

Estudio basado en el efecto de enmiendas calizas en el crecimiento y desarrollo de *Cedrus deodara*

La enmienda caliza y sus efectos en plantaciones forestales

La extrema acidez del suelo constituye un grave factor limitante y condicionante de la producción vegetal. La enmienda del suelo con productos calizos es una práctica agrícola tradicional, pero menos extendida en el ámbito forestal. Los buenos resultados obtenidos después de varios años de experiencias de encalado en los suelos extraácidos de las rañas del norte de la provincia de León, ensayando con cultivos de cebada, pastizal y centeno, no se pueden extrapolar al caso de plantaciones forestales de cedro deodara. En este caso concreto, la enmienda caliza no resulta eficiente, o incluso llega a inducir un cierto efecto negativo cuando se trata de una incorporación de dolomita.

Eduardo Villa Bermejo, Juan A. Robles Llamazares y Manuel Vidal Bardán

Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria.
Universidad de León.

El trabajo realizado se ha llevado a cabo en una parcela de la Junta Vecinal de Rioseco de Tapia situada en la raña de Camposagrado (meseta norte de León). Los suelos desarrollados sobre estas formas de erosión son de los más antiguos de la Península Ibérica, junto con los que se localizan sobre depósitos similares en la zona de los Montes de Toledo. Constituyen formaciones edáficas asociadas a los mantos de conglomerados cuarcíticos fluviales y empastados en una matriz arenarcillosa, fuertemente rubefactada. Su antigüedad y grado de alteración les confieren características semejantes a las que presentan los suelos de las zonas subtropicales y tropicales tipificados en Edafología como Ultisoles y Acrisoles.

Sus características principales son un carácter extremadamente ácido, con un pH inferior a 5, un reducidísimo contenido en bases de cambio y, como consecuencia, una elevada proporción de aluminio en su complejo de cambio, superando ampliamente el 20% de la CICE, considerado ese porcentaje el umbral fitotóxico para la mayoría de los cultivos. Al pH indicado el aluminio se presenta en forma de Al^{3+} , siendo esta forma monomérica especialmente tóxica para la mayoría de plantas cultivadas. Además de los anteriores factores limitantes habría que añadir las importantes deficiencias que presentan en algunos nutrientes, tales como P, K y Ca. Otro rasgo morfológico de estos suelos es la presencia de espesos horizontes argílicos (Bt), asociados con los prologados procesos de iluviación de arcilla. Este conjunto de condicionantes tan desfavorables han provocado que solamente hayan podido ser



Foto 1. Estado actual de las plantaciones de pinos realizadas en 1946 en Camposagrado (León)

cultivados estos suelos con especies tolerantes a la acidez como el centeno y desde mediados del siglo pasado con repoblaciones de *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris* (foto 1).

Tras cuatro años de trabajos estudiando la respuesta del centeno, cebada y pastizal a la corrección de la acidez de estos suelos, en los que hemos encontrado una respuesta muy positiva al empleo de estos productos calizos (Villa, 2005), se continuaron estas experiencias, durante un periodo de cinco años, para corroborar el efecto de estas enmiendas en el crecimiento y en el desarrollo del *Cedrus deodara*. El trabajo consistió en el establecimiento, sobre estos mismos suelos, de una plantación de 225 cedros deodara. Las enmiendas calizas previas a la plantación supusieron la aplicación de diversos productos calizos, y el seguimiento del ensayo se llevó a cabo mediante muestreos anuales en los que se realizaron una serie de mediciones morfológicas y sistemáticas de cada plantón. Finalmente, el muestreo destructivo permitió conocer los pesos de biomasa aérea y radicular de cada uno de ellos. La elección de esta especie forestal obedece a su interés dentro del Plan Forestal de la Junta de Castilla y León.

A continuación se recoge en los cuadros I y II las características, tanto físicas como químicas, de los dos horizontes superficiales y del primer subhorizonte del Bt argílico que componen la zona más somera del perfil de este suelo.

El suelo se caracterizó como Acrisol úmbrico-alumínico según FAO y como Typic Palexerult según la Soil Taxonomy de USDA.

Material y diseño del ensayo

Tradicionalmente para evitar los efectos desfavorables que la acidez provoca en la producción vegetal, se ha recurrido al empleo de enmiendas calizas tales como la dolomita y la caliza. En estos ensayos hemos comparado, además, el efecto que sobre la producción de biomasa de cedros tiene la aplicación de yeso y espumas de azucarera.

En trabajos previos al que ahora se describe y mediante el tratamiento de muestras de tierra con CaCO₃ puro y bajo condiciones de laboratorio, hemos podido confirmar la dosis de 6.000 kg ha⁻¹ de ese compuesto como la necesaria para reducir el aluminio de

CUADRO I.

Características químicas de los horizontes del perfil.

Horizonte	prof. (cm)	pH-H ₂ O	MO (g kg ⁻¹)	Ca-acetato	Mg-acetato	Na-acetato	K-acetato
A	0-25	5,01	24,6	1,40	0,20	0,03	0,21
AB	25-35	4,83	6,5	1,32	0,18	0,02	0,13
Bt1	35-55	4,69	6,8	1,87	0,30	0,03	0,12

*Valores de Ca, Mg, Na y K en cmol(+) kg⁻¹

CUADRO II.

Características químicas de los horizontes del perfil (cont).

Horizonte	P (mg kg ⁻¹)	Al-KCl	CIC	P.S.B. (%)	C.I.C.E	Al/C.I.C.E
A	16,50	1,14	5,70	32,18	2,97	38,33
AB	4,40	1,64	5,48	30,12	3,29	49,84
Bt1	3,90	3,10	9,45	24,68	5,43	57,07

*Valores de Al, CIC y CICE en cmol(+) kg⁻¹ y Al/C.I.C.E en %

En el caso del peso de biomasa la eficacia de las enmiendas nuevamente corrobora los resultados obtenidos anteriormente con relación a la sección y altura (h), alcanzándose una secuencia decreciente de desarrollos definida de la siguiente forma: testigo>yeso>espuma>caliza>dolomita

cambio a niveles inferiores al 20% (Vidal et al, 2006).

Una vez establecida la dosis, la corrección del suelo se realizó con el criterio de incorporar la misma cantidad de Ca en todas las enmiendas, por lo que utilizamos las siguientes dosis: de caliza 7.692 kg ha⁻¹, de dolomita 10.909 kg ha⁻¹, de yeso 10.169 kg ha⁻¹ y de espumas 14.880 kg ha⁻¹ según la caracterización química realizada a las enmiendas empleadas. En el caso de las espumas, la superioridad de esta dosis, se debe al hecho de que este producto presentaba una humedad del 44% en el momento de su utilización.

Los trabajos previos consistieron en la incorporación y mezcla de suelo correspondiente al horizonte Ap (25 cm) con los productos citados anteriormente y en las dosis indicadas. Con el suelo y la enmienda incorporada se llenaron cestas de plástico enrejado de 25 cm de profundidad y 30 cm de diámetro. Posteriormente, las cestas se enterra-

ron en excavaciones realizadas en el suelo.

Se establecieron cinco bloques y en cada uno de ellos se enterraron 45 cestas; 9 de ellas conteniendo suelo corregido con una de las cuatro enmiendas y 9 con suelo natural (sin enmienda) como testigo. En total se enterraron 225 cestas con cedros. Los bloques se dispusieron a una distancia de 5 m entre ellos y las cestas dentro de cada bloque estaban separadas por 2 m. Sobre cada cesta se plantó durante el mes de octubre de 2005 un cedro procedente de vivero y de dos años de edad, con un tamaño bastante uniforme.

En primavera se procedió a la eliminación de las malas hierbas mediante una escarda con azada y al abonado con un complejo 8-15-15 a una dosis de 40 gr/pie. En el mes de noviembre, incluido el año correspondiente a la plantación, se llevaron a cabo los muestreos y mediciones encaminadas a estimar las anchuras de la copa en dirección N-S y E-O, la altura de los plantones y la sección del tronco. Esta última medición se rea-

lizó sistemáticamente sobre una marca realizada en el cuello del pie en el momento de la plantación, para así facilitar la realización de las medidas en el mismo punto todos los años. La sección del tronco se calculó estimando su diámetro como media de dos medidas realizadas sobre el tronco perpendicularmente, en dirección N-S y E-O.

En otoño de 2010, una vez realizadas las últimas medidas establecidas, se procedió al muestreo destructivo, entresacando las cestas del suelo con la precaución de extraer la mayor parte del sistema radicular. En la misma parcela se separó el sistema radicular de la parte aérea. Al objeto de cuantificar la materia seca por cedro, todo el material obtenido se desecó en una estufa a 105°C durante 48 horas, pesándose posteriormente.

Discusión de resultados y conclusiones

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos a lo largo de los cinco años consistió en un análisis de varianza de medidas repetidas. Los parámetros analizados fueron: altura (h, cm), diámetro de la copa en dos direcciones (N-S y E-O), diámetro del tronco en dos direcciones (N-S y E-O) y la sección del cuello del tronco (s, mm²).

En la **figura 1** se representan las curvas de crecimiento de los cedros a través de la evolución que experimenta la sección del tronco para cada uno de los tratamientos encañantes. La planta empleada muestra una gran uniformidad como se observa en las medidas correspondientes al primer año, así como el estirón de crecimiento y desarrollo de los cedros a partir del tercer año. El último año, las mayores secciones se obtuvieron bajo las condiciones de testigo y la corrección con yeso. El menor desarrollo resultó con la dolomita, mientras que la caliza y espuma resultaron semejantes de efecto pero siempre superiores a la dolomita.

La **figura 2** presenta también la interacción doble tratamiento* año de muestreo del parámetro altura de copa (h), resultando efectos semejantes al caso de la sección. Finalmente, en la **figura 3** se presentan los resultados del análisis de varianza multivariante de los pesos totales de materia seca del sistema radicular y de la parte

FIGURA 1

Evolución temporal de la sección del tronco según el tratamiento calizo.

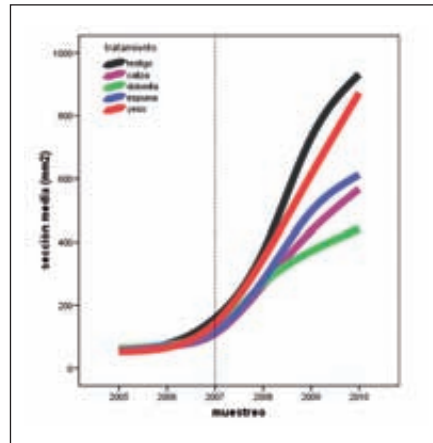


FIGURA 2

Evolución temporal de la altura del tronco según tratamiento calizo.

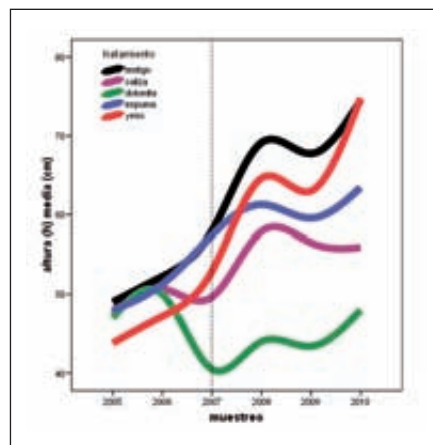


FIGURA 3

Peso de materia seca de la biomasa según tratamiento calizo aplicado.

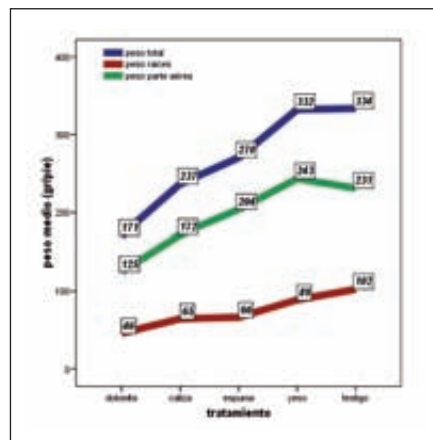


Foto 2. Pie de cedro en condiciones de testigo antes del muestreo destructivo.

aérea, considerando sólo el factor tratamiento, dado que el muestreo destructivo resultó ser único y se realizó al final del ensayo (**foto 2**). En el caso del peso de biomasa la eficacia de las enmiendas corrobora los resultados obtenidos anteriormente con relación a la sección y altura (h), alcanzándose una secuencia decreciente de desarrollos definida de la siguiente forma: testigo>yeso>espuma>caliza>dolomita.

En comparación con los resultados que hemos obtenido en años anteriores con las experiencias de cultivos extensivos (centeno, cebada y pastizal), llevadas a cabo bajo las mismas condiciones de suelo y cantidad de enmienda, estos nuevos resultados de campo demuestran que en el caso de plantaciones forestales de cedro deodara los tratamientos no resultan tan eficientes, e incluso inducen un cierto efecto negativo, como se detecta con la enmienda a base de dolomita. ●

Bibliografía ▼

- VIDAL M., GARZON E., GARCIA V., VILLA E., 2006. Differentiating the amending effects of calcareous materials applied to acid soils by use of optimal scaling procedures. *Agrochimica*, Vol.L-N,3-4, 132-147.
- VILLA, E., 2005. Incidencia de la aplicación de espumas de azucarera y otras enmiendas calizas sobre la producción de biomasa. Mejora a corto plazo de los condicionantes agronómicos de los suelos ácidos de raña del norte de León. Tesis Doctoral. Universidad de León, León, Spain