

Capacidad de retención de polvo contaminante de distintas especies de árboles ornamentales en la ciudad de Valencia

Ferriol, M.^a, Muñoz, S., López, C., Merle, H.^b y Garmendia, A.^a.

^aInstituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica de Valencia (mafermo@upvnet.upv.es; algarsal@upvnet.upv.es), ^b Departamento de Ecosistemas Agroforestales (humerfa@upvnet.upv.es).

Resumen

Los árboles ornamentales urbanos mitigan el efecto perjudicial de la contaminación atmosférica a través de distintos mecanismos, como la interceptación directa de partículas contaminantes sobre las hojas, mejorando así la calidad del aire. El objetivo del presente trabajo es comparar la capacidad de interceptación de polvo atmosférico en las hojas de entre árboles creciendo en calles altamente contaminadas y árboles de parques urbanos, pertenecientes a cuatro especies ampliamente empleadas como árboles ornamentales en la ciudad de Valencia: el braquiquito (*Brachychiton populneus*), la encina (*Quercus ilex* subsp. *ilex*), el olivo (*Olea europaea*) y el almez (*Celtis australis*). Para ello, se muestrearon 4 árboles por especie y zona, y se colectaron 25 hojas en cada uno de ellos. Éstas se lavaron, se filtró el agua de lavado y se pesó la materia particulada seca en relación al peso seco de materia vegetal. La capacidad de retención de polvo atmosférico varió significativamente entre especies, siendo la encina la que más captó y el braquichiton, el almez y el olivo las que menos. Los análisis intra-específicos mostraron que únicamente la encina retuvo significativamente más polvo en ambientes contaminados que en aquellos más limpios, debido probablemente a la abundancia de tricomas en el envés foliar y a su carácter perennifolio. Los resultados muestran el potencial descontaminante de esta especie en calles y avenidas con una elevada densidad de tráfico rodado.

Palabras clave: Arbolado urbano, Captación de polvo, Contaminación atmosférica, Descontaminación, Variación inter-específica.

Introducción

Valencia (0° 22' 28" W; 39° 28' 36" N) tiene un parque de automóviles de aproximadamente 498.000 vehículos (Ayuntamiento de Valencia 2013), y cuenta con una Red Viaria Principal de 300 km. En el área metropolitana, el número de desplazamientos diarios supera los 18.000 vehículos, lo que supone la mayor fuente de contaminantes de la ciudad, sobre todo en el caso de las partículas.

Las especies utilizadas como arbolado viario en la ciudad de Valencia son de considerable tamaño debido a su función estética. Predominan las especies de hoja caduca sobre las perennes (García-Martín y García- Valdecantos 2001). Valencia cuenta con un total de 163.855 árboles, pertenecientes a 214 especies, localizados en jardines, parques, calles, colegios y cementerios (Ayuntamiento de Valencia 2013).

Dentro de estas zonas verdes, la Universidad Politécnica cuenta con aproximadamente 10 ha de zonas verde en el Campus de Vera, con más de 3.600 árboles de 190 especies diferentes (Esteras y Sanchís 2012).

Estos árboles urbanos mitigan el efecto perjudicial de la polución mejorando la calidad del aire a través de distintos mecanismos. En el caso del polvo contaminante, la mayoría de las partículas permanecen inmovilizadas en la superficie foliar (Nowak et al., 2013).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es comparar el polvo contaminante atmosférico retenido en las hojas de distintas especies de árboles urbanos, y en distintas condiciones de contaminación, como un paso previo a futuros trabajos de cuantificación de esta función de limpieza del aire.

Material y Métodos

Especies utilizadas

Se seleccionaron cuatro especies que se emplean de forma abundante como arbolado ornamental urbano en Valencia, tanto en zonas muy contaminadas como poco contaminadas. De éstas 3 son especies perennes: *Brachychiton populneus* (Schott & endl.) R.Br., *Quercus ilex* subsp. *ilex* L. y *Olea europaea* L.; y una especie caduca: *Celtis australis* L. (Fig. 1).

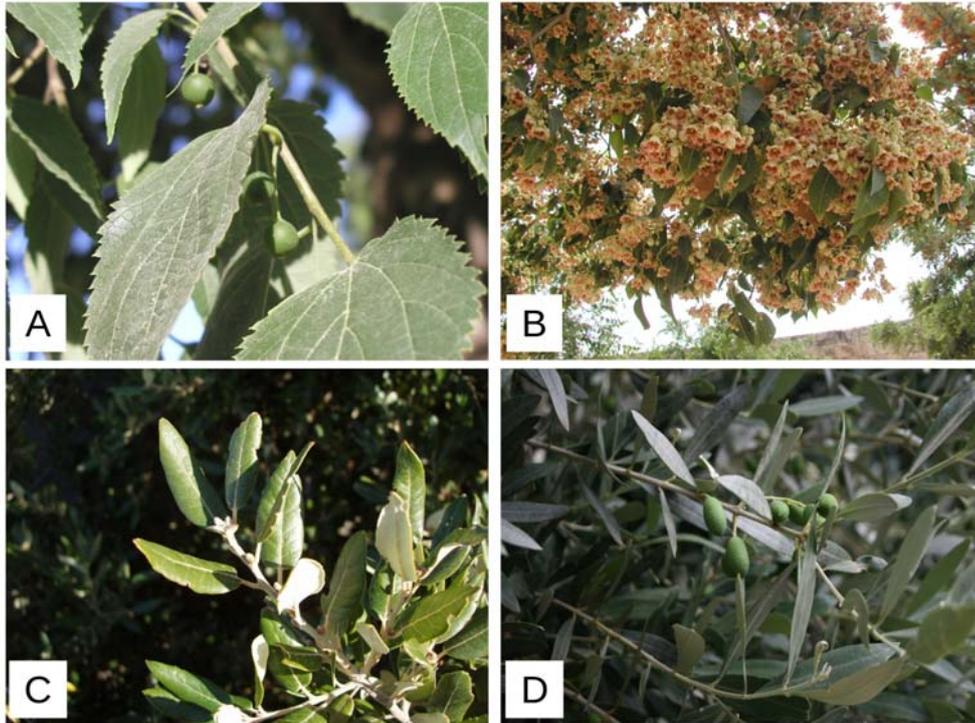


Figura 1: Fotos de Almez (A), Braquiquito (B), Encina o carrasca (C) y Olivo(D).

Diseño del muestreo

Para cada especie estudiada, se determinaron dos zonas de muestreo; una con gran volumen de tráfico rodado (muy contaminada) y otra con restricción al tráfico de vehículos de motor (poco contaminada). Las vías muy transitadas fueron: La Avenida del Cardenal Benlloch (*Brachychiton populneus*), la Avenida de Aragón (*Quercus ilex* y *Celtis australis*), y la Avenida de Cataluña (*Olea europea*), mientras que las muestras sometidas a un leve nivel de contaminación atmosférica se recogieron todas en el Campus de Vera de la Universidad Politécnica de Valencia (Fig. 2).

Dejando pasar un mínimo de dos semanas desde la última lluvia, en la primavera de 2013 y tanto en la zona más contaminada como en la más limpia, se muestrearon 4 individuos por especie y zona (32 individuos en total), colectando al menos 25 hojas por individuo de la parte inferior de la copa.

Capacidad de retención de polvo contaminante de distintas especies de árboles ornamentales en la ciudad de Valencia

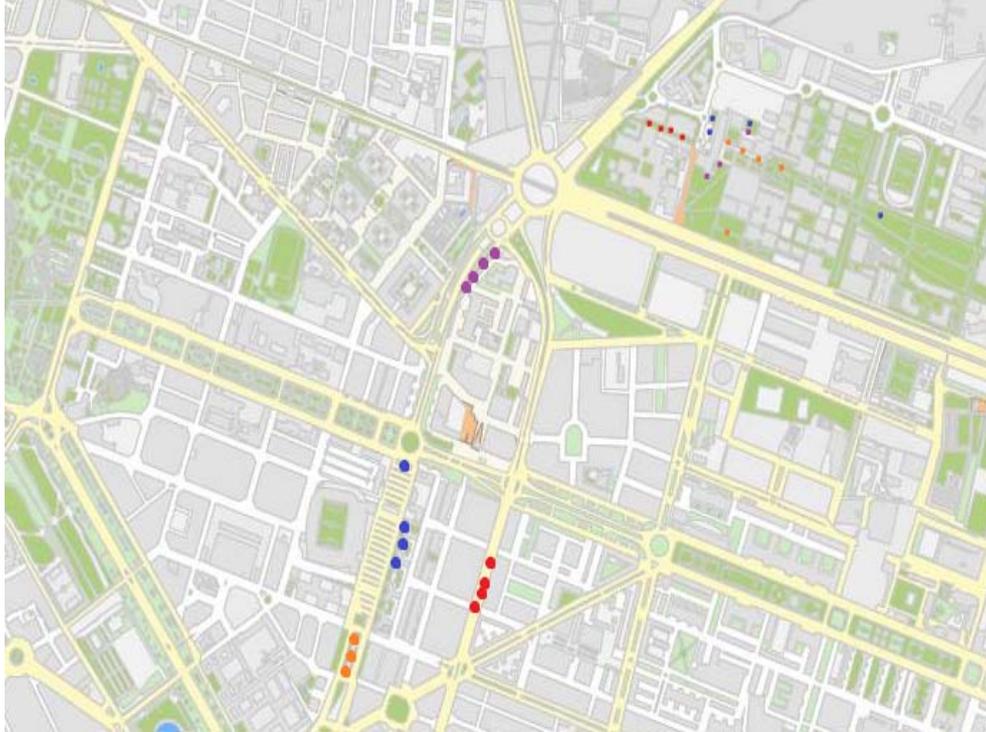


Figura 2: Mapa del muestreo. Almez (naranja), Brachychiton (rojo), Carrasca (azul) y Olivo (morado).

Análisis del contenido de partículas contaminantes en las hojas

Para analizar la materia particulada depositada sobre las hojas se emplearon al menos 25 hojas por individuo, se lavaron las hojas una por una con agua destilada y frotando suavemente con los dedos, para favorecer el desprendimiento de las partículas. El extracto obtenido se filtró empleando un filtro cualitativo plegado de celulosa, Whatman grado 1: 11 μm , previamente secado en estufa y pesado en una balanza de precisión 0.001 g. Posteriormente, tanto los papeles de filtro como las hojas lavadas se secaron en estufa a 70°C durante al menos 72 horas, tiempo suficiente para adquirir peso constante. A continuación tanto los filtros secos como las hojas secas fueron pesados. Los datos se expresaron en gramos de materia particulada seca por kg de materia vegetal seca (Figura 3).



Figura 3: Fotos del proceso de pesado de las partículas contaminantes: polvo retenido en el filtro, interior de la estufa, pesado del filtro después de secado en la estufa y pesado de las hojas secas después de secadas en la estufa.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statgraphics Plus 5.1. Para cada especie y cada ambiente (contaminado/ no contaminado) se analizó la normalidad de los datos en todas las variables evaluadas: densidad estomática, longitud de estomas y cantidad de polvo retenido por las hojas. Para ello se midieron los coeficientes de asimetría y curtosis. Los valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican alejamiento significativo de normalidad que tendería a invalidar cualquier análisis estadístico que asumiera normalidad. La homogeneidad de varianzas se midió empleando el test de Levene.

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) multifactorial siendo la variable dependiente los g de polvo/ Kg de materia seca y los factores independientes para cada una de ellas la especie, el individuo y el ambiente (contaminado / no contaminado).

Además, se realizaron t-test para analizar las diferencias en la cantidad de partículas contaminantes retenidas por las hojas entre ambientes contaminados y no contaminados, dentro de cada especie.

Resultados

Todas las especies presentaron el coeficiente de curtosis y el de asimetría dentro del rango esperado para los datos de una distribución normal. El ANOVA multifactorial mostró diferencias significativas relativas entre especies ($p=0,0201$) y entre ambientes ($p=0,0143$). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre individuos dentro de la misma especie. En zonas con elevado grado de contaminación, la intercepción de polvo fue superior ($8,94 \pm 1,55$ g polvo/ kg de materia seca) a la cantidad interceptada en zonas de menor contaminación ($3,14 \pm 1,55$ g polvo/ kg de materia seca).

El análisis LSD mostró que la especie que mayor cantidad de polvo captó en sus hojas fue *Quercus ilex* ($11,92 \pm 2,2$ g polvo/ kg de m.s.), mientras que *Celtis australis* ($2,37 \pm 2,2$ g polvo/ kg de m.s.) y *Olea europaea* ($3,1 \pm 2,2$ g polvo/ kg de m.s.) fueron las que menos polvo retuvieron. *Brachychiton populneus* interceptó una cantidad intermedia de polvo atmosférico ($6,77 \pm 2,2$ g polvo/ kg de m.s.) y no presenta diferencias significativas con ninguna otra especie.

El t-test mostró que ni *Celtis australis*, ni *Olea europaea* ni *Brachychiton populneus* presentaron diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) en la cantidad de polvo que retienen entre la zona con contaminación elevada y la zona con menor contaminación.

Por el contrario, en *Quercus ilex* se observaron diferencias significativas entre las medias de la cantidad de polvo retenido por la superficie foliar entre los árboles de ambientes poco y muy contaminados ($p = 0,0103$). Los individuos de las zonas contaminadas interceptan una mayor cantidad de polvo atmosférico que los individuos de zonas menos contaminadas, siendo la diferencia muy elevada ($17,65 \pm 11,75$ g polvo/ kg de materia seca), suponiendo un incremento del 85%.

Discusión

La retención de polvo atmosférico en las hojas depende de numerosos factores como el diámetro y forma de las partículas, la velocidad del viento y la humedad atmosférica (Litschke y Kuttler 2008).

Por otra parte, la capacidad de retención de polvo depende de la especie y de las características anatómicas de la hoja (Dalmasso et al. 1997, Codina et al. 2002).

Características como una superficie rugosa o la presencia de apéndices como venas y pelos, incrementan la deposición de polvo (Howsam et al., 2001, Litschke y Kuttler 2008). También influyen las características de la epidermis y de la cutícula, al igual que la altura del individuo (Prajapati 2012). Así, debido a su tamaño, los árboles son mejores receptores de polvo que los arbustos y las herbáceas (Tallis et al. 2011).

Los resultados de este trabajo muestran que *Quercus ilex* presenta una elevada capacidad para captar el polvo atmosférico, en parte por la presencia de un elevado número de tricomas, que favorece la captación de partículas. Fantozzi et al. (2012) ya mostraron que la encina es una buena interceptora de partículas de elementos metálicos altamente contaminantes, principalmente cobre, cadmio, plomo y zinc. También se ha demostrado su capacidad para retener sobre la superficie foliar hierro, manganeso (Ugolini et al. 2013), cromo y bario (Monaci et al. 2000).

Brachychiton populneus no se trata de una buena especie captadora de polvo debido, probablemente, a que sus hojas son delgadas y lisas y se encuentran suspendidas paralelas al tronco, posición que hace más difícil la deposición de polvo atmosférico. Liu et al. (2012) confirmaron que las hojas de lámina delgada, superficies lisas y peciolo largos, captan una menor cantidad de polvo atmosférico.

El almez tampoco resultó ser un buen captador de polvo atmosférico. Esto puede ser debido a su carácter caducifolio, ya que la interceptación de polvo atmosférico depende de la duración de la exposición a la contaminación por parte de las hojas, siendo mayor en las hojas perennes y viejas (Ugolini et al. 2013). Además, el ensayo se llevó a cabo en primavera, y no al final del verano, por lo que los resultados podrían cambiar en función de la estación.

A pesar de poseer hojas con una cubierta cérea y pubescentes, características que facilitan la retención de compuestos, los resultados obtenidos no revelan una elevada capacidad de captación de polvo por parte del olivo. Sin embargo, las diferencias obtenidas fueron casi significativas (p-valor del ANOVA cercano a 0,05), por lo que quizás con un muestreo mayor de individuos las diferencias sí que podrían llegar a serlo. A falta de comprobarlo, nuestros resultados discrepan del estudio realizado por Nanos y Ilias (2007), que demostraron una elevada capacidad de retención de polvo atmosférico por el olivo, observando que las hojas más viejas capturaban una mayor cantidad de polvo.

En cualquier caso, la capacidad de retención de polvo atmosférico por parte de las hojas del olivo fue inferior a la de las hojas de la encina. Nuestros resultados coinciden así con los de Madejón et al. (2006), que observaron que *Quercus ilex* tiene un mayor poder de captación de polvo que *Olea europaea*. Sin embargo, en la clasificación realizada por Codina et al. (2002), tanto *Quercus ilex* como *Olea europaea* están catalogados como

Capacidad de retención de polvo contaminante de distintas especies de árboles ornamentales en la ciudad de Valencia

especies con baja capacidad de captación de polvo. Esta clasificación se basa en técnicas de turbidimetría aplicadas a diferentes especies en el exterior e interior de la copa.

Referencias

- Ayuntamiento de Valencia, (2013).
http://www.valencia.es/ayuntamiento/maparuido.nsf/vDocumentosTituloAux/Cont.Atmosferica-Introducci%C3%B3n?opendocument&lang=1&nivel=6_1. Consultado el 27/05/2013.
- Codina R., Fioretti S., Pérez P., Ureta N., Llera J., Verd P., Carrieri S. y Manzano E. (2002). "Captación de polvo atmosférico por especies ornamentales". *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo* 34. 73- 79.
- Dalmasso A., Candia R. y Llera J. (1997). "La vegetación como indicadora de la contaminación por polvo atmosférico". *Multequina* 6. 91- 97.
- Esteras y Sanchís (2012). <http://vcamp.webs.upv.es/mapabotanico/map.php?idioma=ES#>. Consultado el 12/07/2013.
- Fantozzi F., Monaci F., Blanusa T. y Bargagli R. (2012). "Holm Oak (*Quercus ilex* L.) canopy as interceptor of airborne trace elements and their accumulation in the litter and topsoil". *Environmental pollution*. 1-7.
- García-Martín G. y García-Valdecantos J.L. (2001). "El arbolado urbano en las ciudades españolas." *Actas del III Congreso Forestal Español*. 467- 474.
- Litschke T. y Kuttler W. (2008). "On the reduction of urban particle concentration by vegetation-a review". *Meteorologische Zeitschrift* 17. 229-240.
- Liu L., Guan D. y Peart M.R. (2012). The morphological structure of leaves and dust-retaining capability of afforested plants in urban Guangzhou, South China. *Environmental Science Pollution Research* 19. 3440- 3449.
- Madejón P., Marañón T. y Murillo J.M. (2006). Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. *Science of the Total Environment* 355. 187- 203.
- Monaci F., Moni F., Lanciotti E., Grechi D. y Bargagli R. (2000). "Biomonitoring of airborne metals in urban environments: new tracers of vehicle emission, in place of lead". *Environmental Pollution* 107. 321- 327.
- Nanos G.D. y Ilias I.F. (2007). "Effects of inert dust on olive (*Olea europaea*) leaf physiological parameters". *Environmental Science Pollution Research* 14. 212- 214.
- Nowak D.J., Hirabayashi S., Bodine A. y Hoehn R. (2013). Modeled PM 2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution* 178. 395- 402.
- Prajapati S.K. (2012). Ecological effect of airborne particulate matter on plants. *Environmental Skeptics and Critics* 1. 12- 22.

Ferriol, M., Muñoz, S., López, C., Merle, H. y Garmendia, A.

Tallis M., Taylor G., Sinnett D. y Freer-Smith P. (2011). Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. *Landscape and Urban Planning* 103. 129- 138.

Ugolini F., Tognetti R., Raschi A. y Bacci L. (2013). *Quercus ilex L. as bioaccumulator for heavy metals in urban areas: effectiveness of leaf washing with distilled water and considerations on the trees distance from traffic*. Urban Forestry and Urban Greening.