



CAPTACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO POR ESPECIES ORNAMENTALES

ATMOSPHERIC DUST CAPTATION BY ORNAMENTAL SPECIES

Ramón A. Codina
Sonia B. Fioretti
Paola V. Pérez
Norberto M. Ureta

Joaquín Llera
Patricia Verd
Sergio A. Carrieri
Enrique R. Manzano

Originales
Recepción: 30/07/2001
Aceptación: 18/04/2002

RESUMEN

Se clasificaron 90 especies de árboles y arbustos de uso frecuente en Mendoza (Argentina) en base a su capacidad de filtrado del particulado atmosférico en suspensión. Se utilizó colectores de polvo atmosférico impregnados en vaselina líquida como superficie adherente. Se analizó por turbidimetría en un Hach 2100 P, con lectura en unidades nefelométricas de turbidez (NTU). Dichos colectores de polvo se colocaron en el interior y el exterior de la copa de cada ejemplar, con un mínimo de 15 repeticiones para cada posición.

Por diferencia de promedios de lectura entre el exterior y el interior de la copa se obtuvo, en cada caso, un valor característico. Para lograr valores comparables entre ejemplares, con variaciones producidas por el follaje, debe referirse la mencionada diferencia del ancho de copa atravesado por el aire que transporta el contaminante y una lectura unitaria, mediante la relación:

$ILi = [(Lo_i - Lc_i) / (Ef_i * Lo_i)] * 100 m^{-1}$
donde:

- ILi = índice de lectura interferométrica de la especie "i"
- Lo_i = lectura interferométrica exterior (promedio de NTU externos)
- Lc_i = lectura interferométrica interior de la copa (promedio de NTU internos)
- Ef_i = espesor - expresado en m- de la copa en línea recta horizontal

SUMMARY

Based in the capacity to filtrate the atmospheric particulate it was established a classification of 90 vegetable species: shrubs and trees, frequently used in Mendoza (Argentina). The method used atmospheric dust collectors, impregnated in liquid vaseline as adherent surface, which are analyzed by a turbidimeter Hach 2100 P, with digital lectures in nefelometric turbidimeter units (NTU). In the samples these collectors were situated inside and outside of the canopy, at least in a number of 15 repetitions for each position.

By difference of averages lectures among outside and inside, is reached the characteristic value for the specimen. This difference must be related to the canopy's width crossed by the air current and to the unitary lecture, to obtain comparable values among different specimens, with variations produced by the characteristics of foliage. It was established the following relation:

$ILi = [(Lo_i - Lc_i) / (Ef_i * Lo_i)] * 100 [m^{-1}]$
where

- ILi = interferometric lecture index of the specie "i"
- Lo_i = outside interferometric lecture (average of externals NTU)
- Lc_i = inside interferometric lecture (average of internals NTU)
- Ef_i = width - expressed in m- of canopy crossed by air current, in horizontal straight line.

Palabras claves

polvo atmosférico en vegetales • depuración atmosférica vegetal • captación de particulado

Key words

atmospheric dust in vegetables • vegetable atmospheric depuration • particulate captation

El ILI, por caracterizar cada especie según su capacidad de captación de polvo atmosférico, permite el mejor uso de las mismas en proyectos de espacios verdes para protección ambiental.

The ILI index allow to characterize the vegetable species in order to their atmospheric dust captation capacity easing their utilization in green spaces projects and in environmental protection.

INTRODUCCIÓN

La vegetación produce un efecto depurador del ambiente porque el aire, con polvo en suspensión, es filtrado al atravesar el follaje. Sin embargo, se dispone de escasas menciones en bibliografías extranjeras sobre el poder depurador de las diferentes especies utilizables en proyectos de protección ambiental. Además, como dichos datos -a menudo- están referidos a temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y ventosidad no existentes en Mendoza (Argentina) no son de aplicación directa en la zona o exigen lógicos recaudos de confiabilidad.

Antecedentes

En general, los autores que analizan el tema coinciden al indicar que los fenómenos de captación del polvo atmosférico por el follaje están fuertemente condicionados por las interacciones entre el mismo y la corriente aérea que transporta al contaminante. En las masas arbóreas, el polvo atmosférico es retenido por las hojas pero la capacidad retentiva de las mismas varía con la especie (13). A igual superficie foliar, el abeto rojo tiene un poder de retención 32 veces mayor que el de los álamos. Se estima que un árbol grande (superficie foliar >100 m²) retiene de 30 a 80 t/ha.año de polvo, según la especie y la densidad de la cubierta foliar (15). Se citan valores de 30, 35 y 70 t/ha.año para *Abies*, *Pinus* y *Betula*, respectivamente (15). En la Argentina hay escasos estudios sobre la captación de polvo atmosférico por especies vegetales; en uno de ellos, realizado en La Calera (Córdoba), los depósitos de polvo colectados por el follaje de ejemplares en zonas de contaminación sirven para determinar el impacto de las actividades industriales (5).

Se ha aconsejado que las zonas industriales se separen de las residenciales por cordones sanitarios de parques y jardines, con la mayor cantidad posible de árboles (12). La determinación de depósitos de polvo atmosférico en relación con vegetales puede efectuarse por diferentes procedimientos:

a. Métodos directos

Medida del flujo del depósito húmedo superficial sobre áreas conocidas con la expresión:

$$D = P * c$$

siendo:

D = depósito [(mg/m²)/mes]

P = precipitación [(l/m²)/mes]

C = concentración de productos en el agua de lluvia (mg/l).

b. Métodos indirectos

Se opera por vía seca, cuantificando el depósito sobre superficies conocidas con:

$$D = C \cdot Vd$$

donde:

D = flujo del depósito (g/m³s)

C = concentración del contaminante a nivel de la superficie de recolección (g/m³)

Vd = velocidad del depósito seco [m/s]. El valor de Vd es: $Vd = 1/(Ra + Rb + Rc)$

siendo:

Ra: resistencia aerodinámica, dependiente de la turbulencia

Rb: resistencia de la capa límite a la difusión molecular

Rc: resistencia por factores biológicos

Conviene aclarar que los fenómenos básicos de retención obedecen a numerosas causas, casi siempre procesadas simultáneamente:

- depósito húmedo (contaminante arrastrado por lluvia, nieve, rocío, niebla, etc.)
- sedimentación (depósito por gravedad de partículas gruesas con diámetro > 50 μ)
- captaciones: seca y húmeda (acciones de filtro de la vegetación, influenciadas principalmente por las características del follaje).

Objetivo

Establecer la capacidad depuradora diferencial de las especies más utilizadas en Mendoza mediante el secuestro del polvo atmosférico que atraviesa el follaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se clasificaron árboles y arbustos ornamentales de uso más frecuente en Mendoza en base a su capacidad de filtrado del polvo atmosférico en suspensión. Dicha capacidad se determinó mediante la captación de depósitos de particulado atmosférico por medio de colectores de superficie adhesiva, construidos con placas de acetato de alta transparencia, impregnadas en vaselina líquida. Los dispositivos de medición fueron colocados en el interior de la copa de los ejemplares seleccionados. Los datos resultantes fueron comparados estadísticamente con depósitos obtenidos en igualdad de condiciones pero *fuera de la copa*. La cantidad mínima de pares observados en cada fue 15.

La medición del depósito de polvo se efectuó por lectura directa con un turbidímetro digital, expresándose el resultado en unidades nefelométricas. El tiempo de permanencia de los captadores en el vegetal osciló de 4 a 15 días, según las condiciones meteorológicas, el tránsito de vehículos, etc., a efectos de no sobresaturarlos de partículas. Los ensayos se repitieron -respetando estrictamente las condiciones experimentales- en numerosas árboles y arbustos de predios experimentales de la Facultad de Ciencias Agrarias y sus alrededores (Luján de Cuyo, Mendoza). Por diferencia entre las lecturas medias en el exterior e interior de la copa se obtuvo un valor característico de cada ejemplar, referido al espesor del follaje atravesado por la corriente del aire y a la lectura unitaria. La distancia entre el exterior de la copa y la ubicación de los colectores en el centro del ejemplar -expresada en m- se midió directamente en línea recta horizontal, representativa del recorrido de las partículas transportadas por el aire que atraviesa la copa.

Relaciones para cada especie o ejemplar estudiado (lecturas nefelométricas)

$$ILi = [(Lo_i - Lc_i) / (Ef_i * Lo_i)] * 100 \text{ m}^{-1}$$

donde:

ILi = índice de lectura interferométrica de la especie "i"

Lo_i = lectura interferométrica exterior (promedio de NTU externos)

Lc_i = lectura interferométrica del interior de la copa (promedio de NTU internos)

Ef_i = espesor -expresado en m- de la copa en línea recta horizontal

Al referir a una base unitaria la diferencia absoluta de los espesores de copa: atravesada y de lectura, se obtiene un índice comparable de las especies.

RESULTADOS

Se listaron 90 árboles y arbustos, preferentemente de hoja persistente. Se adoptaron dos criterios sobre valores y rangos para ordenar las especies según su capacidad decreciente de captación de particulado.

Valor	[(m ⁻¹) * 100]
Mavor	59,15
Menor	1,07
Diferencia	58,08
Cuatro rangos	14,52
Muy alta	>44,63
Alta	44,63 a 30,11
Media	30,11 a 15,59
Baja	< 15,59

La lista incluye una medida de la dispersión de los datos, obtenida en base a la media (Mx), la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV) del IL_i calculado para cada observación. El IL_i general de la especie se determinó con el promedio de las observaciones, aplicándose luego la ecuación precedente en cada caso.

Clasificación de las especies en base al ILi

Follaje Persistente	ILi* 100 [m ⁻¹]	Mx	S	CV	Clasificación
<i>Pyracantha coccinea</i>	57,11	56,33	16,81	29,85	Muy alta
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	50,28	46,04	25,34	55,04	
<i>Feijoa sellowiana</i>	49,83	49,18	14,00	28,46	
<i>Eucalyptus viminalis</i>	47,75	46,83	19,44	41,52	
<i>Eleagnus pungens</i>	47,55	45,23	21,30	47,09	
<i>Viburnum tinus</i>	44,62	44,26	6,95	15,70	
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	37,17	35,08	21,38	60,96	Alta
<i>Buxus sempervirens</i>	37,07	37,10	10,30	27,76	
<i>Osteomeles schwerinae</i>	36,80	34,62	25,58	73,87	
<i>Thuja orientalis</i>	35,37	35,32	5,76	16,31	
<i>Berberis pruinosa</i>	34,75	31,26	17,67	56,53	
<i>Litreaa molleoides</i>	34,59	33,09	11,79	35,64	
<i>Quillaja saponaria</i>	34,49	32,78	13,46	41,05	
<i>Photinia serrulata</i>	33,69	47,04	66,21	140,76	
<i>Eucalyptus globulus</i>	32,44	32,03	20,00	62,42	
<i>Acacia melanoxylon</i>	25,04	23,95	14,34	59,87	
<i>Spartium junceum</i>	30,05	29,71	9,34	31,42	
<i>Quercus suber</i>	29,74	28,63	14,06	49,10	

Captación de polvo atmosférico

<i>Maytenus boaria</i>	28,84	31,12	13,01	41,42	
<i>Berberis darwinii</i>	27,67	26,88	11,56	43,02	
<i>Ligustrum lucidum</i>	24,27	23,51	9,51	40,44	
<i>Cotoneaster salicifolia</i>	26,17	29,63	26,43	89,18	
<i>Magnolia grandiflora</i>	23,47	21,52	17,15	79,70	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	23,50	22,98	11,34	49,37	
<i>Ilex aquifolium</i>	23,50	21,62	22,26	102,93	
<i>Pittosporum tobira</i>	22,21	21,91	8,23	37,55	
<i>Calocedrus decurrens</i>	21,16	20,34	14,74	72,50	Media
<i>Nicotiana glauca</i>	20,26	19,21	18,43	95,92	
<i>Cupressus funebris</i>	19,97	18,25	20,50	112,35	
<i>Hedera helix</i>	19,76	18,86	13,02	69,02	
<i>Acacia dealbata</i>	18,72	17,43	21,18	121,55	
<i>Pinus pinea</i>	17,29	16,40	10,76	65,61	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	17,11	14,64	24,24	165,64	
<i>Cocculus laurifolius</i>	15,72	14,00	25,90	185,00	
<i>Eriobotrya japonica</i>	15,24	14,93	8,15	54,61	
<i>Laurus nobilis</i>	14,35	13,36	7,42	55,55	
<i>Nerium oleander</i>	12,47	11,42	9,80	85,83	
<i>Pinus nigra</i>	12,44	12,29	4,91	39,94	
<i>Pinus sabiniana</i>	12,33	11,56	13,02	112,58	
<i>Schinus terebentifolius</i>	12,28	11,86	4,18	35,22	
<i>Cupressus arizonica</i>	12,04	11,75	3,88	32,99	
<i>Pinus radiata</i>	11,70	11,20	6,74	60,18	
<i>Cupressus macrocarpa</i>	10,97	11,08	6,71	60,53	
<i>Ceratonia siliqua</i>	11,66	11,11	4,43	39,90	
<i>Quercus ilex</i>	10,62	10,36	3,85	37,17	
<i>Cupressus sempervirens</i> <i>horiz.</i>	11,00	10,92	8,27	75,69	Baja
<i>Juniperus virginiana</i>	8,62	8,63	4,74	54,94	
<i>Larrea cuneifolia</i>	8,47	7,10	11,67	164,39	
<i>Cinnamomum camphora</i>	8,24	8,17	2,50	30,66	
<i>Pinus canariensis</i>	7,67	7,08	5,15	72,68	
<i>Prunus laurocerassus</i>	7,57	6,00	6,00	100,00	
<i>Euonymus japonicus</i>	7,31	4,85	18,70	385,69	
<i>Schinus molle var areira</i>	7,30	7,56	7,52	99,47	
<i>Schinus fasciculatus</i>	7,09	6,66	22,33	325,77	
<i>Cedrus deodara</i>	5,96	5,30	7,24	136,55	
<i>Pinus halepensis</i>	5,23	5,10	4,01	78,51	
<i>Olea europaea</i>	3,00	2,20	8,11	369,27	
<i>Picea pungens</i>	1,24	1,10	11,06	1005,84	

Follaje caduco	IL_i* 100 [m⁻¹]	Mx	S	CV	Clasificación
<i>Populus nigra vr. italica</i>	59,57	37,28	16,46	44,15	
<i>Prunus cerasifera</i> <i>atropurpurea</i>	59,15	58,20	14,30	24,56	
<i>Quercus robur</i>	57,75	57,51	6,91	12,01	Muy alta
<i>Robinia pseudoacacia v.</i> <i>umbrac.</i>	57,43	54,27	22,44	41,35	
<i>Fraxinus excelsior</i>	52,79	52,71	7,16	13,58	

<i>Fraxinus americana</i>	41,63	41,71	3,99	9,58	
<i>Acacia visco</i>	32,85	32,21	8,67	26,92	Alta
<i>Melia azedarach</i>	31,87	31,42	15,82	50,34	
<i>Salix erythroflexuosa</i>	28,28	27,75	6,69	24,11	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	26,90	26,67	9,01	33,78	
<i>Ulmus carpinifolia f. Umbraculifera</i>	24,15	23,78	5,68	23,87	
<i>Acer campestre</i>	24,01	21,03	14,06	66,84	
<i>Tilia cordata</i>	22,50	21,98	7,93	36,09	
<i>Prosopis alba</i>	22,08	20,57	21,99	106,89	Media
<i>Acer negundo</i>	21,64	34,47	11,88	34,46	
<i>Populus alba var. pyramidalis</i>	21,30	21,29	19,58	91,96	
<i>Catalpa bignonioides</i>	20,50	20,05	8,20	40,89	
<i>Maclura pomifera</i>	17,92	17,79	5,31	29,86	
<i>Acacia atramentaria</i>	17,89	16,42	17,02	103,62	
<i>Salix humboldtiana</i>	15,86	14,90	19,41	130,24	
<i>Geoffroea decorticans</i>	15,43	15,37	3,03	19,70	
<i>Gleditzia triacanthos var. inermis</i>	14,72	14,46	6,22	43,04	
<i>Prosopis chilensis</i>	14,08	13,57	15,38	113,31	
<i>Eleagnus angustifolia</i>	13,70	13,55	5,72	42,19	
<i>Tipuana tipu</i>	24,54	28,55	8,37	29,31	
<i>Styphnolobium japonicum</i>	11,52	15,20	7,71	50,73	Baja
<i>Morus alba</i>	9,05	10,05	1,32	13,19	
<i>Cercidium praecox</i>	10,04	9,33	9,40	100,71	
<i>Platanus acerifolia</i>	8,80	8,67	6,76	77,95	
<i>Firmiana simplex</i>	7,56	6,13	15,04	245,09	
<i>Populus x euroamericana I - 214</i>	6,44	6,47	6,03	93,19	
<i>Ailanthus altissima</i>	1,07	1,22	11,25	920,35	

DISCUSIÓN

Las variaciones observadas en las mediciones -lecturas NTU correspondientes a cada especie- son atribuibles, en primer término, a las características intrínsecas del follaje: densidad del follaje en su conjunto; rugosidad de la superficie foliar; presencia de pilosidad epidérmica; tamaño de la hoja, etc. Interviene igualmente la interacción entre la superficie foliar y el aire circundante, con fenómenos complejos de turbulencia y resistencia de la capa límite de la superficie foliar. Pese a todo, se aprecia correlación entre la dispersión de los datos y, principalmente, la densidad y homogeneidad del follaje, con dispersión máxima en las especies de follaje poco denso e irregularidad en la distribución de hojas.

CONCLUSIONES

• Cuando se considera la capacidad de depuración del aire por eliminación del particulado en suspensión, las especies ornamentales estudiadas son clasificables en 4 rangos, expresados en $[(m^{-1}) * 100]$:

Muy alta	> 4,65
Alta	4,65 a 3,1
Media	3,1 a 1,55
Baja	< 1,55

• La catalogación permite seleccionar especies arbóreas según su aptitud depurativa, satisfaciendo los requisitos exigidos en proyectos de espacios verdes para áreas con contaminación atmosférica por particulado en suspensión.

• Como las especies estudiadas son muy diferentes en aptitud ecológica y caracteres ornamentales, el listado confeccionado facilitará la elección de las mejores en cada caso planteado.

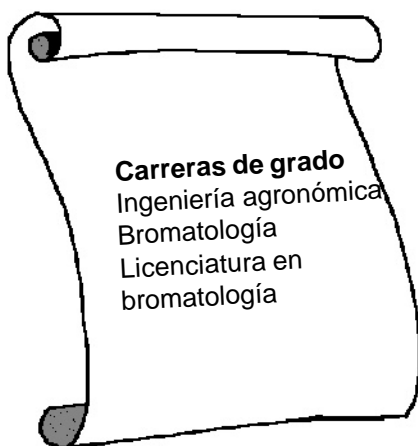
BIBLIOGRAFÍA

1. Ayala Carcedo, Francisco. 1996. Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. Inst. tec. geominero. Madrid. 332 pp.
2. Claver Farías, Ignacio. 1984. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Min. de O. P. y Urbanismo. Centro de estudios del territorio y medio ambiente. Madrid. 572 pp.
3. Conesa, F. y Vitora, Vicente. 1993. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundiprensa. Madrid. 276 pp.
4. Contardi, Héctor. 1980. Nueva concepción ecológico-tecnológica sobre los espacios verdes urbanos. Ecología argentina N° 5. Buenos Aires. 105-112.
5. Dalmasso, A. et al. 1997. La vegetación como indicadora de la contaminación por polvo atmosférico. Mendoza. Argentina. Multequina 6:91-97.
6. Guldmann, J. M. and Shefer, D. 1980. Industrial location and air quality control. Wiley. New York. 234 pp.
7. Larcher, Walter. 1977. Ecofisiología vegetal. Omega. Barcelona. 297 pp.
8. Laurie, Michael. 1983. Introducción a la arquitectura del paisaje. Gili. Barcelona. 430 pp.
9. Lynch, Kevin. 1980. Planificación del sitio. Gili. Barcelona. 350 pp.
10. Mc Pherson, G. E. et al. 1994. Chicago's urban forest ecosystem. U.S. Dept. of Agric. N.E. Forest exp. station. Gral. tech. report NE 186. Chicago. 201 pp.
11. Moretton, Juan. 1996. Contaminación del aire en la Argentina. Universo. Bs. As. 125 pp.
12. Organización Panamericana de la Salud. 1980. Manual de calidad del aire en el medio urbano. Suess, J. & Craxford, R. OMS. Washington (DC). 17-151.
13. Pesson, P. 1978. Ecología forestal: bosque, clima, suelo, árboles, fauna. Mundiprensa. Madrid. 389 pp.
14. Rodríguez Avial, Luis. 1982. Zonas verdes y espacios libres en la ciudad. Inst. de estudios de adm. local. Madrid. 538 pp.
15. Seoáñez Calvo, Mariano. 1996. Ingeniería del medio ambiente aplicada al medio natural continental. Mundiprensa. Madrid. 701 pp.

Universidad Nacional de Cuyo

Facultad de Ciencias Agrarias

Chacras de Coria, Mendoza, Argentina



Maestrías
Riego y drenaje
Horticultura
Viticultura y enología
Posgrado regional
cooperativo en alimentos

ADMISIÓN A LOS CURSOS DE POSGRADO

- Título universitario de duración no inferior a 5 años en áreas vinculadas con los objetivos del curso.
- Solicitud de inscripción.
- Entrevista por el Comité Académico.

REQUISITOS DE REGULARIDAD

- Asignaturas obligatorias y optativas.
- Créditos exigidos: 49 obligatorios y 6 optativos.
- Aprobación de asignaturas: 6 puntos en escala decimal.

TÍTULO

Magister Scientiae, obtenido con más de 55 créditos y tesis aprobada.

escpost@fca.uncu.edu.ar