

**NIVELES DE PENDIMETALINA Y TIAZOPIR EN *PINUS PINEA* L.
ESTUDIOS PRELIMINARES**

PEREZ R.A.¹, TADEO J.L.², MONTERO G.¹, GARCÍA-BAUDÍN J.M.²

¹. Area de Selvicultura y Mejora Forestal. CIFOR-INIA

². Area de Protección Vegetal. CIT-INIA

Resumen: Se han determinado mediante cromatografía gaseosa los niveles de herbicida de Pendimetalina y Tiazopir, en la raíz y parte aérea de jóvenes plántulas de *Pinus pinea* L.

Los resultados obtenidos permiten deducir que la tolerancia del *Pinus pinea* a estos herbicidas puede ser debida a la acumulación de ellos en la raíz y los cotiledones de la planta, aunque la falta de destoxificación de la Pendimetalina en estas zonas de la planta, hace necesario efectuar ensayos más largos en el tiempo para estudiar la evolución del herbicida acumulado.

Summary: Pendimethalin and Thiazopyr levels in *Pinus pinea* L. Preliminary studies. Herbicide levels of Pendimethalin and Thiazopyr in roots and aerial parts of *Pinus pinea* L. seedlings have been determined by gas chromatography. The obtained results indicate that the tolerance of *Pinus pinea* to these herbicides may be due to their accumulation in roots and cotyledons, although the lack of Pendimethalin detoxification in those organs makes necessary to carry out longer experiments to study the time course of accumulated herbicide.

INTRODUCCIÓN

Las malas hierbas pueden ser un factor limitante en la forestación de tierras agrícolas, por lo que se hace necesario su control, especialmente cuando se emplean especies forestales de crecimiento lento, como es el caso de las diversas especies de Pino.

En *Pinus sylvestris* L., FROCHOT y TRICHET (1988) han mostrado el efecto desfavorable de las malas hierbas en el crecimiento de esta conífera en los primeros años de su desarrollo, llegando a una reducción de la altura de un 20% y del diámetro del 40%, al sexto año de su implantación, en pinos no escardados, respecto a los escardados.

Estudios preliminares, realizados por nosotros, utilizando herbicidas susceptibles de poder emplearse en pinos, Pendimetalina (VANNER, 1992) y Tiazopir (VALERA *et al.*, 1992), han mostrado la tolerancia a estos dos herbicidas, de *Pinus pinea* L., especie típicamente mediterránea y de gran importancia en nuestro país (CEBALLOS, 1966).

El objetivo de nuestro trabajo es la determinación de los niveles de estos dos herbicidas en plántulas de *Pinus pinea* L., para profundizar en el conocimiento de las causas de la tolerancia de esta especie a ambos herbicidas.

MATERIAL Y METODOS

Plántulas de *Pinus pinea* L., con los cotiledones formados y empezando el crecimiento de las hojas verdaderas, se colocaron en tubos de 24,5 cm. de altura y 2,3 cm. de diámetro, con solución nutritiva (HEWITT, 1963) durante seis días, bajo condiciones controladas de temperatura ($24 \pm 1^\circ\text{C}$, luz y $16 \pm 1^\circ\text{C}$, oscuridad), iluminación de $100 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, y fotoperíodo de 16 h. luz y 8 h. oscuridad.

Transcurrido dicho período, se realizaron tratamientos durante 24 h., con Pendimetalina a dosis de 6 y 10 ppm. y Tiazopir a dosis de 10 y 15 ppm., utilizándose 10 plantas por tratamiento. Inmediatamente después de retirar el herbicida (T=0), la mitad de las plantas se cortaron, pesándose separadamente las raíces, cotiledones y hojas verdaderas, congelándose a -18°C . Igualmente se procedió con las restantes plantas siete días (T=7) después de retirar el tratamiento.

La extracción del herbicida de las distintas partes del pino se realizó durante 1 min. utilizando un homogeneizador Polytron, con metanol como disolvente, se centrifugó y decantó y se repitió el proceso de extracción con el precipitado resultante. Se mezclaron los extractos, se evaporó el disolvente y el residuo se redisolvió en acetato de etilo:hexano (1:1) para su purificación mediante cromatografía de columna de Florisil desactivado al 2% (4g), utilizando como eluyente 60 ml de mezcla de acetato de etilo:hexano 1:3. El disolvente orgánico se evaporó y el residuo se disolvió en acetato de etilo (1-10 ml).

Se inyectó una alícuota de 2 μl de la disolución de acetato de etilo en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard, modelo 5890 serie II, equipado con un detector nitrógeno-fósforo (NPD). Las condiciones cromatográficas fueron las siguientes: temperatura del inyector y del detector de 270°C y 300°C respectivamente, columna capilar de sílice HP-1 (12,5 m, diámetro interno 0,20 mm y 0,33 μm de espesor de película), la temperatura inicial de la columna fue de 80°C durante 1 min, incrementándose hasta 180°C a $20^\circ\text{C}/\text{min}$, manteniéndola durante 0,5 min, y un gradiente de $10^\circ\text{C}/\text{min}$ hasta alcanzar los 250°C , permaneciendo a esta temperatura durante 1 min. El gas portador utilizado fue helio, con un flujo de 1 ml/min.

Se estudió la recuperación de los herbicidas adicionando cantidades conocidas de los mismos a las muestras control y siguiendo el método anteriormente expuesto. Las recuperaciones obtenidas para ambos herbicidas fueron superiores al 85%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los niveles del herbicida Tiazopir en las diferentes partes de las plantas analizadas, determinados inmediatamente después del tratamiento (T=0), así como a los siete días después de éste (T=7)

Tabla 1.— Niveles de Tiazopir, medidos en $\mu\text{g/planta}$ y $\mu\text{g/gpf}$, en *Pinus pinea* L.

Dosis (ppm)	Parte de la planta	Tiempo (días después tratamiento)			
		0	7		
		$\mu\text{g/planta}$	$\mu\text{g/gpf}$	$\mu\text{g/planta}$	$\mu\text{g/gpf}$
10	Raíz	9,49	24,14	3,25	7,74
	Cotiledones	0,45	1,01	0,40	0,88
	Hojas verdaderas	0,16	1,10	0,17	0,73
	Total Planta	10,10		3,82	
15	Raíz	13,83	34,57	4,70	12,87
	Cotiledones	0,65	1,40	0,34	0,80
	Hojas verdaderas	0,16	1,27	0,16	0,82
	Total Planta	14,64		5,20	

Los valores son medias de cinco repeticiones.

En estos resultados se observa que en las dosis ensayadas (10 y 15 ppm), la gran parte del herbicida absorbido por la planta, alrededor del 94%, se encuentra en la raíz, siendo menor del 2%, el observado en las hojas verdaderas, en cualquiera de las dosis empleadas.

El nivel del herbicida en la planta disminuye a lo largo del tiempo, siendo al cabo de los siete días que dura el ensayo entre el 36 y el 38% del contenido inicial, según las dosis empleadas. En las hojas verdaderas la cantidad total de herbicida no disminuye con el tiempo, pero debido al crecimiento producido, la concentración del herbicida expresado en μg por gramo de peso fresco (gpf) disminuye alrededor del 34%, respecto al observado en el tiempo inicial.

Estos resultados parecen indicarnos, que la tolerancia del *Pinus pinea* al Tiazopir, está en función de la acumulación del herbicida en la raíz y los cotiledones, con una posterior destoxificación del herbicida en estas partes de la planta, que hace que incida mínimamente en las hojas verdaderas de ésta.

Análogamente observamos los resultados debidos a la Pendimetalina en la Tabla 2, en donde al igual que en el caso del Tiazopir, encontramos entre el 93 y el 95% del herbicida en la raíz, y solamente entre 1,2 y 1,4% en las hojas verdaderas, inmediatamente después de retirar el herbicida.

Tabla 2.– Niveles de Pendimetalina, medidos en $\mu\text{g/planta}$ y $\mu\text{g/gpf}$, en *Pinus pinea* L.

Dosis (ppm)	Parte de la planta	Tiempo (días después tratamiento)			
		0		7	
		$\mu\text{g/planta}$	$\mu\text{g/gpf}$	$\mu\text{g/planta}$	$\mu\text{g/gpf}$
6	Raíz	13,04	32,77	10,69	28,44
	Cotiledones	0,53	1,25	0,36	0,86
	Hojas verdaderas	0,17	1,39	0,17	0,85
	Total Planta	13,74		11,22	
10	Raíz	14,32	33,79	13,62	30,53
	Cotiledones	0,81	1,89	0,63	1,46
	Hojas verdaderas	0,21	1,71	0,25	1,04
	Total Planta	15,34		14,50	

Los valores son medias de cinco repeticiones.

En el caso de la Pendimetalina, al contrario que en el del Tiazopir, el herbicida prácticamente no se destoxifica al cabo de los 7 días, encontrándose un 82% y un 95% del observado en el tiempo inicial, según la dosis ensayada. En las hojas verdaderas el nivel total del herbicida no disminuye con el tiempo, aunque análogamente a lo ocurrido con el Tiazopir, la concentración del herbicida ($\mu\text{g/g}$ peso fresco) disminuye alrededor del 40%, respecto a lo observado en el tiempo inicial.

Estos resultados parecen indicarnos, que la tolerancia del *Pinus pinea* a la Pendimetalina, está en función, como lo observado para el Tiazopir, de la acumulación del herbicida en la raíz y cotiledones, aunque al contrario de lo ocurrido en este último herbicida, no se produce una destoxificación posterior del herbicida, aunque no se observa traslocación de este a las hojas verdaderas de la planta.

Por lo expuesto parece ser que la tolerancia del *Pinus pinea* a estos herbicidas, es debida a una acumulación de ellos en la raíz y cotiledones de las plantas, aunque a la vista de la falta de destoxificación del herbicida Pendimetalina, se hace necesario efectuar ensayos de mayor duración para comprobar la evolución del herbicida acumulado en dichos órganos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEBALLOS L. (1966). *Mapa forestal de España*.
- FROCHOT H; TRICHET P. (1988). *Influence de la competition herbacée sur la croissance de jeunes pins sylvestres*. Annales ANPP, 3 (2/2):509–516
- HEWITT E.J. (1963). *Mineral nutrition of plant in soils and in culture media*. In: *A treatise of Plant Physiology* (Steward F.C. Ed.) Academic Press. NY., pp 15–120
- VALERA A.; BODAS V.; COSTA J. (1992). *Visor, nuevo herbicida para cultivos perennes a partir del primer año de plantación*. Actas Congreso Sociedad Española de Malherbología, 393–398. Lleida.
- VANNER A.L. (1992). *Pendimethalin: a herbicide with potential for use in forest nurseries*. Procc. 45^o New Zealand Plant Protection Conference, 256–258. Wellington.