

Control de *Ailanthus altissima* en un ecosistema natural

Jordi Soler^{1✉}, Jordi Izquierdo¹, Joan Vilamú²

¹Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia, UPC. Campus Baix Llobregat. Ed. D4. 08860 Castelldefels

²Servei de Medi Natural. Parc Natural de la Serra de Collserola. Ctra. de l'Església, 92, 08017 Barcelona

✉ soleraaa@hotmail.com

Resumen: El ailanto (*Ailanthus altissima*) es una especie considerada invasora en ecosistemas naturales. Se han realizado ensayos para su control, inyectando herbicida al tronco, con cuatro dosis de glifosato (36 %) mezclado con 2,4-D (29,6 %) + dicamba (10 %) + MCPA (26,5 %) en árboles de diámetros menores a 3,5 cm, y dos dosis de triclopir (48 %) diluido en agua y gasoil por separado, en diámetros menores de 3,5 cm y diámetros entre 10-14 cm. Se observó la muerte de todos los individuos tratados. Las semillas de árboles tratados más pronto con la mezcla anteriormente descrita, mostraron una menor viabilidad respecto a las de los árboles con tratamientos más tardíos. Los árboles pueden brotar de fragmentos de rizoma de 4 cm de longitud y 3-4 mm de diámetro.

Palabras clave: *Ailanthus*, inyección al tronco, glifosato, triclopir, semilla, rizoma.

1. INTRODUCCIÓN

El ailanto (*Ailanthus altissima*) es una especie vegetal declarada invasora en el Estado Español (España RD 630/2013). Debido a que aparece en ecosistemas no cultivados es necesario desarrollar técnicas de manejo que provoquen un mínimo impacto sobre el ecosistema. Actualmente, la técnica más utilizada por su eficacia y mínimo impacto ambiental es la inyección de herbicida directamente en el tronco. El Parque Natural de la sierra de Collserola en Barcelona tiene una superficie de 8.300 ha y se calcula que el ailanto está presente en 40 de ellas. Los técnicos del Parque llevan años combatiéndolo. Actualmente inyectan al tronco la combinación de glifosato (36 %) más 2,4-D (29,6 %) + dicamba (10 %) + MCPA (26,5 %), pero a causa de la prohibición de materias activas a nivel local, y a la necesidad de reducir el impacto ambiental en el Parque, se considera necesario evaluar la eficacia con dosis menores a la usada actualmente y probar materias activas diferentes para disponer de alternativas, incluso en combinaciones con métodos no químicos. Para el correcto control y manejo del ailanto, se debe tener en cuenta su elevada capacidad reproductiva, ya sea por semilla o por rizoma. Los ejemplares adultos pueden producir una gran cantidad de semillas (Evans et al., 2006) y fragmentos de rizoma de 1 cm de longitud son capaces de generar brotes (Inverso and Bellani, 1991). Es interesante confirmar estos hechos en la Sierra de Collserola para poder efectuar un buen manejo. Los objetivos de este trabajo fueron 1) determinar la dosis mínima efectiva de la mezcla glifosato (36 %) más 2,4-D (29,6 %) + dicamba (10 %) + MCPA (26,5 %) en árboles de diámetro inferior a 3,5 cm; 2) determinar la eficacia de triclopir (48 %) en árboles de diámetro < 3,5 cm y diámetros entre 10-14 cm; 3) evaluar la capacidad germinativa de las semillas de árboles tratados y 4) evaluar la capacidad de rebrote de fragmentos de rizoma.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ensayos con herbicida. Se hicieron tres ensayos usando la técnica de inyección de herbicida al tronco. Para todos los ensayos (Tabla 1), se realizaron agujeros con un taladro cada 5 cm a lo largo del perímetro del tronco, inyectando por cada agujero realizado 5 ml de solución

de herbicida si se usaba una broca de 10 mm, o 2,5 ml al usar una broca de 8 mm. Cada ensayo se realizó en un mismo día y se hizo una evaluación visual a las 2, 4, 8 y 16 semanas posteriores al tratamiento. El control eran árboles sin tratar cercanos a los ensayos y de semejante diámetro. Un año después de los ensayos se hizo una visita para confirmar la muerte de los árboles. La mortalidad se evaluaba de forma visual, según el estado de la parte aérea.

Ensayo AH1: se estableció como base la dosis actual que utilizan en el Parque formada por 25 % de glifosato (36 %) más 25 % de 2,4-D (29,6 %) + dicamba (10 %) + MCPA (26,5 %) diluido en agua, y se probaron 3 dosis inferiores. En total había 12 parcelas y cada parcela constaba de 20 a 30 árboles de diámetro inferior a 3,5 cm.

Ensayo AH2: se inyectó triclopir (48 %) diluido al 50 % y 80 %, en agua y gasoil por separado. En total había 12 parcelas y cada parcela constaba de 20 a 30 árboles de diámetro inferior a 3,5 cm.

Ensayo AH3: se inyectó triclopir (48 %) diluido al 50 % y 80 %, en agua y gasoil por separado, en árboles de diámetro entre 10 a 14 cm. Cada árbol representaba una parcela. En total había 4 repeticiones por tratamiento.

Tabla 1. Ensayos realizados (AH), con las fechas del tratamiento y las dosis de producto. Herbolox -Aragonesas: glifosato (36 %); Banvel Triple-Syngenta: 2,4-D (29,6 %) + dicamba (10 %) + MCPA (26,5 %); Garlon 4- Dow AgroScience: triclopir (48 %). El diámetro del Control era el mismo que el de los árboles de cada tratamiento

Ensayo	Repetición	Producto (%)			Broca inyección (mm)	Diámetro árboles (cm)
		<i>Herbolox</i>	<i>Banvel Triple</i>	<i>Agua</i>		
AH1 07/04/16	T1	6	6	88	8	1,5-3,5
	T2	12	12	76		
	T3	18	18	64		
	T4	25	25	50		
	Control	0	0	0		
		<i>Garlon 4</i>	<i>Gasoil</i>	<i>Agua</i>		
AH2 5/05/16	T5	50	50	-	8	1,5-3,5
	T6	50	-	50		
	T7	80	20	-		
	T8	80	-	20		
	Control	0	0	0		
AH3 12/05/16	TB1	80	-	20	10	14
	TB2	80	20	-		8
	TB3	50	-	50		12
	TB4	50	50	-		10
	Control	0	0	0		*

2.2. Ensayos de germinación. Se realizaron tres ensayos de germinación en diferentes condiciones ambientales. Cada ensayo constaba de 5 repeticiones con 100 semillas que provenían de un único árbol respectivamente. Los árboles fueron tratados en diferentes fechas con 25 % de glifosato (36 %) (Herbolex, Aragonesas) más 25 % de 2,4-D (29,6 %) + dicamba (10 %) + MCPA (26,5 %) (Banvel Triple, Syngenta) (Tabla 2) y se recolectaron sus semillas el 15 de diciembre del mismo año. El objetivo del ensayo era observar si existía una relación entre la fecha de tratamiento de los árboles y la viabilidad de las semillas. Una vez recolectadas, las semillas fueron desinfectadas con cloruro de sodio al 2 % durante 10 minutos. Las semillas se consideraban emergidas cuando la radícula superaba los 2 mm. Semanalmente se hacía un control visual y si se requería se humedecían con agua destilada. Al terminar el ensayo AG3 se hizo un test de viabilidad de las semillas no germinadas con tetrazolio (2,3,5-trifeniltetrazolio) al 1 % durante 24 h en oscuridad.

Tabla 2. Condiciones ambientales de cada ensayo de germinación y fecha del tratamiento con herbicida de cada árbol de donde se obtuvieron las semillas.*Para AG2 y AG3 se tuvieron que modificar las condiciones de la cámara debido a la disponibilidad de ésta

Ensayo	Temperatura cámara (°C)		Luz/oscuridad (h)		Vernalización (°C / Semanas)			
AG1	25		16/8		-			
AG2	15 y 28		16/8 y 24 luz*		5/1			
AG3	28 y 22		24 luz y 16/8 *		5/7,5			
Muestra y fecha de tratamiento de los árboles								
Quadra	8/09/2015	Abat	22/09/2015	Pantà	26/10/2015	Antoni	10/11/2015	Control -

2.3. Ensayos con rizomas. Se realizaron dos ensayos con un total de 7 tamaños diferentes de rizoma en macetas con tierra de la misma zona de donde se cogió la muestra (Tabla 3). El primer ensayo (AR1) constaba de tres tamaños de rizoma; para cada tamaño había 3 repeticiones y se regaron una vez al mes con agua de red de abastecimiento público; las muestras se plantaron en macetas de 554 cm³. En el segundo ensayo (AR2) había 4 tamaños, con 8 repeticiones cada uno, se regaron 3 veces por semana y se plantaron en macetas de 790 cm³. En los dos ensayos se hizo un seguimiento visual semanal.

Tabla 3. Tamaño de los rizomas y características de los dos ensayos con rizomas

Ensayo	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Repeticiones	Volumen maceta (cm ³)
AR1	240	2	3	554
	80	20		
	60	5		
AR2	10, 20, 40, 80	3-4	8	790

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ensayos con herbicida. En todos los tratamientos del ensayo AH1 se obtuvo la mortalidad de todos los árboles tratados (Tabla 4). Con el tratamiento T1 (Herbolex 6 % + Banvel triple 6 %) se observó la mortalidad más lenta, seguramente debido a la baja concentración de herbicida. Para todos los tratamientos de AH1, se observaron árboles contiguos no tratados afectados, debido muy probablemente a que estaban conectados por rizoma a las parcelas tratadas. Otros autores inyectando glifosato consiguieron mortalidades del 100 % (Venegas and Pérez, 2009), o superiores al 90 % (DiTomaso and Kyser, 2007). De la bibliografía consultada no se ha encontrado ningún estudio con concentraciones tan bajas como las nuestras, así que no se pueden comparar los resultados. A la vista de los resultados de este primer ensayo, se puede afirmar que se puede reducir la dosis de herbicida que actualmente usa el Parque.

En el ensayo AH2, todos los árboles tratados murieron de manera rápida y homogénea, y se observaron árboles no tratados afectados hasta 7 metros para T8 (triclopir 80 % en agua). Para T5 (triclopir 50 % en gasoil) y T6 (triclopir 50 % en agua) no se observaron afectaciones más distantes a 1 m de la zona tratada. Hay autores que no observaron afectaciones a árboles cercanos usando triclopir (Eck and McGill, 2007) mientras que otros, usando triclopir puro, indican que no obtuvieron control (Venegas and Pérez, 2009). Quizás al estar el herbicida diluido en nuestro ensayo, se favoreció la translocación y consecuentemente hubo una mayor afectación.

También en el ensayo AH3 todos los árboles murieron. En el tratamiento TB2 (triclopir 80 % en gasoil), la afectación llegó hasta 10 m de la zona tratada.

Tabla 4. Mortalidad observada en los ensayos con inyección al tronco del herbicida. AH1: glifosato + (2,4-D, + MCPA + dicamba). AH2: triclopir en árboles pequeños ($\Theta < 3,5$ mm). AH3: triclopir en árboles grandes (Θ : 10-14 mm)

Ensayo	Tratamiento	Mortalidad parte aérea según semana post tratamiento (%)				
		2	4	8	16	52
AH1	T1	38	76,1	100	100	100
	T2	60	100	100	100	100
	T3	72,6	100	100	100	100
	T4	67,6	100	100	100	100
	Control	0	0	0	0	0
AH2	T5	92	100	100	100	100
	T6	86,7	100	100	100	100
	T7	96	100	100	100	100
	T8	100	100	100	100	100
	Control	0	0	0	0	0
AH3	TB1	65	75	100	100	100
	TB2	100	100	100	100	100
	TB3	97,5	97,5	98,7	100	100
	TB4	97,5	100	100	100	100
	Control	0	0	0	0	0

3.2. Ensayos de germinación. Se observó una menor germinación estadísticamente significativa en las semillas de los árboles que fueron tratados en septiembre en relación con los árboles tratados más tarde pero solo en el segundo ensayo (AG2). En los otros ensayos no se observaron diferencias relevantes en la germinación de las muestras, probablemente al no haber sabido romper la latencia o no haber puesto las condiciones óptimas en la cámara para la germinación. En el tercer ensayo (AG3), el test del tetrazolio indicó que la mayoría de semillas no germinadas eran viables, por lo que quizás no germinaron por los motivos comentados (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de los tres ensayos de germinación. La fecha que acompaña la muestra indica la fecha de tratamiento del árbol de donde se obtuvieron las semillas. Control: semillas de árboles no tratados. Test ANOVA y diferencia de medianas mediante test de Tukey con el programa R-comander con $\alpha = 0,05$

Muestra	Germinación por ensayo (%)			Test tetrazolio AG3 (%)		
	AG1	AG2	AG3	Viables	No viables	Podridas
Quadra 08/09/15	0 a [*]	16 b	8 b	52	32	8
Abat 22/09/15	7 a	37 ab	41 a	21	36	2
Pantà 26/10/15	6 a	44 ab	20 ab	28	50	2
Antoni 10/11/15	6 a	36 ab	10 b	54	33	3
Control	0 a	73 a	4 b	89	4	3

3.3. Ensayos con rizomas. En el ensayo AR1, todas las muestras de 80 mm de longitud mostraron yemas hinchadas 11 semanas post-plantación (spp) y una presentó hojas y raíces a las 26 spp. Para las muestras de 60 mm de longitud, solo una de las tres repeticiones se consideró viable al haber generado hojas y raíces de 56 mm. Las 3 repeticiones de 240 mm se pudrieron sin generar nuevo material vegetal. Para el ensayo AR2 solo una muestra de 40 mm longitud y otra de 80 mm generaron un brote y hojas viables, las dos casi por igual a las 11 semanas. El resto de repeticiones del segundo ensayo se pudrieron por lo que no se muestran en la tabla (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de los ensayos con rizoma

Ensayo	Muestra inicial (mm)		Resultados después brotación (mm)		
	Longitud	Diámetro	Raíz	Brote	Hoja
AR1	240	2	-	-	-
	240	2	-	-	-
	240	2	-	-	-
	60 y ramificaciones de 150	5	-	-	-
	60 y ramificaciones de 150	5	56	30	16
	60 y ramificaciones de 150	5	25	-	-
	80	20	-	-	-
	80	20	130	48	47
AR2	80	20	15	10	-
	40	3-4	-*	30	10
	80	3-4	-	30	10

* Las raíces no se midieron para evitar romper el brote.

4. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer este trabajo a Jordi Izquierdo por su función de tutor, soporte y orientación a lo largo de todo el trabajo. También agradecer a Joan Vilamú, técnico del Parque, por su colaboración y consecuente posibilidad de efectuar los ensayos de este trabajo. Por último, agradecer a Jordi Pons por todos los conocimientos sobre el ailanto que me ha enseñado.

5. REFERENCIAS

- DiTomaso J & Kyser G (2007). Control of *Ailanthus altissima* using stem herbicide application techniques. *Arboriculture & Urban Forestry*, 33(1), 55-63.
- Eck W.E & McGill D.W (2007). Testing the efficacy of the triclopyr and imazapyr using two application methods for controlling tree-of-heaven along a west Virginia highway. *15th Central Hardwood Forest Conference*. Ed. by Buckley S.D & Clatterbuck K.W, 163-168, U.S. Department of Agriculture Forest Service Southern Research Station Asheville, NC.
- España, Real Decreto 630/2013 de 2 de agosto (2013). Por el que se regula el Catálogo Español de especies exóticas invasoras. *Boletín Oficial del Estado*, 185, de 3 de agosto de 2013, 56764-56786.
- Evans CW, Moorhead DJ, Barger CT and Douce GK (2006). Invasive plant responses to silvicultural practices in the south. The University of Georgia Bugwood Network, Tifton GA, BW-2006-03. 14-15.
- Inverso A & Bellani L (1991). Origin and development of *Ailanthus glandulosa* Desf. root suckers. *Giornale Botanico Italiano*. 125, 39-45.
- Venegas J.T & Pérez P.C (2009). Análisis y optimización de técnicas de eliminación de especies vegetales invasoras en medios forestales de Andalucía. *5º Congreso Forestal Español*. Ed. by S.E.C.F.-Junta de Castilla y León. Avila.

Control of *Ailanthus altissima* in a natural environment

Summary: Tree of heaven (*Ailanthus altissima*) is considered a non-native invasive species of natural environments. Efficacy of some herbicides has been done for its control, using the technique of stem Injection. Four doses of glyphosate (36 %) plus 2,4-D (29.6 %) + dicamba (10 %) + MCPA (26.5 %) in trees with diameters smaller than 3.5 cm and two doses of triclopyr (48 %) diluted in water and gasoil separately in diameters smaller than 3.5 cm and diameters between 10-14 cm killed all trees. Collected seeds from early treated trees with the above mentioned herbicide combination showed less viability than seeds from trees with later treatments. Furthermore, rhizome fragments not treated of 4 cm length and 3-4 mm diameter were able to sprout, showing the high reproductive potential of this species.

Keywords: *Ailanthus*, stem injection, glyphosate, triclopyr, seed, rhizome.