

# i-Tree

## Análisis del ecosistema

### UNIVERSIDAD DE JAÉN



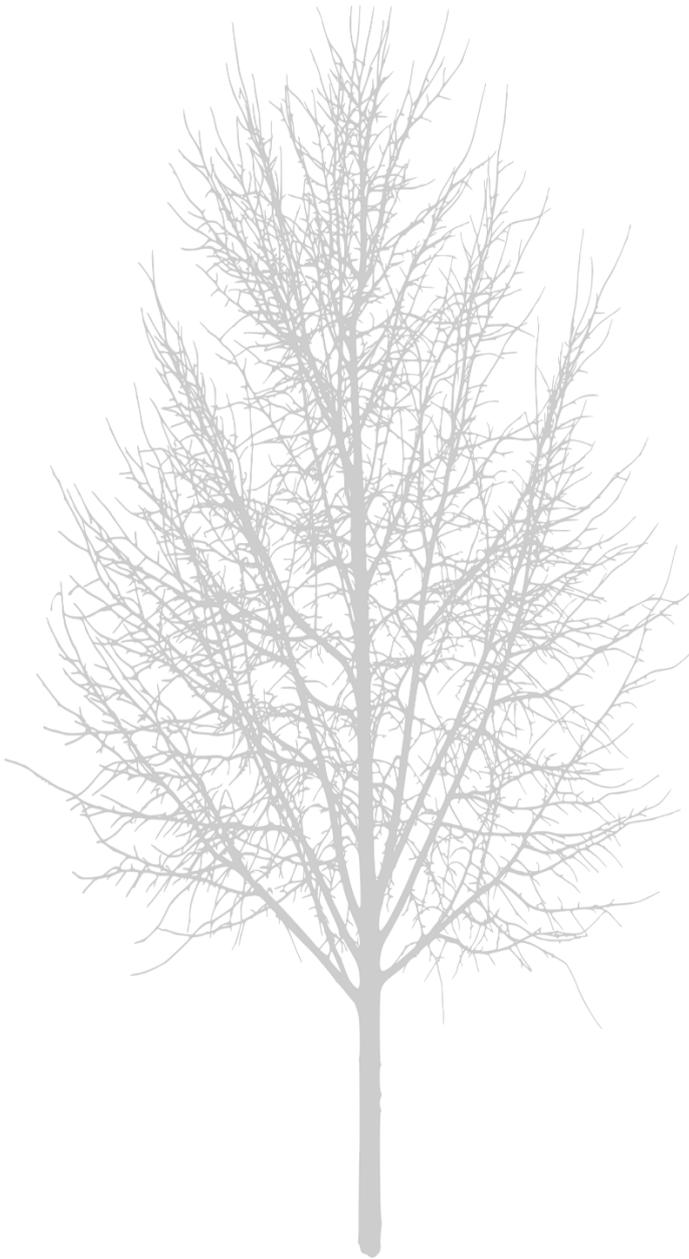
Efectos y valores del bosque urbano  
septiembre 2019

---



Oscar A. Martínez Gaitán  
Ingeniero Agrícola EQF6  
AEA/ISA N° 1760





Mi agradecimiento a Juan Miguel Cruz Lendínez, Responsable de Gestión de la Unidad Técnica de la Universidad de Jaén por su entusiasmo en el proyecto y sus ánimos para realizarlo, a Antonio Aceituno Azaustre, Jefe del Servicio de Mantenimiento y Vigilancia de las Instalaciones de la Universidad de Jaén y a José Navas Alba, Jefe del Servicio Obras de la Universidad de Jaén por su paciencia y apoyo.

“Los árboles tienen sus luchas. Los mayores asombran a los pequeños, que crecen entonces con prisa para hacerse pronto dueños de su ración de sol, y al esparcir las raíces bajo la tierra, hay algunos quizá demasiado codiciosos que estorban a los demás en su legítimo empeño de alimentarse. Pero entre todos los seres vivos de la fraga son los más pacíficos, los más bondadosos, los que poseen un alma más sencilla e ingenua. Conviene saber que carecen absolutamente de vanidad. Nacen en cualquier parte e ignoran que sólo por el hecho de crecer allí, aquel lugar queda embellecido. No se aburren nunca porque no miran a la tierra, sino al cielo, y el cielo cambia tanto, según las horas y según las nubes, que jamás es igual a sí mismo. Cuando los hombres buscan la diversidad, viajan. Los árboles satisfacen ese afán sin moverse. Es la diversidad la que se aviene a pasar incesantemente sobre sus copas.”

El bosque animado

Wenceslao Fernández Flórez, 1945





## Resumen

Entender la estructura, la función y el valor del bosque urbano puede promover las decisiones de manejo que mejorarán la salud humana y la calidad del medio ambiente. Una evaluación de la estructura, la función y el valor de la vegetación del bosque urbano UNIVERSIDAD DE JAÉN se llevó a cabo durante 2019. Los datos de 1146 árboles localizados a lo largo de UNIVERSIDAD DE JAÉN se analizaron usando el modelo i-Tree Eco desarrollado por el Servicio Forestal de EEUU, Estación de Investigación del Norte.

- Número de árboles: 1.146
- Cobertura arborea: 6,8 %
- Especies más comunes de árboles: Pinus halepensis, Prunus pissardii, Nerium oleander
- Porcentaje de árboles menores a 6" (15.2 cm) de diámetro: 50,6 %
- Eliminación de la contaminación: 160,5 kilogramos/año (€27,5 mil/año)
- Almacenamiento de carbono: 96,57 tonelada métrica (€21,2 mil)
- Secuestro de carbono: 9,919 tonelada métrica (€2,18 mil/año)
- Producción de oxígeno: 26,45 tonelada métrica/año
- Ecurrimiento evitado: 82,05 metro cúbico/año (€156/año)
- Ahorros de energía de edificios: €1.530/año
- Carbono evitado: -701 kilogramos/año (€-154/año)
- Valores estructurales: €755 mil

Tonelada: 1000 kilogramos

Los valores monetarios € se reportan en euros a lo largo del reporte excepto donde se señala.

Los cálculos de los servicios del ecosistema se reportan para los árboles.

Para un panorama general de la metodología de i-Tree Eco, consultar el Apéndice I. La calidad de la recopilación de datos la determina los recolectores de datos de la localidad, sobre los que i-Tree no tiene control.

Siguiendo el desarrollo del plan director del arbolado de la Universidad de Jaén, se realizó este estudio de los ecosistemas arbóreos a fin de tener una herramienta que sirva para la puesta en valor del patrimonio arbóreo de la Universidad, cuantificando el valor estructural del mismo, así como estudiando la importancia de los árboles tanto en la absorción de contaminantes como en la emisión de oxígeno.

Es el arbolado urbano un patrimonio que tenemos y que debemos conservar e incluso, como se verá, incrementar tal y como se prevé en la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológica (EEIVCRE).

La guía de la infraestructura verde municipal dice:

“En la Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos (COM(2011) 571 final), se indicaba que “la falta de protección de nuestro capital natural y de una valoración adecuada de los servicios ecosistémicos debe abordarse en el marco de los esfuerzos por un crecimiento inteligente, sostenible e integrador”, y señalaba que “la infraestructura verde constituye un paso importante hacia la protección del capital natural” y además establecía que la Comisión Europea prepararía una comunicación sobre infraestructura ecológica.”

“La Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, incorpora el concepto de Infraestructura Verde (IV) en nuestro ordenamiento jurídico. En su artículo 151 determina la obligación de elaborar una Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológica (EEIVCRE) con la participación de las Comunidades Autónomas. Esta Ley pretende dar cumplimiento a la Comunicación de la Comisión Europea y también a incorporar algunos de los objetivos de la Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020.”

“El concepto de infraestructura verde y la previsión de la Estrategia estatal derivan directamente del Derecho y la Política Ambiental de la Unión Europea, específicamente de la Comunicación de la Comisión relativa a “Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa” (COM 249, 2013), adoptada en 2013, en la que se sientan las bases para el desarrollo de una Estrategia de la UE sobre esta infraestructura, entendida en ese documento como “una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos”

“En 2015 se ponía de manifiesto, mediante el informe de revisión intermedia de la Estrategia de Biodiversidad hasta 2020, que no se había podido frenar la tendencia de degradación de los ecosistemas y sus servicios, afirmando que “es preciso desarrollar y aplicar marcos nacionales y regionales que promuevan la restauración y la infraestructura verde”. Por ello, en julio de 2017, la Unión Europea aprobó un nuevo Plan de Acción de Medio Ambiente en pro de la naturaleza, las personas y la economía, para mejorar la aplicación de las Directivas Hábitats y Aves y la Red Natura 2000. Este Plan plantea 4 ámbitos prioritarios de actuación y 15 medidas. La medida nº 12 hace alusión directa a la infraestructura verde: Ofrecer orientaciones para apoyar el despliegue de una infraestructura verde a fin de mejorar la conectividad de las zonas Natura 2000; apoyar proyectos que propongan soluciones basadas en la naturaleza a través de la política de investigación e innovación de la UE y los fondos de Horizonte 2020.”

Una vez que llegado el 2020 no se ha sido capaz de cumplir los objetivos propuestos, las Naciones Unidas plantean la Agenda 2030 como objetivo final, en ella se fijan unos objetivos de Amplio alcance, estando dentro del ámbito que nos ocupa los siguientes:

**11.6** De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per capita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire.

**11.7** De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad

**13.3** Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

**15.8** Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias

**15.9** Para 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad

**15.a** Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas

Es por todo ello que la Universidad de Jaén, como vanguardia del desarrollo de los avances sociales y científicos que demanda la sociedad en su conjunto, vuelve ser pionera en este tipo de estudios realizados en la provincia de Jaén.

Es muy importante que los ciudadanos y las ciudadanas de la provincia comprendan el valor real del arbolado urbano y de la masa forestal que lo acompaña, tanto para la salud pública, como filtro de sustancias contaminantes, muy perniciosas para la salud, así como productor del oxígeno que respiramos. Es interesante conocer que según la OMS, el 92% de la población está expuesta a niveles peligrosos de contaminación del aire. La propia OMS ha asegurado que se necesita al menos un árbol por cada tres habitantes para respirar un mejor aire en las ciudades y un mínimo de 10 a 15 metros cuadrados de zona verde por habitante.

La flora de las ciudades actúa como excelente filtro de contaminantes urbanos y partículas en suspensión, absorben el CO<sub>2</sub> causante del calentamiento global a la vez que liberan oxígeno.

Un árbol grande puede absorber hasta 150 kg de CO<sub>2</sub> al año, reduce la contaminación acústica, aumenta la biodiversidad urbana, contribuyen a la regulación térmica reduciendo la temperatura entre dos y ocho grados, reducen la escorrentía (Un perennifolio maduro puede interceptar hasta 15.000 litros de agua al año que llevará a las capas freáticas subterráneas contribuyendo a la recuperación de las aguas subterráneas y de los pozos.

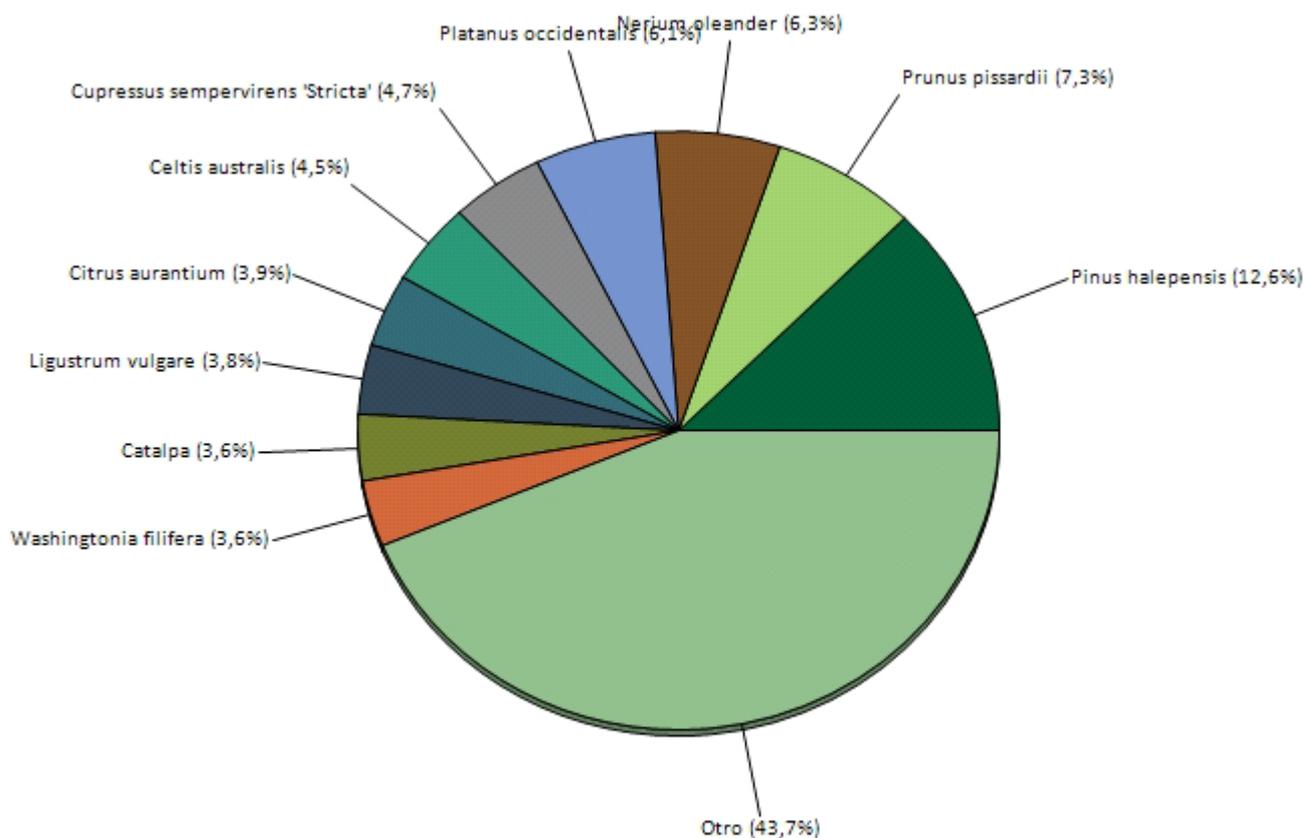
Varios estudios e la FAO señalan que ayudan a revalorizar el area, a mejorar la salud física y mental de los ciudadanos y a reducir el costo público de asistencia médica. Indica también la FAO que una ciudad con una infraestructura verde bien planificada y manejada se vuelve más resiliente y sostenible y asegura que, a lo largo de su vida los árboles proporcionan unos beneficios que duplican o triplican la inversión en plantación y mantenimiento de los mismos.

# Índice

Resumen .....	2
I. Características de los árboles del bosque urbano .....	6
II. Cobertura del bosque urbano y área foliar .....	10
III. Eliminación de la contaminación del aire por árboles urbanos .....	12
IV. Almacenamiento y secuestro de carbono .....	14
V. Producción de oxígeno .....	16
VI. Ecurrimiento evitado .....	17
VII. Uso de la energía de árboles y edificios .....	18
VIII. Valores estructurales y funcionales .....	19
IX. Posibles impactos de las plagas .....	20
Apéndice I. Modelo y mediciones de campo de i-Tree Eco .....	24
Apéndice II. Efectos de los árboles relacionados .....	28
Apéndice III. Comparación de bosques urbanos .....	29
Apéndice IV. Recomendaciones generales para el mejoramiento de la calidad del aire .....	30
Apéndice V. Especies invasivas del bosque urbano .....	31
Apéndice VI. Posible riesgo de plagas .....	35
Referencias .....	39
Beneficio de los árboles y proyección a 30 años.....	48

## I. Características de los árboles del bosque urbano

El bosque urbano de UNIVERSIDAD DE JAÉN tiene 1.146 árboles con una cobertura de árboles del 6,8 por ciento. Las tres especies más comunes son *Pinus halepensis* (12,6 por ciento), *Prunus pissardii* (7,3 por ciento) y *Nerium oleander* (6,3 por ciento).



**Figura 1. Composición de las especies de árboles en UNIVERSIDAD DE JAÉN**

La densidad general en UNIVERSIDAD DE JAÉN es de 35 árboles/hectárea (consultar el Apéndice III para valores comparables de otras ciudades). Para proyectos estratificados, las densidades más altas de árboles en UNIVERSIDAD DE JAÉN suceden en B2 seguido por C1 y P1.

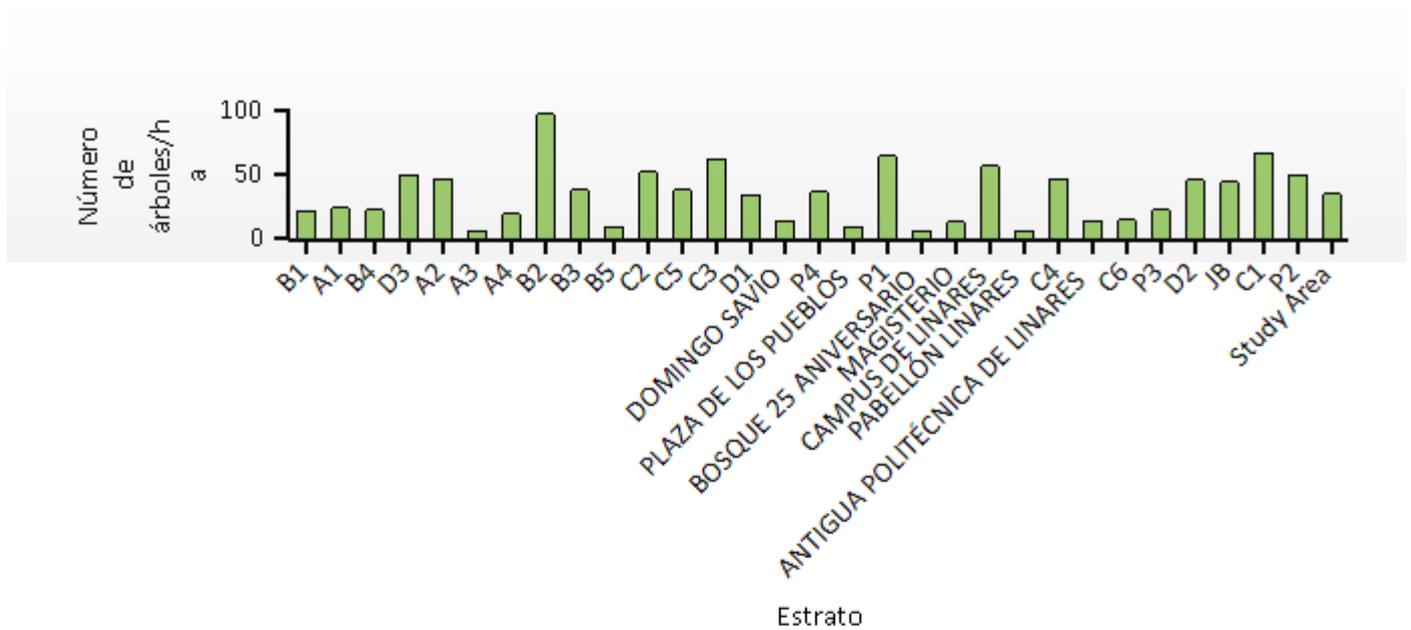


Figura 2. Número de árboles/ha en UNIVERSIDAD DE JAÉN por estrato

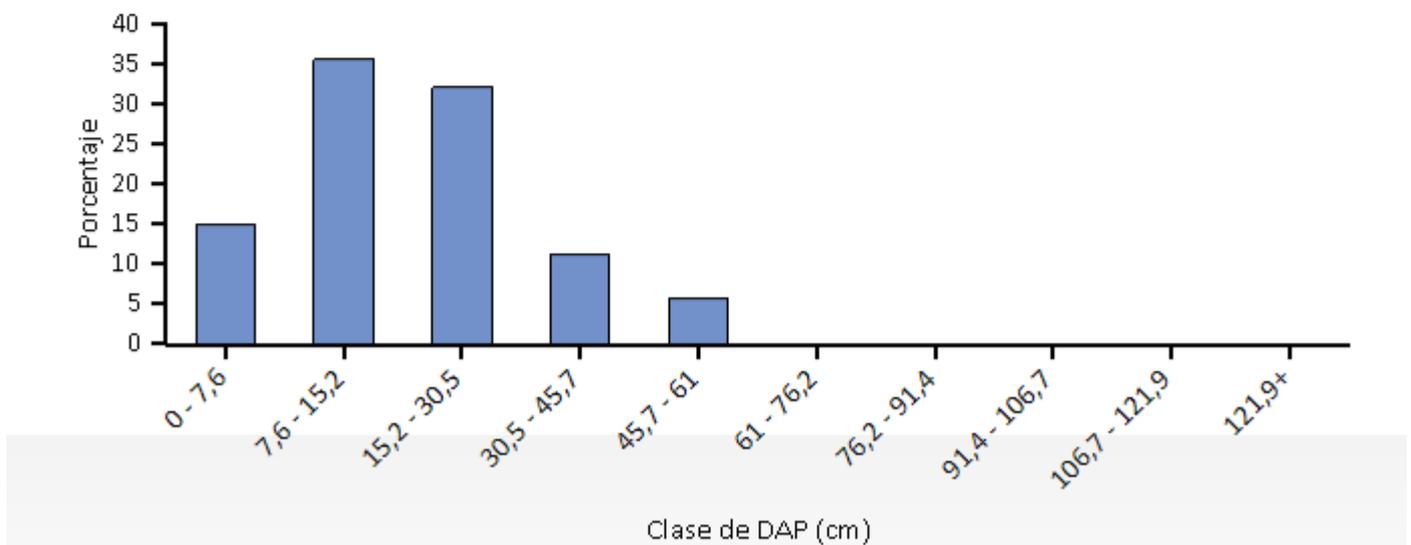
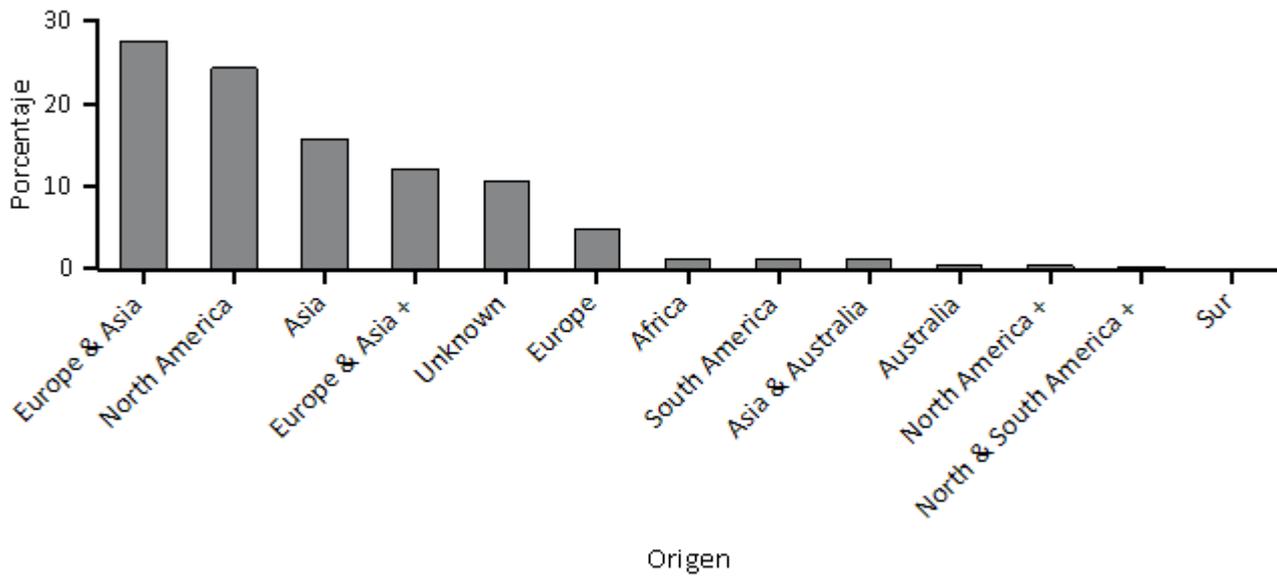


Figura 3. Porcentaje de la población de árboles por clase de diámetro (DAP - diámetro del tronco a 1.37 metros)

Los bosques urbanos están compuestos de una mezcla de especies de árboles nativos y exóticos. Por ello, los bosques urbanos a menudo tienen una diversidad de árboles que es más alta a la de los paisajes nativos que los rodean. El aumento en la diversidad de árboles puede minimizar el impacto general o la destrucción por un insecto o enfermedad específica de una especie, pero también puede presentar un riesgo para las plantas nativas si algunas de las especies exóticas son plantas invasivas con el potencial de ser más competitivas y desplazar a las especies nativas. En UNIVERSIDAD DE JAÉN, casi el 5 por ciento de los árboles son especies nativas de Europe. La mayoría de las especies de árboles exóticos tienen un origen de Europe & Asia (28 por ciento de las especies).



**Figura 4. Porcentaje de la población de árboles vivos por área de origen, UNIVERSIDAD DE JAÉN**

El símbolo (+) indica que la especie de árbol es originaria de otro continente que no aparece en la lista de la agrupación.

Las especies de plantas invasivas a menudo se caracterizan por su vigor, habilidad de adaptarse, capacidad de reproducción y falta general de enemigos naturales. Dichas habilidades les permiten desplazar a las plantas nativas y convertirlas en una amenaza para las áreas naturales.

## II. Cobertura del bosque urbano y área foliar

Muchos beneficios de los árboles corresponden directamente con la cantidad de área superficial saludable de las hojas de las plantas. Los árboles cubren casi 6,8 porcentaje de UNIVERSIDAD DE JAÉN y proporcionan 12,75 hectáreas del área de las hojas. El área total de las hojas es mayor en DOMINGO SAVIO seguido por C1 y P2..

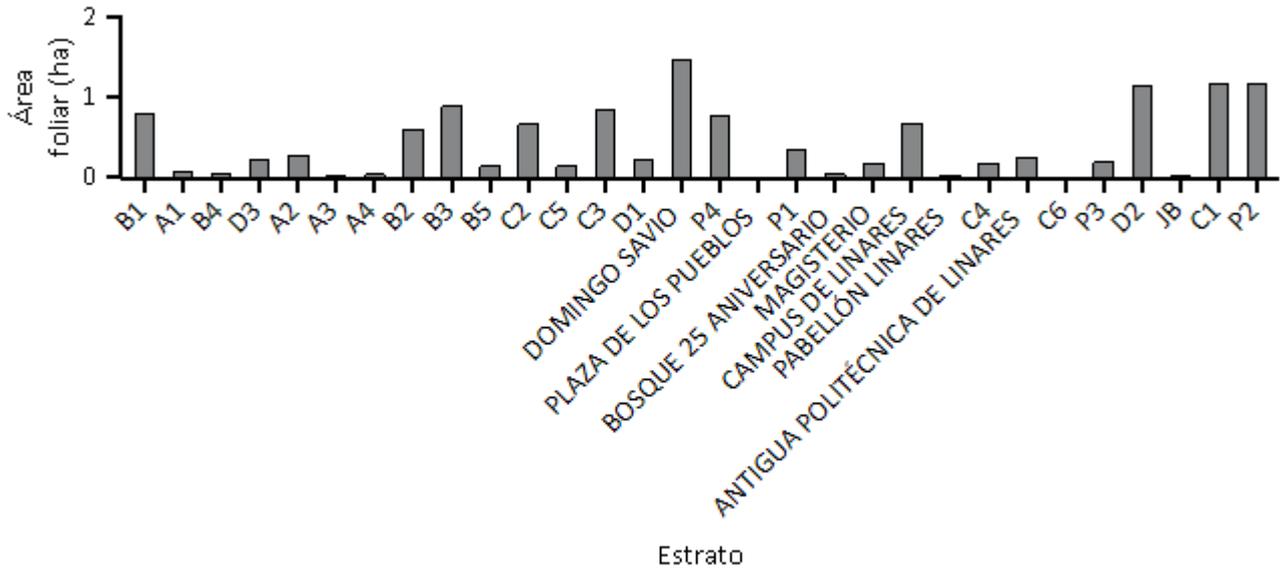


Figura 5. Área de las hojas por estrato, UNIVERSIDAD DE JAÉN

En UNIVERSIDAD DE JAÉN, la especie más dominante en términos de área de las hojas son *Pinus halepensis*, *Platanus occidentalis*, y *Populus alba*. La 10 especie con los valores de importancia más altos son enumerados en la Tabla 1. Los valores de importancia (VI) se calculan como la suma del porcentaje de la población y porcentaje del área de las hojas. Los valores de importancia altos no quieren decir que los árboles deben procurarse necesariamente a futuro; sino que dichas especies dominan actualmente la estructura del bosque urbano.

Tabla 1. Especies más importantes en UNIVERSIDAD DE JAÉN

Nombre de la especie	Porcentaje población	Porcentaje del área de las hojas	IV
<i>Pinus halepensis</i>	12,6	31,3	43,8
<i>Platanus occidentalis</i>	6,1	23,8	30,0
<i>Prunus pissardii</i>	7,3	2,2	9,6
<i>Nerium oleander</i>	6,3	0,4	6,7
<i>Washingtonia filifera</i>	3,6	2,9	6,5
<i>Populus alba</i>	2,4	3,9	6,3
<i>Celtis australis</i>	4,5	1,5	5,9
<i>Cupressus sempervirens 'Stricta'</i>	4,7	0,8	5,5
<i>Citrus aurantium</i>	3,9	1,2	5,1
<i>Ulmus carpinifolia 'Hollandica'</i>	1,2	3,9	5,1

### III. Eliminación de la contaminación del aire por árboles urbanos

La mala calidad del aire es un problema común en muchas áreas urbanas. Puede conducir a la disminución de la salud humana, dañar los materiales del paisaje y los procesos de los ecosistemas y reducir la visibilidad. El bosque urbano puede ayudar a mejorar la calidad del aire reduciendo la temperatura del aire, eliminando directamente los contaminantes del aire y reduciendo el consumo de energía de los edificios, que por consiguiente reduce las emisiones de los contaminantes del aire de las fuentes eléctricas. Los árboles también emiten compuestos orgánicos volátiles que pueden contribuir a la formación de ozono. Sin embargo, los estudios integrados han dado a conocer que el aumento en la cobertura de los árboles conduce a una menor formación de ozono (Nowak y Dwyer 2000).

Eliminación de la contaminación<sup>1</sup> por árboles en UNIVERSIDAD DE JAÉN se calculó usando datos de campo y la contaminación reciente disponible y estado del tiempo datos disponibles. La eliminación de la contaminación fue mayor para ozono (Figura 7). Se estima que los árboles eliminaron 160,5 kilogramos de la contaminación del aire (ozono (O3), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO2), material particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5)<sup>2</sup>, y dióxido de sulfuro (SO2)) por año con un valor asociado de €27,5 mil (para más detalles ver el Apéndice I).

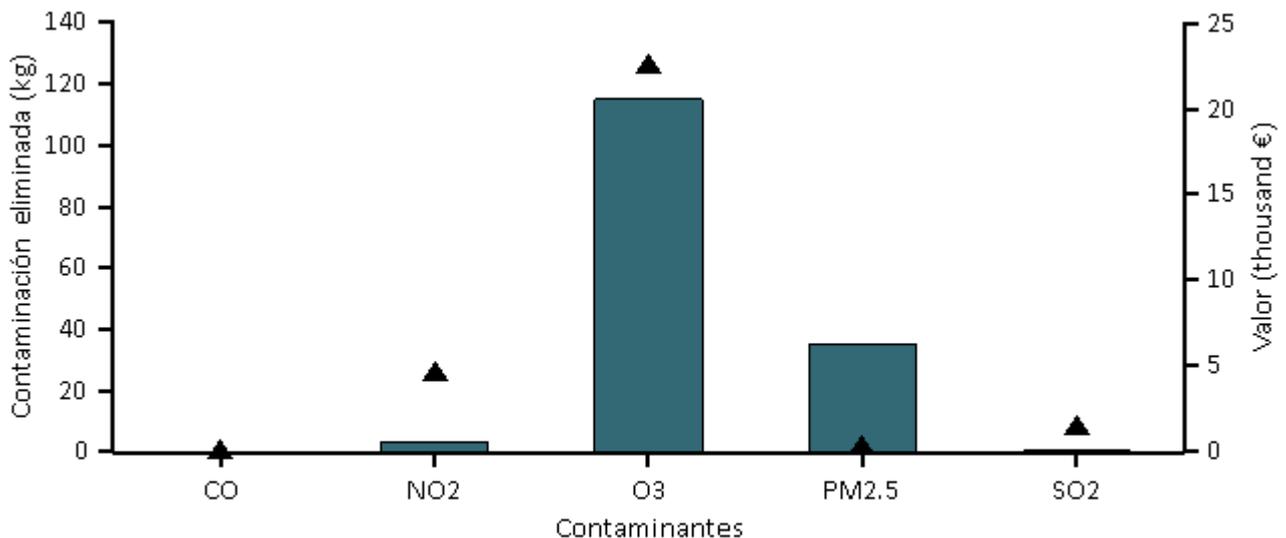


Figura 7. Eliminación anual de la contaminación (puntos) y valor (barras) por árboles urbanos, UNIVERSIDAD DE JAÉN

<sup>1</sup> El material particulado menor a 10 micrones es un contaminante del aire importante. Dado que i-Tree Eco analiza material particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5) el cual es una subserie de PM10, PM10 no se incluye en este análisis. PM2.5 por lo general es más relevante en las discusiones sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud humana.

<sup>2</sup> Los árboles eliminan PM2.5 cuando el material particulado se deposita en la superficie de las hojas. Este PM2.5 depositado puede volver a suspenderse en la atmósfera o eliminarse durante las lluvias y disolverse o transferirse al suelo. La combinación de eventos puede conducir a una eliminación y valor de la contaminación positiva o negativa según los diferentes factores atmosféricos (para más detalles ver el Apéndice I).

En 2019, los árboles en UNIVERSIDAD DE JAÉN emiten aproximadamente 136,3 kilogramos de los compuestos orgánicos volátiles (COV) (65,38 kilogramos de isopreno y 70,92 kilogramos de monoterpenos). Las emisiones varían entre las especies con base en las características de las mismas (p. ej., algunos géneros como los robles son altos emisores de isopreno) y la cantidad de biomasa de las hojas. Sesenta- dos por ciento de las emisiones de COV del bosque urbano fueron de *Pinus halepensis* y *Platanus occidentalis*. Estos COV son sustancias químicas precursoras de la formación de ozono.<sup>3</sup>

En el Apéndice VIII se brindan recomendaciones generales para mejorar la calidad del aire con árboles.

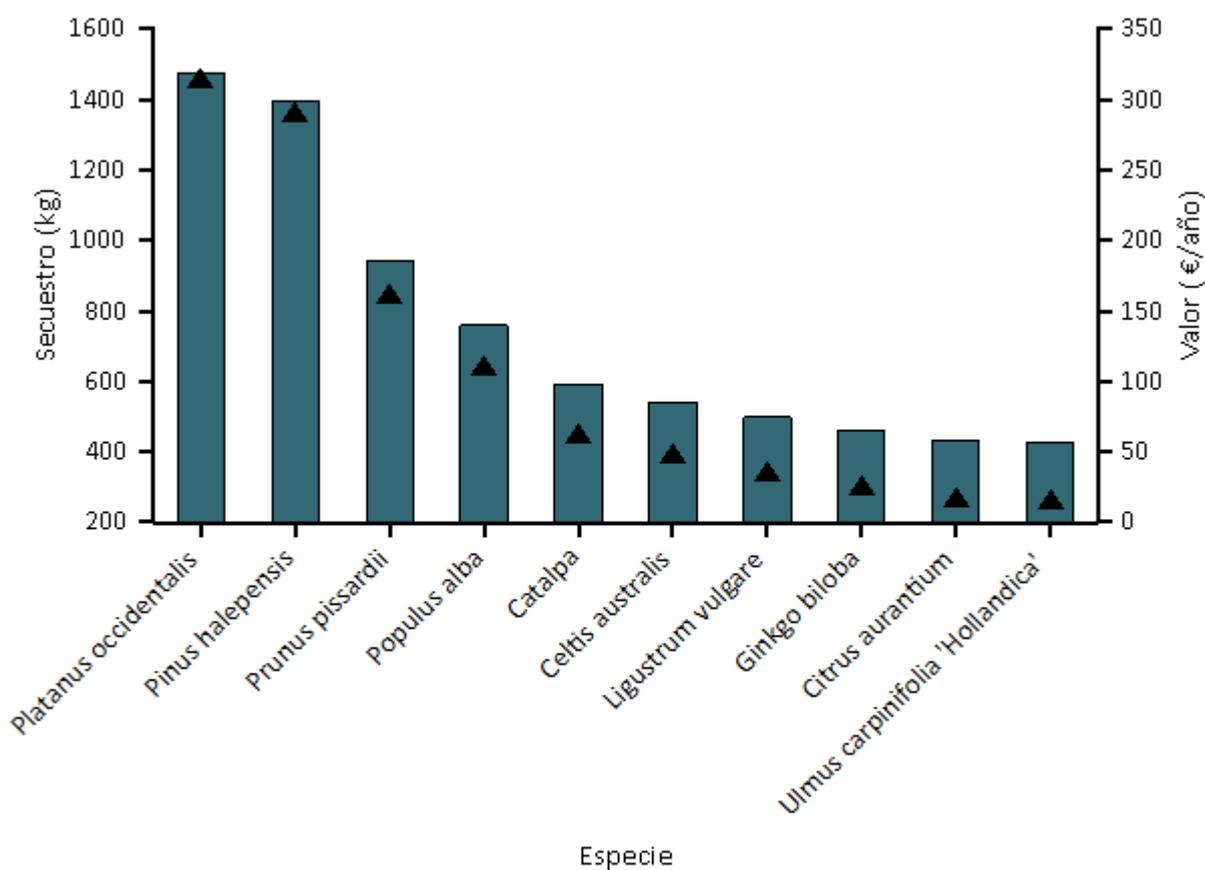
---

<sup>3</sup> Algunos estudios económicos han calculado los costos de las emisiones de los COV. Dichos costos no se incluyen aquí ya que existe la tendencia de añadir cálculos positivos de dólares de los efectos de la eliminación del ozono con los valores negativos de dólares de los efectos de la emisión de COV para determinar si los efectos de los árboles son positivos o negativos con relación al ozono. La combinación de valores de dólares para determinar los efectos de los árboles no debe realizarse, sino que debe llevarse a cabo el cálculo de los efectos de los COV en la formación de ozono (p. ej., a través de modelos fotoquímicos) y compararse de manera directa con la eliminación de ozono por los árboles (p. ej., los efectos del ozono deben compararse directamente, no los cálculos de dólares). Además, las reducciones a la temperatura del aire por los árboles han demostrado reducir considerablemente las concentraciones de ozono (Cardelino y Chameides 1990; Nowak et al 2000), pero no se consideran en este análisis. El modelaje fotoquímico que integra los efectos de los árboles en la temperatura del aire, la eliminación de la contaminación, las emisiones de COV y las emisiones de las plantas eléctricas puede usarse para determinar el efecto general de los árboles en las concentraciones de ozono.

## IV. Almacenamiento y secuestro de carbono

El cambio climático es un problema de preocupación global. Los árboles urbanos pueden ayudar a mitigar el cambio climático al secuestrar el carbono atmosférico (del dióxido de carbono) en los tejidos y al alterar el uso de la energía en los edificios, y por consiguiente alterar las emisiones de dióxido de carbono de la fuentes eléctricas de combustibles fósiles (Abdollahi et al 2000).

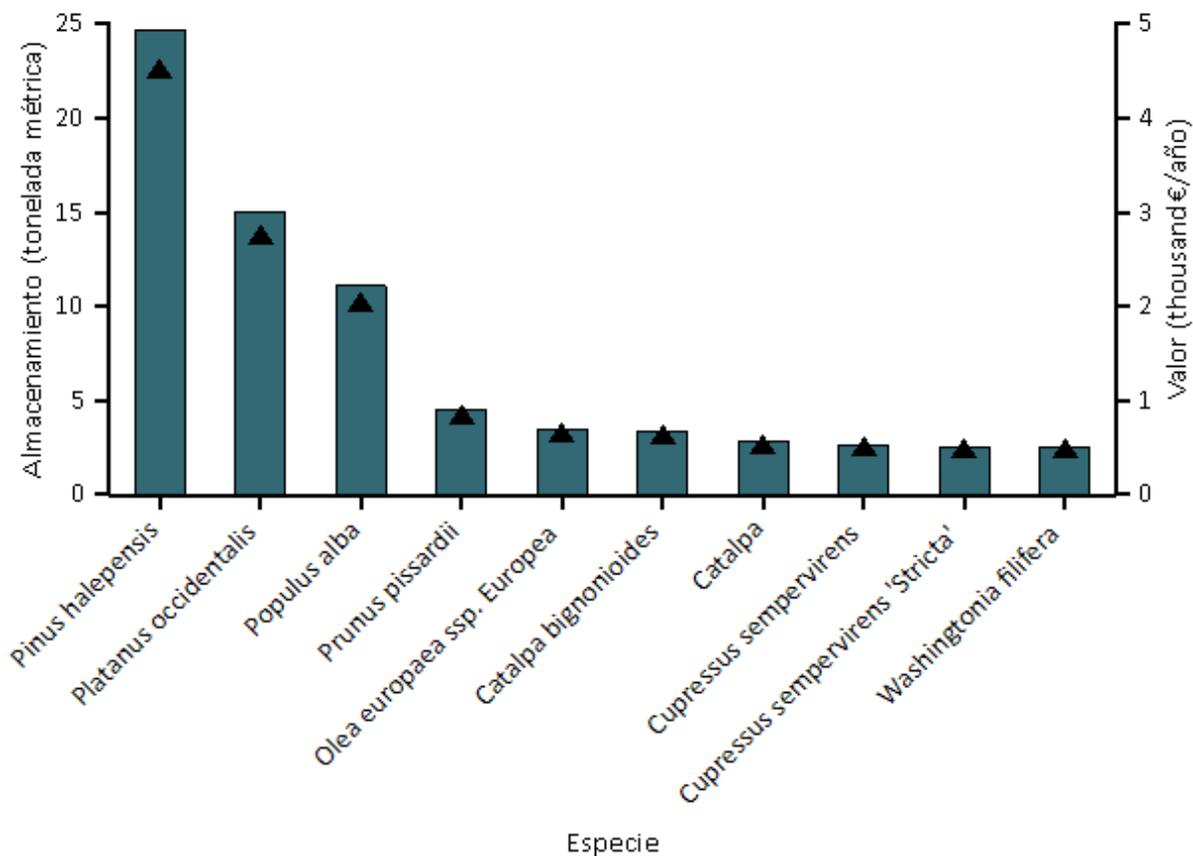
Los árboles reducen la cantidad de carbono en la atmósfera al secuestrar el carbono en el crecimiento nuevo cada año. La cantidad de carbono secuestrada anualmente aumenta con el tamaño y la salud de los árboles. El secuestro bruto de UNIVERSIDAD DE JAÉN árboles es casi 9,919 toneladas métricas del carbono por año con un valor asociado de €2,18 mil. Para más detalles de los métodos ver el Apéndice I.



**Figura 8. Secuestro bruto anual de carbono (puntos) y valor (barras) calculado para especies de árboles urbanos con el mayor secuestro, UNIVERSIDAD DE JAÉN**

El almacenamiento de carbono es otra manera en la que los árboles pueden influenciar el cambio climático global. Conforme un árbol crece, almacena más carbono sujetándolo en su tejido. Cuando el árbol se muere y descompone, nuevamente libera la mayoría del carbono almacenado a la atmósfera. Por lo tanto, el almacenamiento de carbono es una indicación de la cantidad de carbono que se puede liberar si se permite que los árboles mueran y se descompongan. Mantener árboles saludables mantendrá el carbono almacenado en los árboles, pero el mantenimiento de los árboles puede contribuir a las emisiones de carbono (Nowak et al 2002c). Cuando un árbol muere, usar la madera en productos madereros a largo plazo, para calentar edificios o para producir energía ayudará a reducir las emisiones de carbono de la descomposición de la madera o de centrales eléctricas de combustibles fósiles o madereros.

Se calcula que los árboles en UNIVERSIDAD DE JAÉN almacenan 96,6 toneladas de carbono (€21,2 mil). De las especies muestreadas, *Pinus halepensis* almacena la mayor cantidad de carbono (aproximadamente 23,2% del total de carbono almacenado) y *Platanus occidentalis* secuestra la mayor cantidad (aproximadamente 14,6% de todo el carbono secuestrado).



**Figura 9. Almacenamiento de carbono calculado (puntos) y valores (barras) para especies de árboles urbanos con el mayor almacenamiento, UNIVERSIDAD DE JAÉN**

## V. Producción de oxígeno

La producción de oxígeno es uno de los beneficios de los árboles urbanos más comúnmente citados. La oxígeno anual producción de un árbol está directamente relacionada con la cantidad de carbono secuestrado por el árbol, la cual está vinculada con la acumulación de biomasa del árbol.

Se calcula que los árboles en UNIVERSIDAD DE JAÉN producen 26,45 tonelada métrica de oxígeno al año<sup>4</sup>. Sin embargo, este beneficio de los árboles es relativamente insignificante debido a la gran y relativamente estable cantidad de oxígeno en la atmósfera y extensa producción por los sistemas acuáticos. Nuestra atmósfera tiene una enorme reserva de oxígeno. Si se consumieran todas las reservas de combustibles fósiles, todos los árboles y toda la materia orgánica en el suelo, el oxígeno de la atmósfera sólo se reduciría en un mínimo porcentaje (Broecker 1970).

**Tabla 2. Las principales 20 especies productoras de oxígeno.**

<i>Especie</i>	<i>Oxígeno (toneladamétrica)</i>	<i>Secuestro bruto de carbono (kilogramo/año)</i>	<i>Número de árboles</i>	<i>Área foliar (hectárea)</i>
Platanus occidentalis	3,87	1.451,38	70	3,04
Pinus halepensis	3,62	1.356,28	144	3,99
Prunus pissardii	2,24	841,09	84	0,28
Populus alba	1,69	634,56	27	0,50
Catalpa	1,19	446,21	41	0,13
Celtis australis	1,04	388,19	51	0,19
Ligustrum vulgare	0,90	338,21	43	0,05
Ginkgo biloba	0,79	298,03	34	0,22
Citrus aurantium	0,70	261,80	45	0,15
Ulmus carpinifolia 'Hollandica'	0,68	255,32	14	0,49
Olea europaea ssp. Europea	0,67	250,15	11	0,03
Cupressus sempervirens	0,61	226,99	24	0,18
Cupressus sempervirens 'Stricta'	0,58	216,58	54	0,10
Robinia pseudoacacia	0,57	214,85	21	0,16
Ulmus pumila	0,57	214,27	18	0,19
Catalpa bignonioides	0,56	211,57	10	0,15
Schinus molle	0,47	178,10	12	0,15
Melia azedarach	0,42	159,16	11	0,19
Nerium oleander	0,41	152,74	72	0,06
Casuarina stricta	0,31	116,99	4	0,10

## VI. Esguurrimiento evitado

El esguurrimiento superficial puede ser causa de preocupaci3n en muchas 1reas urbanas ya que puede contribuir a la contaminaci3n de arroyos, humedales, r3os, lagos y oc3anos. Durante los eventos de precipitaci3n, cierta cantidad se ve interceptada por la vegetaci3n (1rboles y matorrales) mientras que la otra alcanza el suelo. La cantidad de la precipitaci3n que llega al suelo y no se filtra se vuelve esguurrimiento superficial (Hirabayashi 2012). En las 1reas urbanas, la gran extensi3n de superficies impermeables aumenta la cantidad de esguurrimiento superficial.

Sin embargo, los 1rboles y matorrales urbanos son ben3ficos al reducir el esguurrimiento superficial. Los 1rboles y matorrales interceptan la precipitaci3n, mientras que sus sistemas de ra3ces promueven la infiltraci3n y el almacenamiento en el suelo. Los 1rboles y matorrales de UNIVERSIDAD DE JA3N ayudan a reducir el esguurrimiento por casi 82 metros c3bicos al a1o con un valor asociado de €160 (para m1s detalles ver el Ap3ndice I). El esguurrimiento evitado se calcula en base al estado del tiempo de la localidad de la estaci3n meteorol3gica designada por el usuario. En UNIVERSIDAD DE JA3N, la precipitaci3n anual total en 2015 fue 9,0 cent3metros.

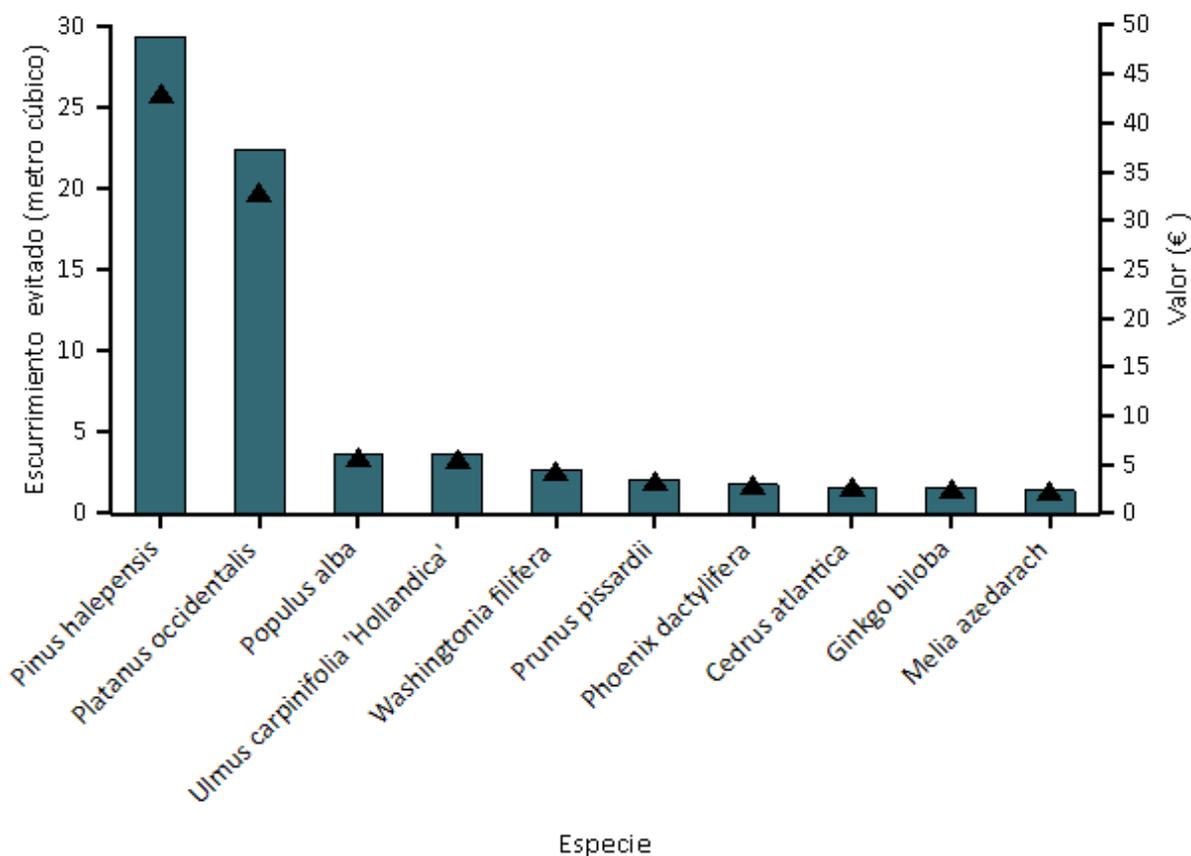


Figura 10. Esguurrimiento evitado (puntos) y valor (barras) para las especies con mayor impacto general en el esguurrimiento UNIVERSIDAD DE JA3N

## VII. Uso de la energía de árboles y edificios

Los árboles afectan el consumo de energía al dar sombra a los edificios, proporcionar un enfriamiento evaporativo y al obstruir los vientos de invierno. Los árboles tienden a reducir el consumo de energía de los edificios durante los meses de verano y pueden aumentar o disminuir el uso de la energía del edificio en los meses de invierno, según el lugar de los árboles alrededor del edificio. Los cálculos de los efectos de los árboles en el uso de la energía se basan en las mediciones de campo de la distancia y la dirección de los árboles a los edificios residenciales condicionados al espacio (McPherson y Simpson 1999).

Se calcula que los árboles en UNIVERSIDAD DE JAÉN reducen los costos relacionados con la energía de los edificios residenciales por €1.530 anualmente. Los árboles también brindan un €-154 adicional en valor al reducir la cantidad de carbono liberado por las centrales eléctricas basadas en combustibles fósiles (una reducción de -701 kilogramos de las emisiones de carbono).

Nota: los números negativos indican que no hubo una reducción en las emisiones de carbono y (o) el valor, sino que las emisiones de carbono o los valores aumentaron por la cantidad que se muestra como valor negativo.<sup>5</sup>

**Tabla 3. Ahorros anuales de energía por árboles cercanos a edificios residenciales, UNIVERSIDAD DE JAÉN**

	<i>Calefacción</i>	<i>Refrigeración</i>	<i>Total</i>
MBTU <sup>a</sup>	-79	N/A	-79
MWH <sup>b</sup>	-4	17	13
Carbono evitado (kilogramos)	-2.057	1.356	-701

<sup>a</sup>MBTU - un millón de unidades térmica británica

<sup>b</sup>MWH - megavatio-hora

**Tabla 4. Ahorros anuales <sup>a</sup>(€) en gastos de energía residencial durante las temporadas de calefacción y enfriamiento, UNIVERSIDAD DE JAÉN**

	<i>Calefacción</i>	<i>Refrigeración</i>	<i>Total</i>
MBTU <sup>b</sup>	-1.553	N/A	-1.553
MWH <sup>c</sup>	-887	3.974	3.087
Carbono evitado	-453	298	-154

<sup>b</sup>Con base en los precios de €230 por MWH y €19,635757054967 por MBTU (ver Apéndice I para más detalles)

<sup>c</sup>MBTU - un millón de unidades térmica británica

<sup>c</sup>MWH - megavatio-hora

<sup>5</sup> Los árboles modifican el clima, producen sombra y reducen la velocidad de los vientos. El aumento en el uso de la energía o los costos se deben en gran medida a estas interacciones entre los árboles y edificios creando un efecto enfriador durante la temporada de invierno. Por ejemplo, un árbol (particularmente de una especie siempre verde) localizado en el lado sur de un edificio residencial puede producir un efecto de sombra que ocasiona un aumento en las necesidades de calefacción.

## VIII. Valores estructurales y funcionales

Los bosques urbanos tienen un valor estructural basado en los mismos árboles (p. ej., el costo de tener que reemplazar un árbol con otro similar); también tienen valores funcionales (ya sea positivos o negativos) basados en las funciones que desempeñan los árboles.

El valor estructural del bosque urbano tiende a subir cuando aumenta el número y tamaño de los árboles saludables (Nowak et al 2002a). Los valores funcionales anuales también tienden a aumentar con un mayor número y tamaño de árboles saludables. A través de un manejo adecuado, los valores del bosque urbano pueden aumentarse; sin embargo, los valores y los beneficios también pueden disminuir conforme la cantidad de cobertura de árboles saludables se reduce.

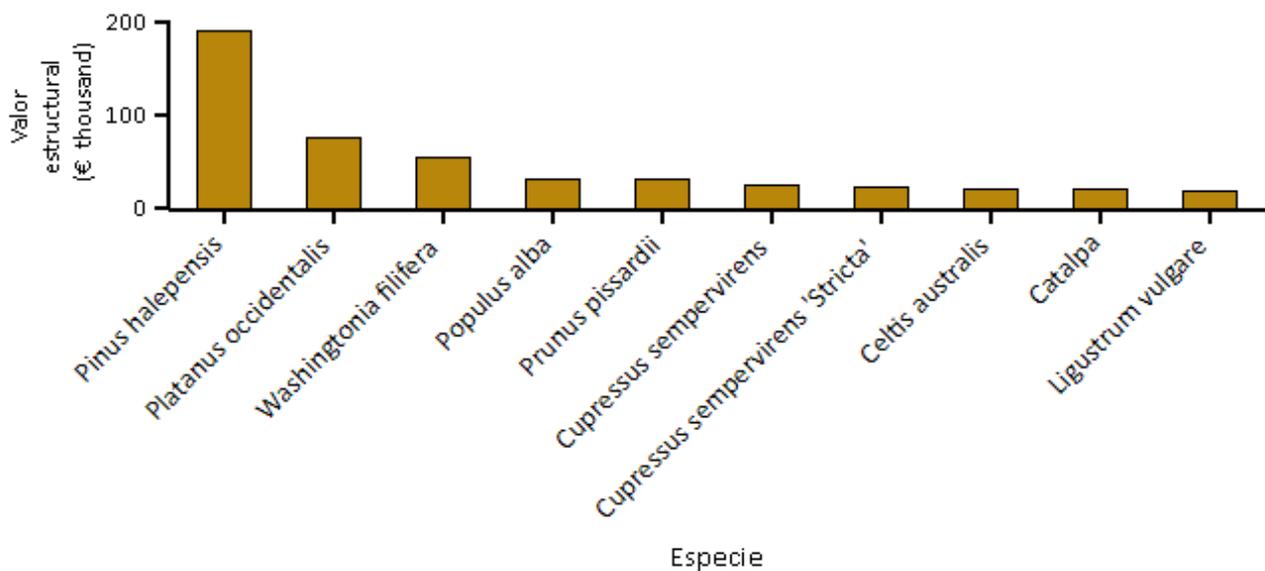
Los árboles urbanos en UNIVERSIDAD DE JAÉN tienen los siguientes valores estructurales:

- Valor estructural: €755 mil
- Almacenamiento de carbono: €21,2 mil

Los árboles urbanos en UNIVERSIDAD DE JAÉN tienen los siguientes valores funcionales anuales:

- Secuestro de carbono: €2,18 mil
- Ecurrimiento evitado: €156
- Eliminación de la contaminación: €27,5 mil
- Costos de la energía y valores de la emisión de carbono: €1,38 mil

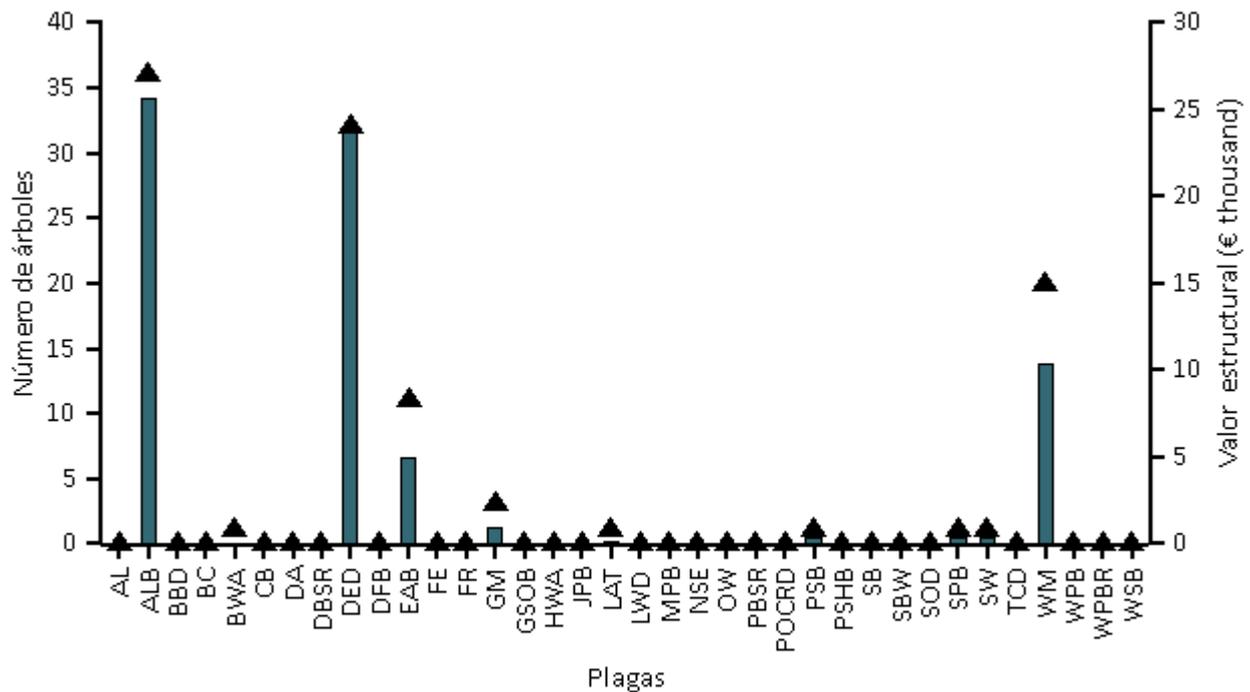
(Nota: un valor negativo indica un aumento en el costo de la energía y el valor de la emisión de carbono)



**Figura 11. Especies de árboles con el mayor valor estructural, UNIVERSIDAD DE JAÉN**

## IX. Posibles impactos de las plagas

Varios insectos y enfermedades pueden infestar los bosques urbanos, potencialmente matando a los árboles y reduciendo la salud, el valor estructural y la sustentabilidad del bosque urbano. Ya que las plagas tienden a tener diferentes hospederos, el posible daño o riesgo de cada plaga será distinto entre las ciudades. Se analizaron treinta y seis plagas para su posible impacto.



**Figura 12. Número de árboles en riesgo (puntos) y valor de compensación relacionado (barras) por posibles plagas, UNIVERSIDAD DE JAÉN**

El minador de hojas de álamo (AL) (Kruse et al 2007) es un insecto que ocasiona daño principalmente al álamo temblón cuando sus larvas se alimentan del tejido de las hojas. AL tiene el potencial de afectar 0,0 por ciento de la población (€0 en valor estructural).

El escarabajo asiático de cuerno largo (ALB) (Servicio de Inspección de la Salud de Plantas y Animales 2010) es un insecto que barrena y mata a una amplia variedad de especies de madera noble. ALB presenta una amenaza al 3,1 por ciento del UNIVERSIDAD DE JAÉN bosque urbano, lo cual representa una posible pérdida de €25,7 mil en valor estructural.

La enfermedad de la corteza de haya (BBD) (Houston y O'Brien 1983) es un complejo de enfermedades por insectos que impacta principalmente al haya. Esta enfermedad amenaza al 0,0 por ciento de la población, lo cual representa posibles pérdidas de €0 en valor estructural.

El cancro del nogal blanco (BC) (Ostry et al 1996) lo ocasiona un hongo que infecta a los árboles de nogal blanco. La enfermedad ha causado una disminución importante en las poblaciones de nogal blanco en Estados Unidos. Las posibles pérdidas de árboles por BC son del 0,0 por ciento (€0 en valor estructural).

El pulgón de bálsamo lanoso (BWA) (Ragenovich y Mitchell 2006) es un insecto que ha ocasionado daños importantes a los pinos en Norteamérica. UNIVERSIDAD DE JAÉN podría posiblemente perder por ciento de sus

árboles a esta plaga (€50,6 en valor estructural).

Los huéspedes más comunes del hongo que ocasiona cancro del castaño (CB) (Diller 1965) son el castaño americano y el europeo. CB tiene el potencial de afectar al 0,0 por ciento de la población (€0 en valor estructural).

Antracnosis del Cornejo (DA) (Mielke y Daughtrey) es una enfermedad que afecta a las especies de cornejo, en particular en floración y del Pacífico. Esta enfermedad amenaza al 0,0 por ciento de la población, lo cual representa posibles pérdidas de €0 en valor estructural.

La enfermedad de manchas negras en la raíz del abeto de Douglas (DBSR) (Hessburg et al 1995) es una variedad del hongo de mancha negra que ataca a los abetos. UNIVERSIDAD DE JAÉN podría posiblemente perder el 0,0 por ciento de sus árboles por esta plaga (€0 en valor estructural).

El olmo americano, uno de los árboles de la calle más importantes del siglo veinte, se ha visto devastado por la enfermedad holandesa del olmo (DED) (Silvicultura Estatal y Privada del Área del Noreste 1998). Desde que se reportó por primera vez en los años 30, ha eliminado a más del 50 por ciento de la población nativa de olmos en Estados Unidos. Aunque algunas especies de olmo han mostrado varios grados de resistencia, UNIVERSIDAD DE JAÉN podría perder 2,8 por ciento de sus árboles debido a esta plaga (€23,7 mil en valor estructural).

El escarabajo del abeto de Douglas (DFB) (Schmitz y Gibson 1996) es un escarabajo de corteza que infesta a los abetos de Douglas a lo largo de la parte occidental de Estados Unidos, la Columbia Británica y México. Las posibles pérdidas de los árboles debido a DFB es de 0,0 por ciento (€0 en valor estructural).

El barrenador esmeralda del fresno (EAB) (Universidad Estatal de Michigan 2010) ha eliminado miles de fresnos en partes de Estados Unidos. EAB tiene el potencial de afectar al 1,0 por ciento de la población (€4,99 mil en valor estructural).

Una plaga común de los árboles de abeto blanco, abeto gigante y abeto rojo es el escarabajo del abeto (FE) (Ferrell 1986). FE presenta una amenaza al 0,0 por ciento del UNIVERSIDAD DE JAÉN bosque urbano, lo que representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

La roya agalladora (FR) (Phelps y Czabator 1978) es una enfermedad micótica que se distribuye en el sur de Estados Unidos. Es particularmente dañina para el pino ellioti y pino taeda. FR tiene el potencial de afectar al 0,0 por ciento de la población (€0 en valor estructural).

La lagarta peluda (GM) (Silvicultura Estatal y Privada del Área del Noreste 2005) es una deshojadora que se alimenta de muchas especies ocasionando un deshoje generalizado y la muerte de los árboles si las condiciones del brote duran varios años. Esta plaga amenaza al 0,3 por ciento de la población, lo cual representa una pérdida potencial de €903 en valor estructural.

La infestación del barrenador del roble con manchas doradas (GSOB) (Sociedad de Silvicultores Americanos 2011) ha sido un problema creciente al sur de California. Las posibles pérdidas de los árboles debido al GSOB son de 0,0 por ciento (€0 en valor estructural).

Como una de las plagas más dañinas del tsuga oriental o tsuga carolina, el pulgón lanoso del tsuga (HWA) (Servicio Forestal de EEUU 2005) ha jugado un papel principal en la mortalidad del tsuga en Estados Unidos. HWA tiene el potencial de afectar al 0,0 por ciento de la población (€0 en valor estructural).

El escarabajo del pino de Jeffrey (JPB) (Smith et al 2009) es nativo de Norteamérica y se distribuye a lo largo de California, Nevada y Oregón donde su único hospedero, el pino de Jeffrey, también se encuentra. Esta plaga amenaza al 0,0 por ciento de la población, lo cual representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

El álamo temblón es el principal hospedero del deshojador, tórtrix del álamo temblón (LAT) (Ciesla y Kruse 2009). LAT presenta una amenaza al 0,1 por ciento del UNIVERSIDAD DE JAÉN bosque urbano, lo cual representa una pérdida potencial de €161 en valor estructural.

La marchitez del laurel (LWD) (Servicio Forestal de EEUU 2011) es una enfermedad micótica que se introduce a los árboles hospederos por medio del escarabajo ambrosia del laurel rojo. Esta plaga amenaza al 0,0 por ciento de la población, lo cual representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

El escarabajo descortezador del pino (MPB) (Gibson et al 2009) es un escarabajo que ataca principalmente a las especies de pino en el occidente de Estados Unidos. MPB tiene el potencial de afectar al 0,0 por ciento de la población (€0 en valor estructural).

El escarabajo descortezador de picea (NSE) (Burnside et al 2011) ha tenido un impacto importante en los bosques boreales y subboreales de Norteamérica donde la distribución de la plaga coincide con la distribución de su principal hospedero. Las pérdidas potenciales de los árboles debido al NSE son del 0,0 por ciento (€0 en valor estructural).

La marchitez del roble (OW) (Rexode y Brown 1983), ocasionada por un hongo, es una enfermedad prominente entre los robles. La OW presenta una amenaza al 0,0 por ciento del UNIVERSIDAD DE JAÉN bosque urbano, la cual representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

La enfermedad de manchas negras en la raíz del pino (PBSR) (Hessburg et al 1995) es una variedad del hongo de mancha negra que ataca a los pinos nobles, incluyendo al pino de San Pedro Mártir, pino de Jeffrey y pino ponderosa. UNIVERSIDAD DE JAÉN podría perder posiblemente el 0,0 por ciento de sus árboles a esta plaga (€0 en valor estructural).

La enfermedad de raíz del falso ciprés de Lawson (POCRD) (Liebhold 2010) es una enfermedad de la raíz ocasionada por un hongo. La POCRD amenaza al 0,0 por ciento de la población, lo cual representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

El escarabajo de los brotes de pino (PSB) (Ciesla 2001) es un barrenador que ataca a varias especies de pino, aunque el pino silvestre es su hospedero preferido en Norteamérica. El PSB tiene el potencial de afectar al 0,1 por ciento de la población (€354 en valor estructural).

El escarabajo barrenador polífago (PSHB) (Universidad de California 2014) es un escarabajo que se detectó por primera vez en California. UNIVERSIDAD DE JAÉN podría posiblemente perder el 0,0 por ciento de sus árboles debido a esta plaga (€0 en valor estructural).

El escarabajo del pino (SB) (Holsten et al 1999) es un escarabajo de corteza que ocasiona una mortalidad importante a las especies de pino en su zona de distribución. Las pérdidas potenciales de los árboles debido al SB son del 0,0 por ciento (€0 en valor estructural).

El parásito de las yemas de picea (SBW) (Kucera y Orr 1981) es un insecto que ocasiona daños graves al abeto balsámico. El SBW presenta una amenaza al 0,0 por ciento del UNIVERSIDAD DE JAÉN bosque urbano, lo cual representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

La muerte súbita del roble (SOD) (Kliejunas 2005) es una enfermedad ocasionada por un hongo. Las pérdidas potenciales de los árboles debido a SOD son del 0,0 por ciento (€0 en valor estructural).

Aunque el gorgojo descortezador del pino (SPB) (Clarke y Nowak 2009) ataca a la mayoría de las especies de pino, su hospedero preferido es el taeda, Virginia, capulín, picea, pino de hoja corta y pino de arena. Esta plaga amenaza al 0,1 por ciento de la población, lo cual representa una pérdida potencial de €354 en valor estructural.

La avispa de la madera del pino (SW) (Haugen y Hoebeke 2005) es un barrenador que ataca principalmente a las especies de pino. La SW presenta una amenaza al 0,1 por ciento del UNIVERSIDAD DE JAÉN bosque urbano, lo cual representa una pérdida potencial de €354 en valor estructural.

La enfermedad de mil canchales del Nogal (TCD) (Cranshaw y Tisserat 2009; Seybold et al 2010) es un complejo de

enfermedad e insecto que mata a varias especies de nogal, incluyendo al nogal negro. Las pérdidas potenciales de los árboles debido a TCD son del 0,0 por ciento (€0 en valor estructural).

La polilla de invierno (WM) (Childs 2011) es una plaga con una amplia distribución de especies hospederas. La WM ocasiona los niveles más altos de daño a sus hospederos cuando se encuentra en la etapa de oruga. UNIVERSIDAD DE JAÉN podría posiblemente perder el 1,7 por ciento de sus árboles por esta plaga (€10,4 mil en valor estructural).

El escarabajo occidental del pino (WPB) (DeMars y Roettgering 1982) es un escarabajo de corteza de ataque agresivo de los pinos ponderosa y Coulter. La plaga amenaza al 0,0 por ciento de la población, lo cual representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

Desde su introducción a Estados Unidos en 1900, el moho ampolla de pino blanco (oriente de EEUU) (WPBR) (Nicholls y Anderson 1977) ha tenido un efecto perjudicial en los pinos blancos, en particular en la región de los Grandes Lagos. El WPBR tiene el potencial de afectar al 0,0 por ciento de la población (€0 en valor estructural).

El parásito occidental de las yemas de picea (WSB) (Fellin y Dewey 1986) es un insecto que ocasiona el deshoje en las coníferas occidentales. La plaga amenaza al 0,0 por ciento de la población, lo cual representa una pérdida potencial de €0 en valor estructural.

## Apéndice I. Modelo y mediciones de campo de i-Tree Eco

i-Tree Eco está diseñado para usar datos de campo estandarizados y datos locales de la contaminación del aire y meteorológicos por hora para cuantificar la estructura del bosque urbano y sus numerosos efectos (Nowak y Crane 2000), incluyendo:

- Estructura del bosque urbano (p. ej., composición de las especies, salud de los árboles, área de las hojas, etc.).
- Cantidad de contaminación del aire que el bosque urbano elimina por hora y su mejoramiento de la calidad del aire asociado a lo largo del año.
- Carbono total almacenado y carbono neto secuestrado anualmente por el bosque urbano.
- Efectos de los árboles en el uso de la energía de los edificios y efectos consiguientes en las emisiones de dióxido de carbono de las fuentes eléctricas.
- Valor estructural del bosque, así como el valor para la eliminación de la contaminación del aire y almacenamiento y secuestro de carbono.
- Posible impacto de infestaciones de plagas, como el escarabajo asiático de cuerno largo, el barrenador esmeralda del fresno, la lagarta peluda y la enfermedad holandesa del olmo.

Típicamente, todos los datos de campo se recopilan durante la temporada de hojas para evaluar correctamente el dosel de los árboles. La recopilación típica de datos (la recopilación de datos actual puede variar según el usuario) incluye uso de la tierra, cubierta del suelo y de los árboles, características individuales de los árboles de las especies, diámetro del tallo, altura, ancho de la copa, copa faltante y muerte regresiva, y la distancia y dirección a edificios residenciales (Nowak et al 2005; Nowak et al 2008).

Durante la recopilación de datos, los árboles se identifican a la clasificación taxonómica más específica posible. Los árboles que no se clasifican a nivel de la especie pueden clasificarse por género (p. ej., fresno) o grupo de especie (p. ej., madera noble). En este reporte, la especie, género o grupo de especie de los árboles se denomina de manera colectiva como especie del árbol.

### Características de los árboles:

Se evaluó el área de las hojas de los árboles usando las mediciones de las dimensiones de la copa y el porcentaje de copa faltante. En caso de que dichas variables no se hayan recopilado, el modelo las calcula.

No existe disponible un análisis de especies invasivas para estudios fuera de Estados Unidos. Para EEUU, las especies invasivas se identifican usando una lista de especies invasivas para el estado en el que se ubica el bosque urbano. Las listas no son exhaustivas y cubren especies invasivas con varios grados de invasión y distribución. En casos donde un estado no tuvo una lista de especies invasivas, se crea una lista con base en las listas de los estados adyacentes. Las especies de árboles que se identifican como invasivas por la lista estatal de especies invasivas se comparan con los datos de distribución de las nativas. Esto ayuda a eliminar a las especies que están en la lista estatal de especies invasivas, pero que son nativas del área de estudio.

### Eliminación de la contaminación del aire:

La eliminación de la contaminación se calcula para ozono, dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y material particulado menor a 2.5 micrones. El material particulado menor a 10 micrones (PM10) es otro contaminante importante del aire. Dado que i-Tree Eco analiza material particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5) el cual es una subserie de PM10, PM10 no se incluye en este análisis. PM2.5 por lo general es más relevante en las discusiones sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud humana.

Los cálculos de la eliminación de la contaminación del aire se derivan de los cálculos de la resistencia del dosel de los árboles al ozono, sulfuro y dióxido de nitrógeno por hora con base en un híbrido de los modelos de deposición de doseles de hojas grandes y de multicapas (Baldocchi 1988; Baldocchi et al 1987). Ya que la eliminación de monóxido de carbono y material particulado por la vegetación no está directamente relacionada con la

transpiración, los índices de eliminación (velocidades de deposición) para dichos contaminantes se basan en los valores promedio medidos de la literatura (Bidwell y Fraser 1972; Lovett 1994) que se modificaron según la fenología y área de las hojas. La eliminación del particulado incorporó un índice de suspensión del 50 por ciento de partículas de regreso a la atmósfera (Zinke 1967). Las últimas actualizaciones (2011) al modelaje de la calidad del aire se basan en mejores simulaciones del índice del área de las hojas, procesamiento e interpolación del estado del tiempo y la contaminación, y valores monetarios actualizados de los contaminantes (Hirabayashi et al 2011; Hirabayashi et al 2012; Hirabayashi 2011).

Los árboles eliminan PM2.5 cuando el material particulado se deposita en la superficie de las hojas (Nowak et al 2013). Dicho PM2.5 depositado puede volverse a suspender en la atmósfera o eliminarse durante la lluvia y disolverse o transferirse al suelo. La combinación de eventos puede conducir a una eliminación y valor de la contaminación positiva o negativa dependiendo de varios factores atmosféricos. Por lo general, la eliminación de PM2.5 es positiva con beneficios positivos. Sin embargo, existen casos donde la eliminación neta es negativa o las partículas vuelven a suspender conducen a mayores concentraciones de contaminación y valores negativos. Durante algunos meses (p. ej., sin lluvia), los árboles vuelven a suspender más partículas de las que eliminan. La resuspensión puede conducir a un aumento general de las concentraciones de PM2.5 si las condiciones de la capa límite son menores durante los períodos de resuspensión neta que durante los períodos de eliminación neta. Debido a que los valores de eliminación de la contaminación se basan en el cambio en la concentración de la contaminación, es posible contar con situaciones donde los árboles eliminan PM2.5 pero aumentan las concentraciones y por ello tienen valores negativos durante períodos positivos de eliminación general. Dichos eventos no son comunes, pero pueden suceder.

Para reportes en Estados Unidos, el valor predeterminado de la eliminación de la contaminación del aire se calcula con base en la incidencia local de los efectos adversos a la salud y en los costos nacionales de externalidades promedio. El número de efectos adversos a la salud y el valor económico asociado se calcula para ozono, dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno y material particulado menor a 2.5 micras usando datos del Programa de Asignaciones y Análisis de Beneficios Ambientales (BenMAP) de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (Nowak et al 2014). El modelo usa un enfoque en función del daño que se basa en los cambios locales de la concentración de la contaminación y la población. Los costos nacionales de externalidades promedio se usan para calcular el valor de la eliminación del monóxido de carbono (Murray et al 1994).

Para reportes internacionales, se usaron valores locales de la contaminación definidos por el usuario. Para reportes internacionales que no cuentan con valores locales, los cálculos se basan en los valores europeos de externalidades promedio (van Essen et al 2011) o en las ecuaciones de regresión BenMAP (Nowak et al 2014) que incorporan cálculos de población definidos por el usuario. Luego los valores se convierten al tipo de cambio local con tasas definidas por el usuario.

Para este análisis, el valor de la eliminación de la contaminación se calcula con base en los precios de €1.095 por tonelada métrica (monóxido de carbono), €163.363 por tonelada métrica (ozono), €24.404 por tonelada métrica (dióxido de nitrógeno), €8.892 por tonelada métrica (dióxido de sulfuro), €5.670.079 por tonelada métrica (material particulado menor a 2.5 micrones).

#### Almacenamiento y secuestro de carbono:

El almacenamiento de carbono es la cantidad de carbono capturada en las partes de la vegetación leñosa sobre el suelo y bajo el mismo. Para calcular el almacenamiento actual de carbono, se calcula la biomasa de cada árbol usando ecuaciones de la literatura y los datos de los árboles medidos. Los árboles maduros con mantenimiento tienden a tener menos biomasa de la predicha por las ecuaciones de biomasa derivadas del bosque (Nowak 1994). Para ajustar la diferencia, los resultados de la biomasa para árboles urbanos maduros se multiplicaron por 1.8. No se hizo ninguna modificación para árboles en condiciones naturales. La biomasa del peso seco de los árboles se convirtió a carbono almacenado multiplicándola por 0.5.

El secuestro de carbono es la eliminación del dióxido de carbono del aire por las plantas. Para calcular la cantidad bruta de carbono secuestrado anualmente, se añadió el crecimiento promedio del diámetro del género correspondiente y la clase de diámetro y condición del árbol al diámetro existente del mismo (año x) para calcular

el diámetro del árbol y el almacenamiento de carbono en el año  $x+1$ .

Los valores de almacenamiento y secuestro de carbono se basan en los valores de carbono locales calculados o personalizados. Para los reportes internacionales que no cuentan con valores locales, los cálculos se basan en el valor del carbono para Estados Unidos (Agencia de Protección Ambiental de EEUU 2015, Grupo de Trabajo Interagencial del Costo Social del Carbono 2015) y se convierten al tipo de cambio local con tasas definidas por el usuario.

Para este análisis, los valores de almacenamiento y secuestro de carbono se calculan con base en €220 por tonelada métrica.

#### Producción de oxígeno:

La cantidad de oxígeno producido se calcula a partir del secuestro de carbono con base en los pesos atómicos: liberación neta de O<sub>2</sub> (kg/año) = secuestro neto de C (kg/año)  $\times$  32/12. Para calcular el índice de secuestro neto de carbono, la cantidad de carbono secuestrado como resultado del crecimiento del árbol se reduce por la cantidad perdida que resulta de la mortalidad del árbol. Por lo tanto, el secuestro neto de carbono y la producción anual neta de oxígeno del bosque urbano consideran la descomposición (Nowak et al 2007). Para proyectos de inventario completo, la producción de oxígeno se calcula a partir del secuestro bruto de carbono y no considera la descomposición.

#### Escurrimiento evitado:

El escurrimiento superficial evitado anual se calcula con base en las precipitaciones interceptadas por la vegetación, en particular la diferencia entre el escurrimiento anual con y sin vegetación. Aunque las hojas de los árboles, las ramas y la corteza pueden interceptar la lluvia y mitigar así el escurrimiento evitado, sólo se toman en cuenta las precipitaciones interceptadas por las hojas.

El valor del escurrimiento evitado se basa en los valores locales calculados o los definidos por el usuario. Para reportes internacionales que no cuentan con valores locales, se utiliza el valor promedio nacional para Estados Unidos y se convierte al tipo de cambio local con tasas definidas por el usuario. El valor de EEUU para el escurrimiento evitado se basa en las Series del Manual de Árboles Comunitarios del Servicio Forestal de EEUU (McPherson et al 1999; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2006a; 2006b; 2006c; 2007; 2010; Peper et al 2009; 2010; Vargas et al 2007a; 2007b; 2008).

Para este análisis, el valor del escurrimiento evitado se calcula con base en el precio de €1,90 por m<sup>3</sup>.

#### Uso de energía de edificios:

Si se recopilaron los datos de campo correspondientes, los efectos estacionales de los árboles en el uso de la energía de edificios residenciales se calcularon con base en los procedimientos descritos en la literatura (McPherson y Simpson 1999) usando la distancia y dirección de los árboles a partir de las estructuras residenciales, la altura de los árboles y los datos de las condiciones de los mismos. Para calcular el valor monetario de los ahorros de energía, se usaron los precios locales o personalizados por MWH o MBTU.

Para este análisis, el valor del ahorro de energía se calcula con base en los precios de €230,00 por MWH y €19,64 por MBTU.

#### Valores estructurales:

El valor estructural es el valor de un árbol con base en el mismo recurso físico (p. ej., el costo de tener que reemplazar un árbol con otro similar). Los valores estructurales se basan en los procedimientos de valoración del Consejo de Tasadores de Árboles y el Paisaje, que usa la información de especie, diámetro, condición y lugar del árbol (Nowak et al 2002a; 2002b). El valor estructural puede no incluirse en proyectos internacionales si no se cuentan con datos locales suficientes para concluir los procedimientos de valoración.

### Posibles impactos de las plagas:

El análisis completo de posible riesgo de plagas no está disponible para estudios fuera de Estados Unidos. Se reporta el número analizado de árboles en riesgo a las plagas, aunque la lista de plagas se basa en insectos y enfermedades conocidas en Estados Unidos.

Para EEUU, el posible riesgo de plaga se basa en mapas de distribución de plagas y en las especies conocidas hospederas de plagas que posiblemente experimenten mortalidad. Se usaron los mapas de distribución de plagas de 2012 del Equipo de la Empresa de Tecnología de Salud Forestal (FHTET) (Equipo de la Empresa de Tecnología de Salud Forestal 2014) para determinar la proximidad de cada plaga al condado en donde se ubica el bosque urbano. Para el condado, se estableció si el insecto/enfermedad se encuentra en el condado, a 400 kilómetros de la orilla del condado, o una distancia entre 400 y 1210 kilómetros, o una distancia mayor de 1210 kilómetros. FHTET no cuenta con mapas de distribución para la enfermedad holandesa del olmo o chancro del castaño. La distribución de estas plagas se basa en la presencia conocida y en la distribución del hospedero, respectivamente (Centro Occidental de Evaluación de Amenazas Ambientales Forestales; Worrall 2007).

### Efectos de los árboles relacionados:

El valor relativo de los beneficios de los árboles reportado en el Apéndice II se calcula para mostrar a lo que el almacenamiento y secuestro de carbono y la eliminación de la contaminación del aire equivalen en cantidades de emisiones de carbono municipal, emisiones de automóviles de pasajeros y emisiones de viviendas.

Las emisiones de carbono municipal se basan en las emisiones de carbono per cápita de EEUU 2010 (Centro de Análisis de la Información de Dióxido de Carbono 2010). Las emisiones per cápita se multiplicaron por la población de la ciudad para calcular las emisiones totales de carbono de la ciudad.

Los índices de emisión de vehículos ligeros (g/mi) para CO, NO<sub>x</sub>, COV, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> para 2010 (Buró de Estadística del Transporte 2010; Heirigs et al 2004), PM<sub>2.5</sub> para 2011-2015 (Junta de Recursos del Aire de California 2013) y CO<sub>2</sub> para 2011 (Agencia de Protección Ambiental de EEUU 2010) se multiplicaron por las millas promedio conducidas por vehículo en 2011 (Administración Federal de Caminos 2013) para determinar las emisiones promedio por vehículo.

Las emisiones de las viviendas se basan en la electricidad promedio kWh utilizada, gas natural Btu utilizado, gasolina Btu utilizada, keroseno Btu utilizado, LPG Btu utilizado, y madera Btu utilizada por vivienda en 2009 (Administración de Información de Energía 2013; Administración de Información de Energía 2014)

- Las emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> de las plantas eléctricas por kWh son de Leonardo Academy 2011. La emisión de CO por kWh asume que 1/3 del uno por ciento de emisiones de C es CO con base en la Administración de Información de Energía 1994. La emisión de PM<sub>10</sub> por kWh de Layton 2004.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y CO por Btu para gas natural, propano y butano (promedio usado para representar LPG), Combustible #4 y #6 (promedio usado para representar gasolina y keroseno) de Leonardo Academy 2011.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> por Btu de madera de la Administración de Información de Energía 2014.
- Las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y Sox por Btu con base en el total de emisiones y quema de madera (toneladas) de (Ministerio de la Columbia Británica 2005; Comisión de Silvicultura de Georgia 2009).

## Apéndice II. Efectos de los árboles relacionados

El bosque urbano en UNIVERSIDAD DE JAÉN brinda beneficios que incluyen el almacenamiento y secuestro de carbono y la eliminación de la contaminación del aire. Para calcular el valor relativo de dichos beneficios, se compararon los beneficios de los árboles con los cálculos de las emisiones promedio de carbono municipales, las emisiones promedio de los automóviles de pasajeros y las emisiones promedio de las viviendas. Ver Apéndice I para las metodologías.

### El almacenamiento de carbono equivale a:

- Cantidad de carbono emitido en UNIVERSIDAD DE JAÉN en 0 días
- Emisiones anuales de carbono (C) de 75 automóviles
- Emisiones anuales de C de 31 viviendas unifamiliares

### La eliminación de monóxido de carbono equivale a:

- Emisiones anuales de monóxido de carbono de 0 automóviles
- Emisiones anuales de monóxido de carbono de 0 viviendas unifamiliares

### La eliminación de dióxido de nitrógeno equivale a:

- Emisiones anuales de dióxido de nitrógeno de 4 automóviles
- Emisiones anuales de dióxido de nitrógeno de 2 viviendas unifamiliares

### La eliminación de dióxido de sulfuro equivale a:

- Emisiones anuales de dióxido de sulfuro de 96 automóviles
- Emisiones anuales de dióxido de carbono de 0 viviendas unifamiliares

### El secuestro anual de carbono equivale a:

- Cantidad de carbono emitida en UNIVERSIDAD DE JAÉN en 0,0 días
- Emisiones anuales de C de 0 automóviles
- Emisiones anuales de C de 0 viviendas unifamiliares

## Apéndice III. Comparación de bosques urbanos

Una pregunta común es, “¿cómo se compara esta ciudad con otras?” Aunque la comparación entre ciudades debe hacerse con precaución ya que hay muchas características de una ciudad que afectan a la estructura y las funciones del bosque urbano, se proporcionan los datos resumidos de otras ciudades analizadas con el modelo i-Tree Eco.

### I. Totales de ciudad para árboles

Ciudad	% de cobertura de los árboles	Número de árboles	Almacenamiento de carbono (toneladas)	Secuestro de carbono (toneladas/año)	Eliminación de la contaminación (toneladas/año)
Toronto, ON, Canada	26,6	10.220.000	1.108.000	46.700	1.905
Atlanta, GA	36,7	9.415.000	1.220.000	42.100	1.509
Los Angeles, CA	11,1	5.993.000	1.151.000	69.800	1.792
New York, NY	20,9	5.212.000	1.225.000	38.400	1.521
London, ON, Canada	24,7	4.376.000	360.000	12.500	370
Chicago, IL	17,2	3.585.000	649.000	22.800	806
Baltimore, MD	21,0	2.479.000	517.000	16.700	390
Philadelphia, PA	15,7	2.113.000	481.000	14.600	522
Washington, DC	28,6	1.928.000	477.000	14.700	379
Oakville, ON , Canada	29,1	1.908.000	133.000	6.000	172
Boston, MA	22,3	1.183.000	290.000	9.500	257
Syracuse, NY	26,9	1.088.000	166.000	5.300	99
Woodbridge, NJ	29,5	986.000	145.000	5.000	191
Minneapolis, MN	26,4	979.000	227.000	8.100	277
San Francisco, CA	11,9	668.000	176.000	4.600	128
Morgantown, WV	35,5	658.000	84.000	2.600	65
Moorestown, NJ	28,0	583.000	106.000	3.400	107
Hartford, CT	25,9	568.000	130.000	3.900	52
Jersey City, NJ	11,5	136.000	19.000	800	37
Casper, WY	8,9	123.000	34.000	1.100	34
Freehold, NJ	34,4	48.000	18.000	500	20

### II. Totales por hectárea de área de terreno

Ciudad	Número de árboles/ha	Almacenamiento de carbono (toneladas/ha)	Secuestro de carbono (toneladas/ha/año)	Eliminación de la contaminación (kg/ha/año)
Toronto, ON, Canada	160,4	17,4	0,73	29,9
Atlanta, GA	275,8	35,7	1,23	44,2
Los Angeles, CA	48,4	9,4	0,36	14,7
New York, NY	65,2	15,3	0,48	19,0
London, ON, Canada	185,5	15,3	0,53	15,7
Chicago, IL	59,9	10,9	0,38	13,5
Baltimore, MD	118,5	25,0	0,80	18,6
Philadelphia, PA	61,9	14,1	0,43	15,3
Washington, DC	121,1	29,8	0,92	23,8
Oakville, ON , Canada	192,9	13,4	0,61	12,4
Boston, MA	82,9	20,3	0,67	18,0
Syracuse, NY	167,4	23,1	0,77	15,2
Woodbridge, NJ	164,4	24,2	0,84	31,9
Minneapolis, MN	64,8	15,0	0,53	18,3
San Francisco, CA	55,7	14,7	0,39	10,7
Morgantown, WV	294,5	37,7	1,17	29,2
Moorestown, NJ	153,4	27,9	0,90	28,1
Hartford, CT	124,6	28,5	0,86	11,5
Jersey City, NJ	35,5	5,0	0,21	9,6
Casper, WY	22,5	6,2	0,20	6,2
Freehold, NJ	94,6	35,9	0,98	39,6

## Apéndice IV. Recomendaciones generales para el mejoramiento de la calidad del aire

La vegetación urbana puede afectar de manera directa e indirecta a la calidad del aire local y regional al alterar el ambiente de la atmósfera urbana. Cuatro formas principales en las que los árboles urbanos afectan la calidad del aire son (Nowak 1995):

- Reducción de la temperatura y otros efectos del microclima
- Eliminación de los contaminantes del aire
- Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) y emisiones del mantenimiento de los árboles
- Efectos de la energía en los edificios

Los efectos acumulativos e interactivos de los árboles en el clima, la eliminación de la contaminación y las emisiones de COV y de las plantas eléctricas determinan el impacto de los árboles en la contaminación del aire. Los estudios acumulativos de los impactos de los árboles urbanos en el ozono han revelado que el aumento en la cobertura del dosel urbano, en particular con especies de baja emisión de COV, conduce a la reducción en las concentraciones de ozono en las ciudades (Nowak 2000). Las decisiones de manejo urbano de la localidad pueden ayudar a mejorar la calidad del aire.

Las estrategias de manejo del bosque urbano para ayudar a mejorar la calidad del aire incluyen (Nowak 2000):

<i>Estrategia</i>	<i>Resultado</i>
Aumenta el número de árboles saludables	Aumenta la eliminación de la contaminación
Mantener la cobertura de los árboles actual	Mantiene los niveles de eliminación de la contaminación
Maximiza el uso de árboles de baja emisión de COV	Reduce la formación de ozono y monóxido de carbono
Mantener árboles grandes, saludables	Los árboles más grandes tienen mayores efectos por árbol
Usar árboles duraderos	Reducir las emisiones de contaminantes a largo plazo de la siembra y la eliminación
Usar árboles de bajo mantenimiento	Reducir las emisiones de contaminantes de las actividades de mantenimiento
Reducir el uso de combustibles fósiles en el mantenimiento de la vegetación	Reducir las emisiones de los contaminantes
Sembrar árboles en lugares que conservan energía	Reducir las emisiones de contaminantes de centrales eléctricas
Sembrar árboles para darle sombra a autos estacionados	Reduce las emisiones vehiculares de COV
Suministrar mucha agua a la vegetación	Mejora la eliminación de la contaminación y la reducción de la temperatura
Sembrar árboles en áreas contaminadas o muy pobladas	Maximiza los beneficios de la calidad del aire de los árboles
Evita especies sensibles a la contaminación	Mejora la salud del árbol
Utilizar árboles siempre verdes para material particulado	Eliminación de partículas durante todo el año

## Apéndice V. Especies invasivas del bosque urbano

La [Ley 42/2007](#), de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, define una EEI como *“aquella que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética”*.

Esta misma ley creó, en su artículo 64, el **Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras**, en el que se han de incluir todas aquellas especies y subespecies exóticas invasoras que constituyan, de hecho, o puedan llegar a constituir una amenaza grave para las especies autóctonas, los hábitats o los ecosistemas, la agronomía, o para los recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural.

Con la aprobación del [Real Decreto 630/2013](#), de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras se definieron los taxones integrantes de dicho Catálogo. Los catálogos son instrumentos dinámicos, susceptibles de cambio y actualización al mejor conocimiento disponible. El Real Decreto 630/2013 establece en su artículo 5 los procedimientos para la inclusión o exclusión de taxones, cuya aprobación final requiere orden ministerial publicada en el Boletín Oficial del Estado.

Asimismo, la [Sentencia del Tribunal Supremo 637/2016](#) ha supuesto la inclusión en el Catálogo de diferentes taxones que previamente habían sido eliminados del mismo. Por su parte, la [Ley 7/2018](#), de 20 de julio, de modificación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, ha venido a modificar diversas cuestiones referidas a la regulación de las especies exóticas invasoras en cuanto a su caza y pesca, dotando además a la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad de atribuciones para, en casos excepcionales, suspender el procedimiento de inclusión de nuevas especies en el Catálogo o promover la descatalogación.

El Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras es una herramienta dinámica susceptible de modificación permanente. El artículo 5 del Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, determina el procedimiento de inclusión o exclusión de especies en este catálogo. Básicamente, se requiere una solicitud justificada (según modelo de argumentación científica que se incluye al final de la página), una memoria técnica con un análisis de riesgo, dictamen del [Comité Científico](#) (disposición adicional décima del Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto) y, tras informe del [Comité de Flora y Fauna Silvestres](#), será la [Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad](#) quien debe decidir si se modifica o no el catálogo.

La primera modificación del Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras ha tenido lugar a través del [Real Decreto 216/2019](#), de 29 de marzo, por el que se aprueba la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la región ultraperiférica de las islas Canarias y por el que se modifica el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.

En dicha norma se ha modificado el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto mediante su disposición final primera. De este modo, se han incluido cuatro nuevas especies de fauna y se ha ampliado el ámbito de aplicación de dos taxones vegetales a Canarias.

Por otra parte, en relación a animales de compañía, animales de compañía exóticos o domésticos y animales silvestres en parques zoológicos, se ha modificado la disposición transitoria cuarta del Real Decreto 630/2013 para ampliar, a dos años, el plazo en el que se deberá informar sobre la posesión de ejemplares de especies incluidas en el catálogo a las autoridades competentes. El nuevo plazo -hasta el 1 de enero de 2022- posibilitará a los poseedores de ejemplares catalogados adquiridos con anterioridad a su incorporación en el catálogo (es decir, antes del 2 de agosto de 2013 o del 29 de marzo de 2019, según la especie) para que puedan declarar su posesión a las comunidades autónomas competentes, en caso de que deseen conservarlos.

**¿Qué hacer si se detecta una nueva especie exótica invasora, en especial si está incluida en el Catálogo español de especies exóticas invasoras?** es muy importante que se ponga en conocimiento de la autoridad ambiental de la Comunidad autónoma correspondiente. También puede notificarse al Ministerio para la Transición Ecológica (Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural, [buzon-sgb@mapama.es](mailto:buzon-sgb@mapama.es) ) que lo transmitirá, a través de su Red de Alerta (artículo 14 del Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto), a las diferentes comunidades autónomas.

Flora		
<i>Acacia dealbata</i> Link.	Excepto Canarias y Baleares	Mimosa, acacia, acacia francesa
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Canarias	Acacia, aroma, carambuco, mimosa
<i>Acacia salicina</i> Lindl.	Canarias	Acacia de hoja de sauce
<i>Agave americana</i> L.		Pitera común
<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) King & H. Rob.	Canarias	Matoespuma
<i>Ageratina riparia</i> (Regel) R.M.King & H.Rob.,	Canarias	Matoespuma fino
<i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle		Ailanto, árbol del cielo, zumaque falso
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.,		Lagunilla, hierba del lagarto, huiro verde
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.		Ambrosia
<i>Araujia sericifera</i> Brot.		Planta cruel, miraguano
<i>Arbutus unedo</i> L.	Canarias	Madroño
<i>Arundo donax</i> L.	Canarias	Caña, cañavera, bardiza, caña silvestre
<i>Asparagus asparagoides</i> (L.) Druce		Esparraguera africana
<i>Atriplex semilunaris</i> Aellen.	Canarias	Amuelle
<i>Azolla</i> spp.		Azolla
<i>Baccharis halimifolia</i> L.		Bácaris, chilca, chilca de hoja de orzaga, carqueja
<i>Buddleja davidii</i> Franchet		Budleya, baileya, arbusto de las mariposas
<i>Cabomba caroliniana</i> Gray		Ortiga acuática
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Canarias	Algodón de seda
<i>Carpobrotus acinaciformis</i> (L.) L. Bolus	Excepto Canarias	Hierba del cuchillo, uña de gato, uña de león
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E. Br.		Hierba del cuchillo, uña de gato, uña de león
<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC.	Canarias	Hierba de San Jorge
<i>Cortaderia</i> spp.		Hierba de la pampa, carrizo de la pampa
<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Baleares	Cotula

<i>Crassula helmsii</i> (Kirk) Cockayne		
<i>Cylindropuntia</i> spp.		Cylindropuntia
<i>Cyrtomium falcatum</i> (L. f.) C. Presl	Canarias	Helecho acebo
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	Canarias	Retama negra
<i>Egeria densa</i> Planch.		Elodea densa
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms		Jacinto de agua, camalote
<i>Elodea canadensis</i> Michx.		Broza del Canadá, peste de agua
<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H. St. John		Broza del Canadá, peste de agua
<i>Eschscholzia californica</i> Champ	Canarias	Amapola de California, dedal de oro
<i>Fallopia baldschuanica</i> (Regel) Holub		Viña del Tíbet
<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) (=Reynoutria japonica Houtt.)		Hierba nudosa japonesa
<i>Furcraea foetida</i> (L.) Haw.	Canarias	Pitera abierta
<i>Hedychium gardnerianum</i> Shepard ex Ker Gawl.		Jengibre blanco
<i>Helianthus tuberosus</i> L.		Pataca o tupinambo
<i>Heracleum mantegazzianum</i> Somm. & Lev.		Perejil gigante
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.		Redondita de agua
<i>Ipomoea indica</i> (Burn)	Canarias y Baleares	Campanilla morada, batatilla de Indias
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De wit	Canarias	Aromo blanco
<i>Ludwigia</i> spp. (Excepto <i>L. palustris</i> (L.) Elliott)		Duraznillo de agua
<i>Maireana brevifolia</i> (R.Br.) P.G. Wilson	Canarias	Mato azul
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc		
<i>Nassella neesiana</i> (Trin. & Rupr.) Barkworth	Canarias	Flechilla
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Canarias	Tabaco moruno, aciculito, calenturero, gandul, bobo, venenero
<i>Nymphaea mexicana</i> Zucc.		Lirio Amarillo
<i>Opuntia dillenii</i> (Ker-Gawler) Haw.		Tunera india

<i>Opuntia maxima</i> Miller.		Tunera común
<i>Opuntia stricta</i> (Haw.)	Excepto Canarias	Chumbera
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.		Agrio, agrios, vinagrera, vinagreras
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Canarias y Baleares	Quicuyo
<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.	Canarias	Pasto de elefante
<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk.) Chiov.		Plumero, rabogato, pasto de elefante
<i>Pennisetum villosum</i> R. Br. ex Fresen	Baleares	Rabogato albino
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Canarias	Palmera datilera
<i>Pistia stratiotes</i> L. Royle		Lechuga de agua
<i>Ricinus communis</i> L.	Canarias	Tartaguero
<i>Salvinia</i> spp.		Salvinia
<i>Senecio inaequidens</i> DC.		Senecio del Cabo
<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.		Borraza
<i>Spartina densiflora</i> Brongn.		Espartillo
<i>Spartina patens</i> (Ait.) Muhl		
<i>Spartium junceum</i> L.	Canarias	Retama de olor
<i>Tradescantia fluminensis</i> Velloso		Amor de hombre, oreja de gato
<i>Ulex europaeus</i> L.	Canarias	Tojo

## Apéndice VI. Posible riesgo de plagas

Los datos de distribución de las plagas sólo están disponibles para Estados Unidos. Este análisis no puede llevarse a cabo para estudios internacionales debido a la falta de datos necesarios.

No obstante, para España, existe un estudio de Josep M. Riba-Flinch (Doctor biólogo-entomólogo, asesor en fitopatología ) que dice que:

En los espacios verdes urbanos, e incluso en aquellos espacios considerados como periurbanos y forestales, que presentan un uso social significativo, la presencia de determinadas patologías sobre la vegetación ornamental debe evitarse, bien en la medida de lo posible o a toda costa. Algunas plagas de insectos pueden causar graves daños sanitarios, como las situaciones de alergia y urticaria que pueden desarrollar la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*), la procesionaria del roble (*Thaumetopoea processionea*) y la oruga de zurrón o cola parda (*Euproctis chrysorrhoea*). En otras ocasiones, son las situaciones de extrema alarma social por la insectofobia que generan sus abundantes colonias y el aspecto de las orugas, como es el caso de la lagarta peluda (*Lymantria dispar*) y la galeruca del olmo (*Xanthogalerucella luteola*). A veces, la presencia de colonias de insectos de una manera abundante generan molestias, como pueden ser las picadas que provocan los adultos y ninfas del tigre del plátano (*Corythuca ciliata*), la presencia de melaza generada por los ataques de la psila de los Cercis (*Cacopsylla pulchella*) y la reducción parcial o total de la floración en el arbolado, como el pulgón de las Jacaranda (*Aphididae*), son otros ejemplos.

En determinados ámbitos, como bien pueden ser centros educativos, centros hospitalarios, centros comerciales, centros sociales, centros recreativos, campings, plazas y calles emblemáticas, y otros espacios con vegetación ornamental que tengan un uso social determinado, deben protegerse de manera muy eficaz. La técnica de control utilizada para contrarrestar los daños originados por las plagas debe aplicarse de manera preventiva, mucho antes de que aparezcan daños significativos. La efectividad en el control de la plaga debe asegurarse, incluso en aquellos ámbitos de acceso reducido, como pueden ser patios interiores, arbolado de gran altura y edificaciones muy próximas, como en ámbitos especiales, por ejemplo en colegios y centros hospitalarios. En todas estas situaciones, la técnica de la endoterapia, y siempre realizada por técnicos profesionales, está dando muy buenos resultados.

### ¿Porqué Aparecen las Patologías en los Espacios Verdes?

Muy a menudo, las patologías que sufren la vegetación ornamental, e incluso la forestal, no se deben a la casuística y a la mala suerte. En un elevado porcentaje, la adopción de una gestión inadecuada y la práctica de actividades incorrectas, bien desde un principio, como a lo largo del tiempo, son la causa y el inicio del problema. Entonces, tanto la vegetación arbolada, como la arbustiva, las palmeras, los céspedes y la planta de flor sufren las denominadas patologías de origen abiótico y se abren las puertas a los ataques de enfermedades y plagas, que en el peor de los casos acaban con la muerte del ejemplar.

Hay que tener en cuenta la existencia de 3 tipos de factores que posibilitan y condicionan la presencia y la actuación de los diferentes agentes nocivos:

#### Factores de Predisposición

Se consideran aquí todos aquellos factores que no tienen en cuenta las necesidades de la planta para que se encuentre en equilibrio con el entorno. En la gran mayoría de las ocasiones, la vegetación debe vivir (o mejor decir, malvivir o hacer supervivencia) con un ambiente antrópico no demasiado propicio y adecuado para la misma, totalmente sometida y condicionada por las características del ambiente, la arquitectura, el diseño, la gestión y el uso social de la zona en la que se ubica. Es decir, la planta se encuentra con un ambiente urbano "demasiado a menudo demasiado estresante".

Entre los principales factores de predisposición encontramos la utilización de las plantas exóticas frente a las autóctonas, las variables climáticas no adecuadas, la pavimentación y los alcorques, los ambientes contaminantes, los riegos y abonados incorrectos, etc.

#### Factores Desencadenantes

Estos factores favorecen directamente la acción de los agentes patógenos o nocivos (bióticos y abióticos) sobre las plantas. Aquí tenemos los daños hechos por podas, heridas, vandalismos, plantaciones, daños al cuello y raíces de la planta, cambios drásticos al entorno del sistema radicular, utilización de vegetales susceptibles a determinadas patologías graves, etc.

## Factores Ejecutores

Se trata de los agentes patógenos o nocivos propiamente dichos, los cuales son los responsables directos del daño que se observa sobre la planta: animales nocivos (plagas de insectos y ácaros), enfermedades (hongos, bacterias, virus-viroides, fitoplasmas), agentes abióticos (climatología adversa) y acción antrópica ("nosotros mismos"). Muy a menudo son consecuencia y agravan los daños ocasionados por los 2 factores anteriores (de predisposición y desencadenantes).

## Agentes Bióticos

Dentro de los agentes bióticos diferenciamos:

- plagas (provocan una infestación): insectos (coleópteros, lepidópteros, dípteros, himenópteros, homópteros, heterópteros, etc.), ácaros, nematodos.
- enfermedades (provocan una infección): hongos, bacterias, virus-viroides, fitoplasmas.

Entre las principales plagas de ornamentales, deben destacarse a los insectos perforadores, defoliadores, picadores-chupadores y roedores.

Todos estos individuos atacan, a su manera, a las diversas partes de la planta (raíz, cuello, tronco, rama, brote, hoja, flor y fruto).

## Generalidades sobre las Plagas

Los invertebrados artrópodos que se consideran como los causantes del daño pueden englobarse en 3 categorías, según succionen los líquidos internos de la planta, defolien las hojas o perforen en el árbol.

Entre las principales plagas sobre árboles ornamentales, cabe destacar por su abundancia e importancia numérica a los insectos picadores-chupadores, como los pulgones y cochinillas. Pero estos ataques difícilmente comportan la muerte de la planta huésped, mientras que los daños estéticos provocados (melaza y negrilla asociadas) son mucho más importantes, y de mayores consecuencias.

Sin embargo, existen otros grupos de insectos (coleópteros y lepidópteros perforadores), mucho menos numerosos sobre la vegetación ornamental, pero que pueden provocar daños más importantes que los insectos anteriores, incluso la muerte del ejemplar.

Además de los efectos biológicos y fisiológicos negativos que tienen las plagas sobre la vegetación, deben tenerse en cuenta otros aspectos negativos, como por ejemplo estéticos y paisajísticos, sanitarios, de seguridad, patrimoniales, sociales, etc.

## Tipos de Plagas

Por lo que concierne a las plagas, la estructura de la boca determina el régimen alimentario del insecto, diferenciando estos tipos de aparatos bucales:

### Picadores-Chupadores

Estos artrópodos (insectos y ácaros) poseen piezas bucales del tipo picador, con el que penetran en el interior de las hojas, ramilletes, ramas, flores, frutos, y se alimentan succionando los líquidos vegetales internos y/o la sabia elaborada.

Los signos de este tipo de daño incluyen una pérdida de la coloración normal de la parte afectada (como por ejemplo una clorosis), curvado y/o serpenteado de las hojas y brotes, secado de hojas y brotes, malformación de brotes y flores, etc., hasta poder llegar a retrasar y anular la floración, así como el desarrollo de los brotes y del crecimiento en general de todo el árbol (importante en árboles jóvenes y/o ejemplares debilitados).

En este grupo de artrópodos, nos encontramos con los insectos:

- homópteros: pulgones (áfidos, lácidos, pemfígidos), cochinillas (piojos, serpetas, lecaninos, algodonosas), moscas blancas, cicadélidos, psilas, cercópidos, etc.
- heterópteros (chinchas): tígidos (tigres).
- dípteros: cecidómidos.
- tisanópteros: trips.

Algunos de estos insectos pueden secretar sustancias azucaradas (melaza), las cuales atraen a las hormigas, moscas y avispas, y causan importantes daños cuando por gravedad se depositan sobre los objetos que se encuentran debajo (vegetación, mobiliario y/o bienes). Además, estos depósitos de melaza promueven las apariciones de negrilla o fumagina, unas formaciones a modo de ceniza o polvo negro, debido a la proliferación de hongos de diversas especies. Se trata de un hongo externo que al cubrir las hojas y troncos impiden las normales funciones

vegetativas como son la transpiración y la función clorofílica. En caso de ataques graves, las hojas y troncos pueden llegar a aparecer completamente cubiertos por una fina costra negra.

A este grupo de artrópodos plaga también pertenecen los ácaros, que se pueden englobar en 2 grandes grupos, los cuales producen sus respectivos y característicos daños:

a) acariosis: producidas por los ácaros como los Tetranychidae (araña roja, araña amarilla); de talla relativamente grande (superior a 0,2 mm), muy corrientes sobre las plantas, pero pueden causar daños muy graves; para su diagnóstico, normalmente basta con sacudir la parte infestada de la planta encima de un papel de color, y observar la presencia de pequeños individuos sobre él que se desplazan con un típico movimiento; producen bronceado y caída de hojas y flores, y si el ataque es fuerte, se observa con facilidad un característico hilado plateado; se reproducen rápidamente en ambientes secos y calurosos (especialmente en verano).

b) erinosis: producidas por los ácaros Eriophyidae, especies muy evolucionadas, con una gran reducción de las estructuras corporales, de talla microscópica (inferior a 0,3 mm), formadores de agallas, bronceados y erinosis, algunas veces muy espectaculares (escobas de bruja), pero poco importantes desde el punto de vista fitosanitario.

#### Masticadores, Defoliadores y Minadores

Se trata de insectos que comen tejidos vegetales como hojas, flores, yemas y/o ramilletes. Algunos de ellos se comen la hoja entera, mientras que otros producen la esqueletización de las hojas, comiendo el parénquima que hay entre las 2 membranas foliares (insectos minadores), o bien agujerean las hojas.

Los árboles, tanto los caducifolios como los perennifolios pueden sufrir defoliaciones totales en una temporada vegetativa; sin embargo, 2 o más defoliaciones significativas y consecutivas producen un importante estrés fisiológico, con las consiguientes implicaciones.

En este grupo de artrópodos, nos encontramos con los insectos:

- coleópteros: daños ocasionados tanto por las formas adultas como sus larvas; crisomélidos, curculiónidos, bupréstidos, escarabeidos, etc.
- lepidópteros: las orugas (formas larvarias) son las que ocasionan únicamente los daños; limántridos, tortricidos, geométridos, noctuidos, geometridos, taumetopoeidos, gracilláridos, hiponoméutidos, etc.
- himenópteros: daños ocasionados por adultos y/o formas larvarias; diprionidos, tentredínidos, formícidos, cinípidos, ápidos, véspidos, etc.

#### Perforadores

Son formas adultas y/o larvarias masticadoras que realizan galerías bajo la corteza del árbol, pudiendo afectar hasta el fuste. Estas plagas pueden considerarse como relativamente invisibles en una primera observación. Dañan a nivel de raíces, tronco, ramas y ramilletes, por lo que deberá buscarse la presencia de pequeños orificios, los cuales pueden acompañarse de serrín en los alrededores.

Se alimentan de los tejidos que forman la corteza interior, el floema y/o el xilema, y algunos de ellos pueden provocar la interrupción del flujo de agua y de nutrientes de las raíces a la copa, lo cual puede dañar considerablemente a los árboles (especialmente si son árboles jóvenes y árboles de rápido crecimiento).

Prefieren atacar árboles ya debilitados, y pueden considerarse como insectos secundarios. Algunos síntomas de daños provocados por perforadores son una copa con baja densidad de hoja y ramaje, copa con presencia de ramaje seco o puntisecho, y una significativa disminución en la vigorosidad del árbol.

Algunas de estas especies, si sus poblaciones son elevadas, pueden afectar tanto árboles debilitados como árboles sanos. Es por esto que distinguiremos dos tipos de insectos perforadores: primarios y secundarios.

En este grupo de artrópodos, nos encontramos con los insectos:

- barrenillos: comprenden especialmente a los coleópteros escolítidos, pero también podemos encontrar curculiónidos y platipódidos.
- perforadores: destacan los lepidópteros cósidos, sésidos, tortricidos y pirálidos, así como los coleópteros bupréstidos, cerambícidos, lucánidos y escarabeidos, y los himenópteros sirícidos y formícidos.

#### Daños y Alteraciones que Provoca la Plaga

Además de los efectos biológicos y fisiológicos negativos que tienen las plagas sobre la vegetación, deben tenerse en cuenta otros aspectos negativos, como por ejemplo estéticos y paisajísticos, sanitarios, de seguridad, patrimoniales, sociales, etc.

- Daños por Alimentación: según el tipo de alimentación provocan en la planta defoliaciones, picaduras, mordiscos, orificios, minas, galerías, cámaras, etc.

- Daños por Protección: algunas plagas generan la formación de tumores (deformaciones) sobre el tejido vegetal, y consiguen una protección individual (para la larva-oruga) o global (para toda la colonia) ? agallas, cecidias y escobas.
  - Vectores de Enfermedades: los insectos picadores-chupadores pueden transmitir enfermedades de plantas afectadas a las sanas; trips y cicadelas pueden ser vectores de virus y fitoplasmas.
  - Desencadenantes de otras Patologías: la presencia de unos primeros ataques de ciertas plagas agravan la debilidad de la planta, lo que puede dar origen a la aparición de otras plagas, enfermedades y fisiopatías.
  - Daños Secundarios Indirectos: las lesiones ocasionadas por las plagas (galerías, orificios) pueden ser un peligro potencial para otras patologías (hongos que provocan pudriciones y podredumbres, así como bacterias que producen exudaciones) y algunas veces de mayor gravedad.
  - Daños Biomecánicos y Estructurales: la proliferación de sistemas de galerías y de hongos de pudrición en el interior de tronco y ramas incrementan el riesgo de fractura y el peligro asociado.
  - Daños Sanitarios y de Alarma Social: la presencia de orugas con pelos urticantes, o bien la proliferación masiva de colonias de insectos pueden generar importantes daños sanitarios por alergias y daños por la alarma social que llevan implicados.
  - Daños Estéticos: la abundancia de defoliaciones, minas foliares, seca de hoja, ramilletes y ramaje, melazas y negrilla sobre la misma vegetación o la superficie de bienes materiales diversos pueden ser de importancia; otras veces los ataques provocan un retraso del crecimiento normal de hojas, brotes, floración y frutos, en incluso lo pueden anular; todo ello disminuye el valor ornamental, estético y funcional de la vegetación.
- Para evitar todas estas situaciones, el primer nivel de actuación implica la necesidad de conocer el agente patógeno que origina la situación (género y/o especie), su ciclo biológico y la dinámica de poblaciones, así como las características del espacio verde, del entorno y su uso social. Después, a partir de esta valoración, se podrán desarrollar y llevar a cabo las medidas correctoras más adecuadas para solucionar o disminuir el problema.



## Bibliografía

- Abdollahi, K.K.; Ning, Z.H.; Appeaning, A., eds. 2000. Global climate change and the urban forest. Baton Rouge, LA: GCRCC and Franklin Press. 77 p.
- Animal and Plant Health Inspection Service. 2010. Plant Health – Asian longhorned beetle. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service.
- Baldocchi, D. 1988. A multi-layer model for estimating sulfur dioxide deposition to a deciduous oak forest canopy. *Atmospheric Environment*. 22: 869-884.
- Baldocchi, D.D.; Hicks, B.B.; Camara, P. 1987. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmospheric Environment*. 21: 91-101.
- Bidwell, R.G.S.; Fraser, D.E. 1972. Carbon monoxide uptake and metabolism by leaves. *Canadian Journal of Botany*. 50: 1435-1439.
- British Columbia Ministry of Water, Land, and Air Protection. 2005. Residential wood burning emissions in British Columbia. British Columbia.
- Broecker, W.S. 1970. Man's oxygen reserve. *Science* 168(3939): 1537-1538.
- Bureau of Transportation Statistics. 2010. Estimated National Average Vehicle Emissions Rates per Vehicle by Vehicle Type using Gasoline and Diesel. Washington, DC: Bureau of Transportation Statistics, U.S. Department of Transportation. Table 4-43.
- Burnside, R.E.; Holsten, E. H.; Fettig, C.J.; Kruse, J. J.; Schultz, M.E.; Hayes, C.J.; Graves, A.D.; Seybold, S.J. 2011. Northern Spruce Engraver. Forest Insect & Disease Leaflet 180. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 12 p.
- California Air Resources Board. 2013. Methods to Find the Cost-Effectiveness of Funding Air Quality Projects. Table 3 Average Auto Emission Factors. CA: California Environmental Protection Agency, Air Resources Board.
- Carbon Dioxide Information Analysis Center. 2010. CO2 Emissions (metric tons per capita). Washington, DC: The World Bank.
- Cardelino, C.A.; Chameides, W.L. 1990. Natural hydrocarbons, urbanization, and urban ozone. *Journal of Geophysical Research*. 95(D9): 13,971-13,979.
- Childs, R. 2011. Winter Moth Identification and Management. Amherst, MA: University of Massachusetts Amherst, Landscape, Nursery & Urban Forestry Program.
- Ciesla, W. M. 2001. *Tomicus piniperda*. North American Forest Commission. Exotic Forest Pest Information System for North America (EXFOR).
- Ciesla, W. M.; Kruse, J. J. 2009. Large Aspen Tortrix. Forest Insect & Disease Leaflet 139. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.
- Clarke, S. R.; Nowak, J.T. 2009. Southern Pine Beetle. Forest Insect & Disease Leaflet 49. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.
- Cranshaw, W.; Tisserat, N. 2009. Walnut twig beetle and the thousand cankers disease of black walnut. Pest Alert.

Ft. Collins, CO: Colorado State University.

Seybold, S.; Haugen, D.; Graves, A. 2010. Thousand Cankers Disease. Pest Alert. NA-PR-02-10. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry.

DeMars, C. J., Jr.; Roettgering, B. H. 1982. Western Pine Beetle. Forest Insect & Disease Leaflet 1. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.

Diller, J. D. 1965. Chestnut Blight. Forest Pest Leaflet 94. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 7 p.

Eastern Forest Environmental Threat Assessment Center. Dutch Elm Disease. <http://threatsummary.forestthreats.org/threats/threatSummaryViewer.cfm?threatID=43>

Energy Information Administration. 1994. Energy Use and Carbon Emissions: Non-OECD Countries. Washington, DC: Energy Information Administration, U.S. Department of Energy.

Energy Information Administration. 2013. CE2.1 Fuel consumption totals and averages, U.S. homes. Washington, DC: Energy Information Administration, U.S. Department of Energy.

Energy Information Administration. 2014. CE5.2 Household wood consumption. Washington, DC: Energy Information Administration, U.S. Department of Energy.

Federal Highway Administration. 2013. Highway Statistics 2011. Washington, DC: Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. Table VM-1.

Fellin, D. G.; Dewey, J. E. 1986. Western Spruce Budworm. Forest Insect & Disease Leaflet 53. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 10 p.

Ferrell, G. T. 1986. Fir Engraver. Forest Insect & Disease Leaflet 13. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.

Georgia Forestry Commission. 2009. Biomass Energy Conversion for Electricity and Pellets Worksheet. Dry Branch, GA: Georgia Forestry Commission.

Gibson, K.; Kegley, S.; Bentz, B. 2009. Mountain Pine Beetle. Forest Insect & Disease Leaflet 2. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 12 p.

Haugen, D. A.; Hoebeke, R. E. 2005. Sirex woodwasp - *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae). Pest Alert. NA-PR-07-05. Newtown Square, PA: Department of Agriculture, Forest Service, Northern Area State and Private Forestry.

Heirigs, P.L.; Delaney, S.S.; Dulla, R.G. 2004. Evaluation of MOBILE Models: MOBILE6.1 (PM), MOBILE6.2 (Toxics), and MOBILE6/CNG. Sacramento, CA: National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board.

Hessburg, P. F.; Goheen, D. J.; Bega, R.V. 1995. Black Stain Root Disease of Conifers. Forest Insect & Disease Leaflet 145. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Hessburg, P. F.; Goheen, D. J.; Bega, R.V. 1995. Black Stain Root Disease of Conifers. Forest Insect & Disease Leaflet 145. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Hirabayashi, S. 2011. Urban Forest Effects-Dry Deposition (UFORE-D) Model Enhancements, [http://www.itreetools.org/eco/resources/UFORE-D\\_enhancements.pdf](http://www.itreetools.org/eco/resources/UFORE-D_enhancements.pdf)

- Hirabayashi, S. 2012. i-Tree Eco Precipitation Interception Model Descriptions, [http://www.itreetools.org/eco/resources/iTree\\_Eco\\_Precipitation\\_Interception\\_Model\\_Descriptions\\_V1\\_2.pdf](http://www.itreetools.org/eco/resources/iTree_Eco_Precipitation_Interception_Model_Descriptions_V1_2.pdf)
- Hirabayashi, S.; Kroll, C.; Nowak, D. 2011. Component-based development and sensitivity analyses of an air pollutant dry deposition model. *Environmental Modeling and Software*. 26(6): 804-816.
- Hirabayashi, S.; Kroll, C.; Nowak, D. 2012. i-Tree Eco Dry Deposition Model Descriptions V 1.0
- Holsten, E.H.; Thier, R.W.; Munson, A.S.; Gibson, K.E. 1999. The Spruce Beetle. *Forest Insect & Disease Leaflet 127*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 12 p.
- Houston, D. R.; O'Brien, J. T. 1983. Beech Bark Disease. *Forest Insect & Disease Leaflet 75*. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.
- Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government. 2015. Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/scc-tds-final-july-2015.pdf>
- Kliejunas, J. 2005. *Phytophthora ramorum*. North American Forest Commission. Exotic Forest Pest Information System for North America (EXFOR).
- Kruse, J.; Ambourn, A.; Zogas, K. 2007. Aspen Leaf Miner. Forest Health Protection leaflet. R10-PR-14. Juneau, AK: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Alaska Region.
- Kucera, D. R.; Orr, P. W. 1981. Spruce Budworm in the Eastern United States. *Forest Pest Leaflet 160*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.
- Layton, M. 2004. 2005 Electricity Environmental Performance Report: Electricity Generation and Air Emissions. CA: California Energy Commission.
- Leonardo Academy. 2011. Leonardo Academy's Guide to Calculating Emissions Including Emission Factors and Energy Prices. Madison, WI: Leonardo Academy Inc.
- Liebhold, A. 2010 draft. Personal communication on the geographic distribution of forest pest species.
- Lovett, G.M. 1994. Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective. *Ecological Applications*. 4: 629-650.
- McPherson, E.G.; Maco, S.E.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Xiao, Q.; VanDerZanden, A.M.; Bell, N. 2002. Western Washington and Oregon Community Tree Guide: Benefits, Costs, and Strategic Planting. International Society of Arboriculture, Pacific Northwest, Silverton, OR.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R. 1999. Carbon dioxide reduction through urban forestry: guidelines for professional and volunteer tree planters. Gen. Tech. Rep. PSW-171. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 237 p.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Crowell, A.M.N.; Xiao, Q. 2010. Northern California coast community tree guide: benefits, costs, and strategic planting. PSW-GTR-228. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-228. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Vargas, K.E.; Maco, S.E.; Xiao, Q. 2006a. Coastal Plain Community Tree Guide: Benefits, Costs, and Strategic Planting PSW-GTR-201. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.

- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Vargas, K.E.; Xiao, Q. 2007. Northeast community tree guide: benefits, costs, and strategic planting.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Maco, S.E.; Gardner, S.L.; Cozad, S.K.; Xiao, Q. 2006b. Midwest Community Tree Guide: Benefits, Costs and Strategic Planting PSW-GTR-199. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Maco, S.E.; Gardner, S.L.; Vargas, K.E.; Xiao, Q. 2006c. Piedmont Community Tree Guide: Benefits, Costs, and Strategic Planting PSW-GTR 200. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Maco, S.E.; Xiao Q.; Mulrean, E. 2004. Desert Southwest Community Tree Guide: Benefits, Costs and Strategic Planting. Phoenix, AZ: Arizona Community Tree Council, Inc. 81 :81.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Scott, K.I.; Xiao, Q. 2000. Tree Guidelines for Coastal Southern California Communities. Local Government Commission, Sacramento, CA.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Xiao, Q. 1999. Tree Guidelines for San Joaquin Valley Communities. Local Government Commission, Sacramento, CA.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Xiao, Q.; Maco, S.E.; Hoefer, P.J. 2003. Northern Mountain and Prairie Community Tree Guide: Benefits, Costs and Strategic Planting. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
- McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Xiao, Q.; Pittenger, D.R.; Hodel, D.R. 2001. Tree Guidelines for Inland Empire Communities. Local Government Commission, Sacramento, CA.
- Michigan State University. 2010. Emerald ash borer. East Lansing, MI: Michigan State University [and others].
- Mielke, M. E.; Daughtrey, M. L. How to Identify and Control Dogwood Anthracnose. NA-GR-18. Broomall, PA: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area and Private Forestry.
- Murray, F.J.; Marsh L.; Bradford, P.A. 1994. New York State Energy Plan, vol. II: issue reports. Albany, NY: New York State Energy Office.
- Nicholls, T. H.; Anderson, R. L. 1977. How to Identify White Pine Blister Rust and Remove Cankers. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry
- Northeastern Area State and Private Forestry. 1998. How to identify and manage Dutch Elm Disease. NA- PR-07-98. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry.
- Northeastern Area State and Private Forestry. 2005. Gypsy moth digest. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry.
- Nowak, D.J. 1994. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. In: McPherson, E.G.; Nowak, D.J.; Rowntree, R.A., eds. Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 83-94.
- Nowak, D.J. 1995. Trees pollute? A "TREE" explains it all. In: Proceedings of the 7th National Urban Forestry Conference. Washington, DC: American Forests: 28-30.

- Nowak, D.J. 2000. The interactions between urban forests and global climate change. In: Abdollahi, K.K.; Ning, Z.H.; Appeaning, A., eds. *Global Climate Change and the Urban Forest*. Baton Rouge, LA: GCRCC and Franklin Press: 31-44.
- Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Greenfield, E. 2014. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*. 193:119-129.
- Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Hoehn, R. 2013. Modeled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution*. 178: 395-402.
- Nowak, D.J.; Civerolo, K.L.; Rao, S.T.; Sistla, S.; Luley, C.J.; Crane, D.E. 2000. A modeling study of the impact of urban trees on ozone. *Atmospheric Environment*. 34: 1601-1613.
- Nowak, D.J.; Crane, D.E. 2000. The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions. In: Hansen, M.; Burk, T., eds. *Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century*. Proceedings of IUFRO conference. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: 714-720.
- Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Dwyer, J.F. 2002a. Compensatory value of urban trees in the United States. *Journal of Arboriculture*. 28(4): 194 - 199.
- Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Hoehn, R.E. 2005. The urban forest effects (UFORE) model: field data collection manual. V1b. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 34 p. [http://www.fs.fed.us/ne/syracuse/Tools/downloads/UFORE\\_Manual.pdf](http://www.fs.fed.us/ne/syracuse/Tools/downloads/UFORE_Manual.pdf)
- Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Ibarra, M. 2002b. Brooklyn's urban forest. Gen. Tech. Rep. NE-290. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 107 p.
- Nowak, D.J.; Dwyer, J.F. 2000. Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: Kuser, John, ed. *Handbook of urban and community forestry in the northeast*. New York, NY: Kluwer Academics/Plenum: 11-22.
- Nowak, D.J.; Hoehn, R.; Crane, D. 2007. Oxygen production by urban trees in the United States. *Arboriculture & Urban Forestry*. 33(3):220-226.
- Nowak, D.J.; Hoehn, R.E.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Walton, J.T; Bond, J. 2008. A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboriculture and Urban Forestry*. 34(6): 347-358.
- Nowak, D.J.; Stevens, J.C.; Sisinni, S.M.; Luley, C.J. 2002c. Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture*. 28(3): 113-122.
- Ostry, M.E.; Mielke, M.E.; Anderson, R.L. 1996. How to Identify Butternut Canker and Manage Butternut Trees. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.
- Peper, P.J.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Albers, S.N.; Xiao, Q. 2010. Central Florida community tree guide: benefits, costs, and strategic planting. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-230. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
- Peper, P.J.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Vargas, K.E.; Xiao Q. 2009. Lower Midwest community tree guide: benefits, costs, and strategic planting. PSW-GTR-219. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-219. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
- Phelps, W.R.; Czabator, F.L. 1978. Fusiform Rust of Southern Pines. Forest Insect & Disease Leaflet 26. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 7 p.

Rexrode, C. O.; Brown, H. D. 1983. Oak Wilt. Forest Insect & Disease Leaflet 29. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 6 p.

Schmitz, R. F.; Gibson, K. E. 1996. Douglas-fir Beetle. Forest Insect & Disease Leaflet 5. R1-96-87. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.

Smith, S. L.; Borys, R. R.; Shea, P. J. 2009. Jeffrey Pine Beetle. Forest Insect & Disease Leaflet 11. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service. 8 p.

Society of American Foresters. 2011. Gold Spotted Oak Borer Hitches Ride in Firewood, Kills California Oaks. Forestry Source 16(10): 20.

U.S. Environmental Protection Agency. 2010. Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. EPA-420-R-10-012a

U.S. Environmental Protection Agency. 2015. The social cost of carbon. <http://www.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/scc.html>

U.S. Forest Service. 2005. Hemlock Woolly Adelgid. Pest Alert. NA-PR-09-05. Newtown Square, PA: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Area State and Private Forestry.

U.S. Forest Service. 2011. Laurel Wilt. Atlanta, GA: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Health Protection, Southern Region.

University of California. 2014. Polphagous Shot Hole Borer. Sacramento, CA: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.

van Essen, H.; Schrotten, A.; Otten, M.; Sutter, D.; Schreyer, C.; Zandonella, R.; Maibach, M.; Doll, C. 2011. External Costs of Transport in Europe. Netherlands: CE Delft. 161 p.

Vargas, K.E.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Xiao, Q. 2007a. Interior West Tree Guide.

Vargas, K.E.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Xiao, Q. 2007b. Temperate Interior West Community Tree Guide: Benefits, Costs, and Strategic Planting.

Vargas, K.E.; McPherson, E.G.; Simpson, J.R.; Peper, P.J.; Gardner, S.L.; Xiao, Q. 2008. Tropical community tree guide: benefits, costs, and strategic planting. PSW-GTR-216. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-216. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.

Worrall, J.J. 2007. Chestnut Blight. Forest and Shade Tree Pathology. [http://www.forestpathology.org/dis\\_chestnut.html](http://www.forestpathology.org/dis_chestnut.html)

Zinke, P.J. 1967. Forest interception studies in the United States. In: Sopper, W.E.; Lull, H.W., eds. Forest Hydrology. Oxford, UK: Pergamon Press: 137-161.

Transferencia tecnológica: Ornamentales/Jardinería, Abril 2009, Josep M. Riba-Flinch (Doctor biólogo-entomólogo, asesor en fitopatología; e-mail: [jm.riba@wanadoo.es](mailto:jm.riba@wanadoo.es))

Guía de infraestructura verde municipal Dirección y redacción: Dr. Pedro Calaza Martínez. Parte jurídica: D. Eloy Soto Pineda. Revisión de texto: Doña Ana Belén González Abuín. Colaboradores: Dra. María Isabel Iglesias Díaz (USC), Escuela Gallega del Paisaje (Fundación Juana de Vega)



2019

## Beneficio de los árboles y proyección a 30 años



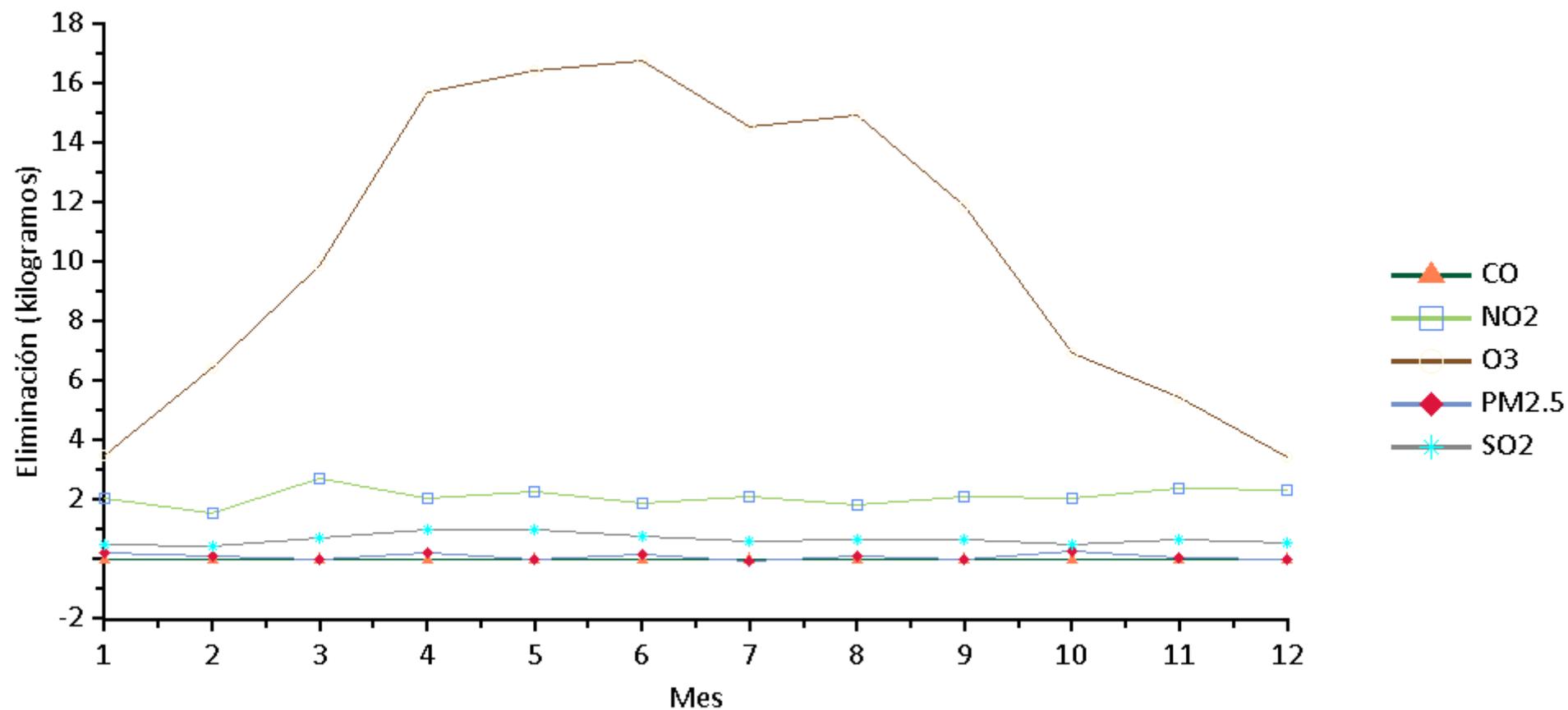


## Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales - Eliminación mensual

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 08/10/2019



## Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales - Eliminación mensual

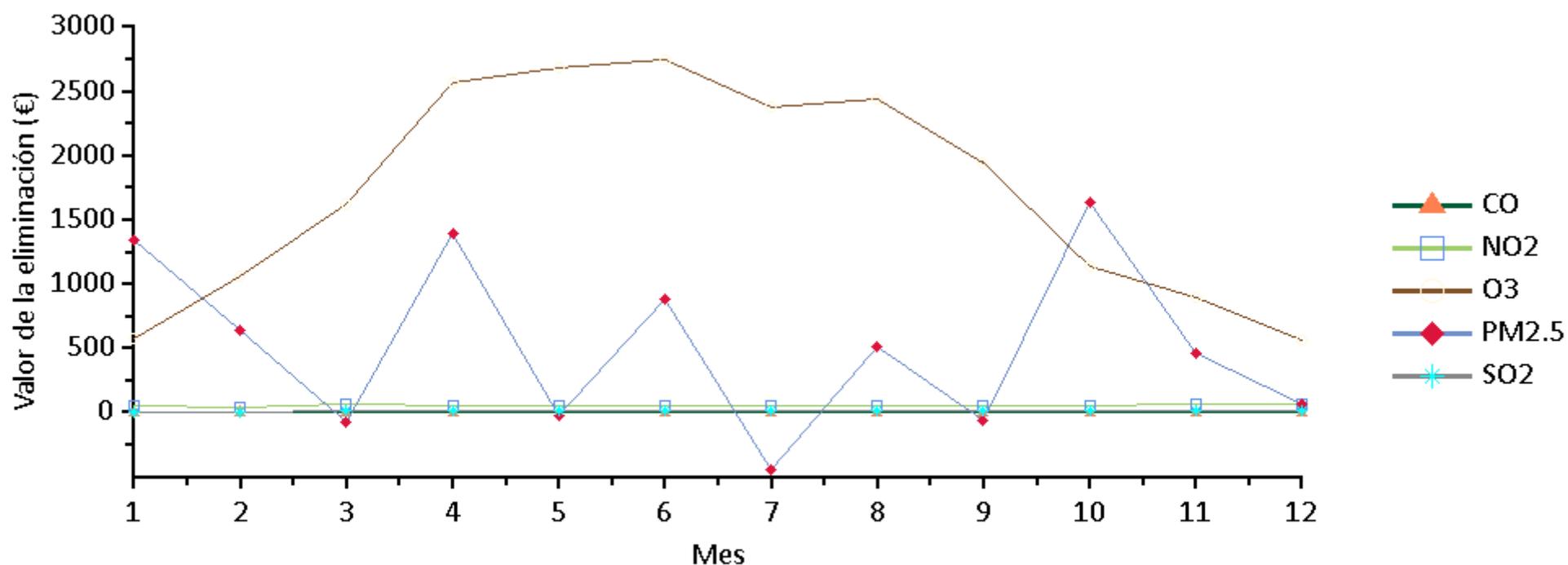
Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 08/10/2019



### Valor de la eliminación de la contaminación en UNIVERSIDAD DE JAÉN



El valor de la eliminación de la contaminación se calcula con base en los precios de €1,10 por kilogramo (CO), €163,36 por kilogramo (O3), €24,40 por kilogramo (NO2), €8,89 por kilogramo (SO2), €5.670,08 por kilogramo (PM2.5).

A value of zero may indicate that ancillary data (pollution, weather, energy, etc.) may not available for this location or that the reported amounts are too small to be shown.

## Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales - Eliminación mensual

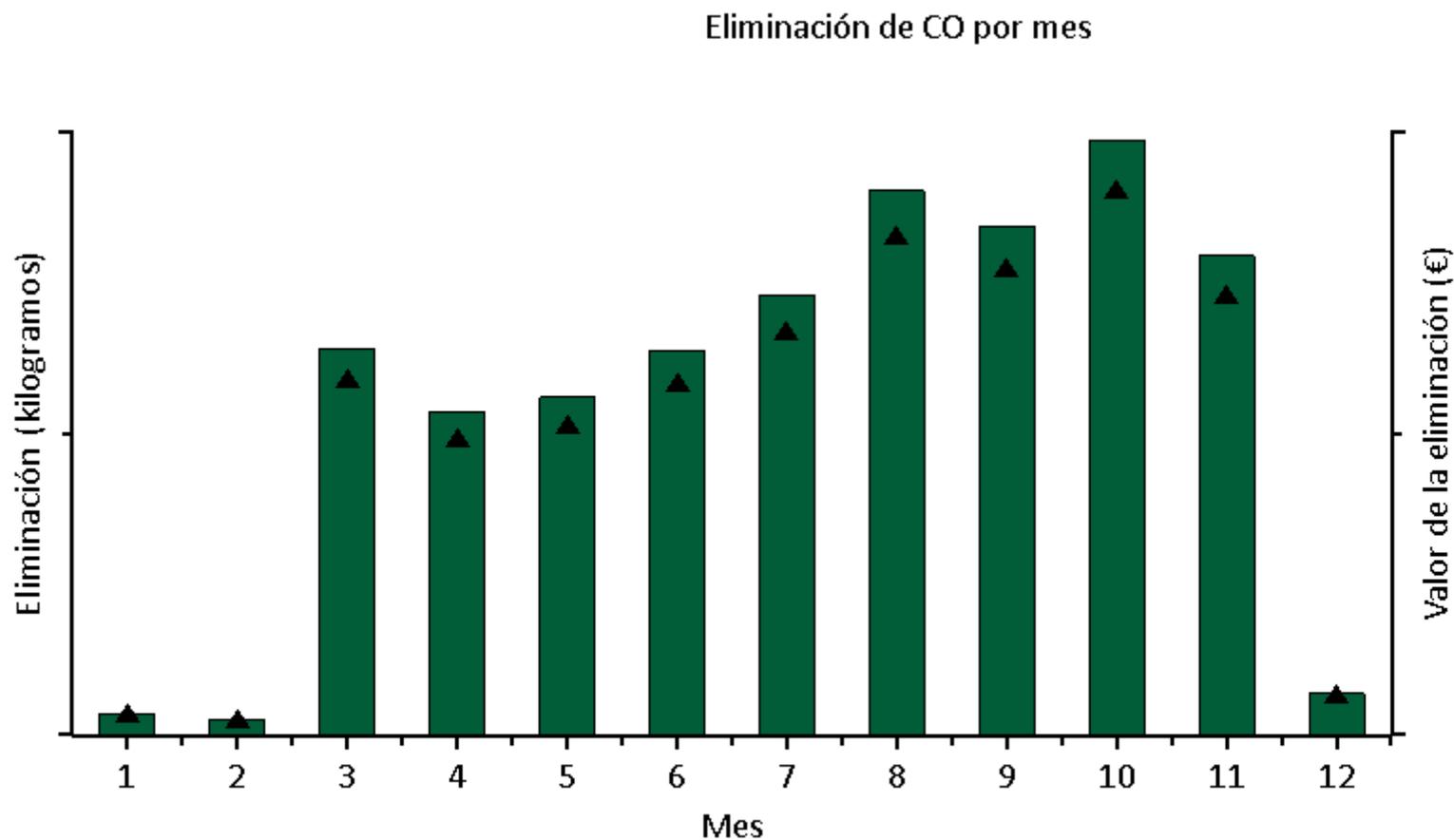
Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 08/10/2019



▲ Eliminación  
■ Valor



CO valor calculado con base en el precio de €1,10 por kilogramo.

## Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales - Eliminación mensual

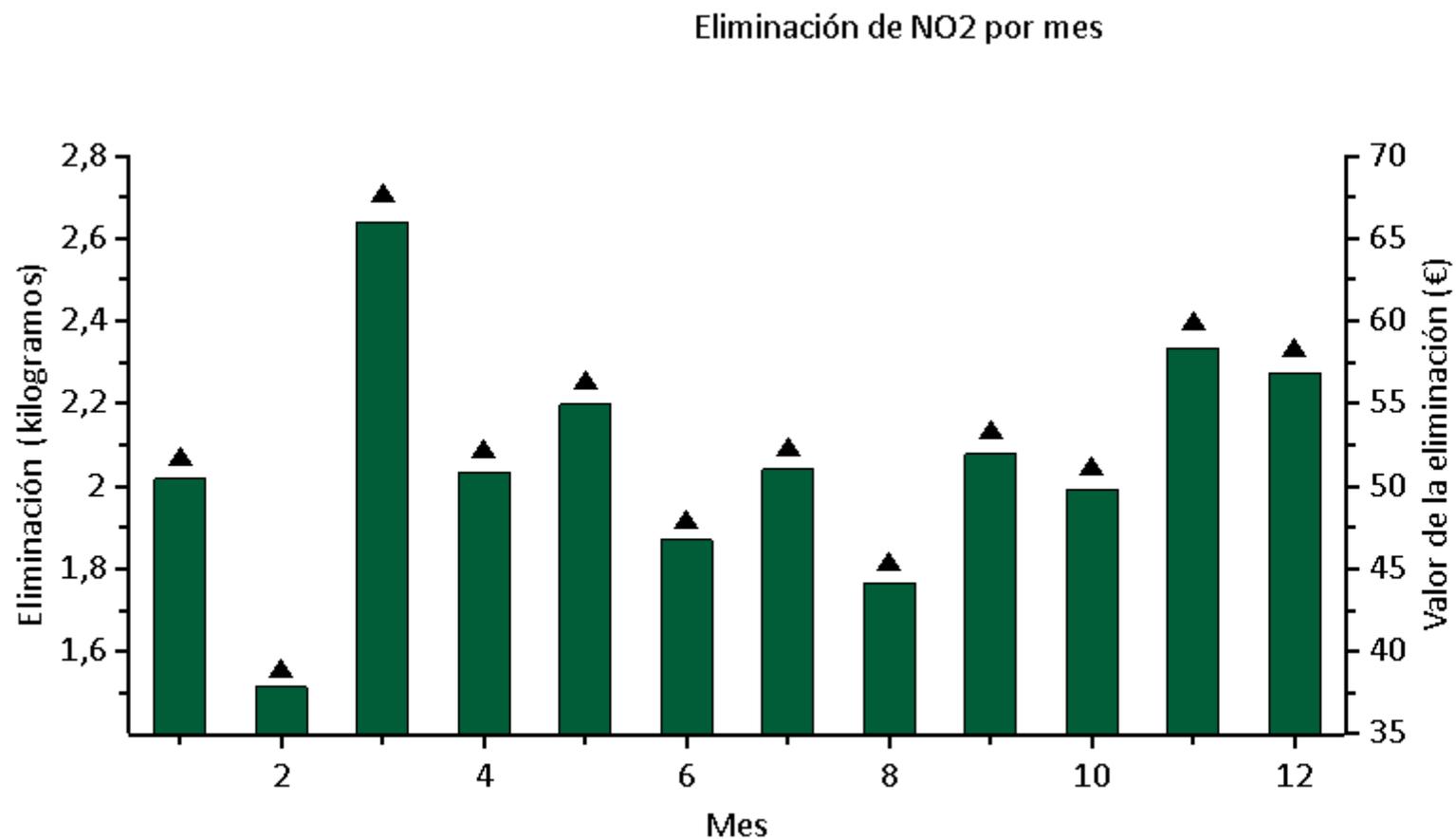
Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 08/10/2019



▲ Eliminación  
■ Valor



NO2 valor calculado con base en el precio de €24,40 por kilogramo.

## Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales - Eliminación mensual

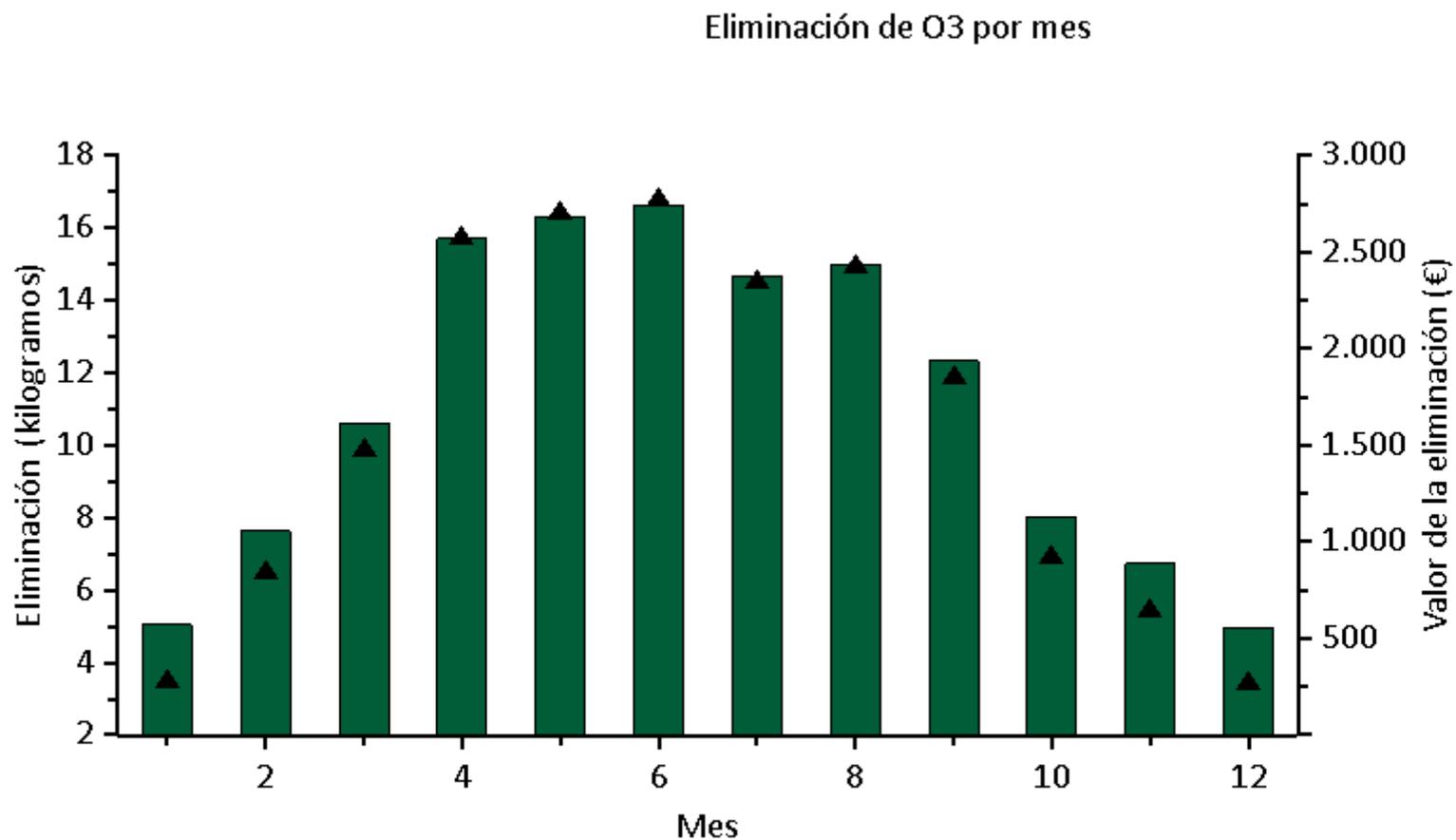
Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 08/10/2019



▲ Eliminación  
■ Valor



O3 valor calculado con base en el precio de €163,36 por kilogramo.

## Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales - Eliminación mensual

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

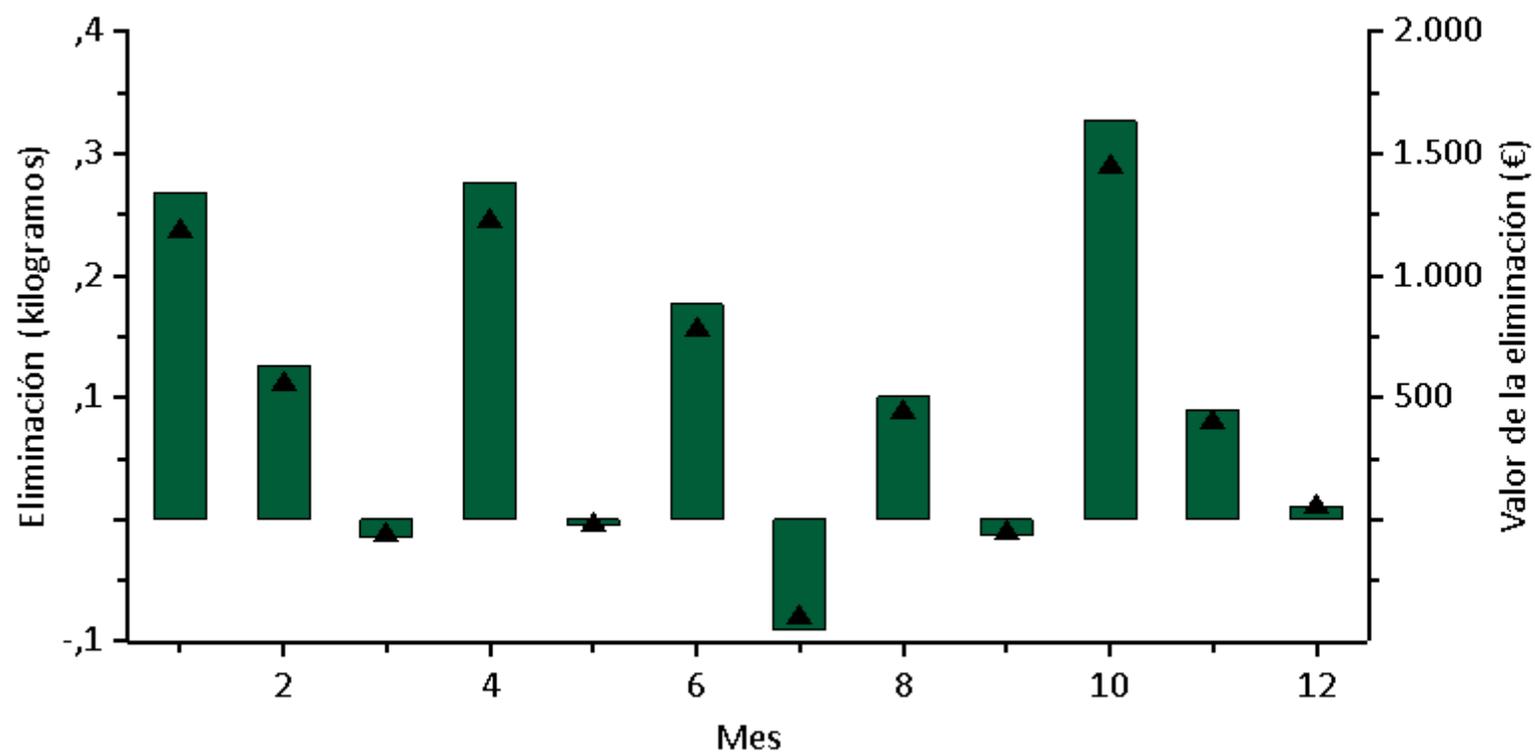
Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 08/10/2019



▲ Eliminación  
■ Valor

### Eliminación de PM2.5 por mes



PM2.5 valor calculado con base en el precio de €5.670,08 por kilogramo.

## Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales - Eliminación mensual

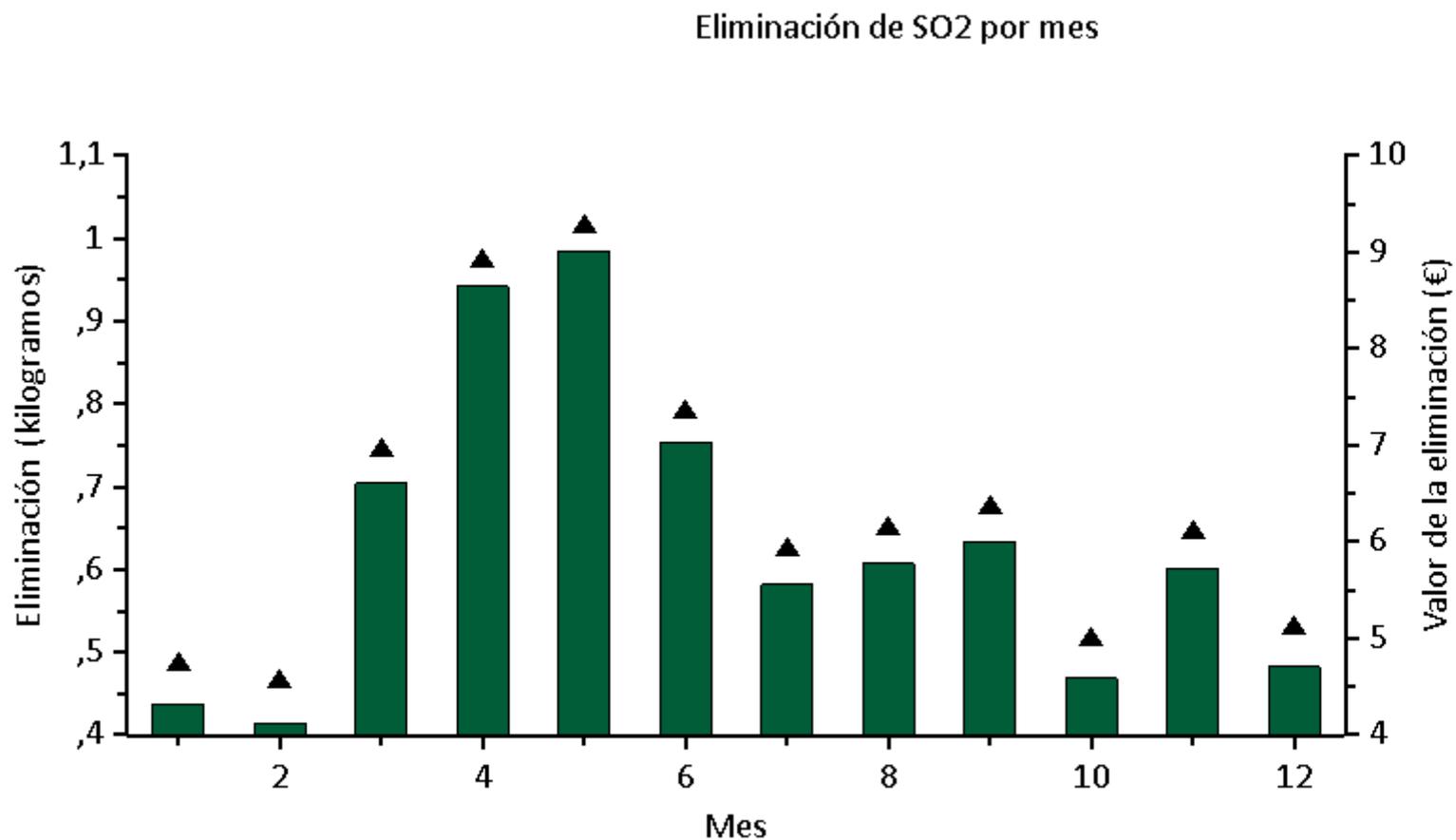
Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 08/10/2019



▲ Eliminación  
■ Valor



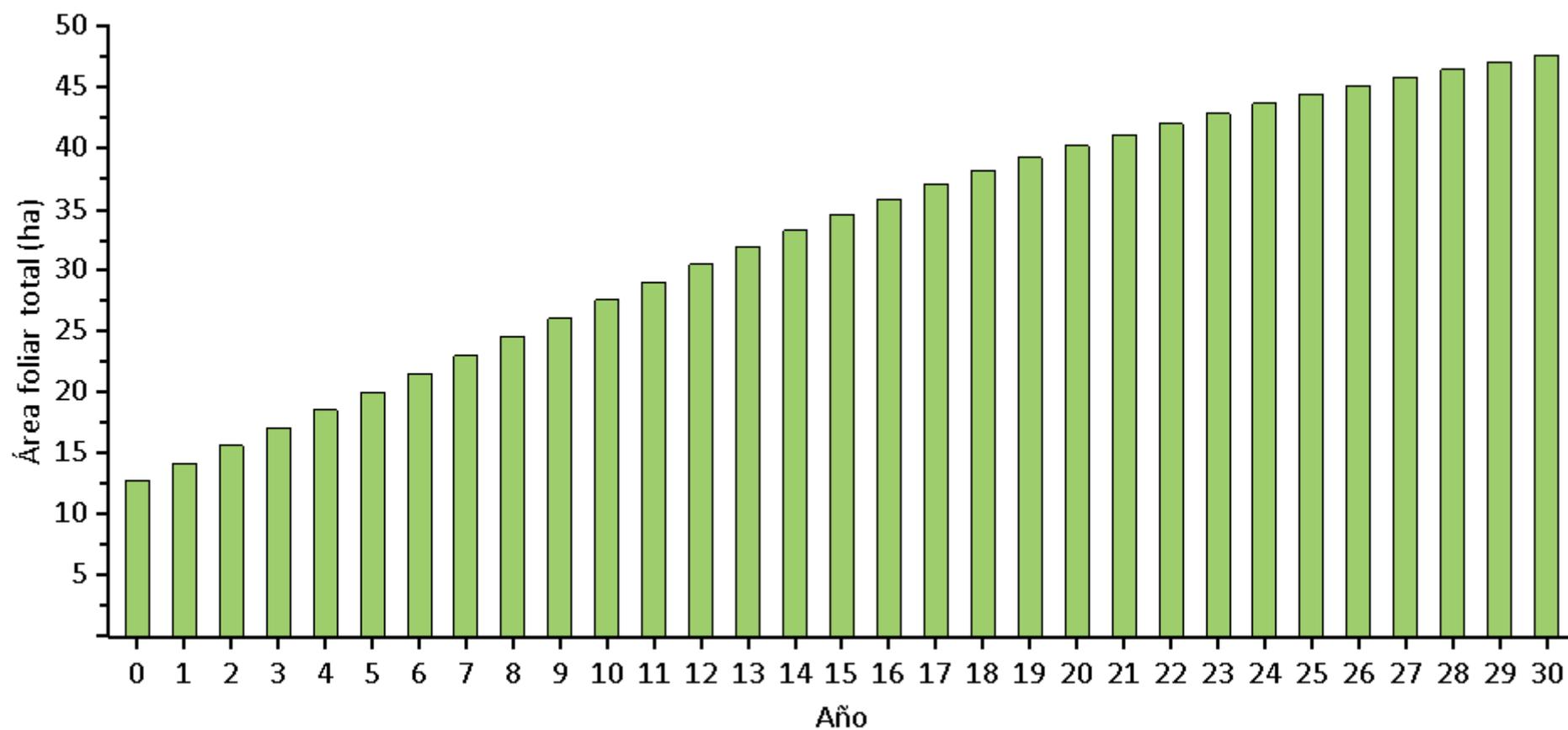
SO2 valor calculado con base en el precio de €8,89 por kilogramo.

## Área foliar con el tiempo

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019, Pronóstico: Defecto

Generado: 08/10/2019

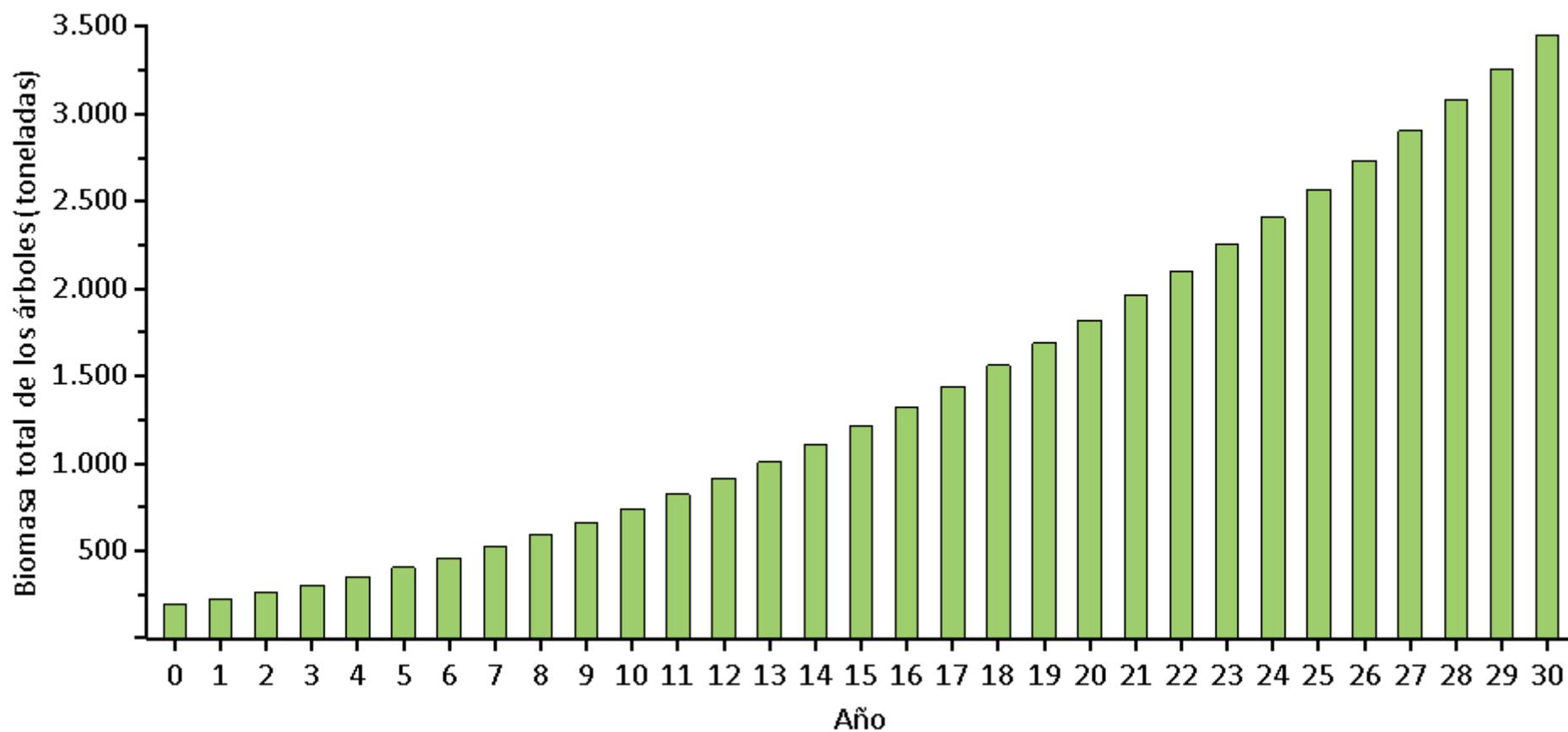


## Biomasa arborea con el tiempo

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019, Pronóstico: Defecto

Generado: 08/10/2019



## Biomasa arborea con el tiempo por estrato

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019, Pronóstico: Defecto

Generado: 08/10/2019



Biomasa total de los árboles con el tiempo



## Biomasa arborea con el tiempo por estrato

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019, Pronóstico: Defecto

Generado: 08/10/2019



Biomasa total de los árboles con el tiempo

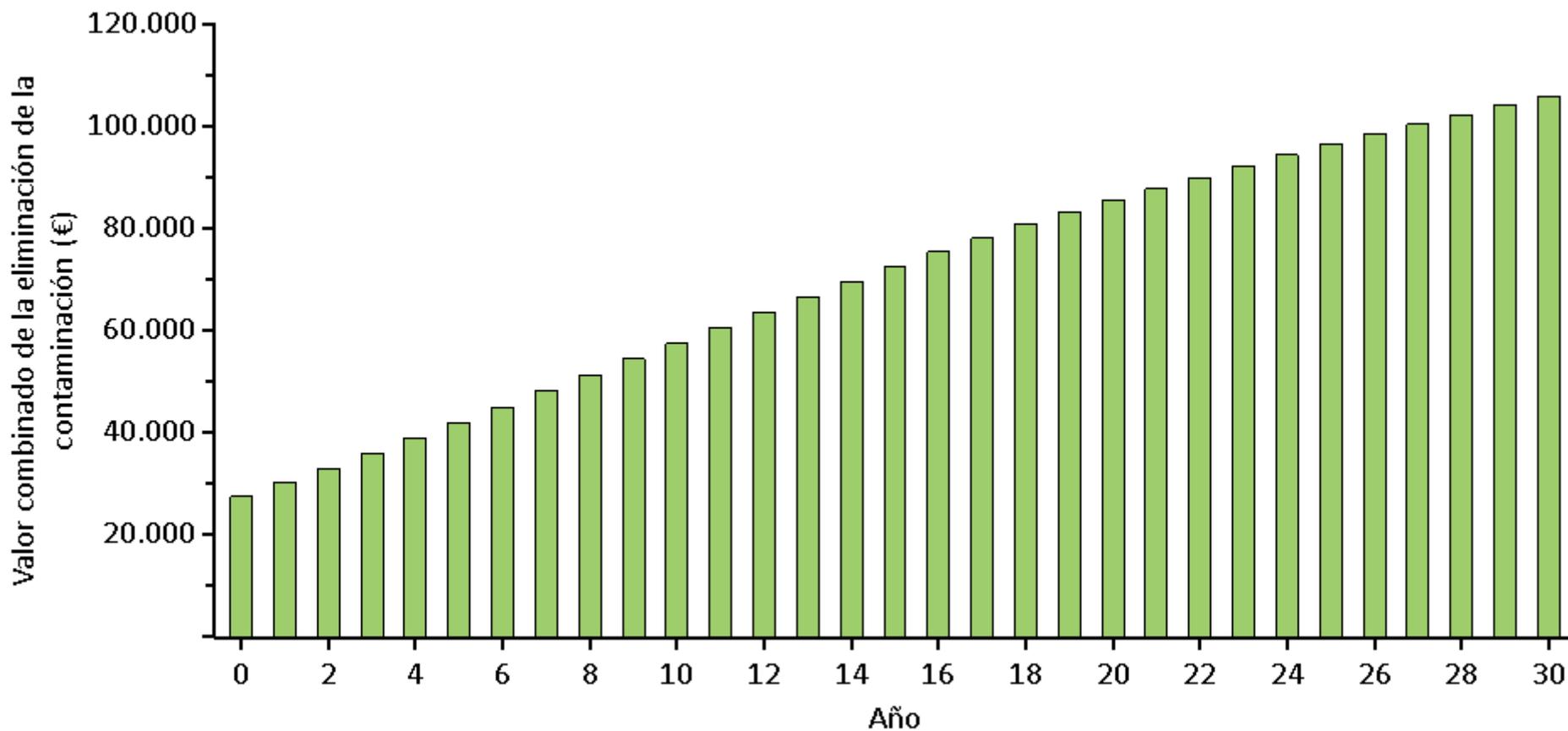


## Valor de la eliminación de los contaminantes con el tiempo

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019, Pronóstico: Defecto

Generado: 08/10/2019



## Almacenamiento de carbono con el tiempo por estrato

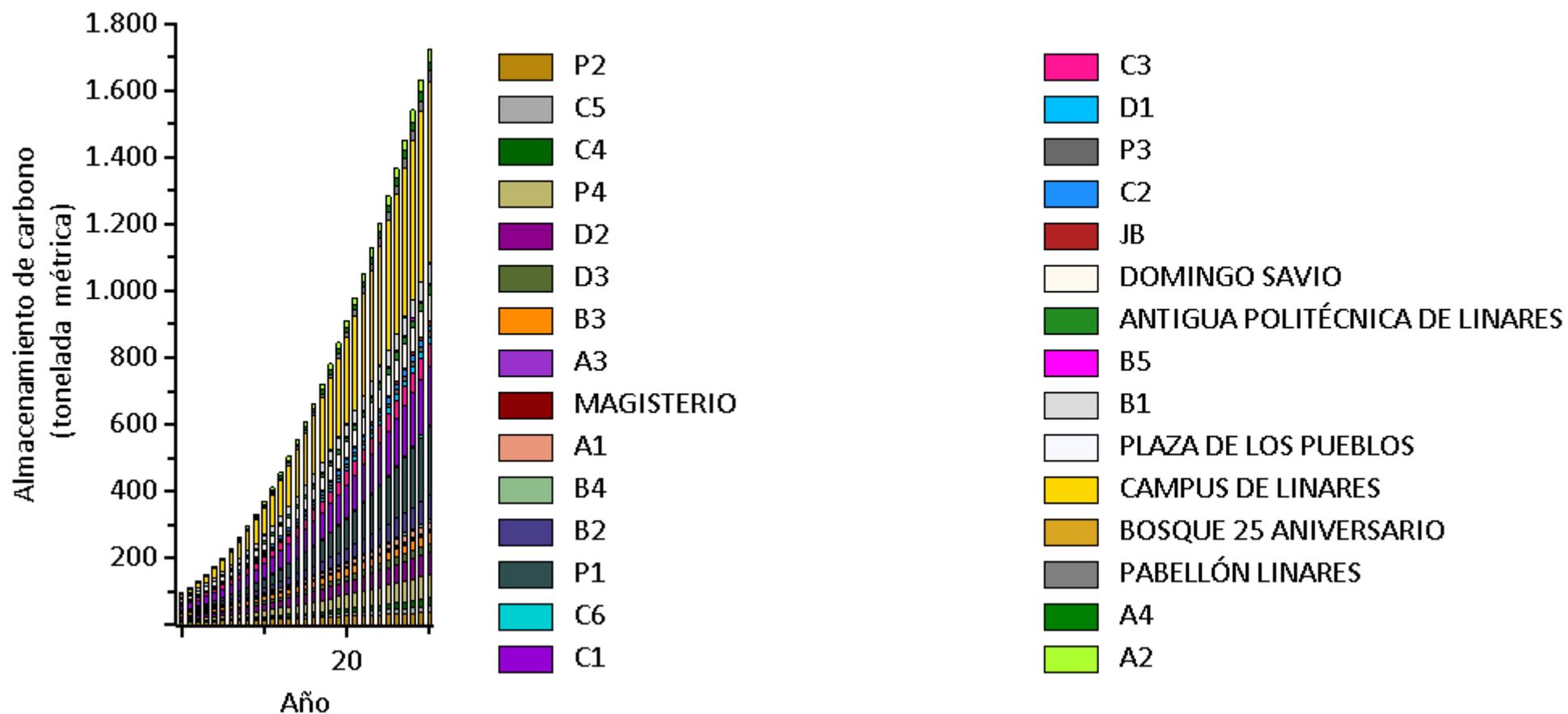
Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019, Pronóstico: Defecto

Generado: 08/10/2019



### Almacenamiento de carbono de árboles con el tiempo



## Secuestro de carbono con el tiempo por estrato

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019, Pronóstico: Defecto

Generado: 08/10/2019

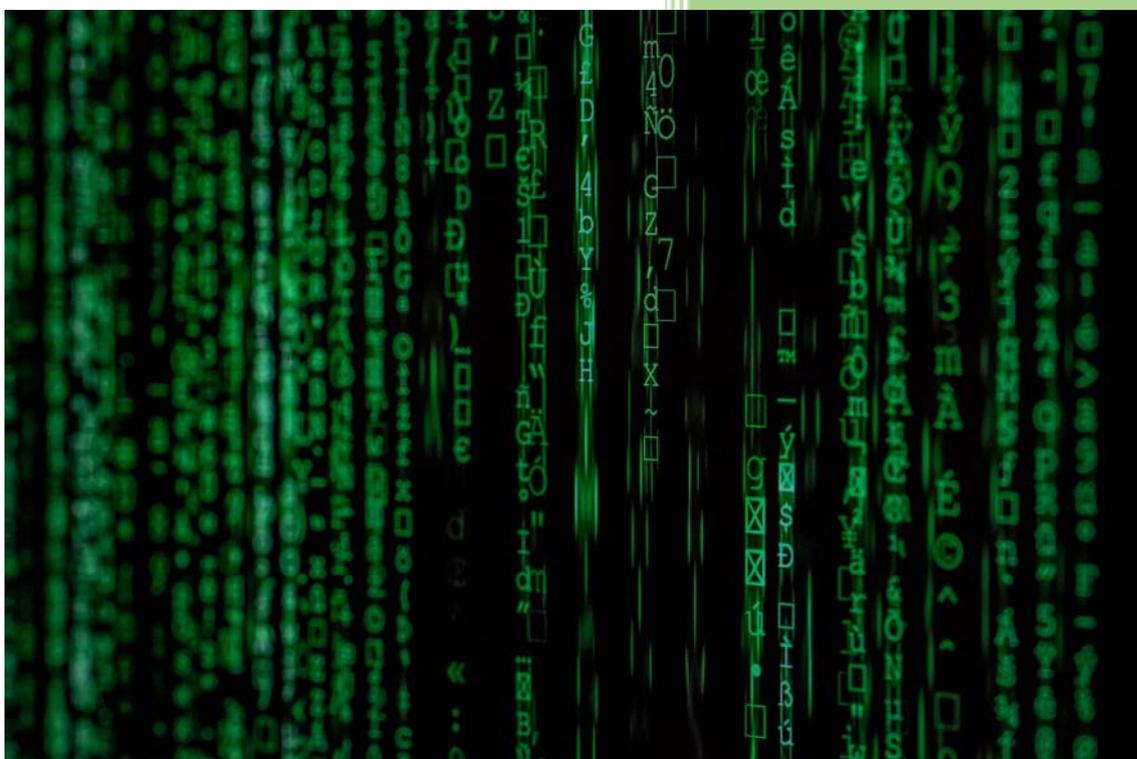


### Secuestro de carbono de árboles con el tiempo



2019

# Metadatos del proyecto





## Reporte de metadatos para:

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 25/09/2019



### i-Tree Eco v6.0.16

Proyecto creado: 19/08/2019

Lugar del proyecto: C:\Users\Puesto Linares\Desktop\UNIVERSIDAD DE JAÉN.ieco

El modelo YA se ejecutó

Tipo de proyecto: Inventario completo

- Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN
- Series: UJA
- Año: 2019
- 1.154 árboles

Información del proyecto:

- Área: 32,40 hectáreas
- Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain
- Población: 113.457
- Área de estudio se trata como Urbana: Sí
- Unidades: Métrico

Detalles de la contaminación:

- Año: 2015

CO	O3	NO2	SO2	PM2.5	Lugar	Station ID
		Sí			Granada, Sur, Spain	0001
Sí	Sí	Sí	Sí		Jaen, Sur, Spain	0002

Detalles de estación meteorológica:

- Año: 2015
- USAF: 084170
- WBAN: 99999
- Nombre: N/A

\* ver reporte de escurrimiento evitado para el total de precipitación anual utilizado para los análisis

Precios del beneficio:

- Electricidad € (EUR)/kWh: 0,23 (Valor predeterminado Eco: 0,23 para 2017)
- Combustibles € (EUR)/Termia: 1,96 (Valor predeterminado Eco: 1,96 para 2017)
- Carbono € (EUR)/tonelada métrica: 220,00 (Valor predeterminado Eco: 160,67 para 2020)
- Escurrimiento evitado € (EUR)/m<sup>3</sup>: 1,902 (Valor predeterminado Eco: 1,902 para 2004)

Modelos:

- Forecast v6.0.16
- UFORE-D v1.1.0

Historial de procesamiento:

Fecha/Hora	Nombre del archivo	Recuperado
miércoles, 25 de septiembre de 2019 15:02	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_9_25_54151.zip	Sí
lunes, 16 de septiembre de 2019 20:30	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_9_16_73801.zip	Sí
jueves, 12 de septiembre de 2019 17:10	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_9_12_61818.zip	Sí

## Reporte de metadatos para:

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 25/09/2019



Fecha/Hora	Nombre del archivo	Recuperado
jueves, 5 de septiembre de 2019 11:18	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_9_5_40654.zip	Sí
martes, 20 de agosto de 2019 20:51	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_8_20_75072.zip	No
martes, 30 de julio de 2019 10:25	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_7_30_37495.zip	No
jueves, 9 de mayo de 2019 10:25	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_5_9_37498.zip	Sí
miércoles, 8 de mayo de 2019 13:28	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_5_8_48492.zip	Sí
martes, 7 de mayo de 2019 20:44	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_5_7_74638.zip	Sí
viernes, 3 de mayo de 2019 10:38	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_5_3_38246.zip	Sí
jueves, 2 de mayo de 2019 10:58	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_5_2_39488.zip	Sí
miércoles, 1 de mayo de 2019 22:15	_047_06_006_00003_UNIVERSIDAD_DE_JAEN.ieco.2019_5_1_80121.zip	No

## Disponibilidad del reporte

Reportes formateados
Reporte escrito
Composición y estructura
Resumen de la estructura
Por especie
Por estrato y especie
Resumen de la población
Por especie
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Públicos y privados por estrato
Árboles de alineación por estrato
Distribución de las especies
Por clase de DAP (gráfico)
Por clase de DAP (tabla vertical)
Por clase de DAP (tabla horizontal)
Por clase de DAP y estrato (tabla vertical)
Por clase de DAP y estrato (tabla horizontal)
Valores de importancia
Por especie
Índices de diversidad (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Distribución de las especies
Estado nativo por estrato
Condición
Por especie
Por estrato y especie
Crown Health
By Species
By Stratum and Species
Área foliar
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Área foliar y biomasa
De matorrales por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
De árboles y matorrales por estrato
Composición de la cobertura del suelo (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Composición del uso de la tierra
Por estrato

## Reporte de metadatos para:

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 25/09/2019



Índice de desempeño relativo
Por especie
Mantenimiento
Recommended
Recommended by Species
Recomendado
Task
Task by Species
Tarea
Sidewalk Conflicts
Sidewalk Conflicts by Species
Conflictos con aceras
Utility Conflicts
Utility Conflicts by Species
Conflictos con servicios
Otro
RIESGO ROTURA
RIESGO ROTURA por especie
RIESGO ROTURA por especie y DAP
DIANA
DIANA por especie
DIANA por especie y DAP
VIGILANCIA
VIGILANCIA por especie
VIGILANCIA por especie y DAP
Costos y beneficios
Resumen de beneficios de árboles
Por especie
Por estrato y especie
Almacenamiento de carbono de los árboles
Por especie
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Secuestro anual de carbono de los árboles
Por especie
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Secuestro anual neto de carbono de los árboles (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por especie (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato por unidad de área (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Efectos de la energía
De los árboles
Hydrology Effects of Trees
By Species
By Stratum
Producción de oxígeno de los árboles
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales
Eliminación mensual
Eliminación mensual (mostrar gráfico)
Eliminación de la contaminación por pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)

## Reporte de metadatos para:

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 25/09/2019



Eliminación mensual (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Eliminación mensual (mostrar gráfico) (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Emisiones COV de los árboles
Por especie
Por estrato
Efectos UV de los árboles
Por estrato
Idoneidad del hábitat aviar (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por parcela (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Gastos de manejo
Por gasto
Beneficios anuales netos
Net Annual Benefits for All Trees
Beneficios alimenticios de los árboles
Por especie
Detalles de los datos medidos
Composición y estructura
Of Plots
De los árboles
De los árboles por especie
De los árboles por estrato
Costos y beneficios de los árboles
Resumen
Almacenamiento de carbono
Secuestro de carbono
Efectos de la energía
Escurrimiento evitado
Pollution Removal
Producción de oxígeno
Emisiones COV
Miscellaneous
Plot Comments
Tree Comments
Shrub Comments
Impactos y valores a la salud de la calidad del aire (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por árboles (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Resumen (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Análisis de plagas
Susceptibilidad a plagas
Por estrato
Plaga primaria
Impactos por estrato
Detalles de árboles impactados
Señales y síntomas
Totales por especie
Resúmenes por especie
Detalles por especie
Totales por estrato
Resúmenes por estrato
Detalles por estrato

## Reporte de metadatos para:

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 25/09/2019



Buscador de árboles impactados
Revisión de plagas
De árboles evaluados
Gráficos
Contaminación y estado del tiempo
Datos sin procesar y de fuentes
Concentración del contaminante atmosférico
Radiación fotosintéticamente activa
Lluvia
Temperatura
Índice UV
Mejoramiento de la calidad del aire
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Flujo del contaminante atmosférico (deposición seca)
Por unidad de cobertura arborea
Por unidad de cobertura matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por unidad de cobertura pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Transpiración
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Evaporación
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Agua interceptada
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Escurrimiento evitado
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Posible evapotranspiración
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Reducción del índice UV por los árboles
Efectos a la sombra del árbol
Efectos generales
Isoprene
By Trees
By Shrubs (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Monoterpene
By Trees
By Shrubs (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Reportes del pronóstico
Composición y estructura
Resumen de la población
Número de árboles
Número de árboles por estrato
Porcentaje de cobertura arborea
Porcentaje de cobertura arborea por estrato
Área de cobertura arborea
Área de cobertura arborea por estrato
Crecimiento DAP promedio

## Reporte de metadatos para:

Lugar: Jaen, Jaen, Sur, Spain

Proyecto: UNIVERSIDAD DE JAÉN, Series: UJA, Año: 2019

Generado: 25/09/2019



Crecimiento DAP promedio por estrato
Distribuciones DAP anuales
Área basal
Área basal por estrato
Área foliar y biomasa
Área foliar
Área foliar por estrato
Índice del área foliar
Índice del área foliar por estrato
Biomasa foliar
Biomasa foliar por estrato
Biomasa foliar por unidad de área
Biomasa foliar por estrato por unidad de área
Biomasa arborea
Biomasa arborea por estrato
Beneficios
Almacenamiento y secuestro de carbono
Almacenamiento de carbono
Almacenamiento de carbono por estrato
Secuestro de carbono
Secuestro de carbono por estrato
Eliminación de la contaminación por los árboles
Value for All Pollutants
CO
NO2
O3
SO2
PM2.5