

## Caracterización de un estrés celular manifestado por rugosidad y desorganización interna en plantas contaminadas.

A. Brú\*, J. Pastor\*, A. J. Hernández†

\*Dpto. Biología Ambiental

Centro de Ciencias Medioambientales - C.S.I.C

c/Serrano 115 dpdo 28006 Madrid

†Dpto. Interuniversitario de Ecología

Sección Departamental de la Universidad de Alcalá  
Madrid

Uno de los problemas más importantes del medioambiente, y de más rigurosa actualidad, es la contaminación de suelos por sales y metales pesados y sus efectos sobre las plantas. Actualmente aún existen muchos aspectos sobre los efectos de la contaminación en los que es necesario profundizar como sucede en la aplicación de herramientas matemáticas que cuantifiquen los efectos producidos a nivel celular. En este trabajo estudiamos el efecto por contaminación de  $Cl_2Zn$  en hojas de *Lolium rigidum* Gaudin. Se eligió este compuesto debido a que el  $Cl$  es el anión más frecuente y el  $Zn$  el contaminante metálico más común en los suelos contaminados del centro de España. Se observó que el *Lolium rigidum* creció de manera espontánea en los suelos contaminados con dicha sal. Esta produce un gradiente osmótico entre el interior y el exterior de las células que provoca una deshidratación de las mismas. Analizando secciones de hojas contaminadas y no contaminadas al microscopio electrónico de transmisión y al de barrido, se observan varios efectos de la contaminación. En primer lugar existe una reducción de la superficie de la célula del 50% que viene acompañada de un arrugamiento de la pared celular y una aparente *desorganización* de los cloroplastos del citoplasma (Figura 1).

La rugosidad de la pared celular se cuantifica por medio de la anchura de la interfase, que para un caso en geometría circular viene dada por<sup>3</sup>:

$$w(l,t) = \left\{ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [r_i(t) - \langle r_i \rangle_l]^2 \right\}_L^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

donde  $\langle . \rangle_l$  significa la media local sobre los subconjuntos de longitud de arco  $l$ , y  $\{ . \}$  es la media sobre todo el sistema. Las  $r_i$  representan las posiciones de los puntos de la interfase de la célula considerando como origen de referencia el centro de masas de la superficie de la célula. La anchura de la interfase escala como una ley de potencias con respecto al tamaño de la ventana según:

$$w(l,t) \sim l^{\alpha_{loc}} \quad (2)$$

siendo  $\alpha_{loc}$  el exponente crítico de rugosidad local. El valor promedio de este exponente para el caso de las células contaminadas es  $\alpha_{loc} = 0.75$  mientras que para las células no contaminadas es  $\alpha_{loc} = 0.86$ .

El segundo efecto de la contaminación es la desorganización interna de la célula. Los cloroplastos ocupan la mayor

parte del citoplasma habiendo aumentado de tamaño y perdiendo su forma original. Estudiando su distribución espacial por medio de funciones de correlación se puede observar que esta desorganización no es caótica sino que puede seguir un determinado patrón. Este efecto, que se ha observado por primera vez, bien podría responder a una adaptación celular de las plantas que toleran ambientes hostiles.

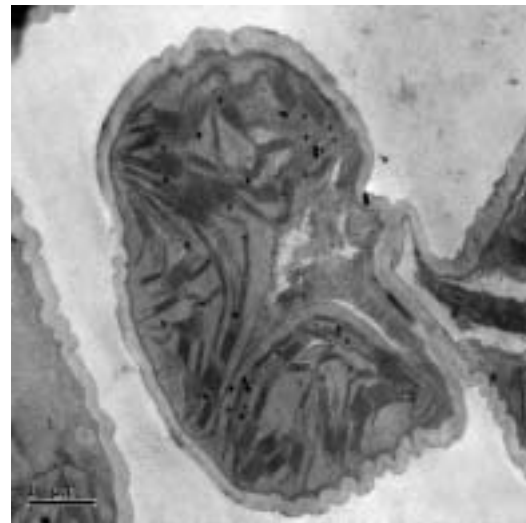


Figura 1. Efectos de la contaminación por  $Cl_2Zn$  sobre una célula foliar.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido desarrollado dentro de las actividades del proyecto REN2002-02501 del MCYT.

\* antonio.bru@ccma.csic.es

<sup>1</sup> <http://www.ccma.csic.es/>

<sup>2</sup> Hernández, A.J.; Adarve, M. J.; Pastor, J. 1998. Some Impacts of Urban Waste Landfills on Mediterranean Soils. *Land Develop. Develop.*, 9: 21-33.

<sup>3</sup> Brú A, Pastor J. M, Fernaud, I. Brú I., Melle S. and Berenguer C. 1998. Superrough dynamics on tumor growth. *Physical Review Letters*, 18: 4008-4011.

<sup>4</sup> Pastor J., Hernández A. J., Adarve M. J., Urcelay A. 1993. Chemical characteristics of sedimentary soils in the Mediterranean environment: a comparison of undisturbed and disturbed soils. *Applied Geochemistry*, 2: 195-198.