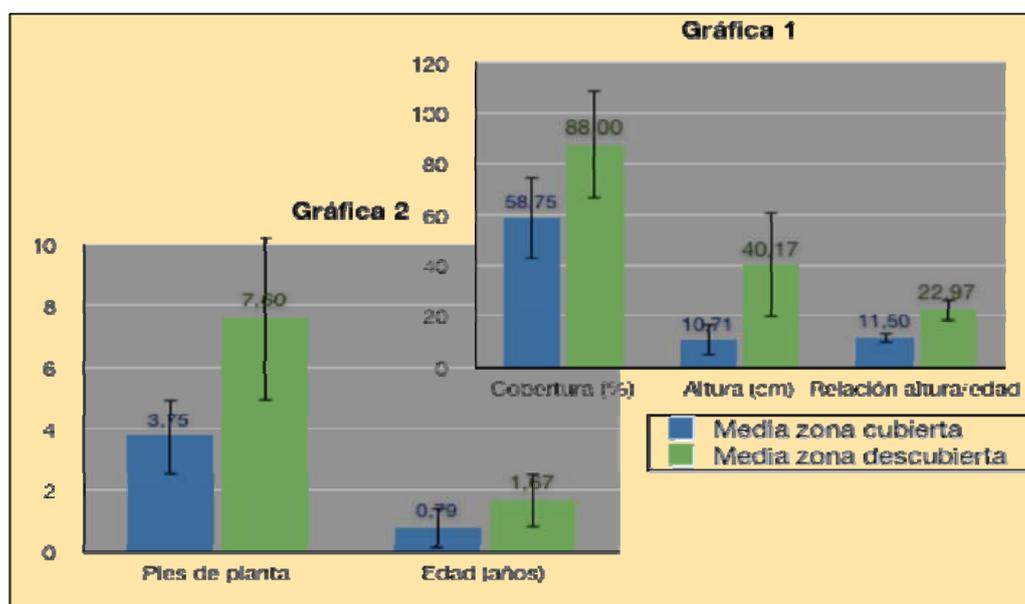
Comparando la zona cubierta por el árbol adulto con la zona descubierta se observan diferencias significativas (**Fig. 8**) en:

La altura ( $P < 0,0001$ ):  $10,71 \pm 6,35$  cm de media en la zona cubierta frente a  $40,17 \pm 20,93$  cm en la zona descubierta.

La relación crecimiento respecto a la edad de las plantas –sin tener en cuenta las plantas de edad 0 años– ( $P < 0,0001$ ): las plantas que crecieron a la sombra del adulto crecen más despacio ( $11,5 \pm 2,29$  cm/año) que las de la zona descubierta ( $22,97 \pm 4,84$  cm/año).

La densidad, resultado del número medio de plantas que aparecen en cada muestra ( $P = 0,03$ ): varía de 15 plantas/m<sup>2</sup> ( $3,75 \pm 1,26$  plantas por muestra) en la parte cubierta por el adulto contra las más de 30 plantas/m<sup>2</sup> ( $7,6 \pm 2,7$  plantas por muestra) de la zona descubierta.

La edad media de las plantas ( $P = 0,0042$ ): son más jóvenes ( $0,79 \pm 0,70$  años) las que se encuentran bajo el árbol, que las descubiertas ( $1,67 \pm 0,91$  años).



**Figura 8.** Gráficas de la relación de números de pies de planta por muestra, edad, cobertura, altura y relación altura / edad entre las plantas de la zona cubierta y las de la zona descubierta. Se representa la media  $\pm$  desviación estándar.

En cuanto a la cobertura, las diferencias, aun siendo menos significativas que los casos anteriores, siguen siendo patentes ( $P = 0,0553$ ), teniendo una cobertura media las plantas cubiertas de  $59 \pm 16$  % frente al  $88 \pm 22$  % de las plantas descubiertas.

Todos estos datos nos indican que la presencia de adultos inhibe parcialmente el crecimiento de las plantas jóvenes cercanas. Esta inhibición tiene que ver con el efecto sombra por parte del árbol, tal y como se confirma en el



Estatuto para el Decreto-Ley portugués (Decreto-Lei 565/99) que indica que la planta a la sombra se mantiene débil y con bajo porte hasta que se genera un claro, momento en que su crecimiento se acelera.

### Análisis de invasión potencial de *Ailanthus altissima*

El potencial invasor (**Tabla 2**) observado ha sido el siguiente: en el transecto de 2 Km, los árboles adultos (rango 1) se separan una media de  $333 \pm 61$  metros, apareciendo un total de 6 pies de planta.

Entre cada uno de ellos, aparecían una media de  $8,33 \pm 2,51$  pies de plantas de rango 2; éstos se separan entre sí una media de  $48,23 \pm 11,1$  metros, y apareció un total estimado de 41 pies de planta.

La distancia media calculada para las plantas más jóvenes (rango 3) fue de 2,14 metros. Se ha calculado que en cada segmento que hay entre dos árboles de rango 1 ó 2 consecutivos, aparecen una media de  $22,5 \pm 12,93$  plantas de rango 3, y para el total del transecto se ha estimado la presencia de 933 pies de planta.

	Rango 1	Rango 2	Rango 3
Distancia media (m)	$333 \pm 61$	$48 \pm 11$	2,14
Nº Plantas por segmento	-	$8,33 \pm 2,52$	$22,5 \pm 13$
Nº Plantas en 2 km	6	41	933

**Tabla 2.** Resumen de datos del muestreo. Se toma un segmento como la distancia entre dos plantas de rango superior, consecutivas.

La proporción de plantas de rango 2 por cada planta de rango 1 es de 6,83, mientras que la proporción de plantas de rango 3 por cada planta de rango 2 y 1 es de 19,85.

Esto indica una gran proliferación de las plantas pero después demuestra un menor éxito en la llegada a adulto; por cada árbol viejo aparecen solamente menos de 7 árboles de edad intermedia. Esto se explica mediante la existencia de una elevada competencia intraespecífica por el recurso lumínico y/o por el suelo en edades tempranas, dada la elevada densidad de plantas jóvenes al formar manto vegetal de pequeña altura ( $23,56$  plantas /  $m^2$ ).

### Plan de gestión del manejo y control

No se ha encontrado ningún plan de manejo y gestión de la invasión por *Ailanthus altissima* que se encuentre activo en toda España. Sin embargo, sí que existen planes en seis comunidades autónomas españolas: Andalucía, Ara-

gón, Asturias, Cataluña, Comunidad Valenciana y Galicia (Andreu & Vilá, 2007). También existe en Portugal un Estatuto para Decreto Ley (565/99) que expone diferentes métodos, no de eliminación de la invasión, que a día de hoy no es posible, sino de control de la misma.

La especie *Ailanthus altissima* fue identificada como una amenaza a la sanidad vegetal, el medio ambiente y la biodiversidad por la EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), la cual recomienda que se adopten medidas para prevenir nuevas introducciones y limitar su expansión. Entre estas medidas, se recomiendan campañas de sensibilización, restricciones a la venta y la siembra y planes de mitigación (Crespo et. al., 2008).

Para hacer una gestión adecuada de la especie es necesario llevar a cabo una serie de planes de control de la invasión biológica producida por *Ailanthus altissima*, que incluya un plan de mitigación del impacto, un seguimiento y estudio monitorizado de los resultados de dicha mitigación y la inclusión de esta especie en el plan genérico de invasiones biológicas.

Actualmente están prohibidos en España el cultivo o almacenamiento de cualquier especie del género *Ailanthus* y especialmente *A. altissima* en un lugar determinado, su uso como ornamental, su propagación, su venta, su intercambio y su transporte, para evitar su introducción en la naturaleza, según el código de conducta sobre horticultura y plantas invasoras (Heywood & Brunel, 2009).

Respecto al control biológico, existen en China un total de 32 especies de artrópodos y 13 de hongos que actúan como enemigos naturales de *A. altissima* en su hábitat natural, pero en los hábitats receptores de la invasión, *A. altissima* resulta poco apetitoso para los insectos fitófagos autóctonos, ya que en extractos de hojas frescas se han detectado efectos insecticidas (Climent et. al., 2006).

La integración de diferentes técnicas que utilizan tanto métodos físicos como métodos de control químico es más efectiva que el uso de los métodos de forma independiente.

El control físico se puede hacer a mano, tirando de las plantas jóvenes cuando el suelo está húmedo, con la precaución de incluir también todas las raíces y los fragmentos, ya que son propensos a rebrotar. Por medios mecánicos, la solución para las infestaciones pequeñas se basa en realizar talas y podas repetitivas a fin de agotar la planta. Es mejor realizar esta tarea a principios de verano, cuando las reservas de las raíces son más débiles. Además la tala de árboles podría reducir la propagación de las semillas de esta especie.

Se recomienda el control químico para los árboles maduros, que se puede llevar a cabo mediante la aplicación de herbicidas en las hojas o por inyección en cortes.

En aquellos lugares en que fuera propicio introducir *A. altissima*, los mejores sustitutos de la Simarubácea son, según la zona, y usándose solo donde



sean autóctonas, para zonas secas: *Colutea arborescens*, *Coronilla glauca*, *Callitome spinosa*, y Fabaceae procedentes de la cuenca mediterránea, y si la plantación se realiza con fines ornamentales: *Fraxinus angustifolia* y *Celtis australis* procedentes del área mediterránea (Heywood & Brunel, 2009).

### Conclusiones

*Ailanthus altissima* tiene éxito como invasora por características bioecológicas muy favorables: elevada resistencia, comportamiento casi ubiquista, elevada capacidad reproductora, y por su uso inadecuado como planta ornamental.

La problemática viene dada por sus resistencias, por la formación de sustancias alelopáticas, por la presión de desplazamiento sobre otras especies, y porque transforma el funcionamiento del ecosistema en el que se instala.

La erradicación de esta especie invasora es prácticamente imposible. Utilizando sinérgica y reiteradamente mecanismos de control físicos y químicos, se podrían controlar las poblaciones y su expansión. No obstante son necesarias campañas de sensibilización, ya que la población ignora su peligro potencial.

### Bibliografía

- Andreu, J. & Vilá, M. 2007. Análisis de la gestión de las plantas exóticas en los espacios naturales españoles. *Ecosistemas* 16:109-124.
- Andreu, J. & Vilá, M. 2009. Gestió de les invasions vegetals a Catalunya. *L'atzavara* 18:67-75.
- Anthos. 2010. Sistema de información de las plantas de España. Real Jardín Botánico, CSIC Fundación Biodiversidad. <http://www.anthos.es/>
- Castro Díez, P., González Muñoz N. & Alonso Fernández, A. 2008. Los árboles exóticos invasores alteran la tasa de descomposición de la hojarasca. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 25:99-104.
- Climont, A., Constán Nava, S., Terrones, B., Pastor, E. & Bonet, A. 2006. Distribució de les poblacions de l'espècie invasora *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle al parc natural del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4:89-102.
- Constán Nava, S., Bonet Jornet, A. & Serra Laliga, L. 2008. Efectos de la especie invasora *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle sobre la diversidad vegetal en bosques de ribera del LIC Serra de Mariola y Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 6:65-75.
- Crespo, L., López, L., Martín, S., Martínez, M. & Saavedra, B. 2008. Flora bioinvasora al Parc de Collserola. El cas d'*Ailanthus altissima*. Diagnosi ambiental al Parc de Collserola, pp. 65-69.
- Dana, E.D., Sobrino, E. & Sanz Elorza M. 2003. Plantas invasoras en España: un nuevo problema en las estrategias de conservación: 1009-1027. *in* Baña-

- res, Á., Blanca, G., Güemes, J., Moreno, J.C., & Ortiz, S. 2003. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- Delgado, J.A., Gómez, A., Esteban, C. & Serrano, J.M. 2005. Distribución de las especies invasoras de la comunidad de Madrid. 4º Congreso forestal español; ponencia 107. SECF.
- Estatuto, de acordo com o Decreto-Lei 565/99 de 21 de Dezembro, de Portugal. Anexo I – Espécie introduzida em Portugal Continental, Espécie Invasora.
- Gildemeister, H. 2006. Jardinería en clima mediterráneo: 20 propuestas que ahorran agua. Mundi Prensa Libros.
- Heisey, R.M. 1990. Evidence for allelopathy by tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*). J. Chem. Ecol. 16 (6):2039-2055.
- Heisey, R.M. 1996. Identification of an allelopathic compound from *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae) and characterization of its herbicidal activity. Am. J. Bot. 83:192–200.
- Heywood, V. & Brunel, S. 2009. Código de conducta sobre horticultura y plantas invasoras. Convenio relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y el Medio Natural en Europa (Convenio de Berna).
- Lin, L-J., Peiser, G., Ying, B-P., Mathias, K., Karashina, F., Wang, Z., Itatani, J., Green, L. & Hwang, Y-S. 1995. Identification of plant growth inhibitory principles in *Ailanthus altissima* and *Castela tortuosa*. J. Agric. Food Chem. 43:1708-1711.
- Navarro Aranda, C. & Muñoz Garmendia, F. Borrador de 2008. *Ailanthus*. – in Castroviejo Bolivar, S. Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. <http://www.floraiberica.es/>
- Quesada, J., Valle, F. & Salazar, C. 2009. Aportaciones al conocimiento de la flora alóctona ornamental presente en ríos de la provincia de Jaén (S. España). Bouteloua 6:80-86.
- Sanz Elorza, M., González Bernardo, F. & Serreta Oliván, A. 2009. La flora alóctona de Aragón (España). Bot. Complut. 33:69-88.
- Terrones B., Constán-Nava S., Vizcaíno N., Climent A. & Bonet A. 2006. Hábitat disponible para la especie invasora *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle en el P.N. del Carrascal de la Font Roja, Alicante. En: Invasiones biológicas: un factor de cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos, pp. 121-132. Grupo Especialista en Invasiones Biológicas. León.
- Torre Fernández, F. de la. 2003. Las plantas invasoras en Asturias. *Naturalia Cantabricae* 2:33-43.