

Estimación de la alergenicidad potencial del parque del Oeste de Madrid

Silvia Sabariego¹; María Santos²; Claudia García Ventura³

Resumen. Los espacios verdes urbanos aportan beneficios a la población, aunque pueden afectar negativamente a la salud de las personas con polinosis. El objetivo del trabajo es calcular el I_{UGZA} del parque del Oeste de Madrid en base a la composición florística y otros parámetros. El índice proporciona un valor estandarizado entre 0-1, estableciéndose en 0,3 el umbral a partir del cual se provocan molestias en la población alérgica. Los resultados muestran un I_{UGZA} de 0,32 siendo las especies que más contribuyen a aumentar el índice *Platanus hispanica*, *Pinus pinea*, *Cedrus deodara* y *C. atlantica*, con estrategia de polinización anemófila, floración prolongada, y la mayoría con polen muy alergénico. Por ello, en el diseño de nuevos espacios verdes es importante una adecuada selección de especies para así minimizar en lo posible este problema.

Palabras clave. espacios verdes urbanos; flora ornamental; polen; índice alergenicidad potencial; población alérgica.

[en] Estimating the allergenic potential of the Oeste park of Madrid

Abstract. Urban green spaces bring benefits to the population, although they can negatively affect the health of people who suffer pollinosis. The aim of this work is to calculate the I_{UGZA} of the parque del Oeste of Madrid based on floristic composition and other parameters. The index provides a standardized value between 0-1, establishing the threshold from which discomfort is caused in the allergic population at 0.3. The results show an I_{UGZA} of 0.32 being the species that most contribute to increasing the index *Platanus hispanica*, *Pinus pinea*, *Cedrus deodora* and *C. atlantica*. These species present an anemophilous pollination strategy, prolonged flowering and most with highly allergenic pollen. To this end, to design new green spaces is important an adequate selection of species to minimize this problem.

Keywords. urban green spaces, ornamental flora, pollen, allergenicity index, allergic population

Introducción

Los espacios verdes urbanos constituyen un elemento fundamental en el contexto actual de ciudad sostenible y saludable, siendo muy importantes para el bienestar de las personas ya que, ayudan a mantener una adecuada calidad de vida (Cariñanos et al. 2016; Soga et al. 2017). Los parques y jardines proporcionan múltiples beneficios ya sean sociales, económicos y ambientales. Desde el punto de vista ambiental son importantes ya que reducen la contaminación atmosférica, sonora y el incremento del efecto invernadero (Dobbs et al. 2011; Lafortezza et al. 2013). Además, contribuyen de manera directa e indirecta sobre los ciudadanos. De forma directa encontramos la reducción de estrés, bienestar mental y psicológico entre otros, y de forma indirecta mejoran el estado físico de la población (Chiesura 2004; Stodolska et al. 2011; Twohig-Bennet & Jones, 2018).

En el diseño y planificación de los espacios verdes urbanos se tiene en cuenta principalmente criterios

medioambientales (adaptación al clima, requerimientos edafológicos e hídricos, resistencia a plagas, enfermedades y a la polución, necesidad de sol o sombra, etc.) y paisajísticos (porte y forma, tasa de crecimiento y desarrollo, color y estacionalidad, etc.). Sin embargo, no es frecuente que se consideren otros aspectos que pueden ser negativos y causan perjuicio a la población, como la emisión de polen alergénico (Cariñanos et al. 2016) o la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) que actúan como sustancias precursoras en la formación de contaminantes fotoquímicos como el ozono (Zhao et al. 2020). Es por ello que, algunas de las especies empleadas como ornamentales en parques y jardines presentan un elevado riesgo para la población alérgica al polen, por tratarse de árboles con una elevada producción polínica y, por tanto, una alta emisión de alérgenos. En Madrid destacan los tipos polínicos *Platanus*, *Cupressaceae/Taxaceae*, *Gramineae* y *Olea* por ser los de mayor incidencia alérgica entre la población con polinosis (Gutiérrez et al. 2001).

¹ Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Universidad Complutense de Madrid. 18040 Madrid, España.
E-mail: ssabarie@ucm.es
0000-0003-3880-025X

² Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Universidad Complutense de Madrid. 18040 Madrid, España.
E-mail: mariasantossole97@gmail.com
0000-0003-2345-7751

³ Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal, ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid, España.
E-mail: claudia.gventura@upm.es
0000-0003-2612-2412

Entre las causas que han hecho que aumente la capacidad alergógena de la flora ornamental se encuentra la baja biodiversidad, incorporación de nuevas especies de alergenicidad desconocida y sobre todo la interacción con los contaminantes atmosféricos (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011; Pawankar et al. 2011; Senéchal et al. 2015). Por ello, la planificación de nuevos espacios verdes debe considerar el riesgo alergénico de las especies seleccionadas e inclinarse hacia la utilización de especies menos alergénicas, así como con tasas bajas de emisión, para reducir los efectos negativos que los espacios verdes proporcionan a los ciudadanos (Cariñanos et al. 2016).

El objetivo de este trabajo es conocer el potencial alergénico del parque del Oeste de Madrid, mediante la utilización del índice de alergenicidad potencial de espacios verdes urbanos (I_{UGZA}) (Cariñanos et al. 2014). Este índice contempla tanto parámetros biológicos de las especies arbóreas presentes en el parque (estrategia de polinización, duración del periodo de polinización principal y alergenicidad referenciada del polen que emiten) como parámetros biométricos (superficie ocupada por cada especie, en base al diámetro de la copa y la altura máxima que pueda llegar a alcanzar en su periodo de madurez). Además, se considera la superficie total del parque (m^2) y el número de individuos de cada especie, para lo cual es necesario un completo inventario de las especies existentes en el parque.

Estudios sobre el cálculo del índice de la alergenicidad potencial se han llevado a cabo en otros parques de ciudades españolas y europeas. En España, destacan los trabajos de Cariñanos et al. (2016) llevado a cabo en 20 ciudades españolas, el de Munuera-Gázquez et al. (2017) realizado en Murcia, y, el de Lara et al. (2017) llevado a cabo en Toledo. En Europa (Alemania) destacamos el trabajo de Jochner-Oette et al. (2018). En la Comunidad de Madrid se han realizado pocos estudios de este tipo, entre los que destacamos el de García-Ventura et al. (2019), donde se estudia el potencial alergénico de 4 parques urba-

nos de la ciudad de Madrid. Consideramos que estos trabajos son primordiales ya que hacen posible identificar las zonas verdes donde la calidad del aire se ve más afectada por la emisión de polen alergénico. Además, permiten orientar a los gestores sobre medidas de actuación para el diseño y la planificación de nuevos parques urbanos en los que se minimice la utilización de especies de plantas con mayor impacto sobre la salud de los ciudadanos.

Material y métodos

Área de estudio

El parque del Oeste es un parque urbano de Madrid con una extensión aproximada de 78,81 hectáreas. Está situado en la cornisa oeste de la ciudad, entre el barrio de Argüelles y la línea férrea que parte de la Estación de Príncipe Pío. Sus principales características se muestran en la tabla 1. Se trata del primer parque público creado como tal en la Villa de Madrid. La construcción de dicho parque comienza en 1893 dirigido por Don Celedonio Rodrigáñez, ingeniero agrónomo y director de Jardines y Plantío del Ayuntamiento. Su construcción la podemos dividir en varias fases o etapas, hasta finalizar en 1973 como lo conocemos hoy en día, otorgando en 1985 el carácter de parque histórico.

El espacio cuenta con lugares tan singulares como el Teleférico, la Escuela de Cerámica o el Templo de Debod. Hoy en día podemos encontrar tres bunkers para ametralladoras y un riachuelo artificial de 600 metros, así como multitud de monumentos y estatuas dedicadas a diferentes personalidades como el Teniente General Don Manuel Casasola, el militar José Gervasio Artigas, entre otros. Además, en el extremo sur del parque se encuentra La Rosaleda Ramón Ortiz, con 15.000 m^2 . Este espacio dentro del parque alberga más de 500 variedades de rosa y más de 16.000 ejemplados plantados (Sendarrubia 2016; Remón 1996).

Tabla 1: Características generales del parque del Oeste

Ciudad	Coordenadas	Superficie (m^2)	Nº árboles	Densidad (árboles/ha)	Riqueza específica	Principales especies (nº individuos)
Madrid	40°25'42"N 3°43'27"O	788.100	9.940	126,1	117	<i>Pinus pinea</i> (1595) <i>Sophora japonica</i> (1052) <i>Platanus hispanica</i> (719) <i>Pinus halepensis</i> (675) <i>Populus alba bolleana</i> (637) <i>Ligustrum japonicum</i> (574) <i>Cedrus deodara</i> (504)

Cálculo del índice de alergenicidad potencial

Para llevar a cabo la estimación de la alergenicidad potencial del parque del Oeste, se ha utilizado el índice de alergenicidad de espacios verdes urbanos

(I_{UGZA}) propuesto por Cariñanos et al. (2014). Dicho índice valora de manera cuantitativa la capacidad potencial de la flora ornamental de un espacio verde para producir molestias por polinosis a las personas que utilizan o transiten dicho lugar.

La fórmula del índice es la siguiente:

$$I_{UGZA} = \frac{1}{\max VPA \times S_T} \sum_{i=1}^K n_i \times \underbrace{tp \times dpp_i \times pa_i}_{VPA} S_i \times H_i$$

Donde:

- S_T = superficie total del área estudiada (m²).
- K = número de especies del parque.
- n_i = número de individuos de cada especie.
- VPA = valor del potencial alergénico de cada especie (Tabla 2); tp_i : tipo de polinización (valores entre 0-3) dpp_i ; duración del periodo de polinización en semanas (valores 1-3) y pa_i : potencial alergénico del polen (valores entre 0-4) (Cariñanos et al. 2014).
- S_i = superficie ocupada por cada especie (m²).
- H_i = altura máxima que puede llegar a alcanzar la especie.

Los valores de VPA para las especies existentes en cada parque se extraerán de la Base de Datos de parámetros para el cálculo del Índice de alergenicidad potencial (SafeCreative code 1803156149680, IPR-684).

Debido a que se trata de un índice potencial, los valores de superficie y altura se refieren al máximo que puede alcanzar cada especie en su madurez reproductiva. El sumatorio de los índices parciales de las diferentes especies presentes en el parque corresponde al Índice de alergenicidad potencial. Dicho índice proporciona un valor estandarizado entre 0 y 1, estableciéndose en 0,3 el umbral a partir del cual, la

flora del espacio verde puede provocar molestias en la población alérgica.

Al tener el parque del Oeste una gran superficie, lo hemos dividido en 3 zonas calculando para cada una de ellas el índice de alergenicidad de espacios verdes urbanos (I_{UGZA}). Dicha sectorización se hará mediante fotografía aérea o imágenes de Google Earth recientes (Figura 1). Por un lado, diferenciamos la parte superior más ancha del plano que se corresponde con la zona más antigua del parque, y, por otro lado, la zona más estrecha a su vez la dividimos en dos, una zona intermedia que llegaría hasta la Rosaleda, y la zona de La Rosaleda que va desde dicha Rosaleda hasta el Templo de Debod.

Inventario de vegetación

El inventario de vegetación del parque del Oeste ha sido facilitado por la Subdirección General de Zonas Verdes del Ayuntamiento de Madrid, los cuales se encuentran recogidos en una base de datos compatible con sistemas de información geográfica (SIG), y actualizados en 2019. Para una buena interpretación del valor del I_{UGZA} se han realizado visitas al parque del Oeste para tomar datos sobre la existencia de formaciones vegetales (agrupaciones, bosquetes, pantallas vegetales, paseos arbolados) así como de otros elementos que puedan tener interés como fuentes cercanas de emisión de polen y otros contaminantes en los alrededores.

Tabla 2: Parámetros y valores asignables para calcular el VPA de árboles ornamentales mediterráneos.

PARÁMETRO	VALORES
Tipo de polinización (tp_i)	Valor 0: Plantas que no emiten polen porque son estériles, cleistógamas o de sexo femenino. Valor 1: Plantas con estrategia de polinización entomófila exclusiva. Valor 2: Plantas de estrategia de polinización mixta o anfifila. Valor 3: Plantas con estrategia de polinización anemófila.
Duración del periodo de polinización (dpp_i)	Valor 1: Duración del periodo de polinización de 1 a 3 semanas. Valor 2: Duración del periodo de polinización de 4 a 6 semanas. Valor 3: Duración del periodo de polinización más de 6 semanas.
Potencial alergénico (pa_i)	Valor 0: No alergénico o sin referencia como alergénico. Valor 1: Baja alergenicidad. Valor 2: Moderada alergenicidad. Valor 3: Alta alergenicidad. Valor 4: Principales alérgenos locales en las zonas climáticas correspondientes.

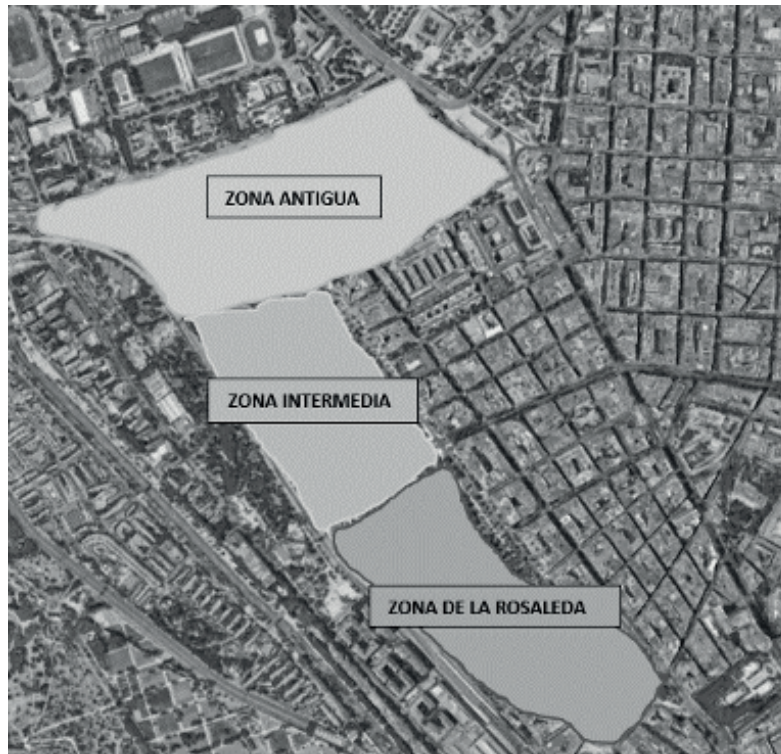


Figura 1: Fotografía aérea de Google Earth del parque del Oeste sectorizada.

Resultados

El valor de I_{UGZA} obtenido para el parque del Oeste ha sido de 0,32, superando el umbral de mínimo riesgo de 0,3 por lo que presenta un nivel de riesgo de alergenicidad moderado.

Las familias que más contribuyen a aumentar el valor del índice son: Pinaceae (*Pinus pinea*, *P. halepensis*, *Cedrus deodara*, *C. atlantica*), Platanaceae (*Platanus hispanica*) y Cupressaceae (*Calocedrus*

decurrens, *Cupressocyparis leylandii*, *Sequoiadendron giganteum*) con un 39%, 27% y 9% respectivamente; otras familias destacadas con una contribución inferior al 9% son: Salicaceae (*Populus alba bolleana*, *P. nigra*) y Sapindaceae (*Aesculus hippocastanum*) (Figura 2). Entre las especies que más han contribuido al índice destacamos *Platanus hispanica* (27,6%), *Pinus pinea* (14,1%), *Cedrus deodara* (13,4%) y *C. atlantica* (7,9%) (Figura 3).

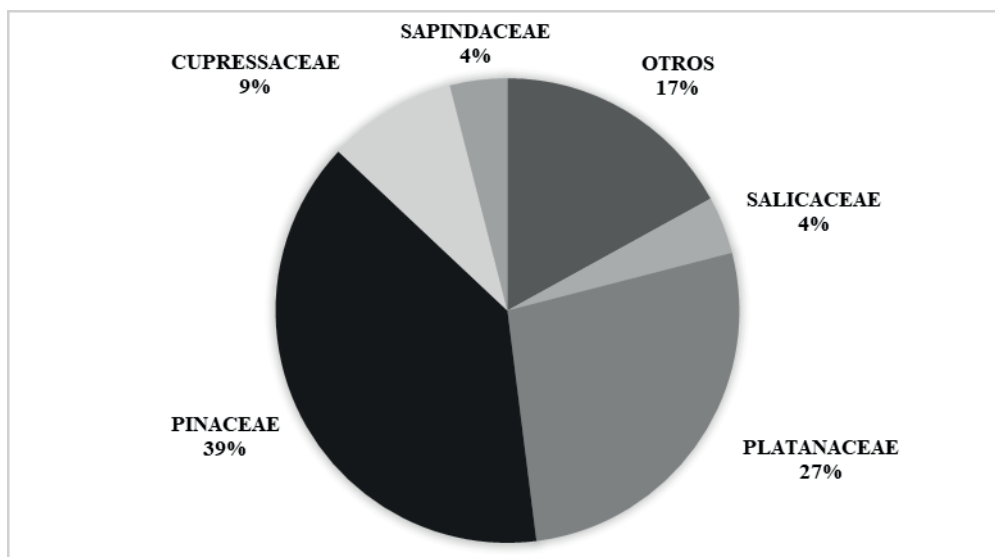


Figura 2: Porcentaje de contribución al índice de alergenicidad potencial por familias.

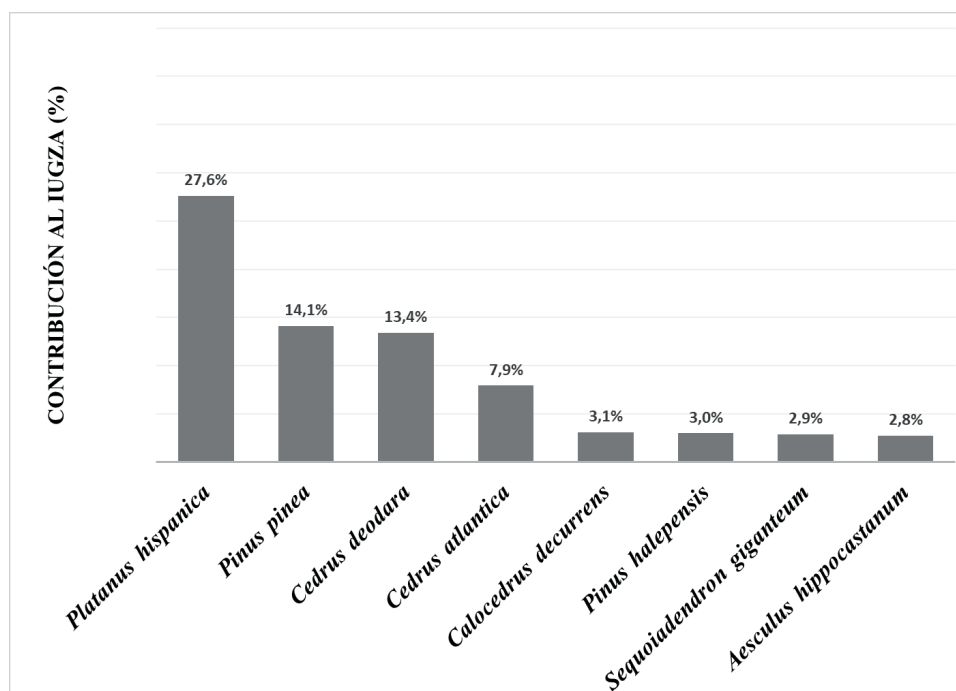


Figura 3: Especies que más contribuyen a aumentar I_{UGZA} del parque.

Algunas especies que no se incluyen en ninguna de las familias citadas anteriormente como son *Taxodium distichum*, *Morus nigra* y *Broussonetia papyrifera*, presentan un valor de VPA también de 27, pero debido al bajo número de individuos en el parque no tienen una contribución relevante al índice de alergenicidad potencial.

Hay que destacar que, de las 117 especies, 52 presentan VPAs con un valor igual o superior a 18, lo que indica que el 44,4% de las especies presentes en el parque tienen un elevado potencial alergénico. De estas 52 especies, se han contabilizado 3243 individuos, lo que representa un 32,6% del total.

A pesar de no pertenecer a estas 52 especies, *Pinus pinea* con un valor de VPA de 12, aporta al índice un 14,1%, debido a que es la especie mejor representada en el parque (Tabla 1).

En cuanto a las especies con un VPA bajo, podemos destacar *Sophora japonica* que con tan solo un VPA de 4, tiene una contribución al índice del 2,2% debido al elevado número de individuos presentes en el parque (1052) (Tabla 4).

Potencial alergénico de la zona de la Rosaleda

Esta zona tiene una superficie aproximada de 330.000 m², sobre la cual se han identificado 82

especies, de 29 familias diferentes. El I_{UGZA} de este espacio es de 0,36, siendo un valor ligeramente superior al valor umbral a partir del cual el arbolado de un espacio verde provoca molestias a la población alérgica (0,3). Por tanto, podemos considerar a esta zona con un valor de índice moderado-alto, debido a que 39 de las especies tienen unos VPAs con un valor de 18 o superior, es decir, un 47,6% de las especies presentes en esta zona. Destacamos *Platanus hispanica* con una contribución del 29,4% al índice de la zona, seguido de especies de la familia Pinaceae (*Pinus pinea*, *Cedrus deodara* y *C. atlantica*) que, a pesar de no tener VPAs elevados, tienen un significativo porcentaje de contribución al índice con valores de 14,8%, 13,8% y 11,6% respectivamente.

Por otro lado, destacamos especies de la familia Cupressaceae: *Calocedrus decurrens* (5,5%) y *Sequoiadendron giganteum* (5,3%) y de la familia Cannabaceae; *Celtis australis* (3,8%).

En la figura 4 se representan las especies que más contribuyen a aumentar el índice de la zona, destacamos *Platanus hispanica*, *Pinus pinea*, *Cedrus deodara* y *C. atlantica* con valores superiores al 11,5%.

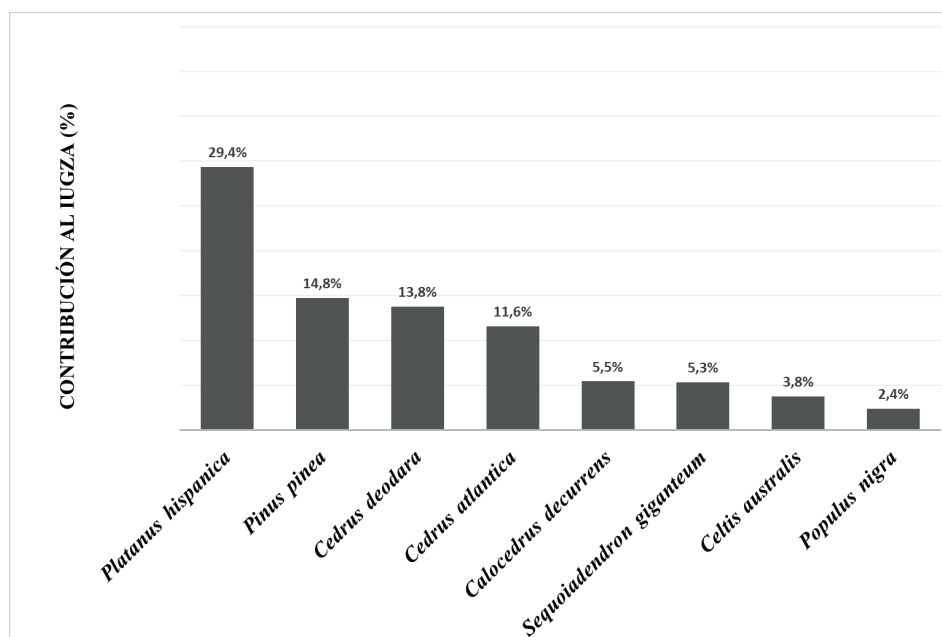


Figura 4: Especies que más contribuyen a aumentar I_{UGZA} de la zona de la Rosaleda.

Potencial alergénico de la zona intermedia:

Esta zona tiene una superficie aproximada de 240.000 m², en la cual se han identificado 85 especies, de 29 familias diferentes. El I_{UGZA} de este espacio es de 0,22, por debajo del valor umbral que un espacio verde produce molestias en la población alérgica. Por ello, podemos clasificar a esta zona con un valor de alergenicidad bajo. Esto se debe a que 47 de las especies de la zona, es decir, un 55,3% del total presenta valores de VPAs iguales o inferiores a 12. Destaca *Aesculus hippocastanum* y *Sophora japonica*, con

VPAs de 12 y 4 y un porcentaje de contribución del 12,7% y 9,7% respectivamente. Por otro lado, especies con un VPA elevado, como *Platanus hispanica*, no tienen una contribución significativa al índice de alergenicidad potencial ya que el número de individuos en esta zona es bajo.

Las especies que más han contribuido a aumentar el índice de la zona corresponde a *Cedrus deodara*, *Aesculus hippocastanum*, *Sophora japonica* y *Pinus pinea* con valores superiores al 7% respecto al total (Figura 5).

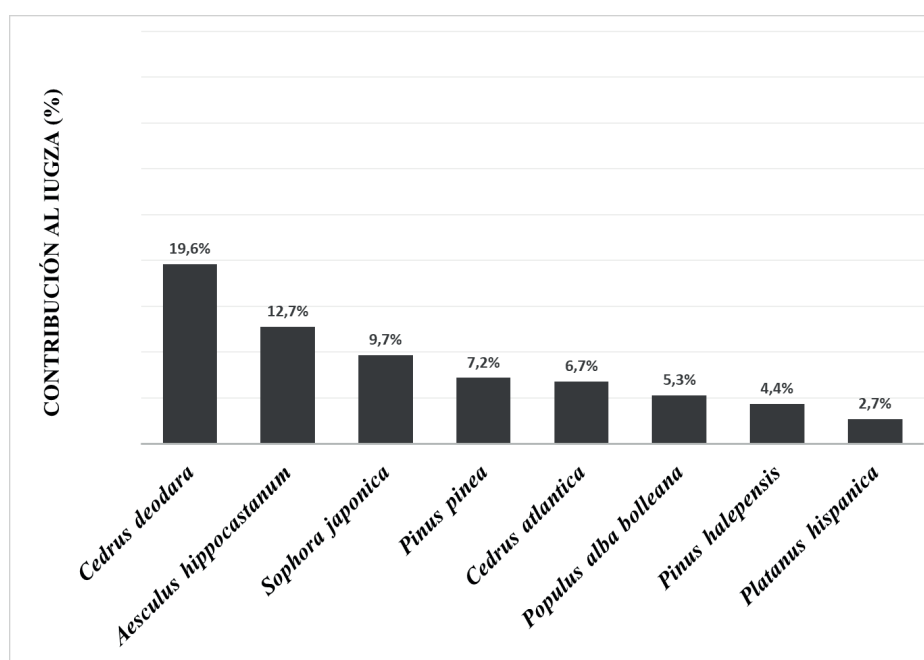


Figura 5: Especies que más contribuyen a aumentar I_{UGZA} de la zona intermedia.

Potencial alérgico de la zona antigua:

Esta zona tiene una superficie aproximada de 220.000 m², en la cual se han identificado 57 especies, de 23 familias diferentes. El I_{UGZA} de este espacio es de 0,37, siendo un valor ligeramente superior al valor umbral. Por tanto, podemos clasificar a esta zona con un valor de índice moderado-alto, siendo el valor más elevado de las 3 zonas. Este índice tan elevado se debe a que 23 de las especies presentes tienen unos VPAs con un valor de 18 o superior. Destacamos *Platanus hispanica* que tiene una contribución del 41,3% al total del

índice de la zona, es decir, una única especie aporta casi la mitad al valor del índice (Figura 6).

Por otro lado, destacamos 2 especies de la familia Pinaceae (*Pinus pinea* y *Cedrus deodara*) que, a pesar de no tener VPAs elevados, tienen un porcentaje de contribución al índice del 17,6% y 8,6% respectivamente. Esta alta contribución se debe al elevado número de individuos, en esta zona del parque del Oeste, en comparación con el resto de las especies. Otras especies relevantes corresponden a *Eucalyptus camaldulensis* y *Pinus halepensis* con una contribución superior al 6% respecto al total.

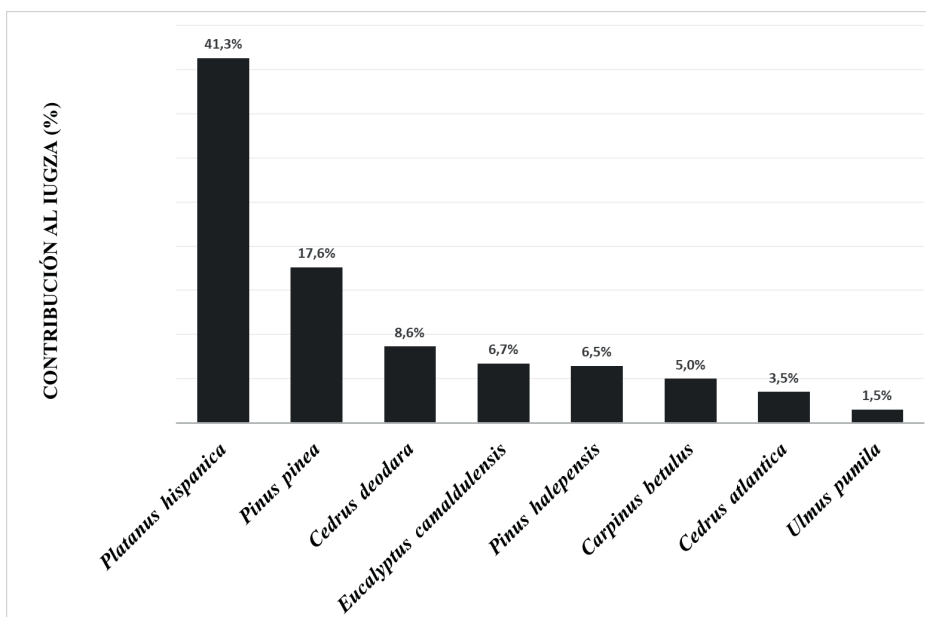


Figura 6: Especies que más contribuyen a aumentar I_{UGZA} en la zona antigua.

Por último, en la figura 7 se presenta una comparativa de los resultados obtenidos tras aplicar el índice en el parque del Oeste en su totalidad y en los tres sectores que hemos considerado. Podemos observar que los valores se encuentran en un rango comprendido entre 0,2 y 0,4. Tanto el parque en su conjunto

como la zona antigua y la zona de La Rosaleda generan molestias moderadas-altas a la población alérgica al ser el valor de I_{UGZA} superior al 0,3. La zona intermedia ha sido la única con un valor de I_{UGZA} inferior al 0,3 y por tanto no generaría molestias a la población.

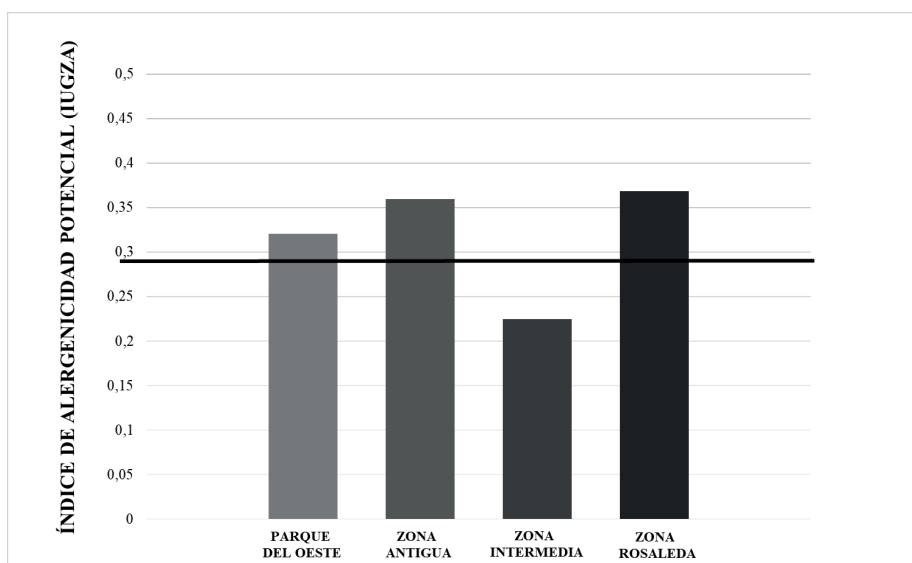


Figura 7: Índice de alergenicidad potencial del parque del Oeste, así como de las distintas zonas consideradas.

En la tabla 3 aparecen algunas de las especies que mayor contribución tienen al índice de alergenicidad potencial del parque del Oeste junto con sus parámetros biológicos y biométricos. Estas especies son: *Aesculus hippocastanum*, *Calocedrus decurrens*, *Carpinus betulus*, *Cedrus atlantica*, *C. deodara*, *Celtis australis*, *Cupressocyparis leylandii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *Platanus hispanica*, *Populus alba bolleana*, *P. nigra*, *Sequoiadendron giganteum* y *Sophora japonica*. Por otro lado, en la tabla 4 se muestran dichas especies con su valor de contribución al índice en cada uno de los sectores.

En la figura 8 se representa la distribución de las ocho especies más contribuyentes del parque. Como se puede observar, las especies *Platanus hispanica* y *Pinus pinea* se encuentran principalmente distribuidos en la zona antigua y en la zona de La Rosaleda, lo que explica que los valores del I_{UGZA} sean superiores con respecto a la zona intermedia donde estas especies están menos representadas. En la zona intermedia destaca la especie *Aesculus hippocastanum* donde se encuentra en mayor representación en comparación con las otras zonas.

ESPECIE:	TP	DPP	PA	VPA	DIÁMETRO	$S_i = \pi r^2$	ALTURA (H)	VOLUMEN= $S_i \times H_i$
<i>Aesculus hippocastanum</i>	2	2	3	12	10	78,54	16	1256,64
<i>Calocedrus decurrens</i>	3	3	3	27	12	113,09	25	2827,25
<i>Carpinus betulus</i>	3	3	3	27	10	78,54	18	1413,72
<i>Cedrus atlantica</i>	3	3	1	9	12	113,09	25	2827,25
<i>Cedrus deodara</i>	3	3	1	9	12	113,09	25	2827,25
<i>Celtis australis</i>	3	2	2	12	8	50,26	12	603,12
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	3	3	3	27	6	28,27	18	1413,72
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	3	2	2	12	10	78,54	20	1570,8
<i>Pinus halepensis</i>	3	2	2	12	5	19,63	18	353,34
<i>Pinus pinea</i>	3	2	2	12	8	50,26	14	703,64
<i>Platanus hispanica</i>	3	2	3	18	12	113,09	18	2035,62
<i>Populus alba bolleana</i>	3	2	3	18	4	12,56	15	188,4
<i>Populus nigra</i>	3	2	3	18	4	12,56	15	188,4
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	3	3	3	27	14	153,93	18	2770,9
<i>Sophora japonica</i>	2	1	2	4	8	50,26	10	502,6

Tabla 3: Especies con mayor contribución al I_{UGZA} en el parque del Oeste con sus parámetros biológicos y biométricos.

ESPECIE:	CONTRIBUCIÓN (%)			
	PARQUE DEL OESTE	ZONA ANTIGUA	ZONA INTERMEDIA	ZONA ROSALEDA
<i>Aesculus hippocastanum</i>	2,8	0,0	12,7	0,1
<i>Calocedrus decurrens</i>	3,1	0,1	1,9	5,5
<i>Carpinus betulus</i>	2,0	5,0	1,1	0,3
<i>Cedrus atlantica</i>	7,9	3,5	6,7	11,6
<i>Cedrus deodara</i>	13,4	8,6	19,6	13,8
<i>Celtis australis</i>	2,3	0,5	2,6	3,8
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	1,1	0,4	4,1	0,1
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2,3	6,7	0,0	0,4
<i>Pinus halepensis</i>	3,0	6,5	4,4	0,0
<i>Pinus pinea</i>	14,1	17,6	7,2	14,8
<i>Platanus hispanica</i>	27,6	41,3	2,7	29,4
<i>Populus alba bolleana</i>	2,3	0,6	5,3	2,1
<i>Populus nigra</i>	1,1	0,0	0,0	2,4
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	2,9	0,0	1,8	5,3
<i>Sophora japonica</i>	2,2	0,4	9,7	0,0

Tabla 4: Especies con mayor contribución al I_{UGZA} en el parque del Oeste y porcentaje de contribución en los diferentes sectores.

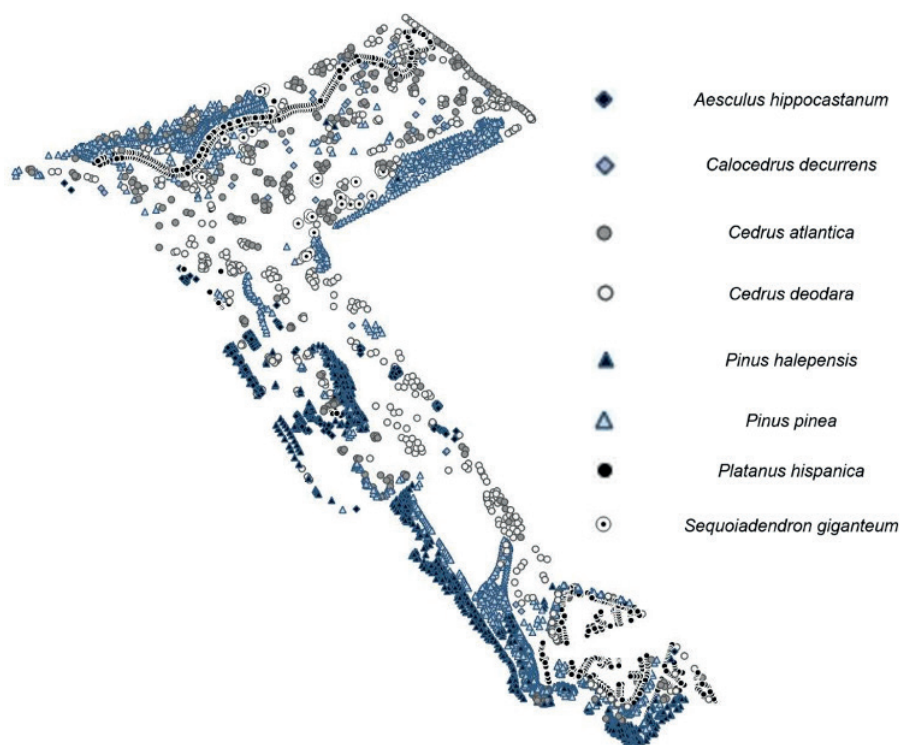


Figura 8: Distribución de las especies con mayor contribución al I_{UGZA} en el parque del Oeste.

Discusión

Al ser un parque de grandes dimensiones, se ha realizado una sectorización del mismo en 3 zonas para una mejor interpretación de los resultados. El parque en su conjunto, así como la zona antigua y la correspondiente a La Rosaleda, presentan un valor de índice de alergenicidad potencial (I_{UGZA}) superior al umbral (0,3) a partir del cual un espacio verde se considera potencialmente alergénico, siendo por tanto estas zonas de riesgo moderado-alto para la población. Únicamente la zona intermedia se encuentra por debajo de dicho umbral. Según los datos de la Sociedad Española de Alergia e Inmunología Clínica (SEAIC), el mayor porcentaje de contribución al índice de alergenicidad lo acaparan especies cuya estrategia de polinización es anemófila ya que al tratarse de una polinización llevada a cabo por el viento, se producen grandes cantidades de polen, con una presencia en la atmósfera superior a seis semanas, y con una alta incidencia alérgica sobre la población.

La mayoría de los trabajos realizados han tenido lugar en parques de menores dimensiones, por eso la importancia en la sectorización del parque del Oeste, para una mayor comparación con el resto de los trabajos. De esta manera, los diferentes sectores ya presentan dimensiones más pequeñas y similares a las de otros estudios llevados a cabo en otros parques de ciudades españolas y europeas.

El I_{UGZA} del parque del Oeste en su conjunto presenta un valor similar al obtenido en otras zonas verdes de España, las cuales oscilan desde un mínimo de

0,07 del parque de los Pinos en Plasencia y un máximo de 0,87 en el parque Alamedilla en Salamanca (Cariñanos et al. 2016; Lara et al. 2017). En Europa, un estudio realizado en Alemania muestra un I_{UGZA} similar al de la mayoría de los parques españoles (Jochner-Oette et al. 2018).

No hay que olvidar que el arbolado de las calles aledañas, así, como los contaminantes producidos por el tráfico de las mismas, pueden agravar los procesos alérgicos. En el parque del Oeste hay que considerar la Avenida de la Memoria y Paseo del Pintor Rosales que son altamente transitadas. Además, la existencia de una gran superficie ocupada por césped (51% de la superficie total vegetada) hace que se pueda incrementar el valor del índice por la presencia de distintas especies de gramíneas (*Lolium* spp., *Poa* spp., *Festuca* spp., etc.). El riesgo alérgico de estas especies se debe a que presentan estrategia de polinización anemófila, amplios periodos de polinización y son uno de los principales alérgenos locales de la zona.

Por otro lado, a diferencia de otros estudios en los que se pone de manifiesto la relación entre el valor de índice de alergenicidad potencial y la densidad de árboles por hectárea (Cariñanos et al. 2016), en este trabajo no se ha establecido dicha relación. De los tres sectores establecidos, la zona antigua y la zona de La Rosaleda presentan un I_{UGZA} similar a pesar de la diferencia en cuanto a la densidad arbórea (108,8 y 127,8 respectivamente). Tampoco se ha observado una relación directa entre la riqueza específica del parque y el valor de I_{UGZA} , ya que la zona más antigua del parque y la de La Rosaleda con 82 y 57 especies

diferentes, presentan ambos valores similares de I_{UGZA} (0,35 y 0,36 respectivamente).

Especies con baja representación en el parque del Oeste como *Calocedrus decurrens*, *Cupressocyparis leylandii* y *Sequoiadendron giganteum*, han tenido una contribución al índice global significativa (3,1%, 1,1% y 2,9% respectivamente) ya que dichas especies tienen un valor de VPA de 27.

Según los resultados de este trabajo, las especies *Pinus pinea* (familia Pinaceae) y *Platanus hispanica* (familia Platanaceae) son las que han tenido una mayor contribución al I_{UGZA} . Especies de la familia Cupressaceae como *Calocedrus decurrens*, *Cupressocyparis leylandii* y *Sequoiadendron giganteum* también han contribuido a elevar el valor del índice por su alto potencial alergénico y su dilatado periodo de presencia en la atmósfera.

Es importante una adecuada selección de las especies para así minimizar en lo posible los riesgos en la población alérgica. Para ello, se pueden plantear alternativas como la sustitución progresiva de las especies de mayor potencial alergénico por otras de menor potencial siempre que sea posible, el uso de especies entomófilas como por ejemplo *Sophora japonica* o *Tilia* spp., y en el caso de que una especie sea dioica (*Ginkgo biloba*, *Acer pseudoplatanus*) optar por pies de planta femeninos. En cualquiera de las posibles situaciones, es recomendable el uso de combinaciones de diferentes especies evitando así agrupaciones monoespecíficas, así como respetar las distancias mínimas de plantación entre árboles y, entre estos y los edificios, reduciendo así el efecto pantalla y la probabilidad de polinosis de proximidad (Wong et al. 2011).

Se recomienda a las personas con polinosis no acudir al parque durante la polinización de las especies más alergénicas y abundantes como son *Platanus hispanica* (finales de marzo-primera quincena de abril) y *Pinus pinea* (marzo-mayo), es decir, en el periodo primaveral. Destacamos otras especies bien representadas en el parque como *Aesculus hippocastanum* (mayo-mediados de julio) y *Calocedrus decurrens* (octubre-abril, con un pico en febrero-marzo).

Conclusiones

Resaltamos que el parque del Oeste no es un espacio totalmente seguro desde el punto de vista de la alergia al polen ya que el I_{UGZA} ha alcanzado un valor moderado-alto. El índice permite identificar las especies más alergénicas y las que mayor contribución tienen al valor total del parque, por lo que puede ser utilizado como una herramienta para la gestión de los espacios verdes existentes, así como de planificación para los de nueva creación. El valor que se obtiene genera una información útil y de interés para los ciudadanos, ya que permite conocer de forma directa y en un entorno local, las posibles situaciones que

pueden generar un riesgo para su salud y adoptar las medidas de prevención necesarias.

Bibliografía

- Cariñanos, P., Casares-Porcel, M. 2011. Urban Green Zones and Related pollen allergy: A review. Guidelines for designing spaces of low allergy impact. *Landscape Urban Plan.* 101: 205-14.
- Cariñanos, P., Casares-Porcel, M., Quesada Rubio, J.M. 2014. Estimating the allergenic potential of urban green spaces: A case-study in Granada, Spain. *Landscape and Urban Planning* 123: 134-44.
- Cariñanos, P., Adinolfi, C., Díaz de la Guardia, C., de Linares, C. & Casares-Porcel, M. 2016. Characterization of allergen emission sources in urban areas. *Journal of Environmental Quality* 45: 244-52.
- Cariñanos, P., Casares-Porcel, M., Díaz de la Guardia, C. Aira, M.J., Boi, M., Cardador, C., Elvira-Rendueles, B., Fernández-Rodríguez, S., Maya-Manzano, J.M., Pérez-Badía, R., Rodríguez de la Cruz, D., Rodríguez-Rajo, F.J., Rojo-Úbeda, J., Sánchez-Reyes, E., Sánchez-Sánchez, J., Tormo-Molina, R., Vega, A. 2016. Salud Ambiental de los parques españoles: Aproximación al potencial alergénico de espacios verdes urbanos. *Revista de Salud Ambiental* 16 (1): 33-42.
- Chiesura, A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape Urban Plan.* 68: 129-38.
- García-Ventura, C., Sabariego, S., & Cariñanos, P. 2019. Potencial alergénico de 4 parques urbanos de la ciudad de Madrid. XLV Congreso Nacional de parques y jardines públicos. Estepona, Málaga.
- Gutiérrez Bustillo, M., Sáenz Laín, C., Cervigón Morales, P. & Aránguez Ruíz, E. 2001. Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid. *Documentos Técnicos de Salud Pública*, 70: 57-203.
- Jochner-Oette, S., Stitz, T., Jetschni, J., Cariñanos, P. 2018. The influence of individual-specific plant parameters and species composition on the allergenic potential of urban Green spaces. *Forests* 9: 284.
- Lafortezza, R., Davies, C., Sanesi, G., Konijnendijk, C.C. 2013. Green infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions. *Forest* 6: 100-6.
- Lara, B., Rojo, J., Blanco, J.J., Cardador, C., Serrano, J.I., Soriano, D., Pérez-Badía, R. 2017. Flora ornamental y potencial alergénico de los espacios verdes urbanos. Comparativa en parques de la ciudad de Toledo. *Revista de Salud Ambiental* 17(2): 176-186.
- Munuera-Gázquez, A., Munuera-Giner, M., & Martínez-Boscadas, M. 2017. Potencial alergénico de los espacios verdes del barrio de Santa María de Gracia (Murcia, SE España). *Anales de Biología* 39: 177-190.
- Pawankar, R., Canonice, G.W., Holgate, S.T., Lockey, R.F. 2011. WAO white book on allergy 2011-2012: Executive summary. Milwaukee, WI: World Allergy Organization.
- Remón, J.F. 1996. Parque del Oeste. Madrid, España: Fundación Caja Madrid

- Sendarrubia, J.M. 2016. Descubriendo los parques de Madrid. Madrid, España: La Librería.
- Senéchal, H., Visez, N., Charpin, D., Shahali, Y., Peltre, G., Bioley, JP., Lhuisier, F., Coudere, R., Yamada, O., Malrat-Domenge, A., Phan-Thi, N., Poncet, P., Sutra, JP. 2015. A review of the effects of major atmospheric pollutants on pollen grains, pollencontent and allergenicity. *Tranfus. Apher., Sci.* 1-29.
- Soga, M., Gaston, K.J., Yamaura, Y. 2017. Gardening is beneficial for health: A meta-analysis. *Preventive Medicine Reports* 5: 92-99.
- Stodolska, M., Shinew, K.J., Acevedo, J.C., Izenstark, D. 2011. Perceptions of urban parks as havens and contested terrains by Mexican- Americans in Chicago neighborhoods. *Leisure Sciences* 33(2): 103-26.
- Twohig-Bennet, C., Jones, A. 2018. The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environ. Research* 166: 628-6237.
- Wong, M.S., Nichol, J., Ng, E. 2011. A study of the “wall effect” caused by proliferation of high-rise buildings using GIS techniques. *Landsc. Urban Plan.* 102(4): 245-253.
- Zhao, Q., Bi, J., Liu, Q., Ling, Z., Shen, G., Chen, F., Qiao, Y., Li, Ch., Ma, Z. 2020. Sources of ambient volatile organic compounds and their contributions to photochemical ozone formation at a site in the Pearl River Delta, southern China. *Atmos. Chem. Phys.* 20(6): 3905-3919.