



Evaluación de la sedimentación atmosférica seca en *Morus alba* en la ciudad de Mendoza, Argentina

Evaluation of dry atmospheric sedimentation in Morus alba in the city of Mendoza, Argentina

GABRIELA MORENO¹, EDUARDO MARTINEZ CARRETERO¹ Y JORGE ALCALÁ²

¹Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Áridas, CONICET-Mendoza, CP:5500, Argentina.

²Fac. Agron. y Veter., Univ. Autónoma San Luis Potosí, México

RESUMEN

La sedimentación atmosférica seca es un mecanismo de eliminación de partículas a través de la transferencia desde la atmósfera a diversas superficies de captación, entre ellas las hojas de los árboles. Diversos estudios han evaluado este proceso considerando la vegetación urbana como bioindicador. El objetivo de este trabajo fue evaluar a lo largo de un gradiente de urbanización y durante un ciclo vegetativo completo, los sólidos sedimentados en hojas de *Morus alba*. Se establecieron tres sectores bien definidos: microcentro, suburbano y periurbano. El contenido de partículas sedimentadas se obtuvo por diferencia de peso y se expresó en unidad de superficie de hoja. Los sólidos sedimentados por cm² de follaje resultaron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) según la ubicación a lo largo del ciclo vegetativo, siendo mayor el registro de otoño, lo que da idea de la baja tasa de lixiviación por las escasas lluvias. Se observó en general que el incremento de material particulado en g/cm² de área foliar ocurre hacia el microcentro; sin embargo, según la biomasa foliar por árbol, el incremento es hacia las áreas suburbanas lo que indica que existe una clara influencia de la estructura del árbol que en éstas últimas conserva la fisonomía típica de la copa posibilitando la mayor acumulación de material particulado.

ABSTRACT

Dry atmospheric sedimentation is a mechanism for removing particulates by transferring the atmosphere to a variety of surfaces, including tree leaves.

*Several studies have considered the process to be a bioindicator. This work was aimed at assessing, along an urbanization gradient, and during a complete vegetative cycle, the sedimented solids in *M. alba*'s leaves. Three well-defined sectors were established: micro-town, suburban, and periurban. The content of sedimented particles was obtained by weight difference and was expressed in unit of leaf surface. Sedimented solids per cm² of foliage were statistically different ($p < 0.05$) according to location along the vegetative cycle, being major in autumn bringing the idea of the low leaching tax by scarce rainfalls. The increase of particle material, in g/cm² of foliar area, is toward the*

micro-town; however, according to the foliar biomass per tree, the increase is toward the suburban areas indicating a clear influence of the tree structure that in these areas conserves the typical physiognomy of canopy possibility a higher accumulation of particle material.

Palabras clave: sedimentación atmosférica seca, urbano, estructura arbórea

Key words: Dry atmospheric sedimentation, Urban, Tree structure

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es una amenaza global y creciente tanto para la salud de las personas como de los ecosistemas. El material particulado presente en la atmósfera urbana es un contaminante que requiere especial atención ya que puede contener compuestos tóxicos como hidrocarburos poliaromáticos y metales pesados que al ser inhalados conducen a afecciones respiratorias y cardíacas (Polichetti et al., 2009; Ram et al., 2015). En las áreas urbanas la mayor fuente de emisión de material particulado es la actividad vehicular (Vu et al., 2015). En la ciudad de Mendoza el transporte particular y público es la principal fuente de emisión de partículas (Puliafito et al., 1995; Puliafito et al., 2003), siendo las partículas finas (<5µm) las de mayor frecuencia en el microcentro (Moreno et al., 2016)

Las partículas presentes en la atmósfera pueden ser removidas principalmente por procesos de sedimentación. La sedimentación atmosférica seca resulta del transporte y acumulación de partículas contaminantes sobre las superficies durante los periodos sin lluvias (Moreno et al., 2008) y es dominante en regiones con clima árido (Davidson & Wu, 1990), como la provincia de Mendoza donde las lluvias son ocasionales, principalmente estivales.

La sedimentación atmosférica seca es un mecanismo de eliminación de partículas

a través de la transferencia desde la atmósfera a diversas superficies de captación, entre ellas las hojas de los árboles que se comportan como bioindicadores acumulativos (Moreno et al., 2008; Moreno et al., 2016). Así, los árboles urbanos cumplen un papel importante ya que actúan como filtros reduciendo significativamente la contaminación del aire (Moreno et al., 2008; Nowak et al., 2014; Moreno et al., 2016; Nowak et al., 2018). Diversos estudios han evaluado este proceso considerando la vegetación urbana como bioindicador. Sgrigna et al. (2015) evaluaron la sedimentación de material particulado en hojas de *Quercus ilex* en una ciudad industrializada del centro de Italia, encontrando que las variaciones en el depósito de PM están correlacionadas con las distancias a las carreteras principales y la dirección del viento. Salmon et al. (2013) analizaron los efectos de la vegetación sobre la calidad del aire según diferencias estacionales (árboles con y sin hojas), y los resultados mostraron que la presencia de hojas de los árboles tiene un marcado impacto en el transporte de contaminantes y una importante acumulación neta de contaminantes en las copas de los árboles. En regiones áridas de Argentina muy pocos estudios han considerado la eficiencia de árboles urbanos para reducir la contaminación del aire, entre ellos: para San Juan (Moreno et al., 2008; Martínez Carretero et al., 2016) y para Mendoza (Perelman

et al., 2007; Moreno et al., 2013; Moreno et al., 2016)

Las hojas y ramas de los árboles actúan modificando la corriente de aire que circula a través del follaje, generando turbulencia o remolinos que facilitan la sedimentación seca. Los árboles reciben mayor cantidad de partículas contaminantes que la vegetación menor como resultado de su mayor área foliar y los movimientos turbulentos creados por la estructura de la copa. Por ejemplo, los árboles con hojas anchas y superficies rugosas, son más eficaces en la captura de material particulado que aquellas con superficies lisas (Beckett et al., 2000). Debido a la rugosidad y amplia área de contacto, el follaje de los árboles actúa como filtro de numerosas partículas sólidas pudiendo ser efectivos bioindicadores de contaminación por partículas (Rai et al., 2010; Rai, 2016).

Nowak (1994) encontró que la máxima remoción de contaminantes totales en Chicago ocurre cuando los árboles se encuentran con hojas. Además, el tamaño del árbol afecta la remoción total ya que árboles sanos y grandes pueden remover 70 veces más por año. Isaifan & Baldauf (2020) evaluaron en Qatar, los beneficios económicos y ambientales de tres especies típicas de regiones desérticas como *Acacia tortilis*, *Ziziphus spina-christi*, y *Phoenix dactylifera* en base a su capacidad para interceptar precipitaciones urbanas, agregar valor a la propiedad, reducir la electricidad mediante enfriamiento, minimizar la contaminación del aire mediante la eliminación de contaminantes y captura de dióxido de carbono; encontrando los máximos beneficios en árboles más longevos ya que proporcionan una copa más grande y un área foliar más grande. Entender y cuantificar la

estructura de los recursos arbóreos dentro de un entorno urbano es fundamental para evaluar sus beneficios ambientales y su manejo (Nowak et al., 2015)

El diseño y la elección de la vegetación urbana es relevante cuando se la considera como un servicio ecosistémico para mejorar la calidad del aire. Resulta fundamental reconocer y seleccionar especies arbóreas con características que faciliten la remoción como copa densa, mayor área foliar, superficies foliares cerosas y pubescentes, entre otras (Arroyave-Maya et al., 2019; Cardona Arango & Bermúdez Zapata, 2019).

El arbolado urbano de la ciudad de Mendoza está compuesto por especies exóticas de hojas caducas como *Morus alba* L. (morera blanca). Esta especie presenta la ventaja de permitir evaluar la variación de los contenidos de sólidos en la atmósfera a partir del inicio de cada ciclo vegetativo, teniendo en cuenta que las hojas nuevas están libres de partículas por sedimentación. En ambientes áridos como Mendoza, las lluvias son escasas por lo que el lavado de partículas del follaje resulta ocasional de manera que se puede hacer un buen seguimiento de las partículas sedimentadas en la superficie foliar. El objetivo de este trabajo fue evaluar a lo largo de un gradiente de urbanización y durante un ciclo vegetativo completo, los sólidos sedimentados en hojas de *Morus alba*.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

El área metropolitana de Mendoza ($32^{\circ}50'11.7''$ S - $68^{\circ}45'22.5''$ W / $32^{\circ}59'52.7''$ S - $68^{\circ}52'19.2''$ W) presenta clima árido con precipitación anual de 234,7 mm y temperatura media anual de

16,8 °C para el período 1983-2014 (Programa Regional de Meteorología, 2016). La dirección predominante del viento es sur, sur-este. La temperatura máxima en verano es de 43° C y la mínima de -9° C en invierno (Norte, 2000).

El área de estudio es un semidesierto con bosques urbanos constituidos casi exclusivamente por árboles no nativos, siendo *Morus alba* una de las especies más abundantes. Es una especie monoica y caducifolia con hojas alternas, aserradas o lobuladas con laticíferos y savia lechosa (Judd et al., 2002).

Diseño experimental

Se establecieron tres sectores bien definidos: microcentro, suburbano y periurbano. Se muestrearon al azar 60 árboles: 20 en el microcentro, 20 en el área suburbana y 20 en la periurbana. Se obtuvieron 2 muestras por árbol previamente seleccionados e identificados, considerando un eje perpendicular a la calle. En cada muestra se colectaron 50 hojas. Se monitorearon los mismos ejemplares a lo largo del ciclo vegetativo. Para su estudio y posterior análisis las muestras de hojas fueron colocadas en bolsas de papel y transportadas al laboratorio.

Los muestreos fueron estacionales: inicio de primavera (cuando las hojas adquieren el tamaño normal de la especie), en verano y a fines de otoño (previo a la caída de las hojas).

En laboratorio todas las muestras fueron lavadas con agua destilada adicionada con tensioactivo y filtradas en papel de filtro libre de cenizas (Whatman 589/3, banda azul) previamente tarado, diámetro de poro 8 micrones (más del 80 %). Se llevaron a estufa de aire forzado a 60° C durante 48-72 h.

El contenido de partículas sedimentadas se obtuvo por diferencia de peso y se expresó en unidad de superficie de hoja; de manera similar a la metodología usada por Beckett et al. (2000), Wang et al. (2006) y Moreno et al. (2008).

Para evaluar el área foliar por árbol, se empleó la metodología usada en Moreno et al. (2008) para la obtención de la materia seca foliar, para lo cual se extrajeron 4 muestras de hojas por árbol: 2 externas y 2 internas de la copa. Para la extracción se utilizó una estructura metálica rectangular de 25 x 100 cm. Se ascendió perpendicularmente siguiendo la altura de la copa, recolectando todas las hojas o parte de ellas que entraran en la misma (Figura 1). Las muestras fueron colocadas en bolsas de papel y secadas en estufa a 60° C hasta peso constante, durante 48-72 h. Para obtener la biomasa foliar total de cada planta (Kg materia seca /planta) se relacionó el volumen de copa de cada árbol y la biomasa foliar de cada muestra.

En la ciudad de Mendoza la fisonomía de esta especie está determinada por las podas anuales, por lo que el área foliar por árbol se calculó a partir de la relación biomasa foliar-área foliar.

Se usó ANOVA y para las comparaciones el test de Tukey ($p < 0.05$). En cada análisis se comprobó la homogeneidad de las varianzas para $p < 0,05$ mediante el test de Cochran, Hartley y Bartlett, y se comprobó la normalidad de los datos mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y de Chi cuadrado. En aquellos casos en que no se cumplió con el precepto de normalidad y de homogeneidad de las varianzas los datos se transformaron mediante la función logaritmo.

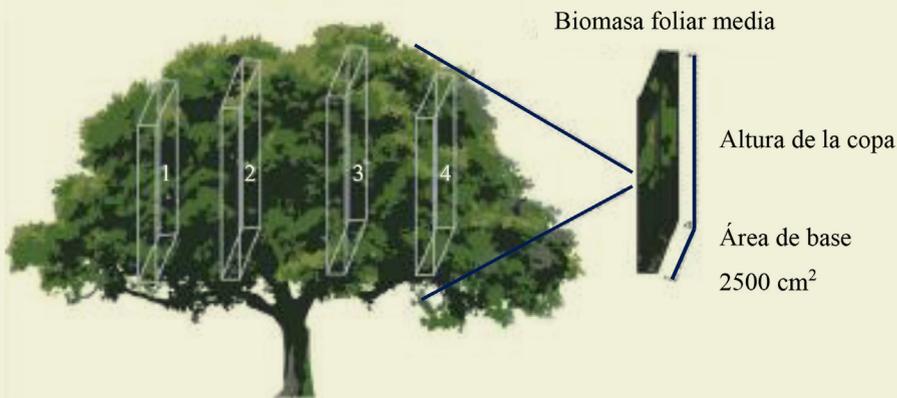


Figura 1. Metodología de muestreo empleada para la colección de hojas
Figure 1. pling methodology used by leaves collect

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de biomasa interna ($119,11 \pm 82,5 \text{gMS}$) y externa ($105,79 \pm 56,6 \text{gMS}$) no resultaron estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). El valor para el árbol promedio fue de $50,2 \text{KgMS/planta}$. La ecuación de regresión que expresa la relación funcional entre biomasa foliar (gMS) y área foliar (cm^2) resultó:

Área foliar = $31,418 + (43,978 \times \text{materia seca})$, para $r^2 = 0,64$ y $p < 0,05$

Los sólidos sedimentados por cm^2 de follaje resultaron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) según la ubicación (microcentro, suburbano y periurbano) a lo

largo del ciclo vegetativo, siendo mayor el registro de otoño, lo que da idea de la baja tasa de lixiviación por las escasas lluvias (Tabla 1).

Según la época, los depósitos resultaron estadísticamente diferentes, los valores medios fueron: primavera $3,4 \times 10^{-5} \text{g/cm}^2$; verano $3,9 \times 10^{-5} \text{g/cm}^2$ y otoño $4,6 \times 10^{-5} \text{g/cm}^2$.

Considerando los sólidos depositados según la biomasa foliar total por árbol, los registros fueron mayores en el suburbano y periurbano que en el microcentro, excepto en verano donde el mayor registro de sólidos sedimentados se presenta en el microcentro (Figura 2). Es probable que influya en esta distribu-

Tabla 1. Sólidos depositados en el follaje (g/cm^2)
Table 1. Sedimented solids in foliage (g/cm^2)

	Primavera	Verano	Otoño
Microcentro	$5 \times 10^{-5} \pm 2,6 \times 10^{-5} \text{a}$	$4,7 \times 10^{-5} \pm 2,8 \times 10^{-5} \text{d}$	$5,6 \times 10^{-5} \pm 6 \times 10^{-5} \text{f}$
Suburbano	$2,3 \times 10^{-5} \pm 2,5 \times 10^{-5} \text{b}$	$3,9 \times 10^{-5} \pm 3,5 \times 10^{-5} \text{de}$	$4,9 \times 10^{-5} \pm 3,7 \times 10^{-5} \text{f}$
Periurbano	$2,9 \times 10^{-5} \pm 2,6 \times 10^{-5} \text{cb}$	$3,1 \times 10^{-5} \pm 2,7 \times 10^{-5} \text{e}$	$3,3 \times 10^{-5} \pm 2,2 \times 10^{-5} \text{g}$

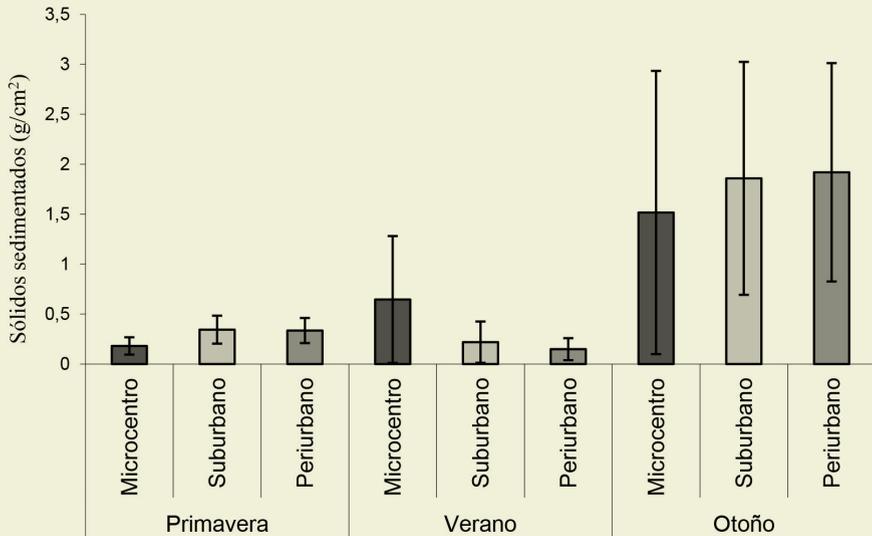


Figura 1. Valor medio y desvío estándar de sólidos sedimentados por árbol según ubicación y época
Figure 1. Mean value and standard deviation in sedimented solids per tree according to location and period

ción las corrientes convectivas locales influenciadas por la isla de calor en el área urbana (microcentro) y por las partículas de suelo llevadas por el viento desde el monte natural circundante.

La tasa media de sedimentación fue de $5,4 \times 10^{-4} \text{ mg/cm}^2/\text{día}$. La ley nacional 20284 establece como límite de contaminación por partículas sedimentables $0,03 \text{ mg/cm}^2/\text{día}$, valor que se encuentra por encima de la tasa media registrada en este trabajo

De acuerdo con los datos obtenidos de sólidos por cm^2 de área foliar y teniendo en cuenta los datos del censo de arbolado público de Capital que dieron como resultado una cantidad aproximada de 463.450 ejemplares de mora para las áreas urbanizadas del Gran Mendoza, la cantidad de sólidos depositados a

lo largo del ciclo vegetativo varió entre $64,2 \pm 30,4 \text{ kg}$ en primavera, $72,7 \pm 70,9$ en verano y $391,4 \pm 339,8 \text{ kg}$ en otoño.

Teniendo en cuenta los contenidos de sólidos depositados en gr/cm^2 de área foliar, los sólidos depositados en gr/cm^2 según la biomasa foliar total por árbol y las distancias entre los diferentes puntos de muestreo, se estimó el incremento anual de material particulado según distancia para Mendoza (Figura 3). Se observó que el incremento de material particulado en g/cm^2 de área foliar ocurre hacia el microcentro; sin embargo, considerando la biomasa foliar por árbol, el incremento es hacia las áreas suburbanas lo que indica que existe una clara influencia de la estructura del árbol, que en éstas últimas conserva la fisonomía



Figura 3. Incremento anual de material particulado según la distancia entre sitios de muestreo, considerando la biomasa total por árbol y sin considerarla. Las flechas continuas indican el incremento de MP hacia el urbano, las entrecortadas hacia el suburbano
Figure 3. The annual increase in particulate material according to the distance between sample sites, considering total biomass per tree and without total biomass. Solid arrows indicate the particle material increasing toward the tree urban, dotted arrows toward the suburban

típica de la copa posibilitando la mayor acumulación de material particulado.

CONCLUSIONES

Se evidencia la influencia de los vientos secos que transportan polvo en suspensión y las escasas lluvias que no producen efecto de lavado. Por otra parte, la incidencia del viento Zonda en altura (seco y cálido) resulta en un gradiente pronunciado de inversión térmica a baja altura que dificulta el transporte de las partículas en suspensión, obteniéndose una alta relación viento Zonda en altura-contaminación en el área urbana. Los mayores registros de material particulado en otoño, coinciden con las observaciones realizadas por Norte (1995), que indican una mayor concentración

de partículas contaminantes durante el otoño y el invierno, en correlación con un aumento de las situaciones clásicas de Zonda y casos anticiclónicos, en especial a los favorables a heladas asociadas a los meses de mayo principalmente.

La presencia de cobertura vegetal constituye un aporte fundamental al entorno urbano, mejorando la calidad del aire, es por esto que se debe potencializar este servicio ecosistémico con un adecuado y no invasivo manejo del arbolado.

Los resultados obtenidos evidencian una estrecha relación entre la estructura del árbol urbano (fisonomía) y la acumulación de material particulado sedimentado.

El estudio integrado de la relación árbol-ambiente en áreas urbanas es un aspecto hasta ahora poco estudiado en zonas áridas de Argentina por lo que resulta

necesario continuar avanzando en la evaluación de la capacidad de retención de material sedimentado de las especies arbóreas que integran el paisaje urbano.

BIBLIOGRAFÍA

- ARROYAVE-MAYA, M.D.P., M.I. POSADA-POSADA, D.J. NOWAK & R.E. HOEHN, 2019. Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia forestal* 22(1): 5-16.
- BECKETT, P.K., P. FREER-SMITH & G. TAYLOR, 2000. Effective tree species for local air-quality management. *Journal of arboriculture* 26(1): 12-19.
- CARDONA ARANGO, K.C. & V. BERMÚDEZ ZAPATA, 2019. Arbolado urbano como estrategia de gestión de la calidad del aire.
- DAVIDSON, C.I. & Y. WU, 1990. Deposition of particles and vapors. *Acidic Precipitation: Sources, Deposition, and Canopy Interactions*, Springer, New York 3:152-170.
- ISAIFAN, R.J. & R.W. BALDAUF, 2020. Estimating Economic and Environmental Benefits of Urban Trees in Desert Regions. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8:16.
- JUDD, W.S., C.S. CAMPBELL, E.A. KELLOGG, P.F. STEVENS & M.J. DONOGHUE, 2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Axxoc, Sunderland 287-292.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., G. MORENO, B. VENTO & C. GANCI, 2016. *Ecología Urbana. Estudios en una ciudad oasis San Juan Ambiental*. San Juan 1-9.
- MORENO, G., E. MARTÍNEZ CARRETERO, A. FAGGI & B. VENTO, 2008. Sedimentación atmosférica seca en hojas de *Morus alba* L. en la ciudad de San Juan Argentina. *Interciencia* 33 (11): 844- 849.
- MORENO, G., E. MARTÍNEZ CARRETERO & A. DUPLANCIC, 2013. El papel de los árboles urbanos en la remoción de partículas atmosféricas en Mendoza. En: S.E. Puliafito (ed.), *Contaminación atmosférica e hídrica en Argentina*. Tomo II PROIMCA- PRODECA. UTN. Facultad Regional Mendoza 411-424.
- MORENO, G., E. MARTÍNEZ CARRETERO, A. DUPLANCIC & J. ALCALÁ, 2016. Frecuencia de diferentes tamaños de material particulado en hojas de *Morus alba* en el arbolado urbano de Mendoza (Argentina). *Multequina* 25: 5-12.
- NORTE, F., 1995. Condiciones meteorológicas favorables a la contaminación atmosférica en Mendoza. En: Martínez Carretero, E. & A.D. Dalmaso (eds.). *Mendoza Ambiental*. IADIZA. Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda. 197-206.
- NORTE, F., 2000. Mapa climático de Mendoza. En: Abraham E & F. Martínez (eds). *Inventario de recursos para la planificación y gestión de la región andina argentina*. Universidad de Granada, Andalucía, España.
- NOWAK, D.J., 1994. Air pollution removal by Chicago's urban forest. *USD Forest Service. Gen. Tech. Rep. NE-186*. 5: 63-81.
- NOWAK, D.J., S. HIRABAYASHI, A. BODINE & E. GREENFIELD, 2014. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental pollution* 193: 119-129.
- NOWAK, J.B.D., J. WALTON & J. BALDWIN, 2015. Simple street tree sampling. *Arboric. Urban For.* 41: 346-354.
- NOWAK, D.J., S. HIRABAYASHI, M. DOYLE, M. MCGOVERN & J. PASHER, 2018. Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29: 40-48.
- POLICHETTI, G., S. COCCO, A. SPINALI, V. TRIMARCO & A. NUNZIATA, 2009. Effects of particulate matter (PM10 PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system. *Toxicology* 261(1):1-8
- PULIAFITO, S.E., J.L. PULIAFITO, J.C. BEHLER & P. ALONSO, 1995. La calidad del aire en Mendoza. En: Martínez Carretero, E. & A. D. Dalmaso (eds). *Mendoza*

- Ambiental. IADIZA. Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda 207-242
- PULIAFITO, E., M. GUEVARA & C. PULIAFITO, 2003. Characterization of urban air quality using GIS as management system. *Environmental Pollution* 122: 105-117
- RAM, S.S., S. MAJUMDER, P. CHAUDHURI, S. CHANDA, S.C. SANTRA, A. CHAKRABORTY & M. SUDARSHAN, 2015. A review on air pollution monitoring and management using plants with special reference to foliar dust adsorption and physiological stress responses. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 45 (23): 2489-2522
- RAI, A., K. KULSHRESHTHA, P.K. SRIVASTAVA & C.S. MOHANTY, 2010. Leaf surface structure alterations due to particulate pollution in some common plants. *Environmentalist* 30(1):18-23.
- RAI, P.K., 2016. Impacts of particulate matter pollution on plants: Implications for environmental biomonitoring. *Ecotoxicology and environmental safety* 129: 120-136.
- SALMOND, J.A., D.E. WILLIAMS, G. LAING, S. KINGHAM, K. DIRKS, I. LONGLEY & G.S. HENSHAW, 2013. The influence of vegetation on the horizontal and vertical distribution of pollutants in a street canyon. *Science of the total environment* 443: 287-298.
- SGRIGNA, G., A. SÆBØ, S. GAWRONSKI, R. POPEK & C. CALFAPIETRA, 2015. Particulate Matter deposition on *Quercus ilex* leaves in an industrial city of central Italy. *Environmental pollution* 197: 187-194.
- PERELMAN, P., E.M. CARRETERO, G. MORENO, M.A. CASTRO & A. FAGGI, 2007. El uso de corteza de mora (*Morus alba*) como biomonitor para detectar contaminación en la ciudad de Mendoza. *Hologramática*, 4(7): 205-214.
- PROGRAMA REGIONAL DE METEOROLOGÍA (IANIGLA). Consultado dic. 2016. <http://www.prmarg.org/upload/20131>.
- VU, T.V., J.M. DELGADO-SABORIT & R.M. HARRISON, 2015. Review: particulate number size distributions from seven major sources and implications for source apportionment studies. *Atmos. Environ* 122: 114-132.
- WANG, L., L. LIU, S. GAO, E. HASI & Z. WANG, 2006. Physicochemical characteristics of ambient particles settling upon leaf surface of urban plants in Beijing. *Journal of Environmental Sciences* 18 (5): 921-926.

Recibido: 09/2022
Aceptado: 12/2022