

EL CALCIO EN LAS ACÍCULAS COMO INDICADOR DE PREDISPOSICIÓN AL DECAIMIENTO EN MASAS DE *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA PROVINCIA DE TERUEL

José María Alquézar Alquézar¹, José Javier Peguero-Pina¹, Marta García Saganta¹, Eustaquio Gil-Pelegrín¹, Nieves Ibarra Ibáñez² y Enrique Martín-Bernal³

¹ Unidad de Recursos Forestales. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Gobierno de Aragón. Apdo. 727. 50080-ZARAGOZA (España)

² Servicio Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza. Asesoría Técnica de Sanidad Forestal, Gobierno de Aragón. Apdo. 727. 50080-ZARAGOZA (España). Correo electrónico: emartin@aragon.es

³ Departamento de Medio Ambiente. Dirección General del Medio Natural. Gobierno de Aragón. Pº María Agustín 36, Edificio Pignatelli. 50071-ZARAGOZA (España). Correo electrónico: emartin@aragon.es

Resumen

El calcio es un macronutriente que juega un papel muy importante en la estructura y funcionalidad de la célula vegetal. Su déficit produce el secado de las yemas y el amarronamiento de las acículas. En suelos calizos este déficit puede tener su origen en unas bajas tasas de transpiración por parte de los ejemplares afectados. La coincidencia de éstos y otros síntomas de deficiencia nutricional con los observados en los ejemplares de *Pinus sylvestris* L. en proceso de decaimiento de la provincia de Teruel hizo necesario la realización de un análisis completo de macro y micronutrientes. La deficiencia en calcio encontrada en los árboles en decaimiento, respecto a los ejemplares sanos de las mismas zonas y al resto de poblaciones estudiadas en Aragón, hace pensar que estos árboles están sufriendo un estrés hídrico crónico que provoca una disminución en las tasas de transpiración. Este hecho hace disminuir la fotosíntesis, comprometiendo, a la larga, la supervivencia del árbol. Estos resultados indican que la falta de calcio en suelos calizos debida a un estrés hídrico puede actuar como factor de predisposición al decaimiento de las masas de *P. sylvestris* de la provincia de Teruel.

Palabras clave: Calcio, Decaimiento, Transpiración, *Pinus sylvestris*, Sequía

Summary

Calcium is a macronutrient that plays an important role in the structure and function of vegetal cell. Calcium deficit causes drying in buds and needles. On calcareous soils, this deficit could have its origin in low transpiration rates in declining trees. The agreement of these and others nutritional disorders with those observed in declining trees of *Pinus sylvestris* L. in Teruel makes necessary the realization of a complete analysis of macro and micronutrients. Calcium deficit found in declining trees, in relation to healthy trees of the same stands and the remaining studied stands in Aragón, makes us think that these trees have been suffering a chronic water stress that produces a decrease in net photosynthesis, endangering tree survival. These results show that calcium deficit on calcareous soils due to water stress could act as a predisposing factor in the declining of *P. sylvestris* stands in Teruel.

INTRODUCCIÓN

Durante los primeros meses del año 2002 se observó un fenómeno masivo de decaimiento que afectó a las masas de *Pinus sylvestris* L. de la provincia de Teruel, con un alcance de 14.000 hectáreas, aproximadamente. Este proceso se produjo con una mayor gravedad en la sierra de Gúdar, en cuanto a su intensidad y duración en el tiempo, ya que en otras partes de la provincia (sierra de Albarracín) se produjo una recuperación progresiva en los años posteriores. Es necesario señalar que las poblaciones con un mayor grado de afectación se asentaban sobre suelos someros de naturaleza calcárea, con escasa presencia de grietas y fisuras en la roca. En cuanto a la sintomatología del proceso, éste se caracterizaba por el amarillamiento de acículas con la posterior pérdida de yemas y acículas, microfilia y atabacamiento foliar.

El calcio es un macronutriente que se absorbe como Ca^{2+} y rara vez se comporta como un factor limitante, salvo en suelos ácidos con lluvias abundantes. La mayor parte del calcio se localiza en la parte externa de la pared celular. En el interior de la célula el calcio se encuentra en las vacuolas, siendo muy baja su concentración en el citosol. El calcio juega un papel fundamental en la integridad y funcionalidad de las membranas y también como segundo mensajero celular en respuestas medioambientales (BONILLA, 2001). La deficiencia de calcio en coníferas produce secado y muerte de las yemas y amarronamiento de las acículas (LARCHER, 2003).

OBJETIVOS

La coincidencia de los síntomas presentados por los árboles afectados pertenecientes a las masas de *Pinus sylvestris* L. en proceso de decaimiento de la provincia de Teruel con los propios de vegetales sometidos a diferentes deficiencias nutricionales de calcio y otros nutrientes (amarilleamiento de acículas, pérdida de yemas, atabacamiento foliar, microfilia,.) junto a la pobreza aparente de los suelos y su naturaleza calcárea obligaba a proceder a un completo análisis foliar, como medida rutinaria en procesos de decaimiento.

METODOLOGÍA

Se realizó un análisis completo de nutrientes de las acículas del año en distintos rodales de *P. sylvestris* durante el final del invierno y comienzo de la primavera de 2005. Para ello se realizaron muestreos en árboles sanos y en árboles en proceso de decaimiento dentro de una misma zona. Por otra parte se realizó un muestreo en diversas zonas con presencia de *P. sylvestris* de las provincias de Zaragoza, Huesca y Teruel, que no habían sufrido el proceso de decaimiento observado en la sierra de Gúdar, con el objetivo de comparar el estado nutricional de la zona de estudio con otras poblaciones de *P. sylvestris* de Aragón y establecer un marco de referencia para la especie en otras partes del territorio.

Las acículas recogidas se dejaron en la estufa a 60°C durante 76 horas para llevarlas a sequedad. Posteriormente se molieron con un molino de palas (Culatti) y se llevaron al Laboratorio de Análisis y Fertilidad (Diputación de Lérida) para el análisis de macro y micronutrientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de los resultados obtenidos no se observan alteraciones nutricionales graves, a excepción del calcio, en los ejemplares de *P. sylvestris* en decaimiento de la provincia de Teruel. Por lo tanto, la pérdida progresiva de vigor observada en estos ejemplares no puede ser justificada única y exclusivamente por un desorden nutricional, a pesar de la coincidencia de síntomas con diferentes deficiencias en macro y micronutrientes (LARCHER, 2003). Los bajos crecimientos, posiblemente justificados por razones de clima y suelo (ALLUÉ-ANDRADE, 1990), podrían estar en la base de la relativa normalidad nutricional presentada por los ejemplares en proceso de decaimiento.

Hay que resaltar que los árboles en proceso de decaimiento de casi todas las zonas afectadas presentan una disminución de la concentración de calcio respecto a los árboles sanos (Figura 1). Además, el hecho de que los niveles de calcio de las zonas afectadas están muy por debajo de la media del resto de las poblaciones estudiadas en Aragón confirma la existencia de una deficiencia de calcio en los ejemplares en decaimiento (Figura 2).

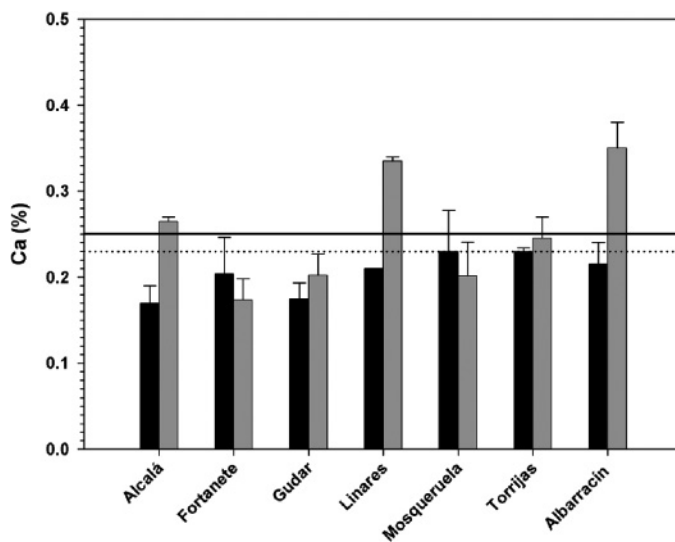


Figura 1. Concentración de calcio (% en materia seca) en acúculas de un año para los árboles sanos (gris) y en decaimiento (negro) de las zonas afectadas. La línea discontinua representa el valor medio en *P. sylvestris*, teniendo en cuenta todas las zonas de Aragón muestreadas. La línea negra representa el valor mínimo recomendado por la literatura para *P. sylvestris*. Las barras de error representan el error estándar del valor medio

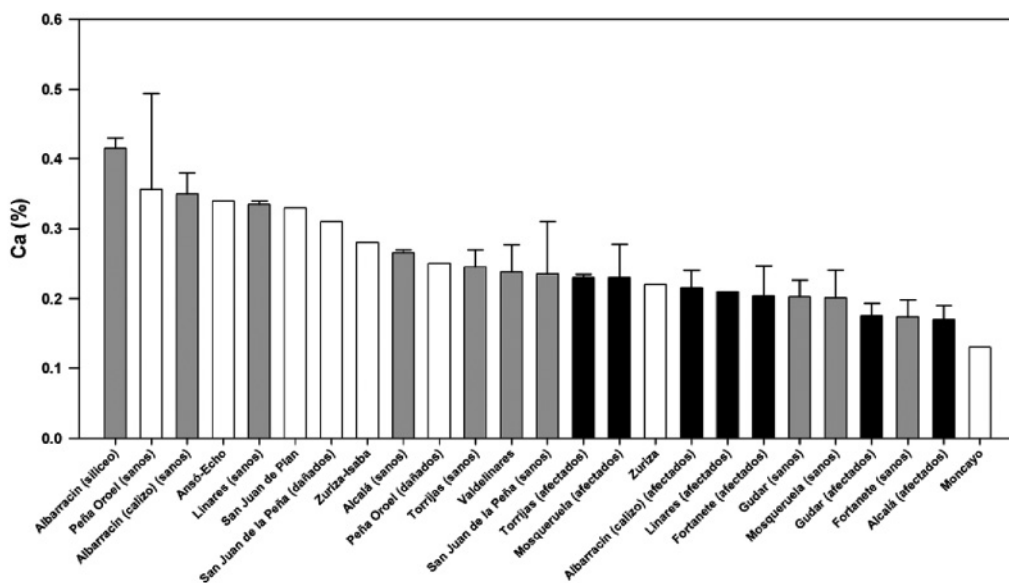


Figura 2. Concentración de calcio (% en materia seca) en acúculas de un año para los árboles sanos (gris) y en decaimiento (negro) de las zonas afectadas y para el resto de las poblaciones estudiadas en Aragón (blanco). Las barras de error representan el error estándar del valor medio

El hecho de que haya una deficiencia de calcio en acículas de árboles que están en suelos calizos (donde no tiene por qué haber una falta de disponibilidad de este nutriente) podría ser debido a unas bajas tasas de transpiración en dichos ejemplares, ya que se ha demostrado un alto grado de dependencia entre el movimiento de este macronutriente y el nivel de flujo a través del xilema, considerándose muy bajo el nivel de traslocación del calcio entre distintas hojas (BIDDULPH et al., 1961; McLAUGHLIN & WIMMER, 1999). Este hecho podría indicar que estos árboles están sometidos a un estado de estrés hídrico prolongado en el tiempo (TURTOLA et al., 2003), lo que provocará una disminución crónica de la conductancia estomática. El cierre estomático es un mecanismo de respuesta al estrés hídrico que evita las pérdidas excesivas de agua cuando la disponibilidad del recurso hídrico está limitada, a costa de reducir la asimilación neta de CO₂, lo que tiene como consecuencia una disminución en la fotosíntesis neta. Este hecho hace que la capacidad de crecimiento y desarrollo del árbol se vea seriamente comprometida, ya que la disminución de la capacidad de producción de área foliar hace que el árbol entre en un proceso de retroalimentación negativa que, a largo plazo, pone en peligro su supervivencia.

CONCLUSIONES

Con la excepción de Moncayo, en el que el bajo nivel de calcio puede ser debido a la naturaleza ácida del sustrato forestal, casi todas las poblaciones estudiadas de la zona afectada presentan los valores de calcio más bajos entre

todas las poblaciones estudiadas en Aragón, lo que confirma la existencia de una deficiencia de calcio en los árboles en decaimiento de la zona de estudio (Figura 2).

Por estos motivos, el análisis rutinario de este macronutriente se presenta como una herramienta útil en el diagnóstico del estado de vigor de las masas de *Pinus sylvestris* L. en la provincia de Teruel, debido a su demostrada validez como indicador de procesos crónicos de estrés hídrico.

BIBLIOGRAFIA

- ALLUÉ-ANDRADE, J.L.; 1990. *Atlas fitoclimático de España*. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.
- BIDDULPH, F.; NAKAYAMA, F.S. & CORY, R.; 1961. Transpiration stream and ascension of calcium. *Plant Physiology* 36 (4): 429-436.
- BONILLA, I.; 2001. Introducción a la nutrición mineral de las plantas. Los elementos minerales. En: J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). Universidad de Barcelona. Barcelona.
- LARCHER, W.; 2003. The utilization of mineral elements. In: W. Larcher (ed.), *Physiological plant ecology*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- McLAUGHLIN, S.B. & WIMMER, R.; 1999. Calcium physiology and terrestrial ecosystem processes. *New Phytol.* 142 (3): 373-417.
- TURTOLA, S.; MANNINEN, A.M.; RIKKALA, R. & KAINULAINEN, P.; 2003. Drought stress alters the concentration of wood terpenoids in Scots pine and Norway spruce seedlings. *J. Chem. Ecol.* 29 (9): 1981-1995.