

# RECUPERACIÓN DE SUELOS E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA EN ÁREAS DEGRADADAS POR EXPLOTACIONES MINERAS EN LA FAJA PIRÍTICA ANDALUZA.

José Luis Saiz Díaz<sup>1</sup>, Felipe Macías Vázquez<sup>2</sup>, Antonio José López Fernández<sup>3</sup>, Carlos Juan Ceacero Ruiz<sup>1</sup>

- (1) Egmasa. Johan G. Gutenberg, s/n. Isla de la Cartuja. 41092. Sevilla. [jlsaiz@egmasa.es](mailto:jlsaiz@egmasa.es)
- (2) Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad Santiago de Compostela. Campus Universitario Sur. 15782 Santiago de Compostela.
- (3) Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Avda. Manuel Siurot, s/n. Casa Sudheim. 41013. Sevilla.

Mesa temática 2: Mejora genética forestal, viveros y repoblaciones.

## Resumen :

Los residuos mineros procedentes de la minería de pirita, han generado un serio problema ambiental desde la antigüedad en la Cuenca Minera Onubense. La acidificación de suelos, la presencia de elementos tóxicos y los drenajes de aguas ácidas de mina, son los principales factores en los que se debe incidir.

El objeto de este estudio, consistió en establecer los niveles de referencia de los suelos para su posterior reforestación, identificando el método más adecuado para el cálculo de las enmiendas correctoras del suelo y ensayando los materiales de préstamo más efectivos de entre los seleccionados (cenizas de la industria de celulosa, espumas de la industria azucarera y compost de depuradora). Finalmente, se analizó la resistencia a este tipo de ambientes extremos de tres de las especies presentes en el entorno minero (*Pinus pinea*, *Pinus pinaster* y *Cistus ladanifer*), determinándose los umbrales de fitotoxicidad para cada una de ellas. El pH fue un factor determinante para la explicación de la respuesta de la vegetación, observándose tres rangos diferenciales.

Palabras clave: enmiendas correctoras, respuesta acido-base, elemento traza, respuesta vegetación, fitotoxicidad.

## INTRODUCCIÓN

Los residuos mineros procedentes de la minería de la pirita, en forma bien cruda o transformada por lavado o tostación, extendidos a lo largo y ancho de las antiguas explotaciones mineras de la Faja pirítica, han generado un serio problema ambiental provocando la afección del medio en tres niveles:

- a) La formación de un substrato extremadamente ácido para el desarrollo vegetal, lo que provoca que la vegetación no se llegue a establecer o, más comúnmente, que reacidificaciones posteriores a las tareas de restauración eliminen la vegetación inicialmente establecida.
- b) La entrada de elementos traza tóxicos, como los metales pesados y el arsénico, en la cadena trófica, debido a su presencia en formas móviles y biodisponibles asimilables por la vegetación y flora microbiana.
- c) La formación de drenajes ácidos de mina, lo que puede provocar la acidificación y contaminación de aguas naturales, tanto subterráneas como superficiales.

El conocimiento tanto del proceso de oxidación y consecuente generación ácida, como de las medidas de control y de los métodos de predicción son, por tanto, un elemento clave para abordar con éxito las obras de recuperación en minas abandonadas de la Faja Pirítica.

Con este fin, en 1.996 la entonces Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía mediante el proyecto titulado: "Análisis de viabilidad para la revegetación de suelos afectados por procesos de acidificación en la Faja Pirítica Onubense" se propuso la consecución de una serie de objetivos: desde un punto de vista general el estudio de investigación, pretendía definir una metodología eficaz y aplicable, que permitiera afrontar con éxito trabajos de recuperación de suelos afectados por procesos de acidificación, derivados de la actividad minera característica de la Faja Pirítica. La recuperación de los suelos, debería permitir la implantación de una cubierta vegetal estable. En este sentido, se pretendía establecer unos niveles de referencia objetivo, máximo alcanzable para los suelos, definir unos niveles de partida de los suelos de mina, además de contrastar la eficiencia de diferentes materiales de préstamo empleados como correctores del suelo, definir una metodología adecuada para

el cálculo de dosis encalantes y ver la resistencia de diferentes especies a las extremas condiciones ecológicas propias de este tipo de ambientes mineros.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Especies seleccionadas**

Como criterios básicos para la selección de especies ensayadas se consideraron los siguientes:

- Capacidad de adaptación a las condiciones de acidez que presentan los suelos de las minas.
- Máxima rusticidad en su exigencia de agua y nutrientes.
- Buena persistencia.
- Facilidad de propagación de forma natural aún en condiciones de desarrollo no favorables para garantizar la persistencia de la cubierta sin necesidad de reposiciones periódicas.
- Utilización en lo posible de especies comercializables.
- Rapidez de desarrollo para lograr cubiertas importantes en breve plazo.
- Pertenencia a la flora local y orígenes de procedencia de plantas y/o semillas de la propia comarca minera.

Tras el análisis de las diferentes especies presentes y considerando los diferentes criterios de selección, las especies que se utilizaron en la experiencia fueron: *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* y *Cistus ladanifer*.

### **Materiales de préstamo**

La corrección de las condiciones ácido-base y nutricionales de los suelos de mina pasaba por la adición de diferentes materiales enmendantes, tanto químicos como orgánicos.

La adición de neutralizantes de la acidez debería conseguir los siguientes objetivos:

- Reducir la disponibilidad de Al y otros metales pesados a niveles que por una parte minimicen el riesgo de afección a las aguas superficiales y subterráneas y al mismo tiempo permitan un desarrollo óptimo de la vegetación.
- Crear una reserva de componentes que amortigüen o neutralicen la acidez liberada por la oxidación de los sulfuros, manteniendo a los suelos en condiciones en que dicha oxidación no se realice por medio del Fe<sup>3+</sup>.
- Aportar niveles adecuados de Ca y Mg disponibles a la planta.
- Crear las condiciones que permitan el desarrollo óptimo de la microfauna y microflora beneficiosos para el suelo, particularmente en la rizosfera.
- Facilitar la absorción de los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación implantada.

Los criterios básicos de selección de materiales fueron:

- Proximidad a la Faja Pirítica. Condición necesaria a efectos de reducir la distancia de transporte al lugar de aplicación.
- Gratuidad del material o precio de venta asequible.
- Efectividad suficiente por unidad de volumen.
- No presencia de elementos nocivos según la normativa aplicable para enmiendas orgánicas con lodos de depuradora, aunque dicha norma no es aplicable a este tipo de actuaciones por no tratarse de suelos agrícolas sino forestales.
- Facilidad de aplicación.

Finalmente los productos utilizados fueron: espumas azucareras procedentes de la fabricación de azúcar de remolacha, cenizas de biomasa procedentes de fábrica de pasta de papel y lodos de estación depuradora de aguas residuales (enmienda orgánica).

### **Red de parcelas de investigación**

Se establecieron cuatro zonas perfectamente diferenciadas y representativas de la Faja Pirítica, cada una de las cuales se identificó como un “bloque de muestreo”. Estos cuatro “bloques” se correspondían con tres minas diferentes, una de las cuales se subdividía en dos; Mina Castillo de las Guardas, Mina Torerera, Mina Poderosa de arriba y Mina Poderosa de abajo. En total se implantaron 168 parcelas de muestreo para el análisis y caracterización de suelos, utilizándose un total de 63 para el estudio de la respuesta de la vegetación.

Estas parcelas se catalogaron en función de su naturaleza:

Parcelas experimentales (E), están situadas en suelos de mina donde se aplicaron tratamientos para la corrección de los suelos: espuma azucarera, cenizas de celulosa, compost de EDAR + espuma azucarera.

Parcelas testigo (T), parcelas situadas sobre suelos afectados por las actividades mineras que no recibieron ningún tratamiento corrector

Parcelas naturales (N), están situadas en áreas forestales localizadas en zonas próximas a las áreas mineras, pero que no se han visto afectadas directamente por su actividad.

En total se diferenciaron cinco tipos de parcelas por especie y bloque; 3 experimentales, una natural y una testigo.

Tras la aplicación de enmiendas y con el fin de estudiar la respuesta en cuanto a supervivencia y crecimiento de la vegetación, se establecieron tres grupos de calidad A, B y C, en las diferentes parcelas estudiadas. De esta manera el grupo A incluiría las parcelas de mejor calidad, donde en todos los casos se cumplirían los siguientes requisitos: supervivencia mayor o igual al 50%, crecimiento del diámetro del cuello de la raíz "DCR", mayor o igual a 7,5 mm, crecimiento en altura "H", mayor o igual a 30 cm. Estas parcelas definirán una respuesta óptima, estableciendo unos valores para los parámetros físico-químicos del suelo y fisiológicos de la vegetación denominados "umbrales más restrictivos". Estos umbrales indicarán las condiciones extremas, en términos de pH, metales y arsénico, en las que pueden vegetar las especies establecidas en este tipo de ambientes extremos, dando una respuesta fenotípica óptima. Del mismo modo, las parcelas incluidas en el grupo B definirán los denominados "umbrales menos restrictivos", que indicarán las condiciones extremas, en términos de pH, metales y arsénico, en las que pueden vegetar las especies establecidas en este tipo de ambientes extremos, dando una respuesta limitada en supervivencia ( $\geq 40\%$ ) y escasa en cuanto a su desarrollo ( $DCR < 7,5\text{mm}$  y  $H < 30\text{cm}$ ). Finalmente el grupo C definirá las parcelas con respuesta claramente negativa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En referencia al establecimiento del **umbral máximo objetivo**, establecido a partir de las parcelas naturales no afectadas directamente por la minería, se ha comprobado que las propiedades de estos suelos son características de suelos pobres, desde el punto de vista edáfico, pero que soportan una cobertura vegetal del 100%, tanto con especies arbóreas como arbustivas. La pobreza de los suelos, se manifiesta en su elevada acidez, siendo la mediana del pH de 4,7, lo que indica una clara desaturación del CIC. Además, existe un déficit significativo en elementos esenciales, como el fósforo, aun teniendo una riqueza tanto en nitrógeno como en carbono orgánico más o menos normal. Por otra parte, en referencia a las concentraciones de elementos traza (metales pesados y arsénico) en suelos naturales, se puede afirmar que determinados elementos altamente nocivos en altas concentraciones, superan los niveles que la bibliografía define como máximos admisibles, este es el caso del As, Pb y en algunas ocasiones el Cu. No obstante, en las parcelas naturales no se aprecian síntomas de fitotoxicidad.

Al hilo de lo anterior, conviene señalar que en los ensayos realizados en zonas incluidas en el entorno minero, donde se ha observado presencia de vegetación extremófila (*Cistus ladanifer*, *Erica andevalensis* y *Erica australis*) en muy buen estado, se han analizado suelos de extremada acidez; mediana de pH 3,36, fuertemente desaturados y con altas concentraciones de diversos metales (Fe, Hg, Cu, Pb y As). Al igual que sucedía en las parcelas naturales, el As, Pb y Cu superan con creces los niveles de referencia indicados como tóxicos por la bibliografía. Asimismo, se observan déficit en elementos esenciales como el fósforo y también en los contenidos de nitrógeno y carbono.

Como resultado de lo indicado anteriormente, se estableció un pH objetivo para la restauración de 4,7, habida cuenta de lo costoso que puede resultar elevar el pH por encima de 5 en este tipo de suelos. Este aspecto puede resultar sorprendente, teniendo en cuenta que tradicionalmente el pH objetivo suele centrarse entre los valores de 7 y 7,5.

En cuanto a los suelos afectados, que representan **la situación de partida**, como cabía esperar, se trata de suelos de una acidez extrema, mediana total de pH 2,6, calificados como sistemas hiperácidos por diversos autores (MACÍAS Y CALVO, 2003), presentando a su vez una considerable pobreza en nutrientes esenciales, como demuestran los resultados obtenidos en porcentaje de carbono, nitrógeno y cantidad de fósforo; todos ellos en niveles muy deficientes respecto de los valores de referencia consultados en la bibliografía. Los contenidos en azufre pirítico, mediana de 1,79% y los

valores de pH de oxidación obtenidos, mediana de 2,5, sugieren la necesidad de tratar los suelos con el fin de evitar la aparición de procesos de oxidación que incrementaran aún más, si cabe, la movilidad de metales y arsénico abundantes en este tipo de suelos. Sobre el contenido total de metales y arsénico, se observó que todas las minas presentan elevadas concentraciones de plomo y arsénico, y en algunos casos Hg y Cu.

Una vez caracterizada la situación de partida y los umbrales objetivo, se aplicaron los materiales de préstamo mediante un **tratamiento *in situ*** de los suelos afectados, analizándose posteriormente los suelos tratados. Así, en cuanto a la eficacia de los materiales de préstamo, se comprobó que para el conjunto de minas se mejoraron las condiciones ácido-base de partida establecidas en los suelos testigo, sin embargo no se alcanzó el objetivo de neutralización en todos los casos. Por tanto, en éste tipo de suelos se considera que no es recomendable el cálculo de dosis de encalante por los métodos tradicionales de Cochrane, Kamprath y Mombiola. La influencia del tampón férrico a pH entorno a 2,5, disfraza las necesidades reales de material encalante. Será necesario por tanto calcular la CNA (capacidad de neutralización de ácido) a pH 4,5 del material de préstamo seleccionado, para determinar la dosis correcta de aplicación, que deberá contrarrestar el exceso de acidez, Potencial de Acidificación Neto (PAN), calculado por diferencia entre el CNA 4,5 del medio receptor y la acidez potencial del suelo determinada en función del porcentaje en azufre pirítico del mismo. Si hubiera que seleccionar uno de los materiales de préstamo empleados, se puede decir que todos son igualmente efectivos, resultando recomendable la mezcla de material encalante con enmienda orgánica (Tabla: 2).

Respecto a **la influencia del pH en la supervivencia y desarrollo de la vegetación**, se han podido deducir las siguientes conclusiones:

- A pH inferior a 3,0, la supervivencia es considerablemente baja, incluso por debajo del 30% (Fig: 1). En este rango de pH, se ha comprobado una notable movilidad de metales y As (ver ejemplo Fig: 2), aspecto que ha provocado la acumulación de elevadas concentraciones de metales y As en los tejidos de las especies ensayadas.
- Entre pH 3,0 y 4,0, se produce una mejora notable de la supervivencia, pero todavía existe una elevada incertidumbre en cuanto al porcentaje de esta. En esta situación la movilidad de metales y As disminuye lentamente, a medida que sube el pH, permaneciendo activa la traslocación de elementos traza nocivos a la vegetación. Se considera que la vegetación ensayada soporta situaciones de acidez a partir de 3,8 de pH pero que alcanza un nivel de supervivencia y desarrollo adecuado a partir de 4,2, según los resultados obtenidos en este estudio. Por otra parte, se han observado indicios de fitotoxicidad para el Fe, Pb, Cu, As y Hg, pero el riesgo disminuye a partir de una cierta concentración en hoja, apuntando con cierta prudencia el valor de 5.000 ppm para el Fe, 200 ppm para el Pb, 150 ppm para el Cu, 100ppm para el As y 1 ppm para el Hg (Tabla: 3). Este aspecto contribuye a la incertidumbre observada sobre la respuesta en supervivencia y desarrollo de la vegetación definida para este intervalo.
- Por encima de 4,0, en este rango de pH, la supervivencia es, en la gran mayoría de los casos, superior al 60% (Fig: 1). Este aspecto confirma que la definición del pH objetivo deberá estar siempre por encima de 4,0. Respecto a la movilidad de los metales y el arsénico en la disolución del suelo, conviene destacar la notable influencia del hierro, no solo en los fenómenos vinculados al tampón férrico que ejerce a pH entorno a 2,5, sino en el control que éste ejerce en la movilidad de ciertos metales y del arsénico, aspecto que se refuerza a partir del pH 4,0, donde el catión  $Fe^{3+}$  precipita en forma de oxihidróxidos de hierro trivalentes. Estos oxihidróxidos, más abundantes a medida que nos aproximamos al pH 4,0, ejercen por encima de dicho valor un control sobre los iones de Zn, Cu y Pb, que los hace prácticamente insolubles (Fig: 2). De igual manera, se debe destacar el control que sobre el arseniato ejercen los oxihidróxidos de hierro. En el caso del arsénico, se observa una movilidad patente a pH inferior a 4,0 y superior a 5,0, que contrasta con la inmovilidad de este elemento en el intervalo comprendido entre 4,0 y 5,0, aspecto que potencia aun más la necesidad de marcar un pH objetivo comprendido entre estos dos valores.

Analizado este último apartado, se podría confirmar como umbral mínimo de referencia en cuanto a pH el de 4,5, consiguiendo con este valor un doble objetivo:

1. Correcto desarrollo y adecuada supervivencia de la vegetación implantada,

considerando las especies tratadas en este estudio.

2. Bajo riesgo de movilización de metales pesados y arsénico, evitando así no solo fenómenos de fitotoxicidad sino además la generación de lixiviados ácidos, ricos en elementos traza nocivos, que pudieran afectar a aguas superficiales o subterráneas.

En referencia a **la respuesta de la vegetación**, (Fig: 3), destacar la importancia del tratamiento combinado compost y espuma de azucarera, que ha obtenido en las tres especies el mejor resultado. Se considera, por tanto muy necesario en la recuperación de estos suelos, no solo incrementar el pH al menos por encima de 4,0, sino a su vez incrementar el nivel de nutrientes y activar la vida biológica del suelo mediante la incorporación de materia orgánica en su justa medida. Además, la materia orgánica contribuirá a crear unas condiciones reductoras en los suelos, mitigando la oxidación de la pirita, y a potenciar la generación de oxihidróxidos de hierro amorfos, complejo con mayor capacidad de adsorción de elementos traza que los oxihidróxidos de hierro cristalinos. Por otra parte, las espumas de azucarera y las cenizas de celulosa, obtienen resultados parecidos. Se puede decir por tanto, que todas las especies ensayadas han demostrado una satisfactoria adaptación a los sistemas ácidos, obteniendo índices de supervivencia en las parcelas con pH superior a 4,2, desde 68% del *Cistus ladanifer*, hasta el 82% para el *Pinus pinea*, siendo el dato más representativo en del *Pinus pinaster*, con un 75% de supervivencia. Analizando los resultados de cada especie, se encontraron dos patrones diferentes en cuanto a crecimiento; las jaras registran crecimientos considerablemente mayores que los pinos, al menos en los tres primeros años de este estudio. En cuanto a las parcelas más desfavorecidas, con una mediana de pH entorno a 3,2, se ha obtenidos un índice de supervivencia entorno al 30% para las tres especies ensayadas.

Finalmente, tras analizar las concentraciones en hoja de elementos traza en las tres especies estudiadas y observar la elevada tolerancia de dichas especies respecto a lo indicado en bibliografía, se proponen unos **umbrales mínimos de resistencia a concentraciones en hoja de metales y arsénico**, (Tabla: 3). Así, los resultados de la analítica practicada a los tejidos vegetales de las tres especies ensayadas, nos indican que los niveles de toxicidad definidos en bibliografía para el arsénico, plomo, manganeso y hierro, son claramente insuficientes. No obstante, se puede afirmar la existencia de **indicios de fitotoxicidad** con todos los elementos estudiados a excepción del cinc y el manganeso. Como se dijo anteriormente, el riesgo de toxicidad parece disminuir por encima del pH 4,0. Por tanto, en referencia al establecimiento de umbrales mínimos de resistencia en suelo, se puede decir que para las tres especies estudiadas, a priori se pueden considerar como guía las concentraciones totales definidas en la bibliografía, a excepción del plomo, arsénico y puntualmente el cobre y el mercurio, en los que los resultados obtenidos para las parcelas del grupo A confirman que los niveles considerados como tóxicos son claramente insuficientes. (Tabla 1)

## CONCLUSIÓN

Se sabe que para crear unas condiciones óptimas para la implantación de la vegetación, no es necesario llegar al menos a pH 6,0, como tradicionalmente se ha proyectado en este tipo obras de recuperación. Se ha fijado en 4,5 el pH objetivo para las tres especies vegetales ensayadas, *Cistus ladanifer*, *Pinus pinea* y *Pinus pinaster*

Como tratamiento para la recuperación de suelos de mina, se recomienda la combinación de encalante con materia orgánica

Respecto de la toxicidad, se ha observado la inmovilización de todos los elementos traza estudiados a partir de pH 4,0. Se cree que la causa de dicha inmovilización es la alta presencia del hierro en los suelos, que actúa, al precipitar en forma de hidróxidos u oxihidróxidos, como un sumidero de iones cuya acción es más relevante a partir de pH 4,0.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADRIANO, D.C. 1986. *Trace elements in the terrestrial environment*. Springer-Verlag, New York.
- BARREIRA, E.A. 1978. *Fundamentos de Edafología para la agricultura*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur.
- ISTVÁN PAIS; BENTON JONES, J. (Jr.) 1.997. *The Hand book of Trace Elements*. Ed.- St Luci Press. Boca Raton, Florida.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. 1984. *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

MACÍAS, F ; CALVO DE ANTA, R.; 2003. Bases científicas del proyecto de recuperación de suelos contaminados en la cuenca del río Guadiamar. II. Caracterización y evolución del proceso contaminante en “*Ciencias y restauración del río Guadiamar*”.Consejería Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 60-77.

MONTERROSO, C. Y F. MACÍAS 1995. Prediction of the acid generating potential of coal mining spoils. *Intern. J. Surf. Mining Reclam. & Environ.*, nº12, pp 5-9.

Orden 18/12/1.998, Junta de Andalucía, por la que se fijan las concentraciones límites en los suelos afectados por el accidente minero de Aznalcóllar.

Concentraciones totales: <i>Pinus pinea, Pinus pinaster y Cistus ladanifer.</i>		
Variable	Bibliografía	Revisión
Fe (ppm)	50.000	59.200 (2)
Mn (ppm)	2.000 (1)	
Zn (ppm)	1.200 (1)	
Pb (ppm)	500	1.180 (2)
Cu (ppm)	500 (1)	
As (ppm)	100	532 (2)
Hg (ppm)	50 (1)	

Tabla 1.:Niveles de referencia extraídos de la bibliografía, revisados según los resultados de este estudio. (1) Valores extraídos de bibliografía que no se ven superados en nuestro estudio por las parcelas del Grupo A , (2) datos extraídos de las medianas del Fe, Pb y As, del conjunto de las tres especies ensayadas incluidas en el Grupo A, que superan ampliamente los valores de referencia de la bibliografía.

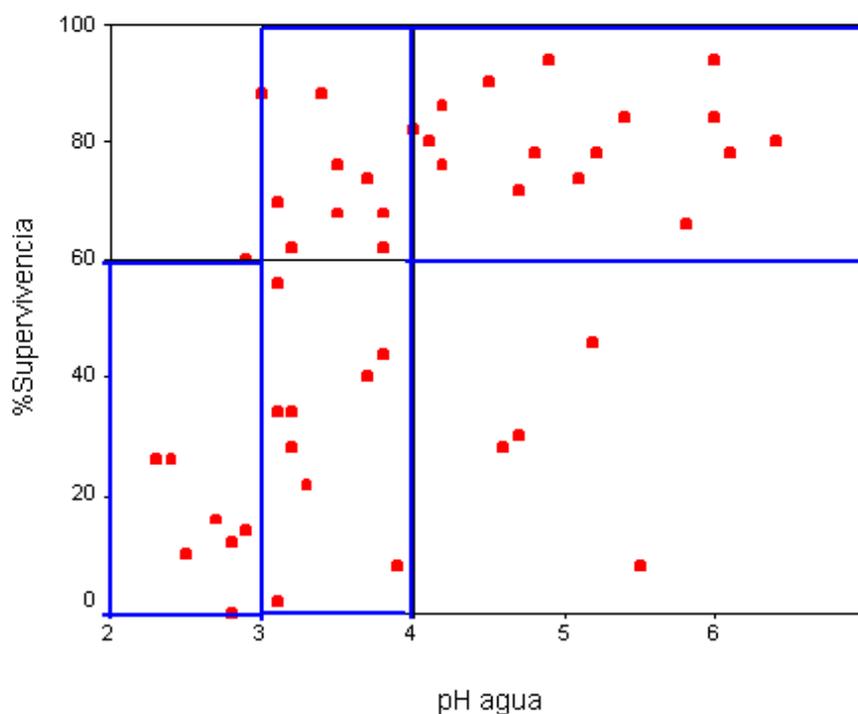


Figura 1.: Análisis del pH y la supervivencia de las 52 parcelas estudiadas

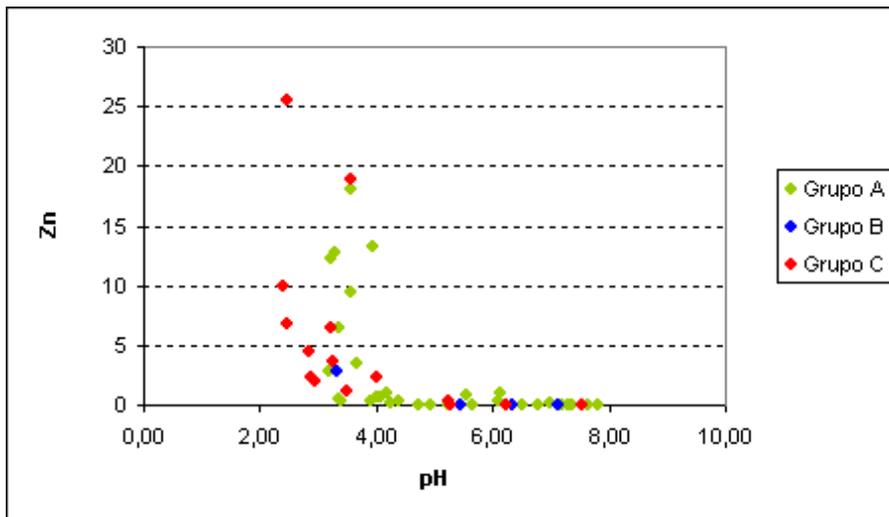


Figura 2. Gráfico que relaciona el Zn en disolución con el pH del suelo

Mina	pH agua			Observaciones
	Testigo	Experimentales	Naturales	
Castillo	2,50	2,70	4,45	Sistema hiperácido
Poderosa abajo	2,60	3,90	4,80	Sistema ácido
Poderosa arriba	2,55	2,40	4,35	Sistema hiperácido
Torerera	2,75	4,60	5,20	Se alcanzó el objetivo

Tabla 2: Análisis comparativo del pH en agua entre suelos testigo y suelos experimentales. Valoración de respuesta de los tratamientos correctores respecto al objetivo máximo/mínimo alcanzable.

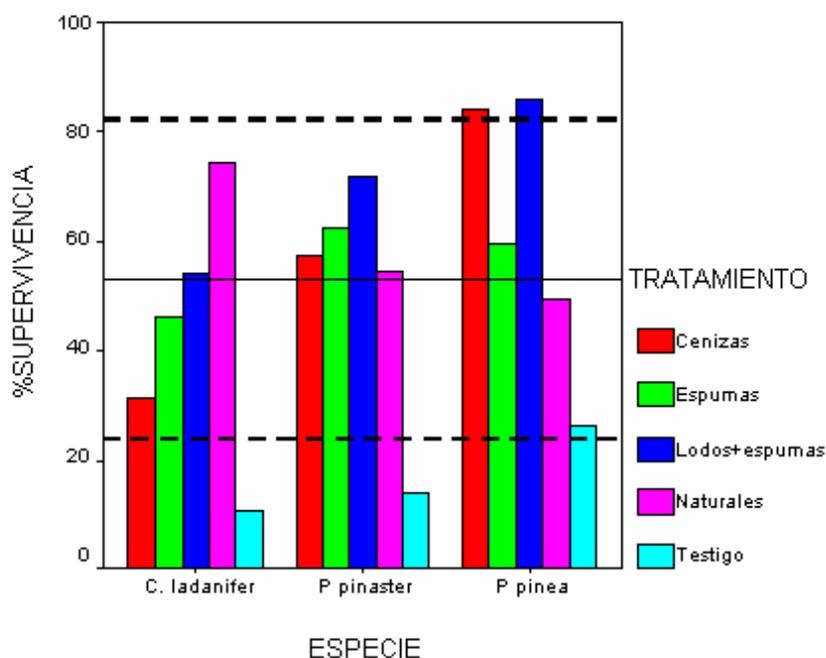


Figura 3: Relación entre la supervivencia de la vegetación y los tratamientos del suelo para las especies ensayadas (*Pinus pinaster*, *Pinus pinea* y *Cistus ladanifer*). Las líneas de referencia marcan la supervivencia media total  $\pm$  la desviación típica.

**Concentraciones en hoja:**  
*Pinus pinea, Pinus pinaster y Cistus ladanifer*

<b>Elemento</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>Revisión</b>
<b>Fe - H</b>	750	5.000
<b>Mn - H</b>	300	5.220 (1)
<b>Zn - H</b>	300	382 (1)
<b>Pb - H</b>	> 30	200
<b>Cu - H</b>	150	
<b>As - H</b>	> 5	100
<b>Hg - H</b>	> 1	

Tabla 3.:Niveles de referencia extraídos de la bibliografía, revisados según los resultados de este estudio.(1) Al no detectarse problemas de fitotoxicidad para estos dos elementos, se han reflejado los valores máximos que se han encontrado para parcelas del Grupo A.