



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura

250

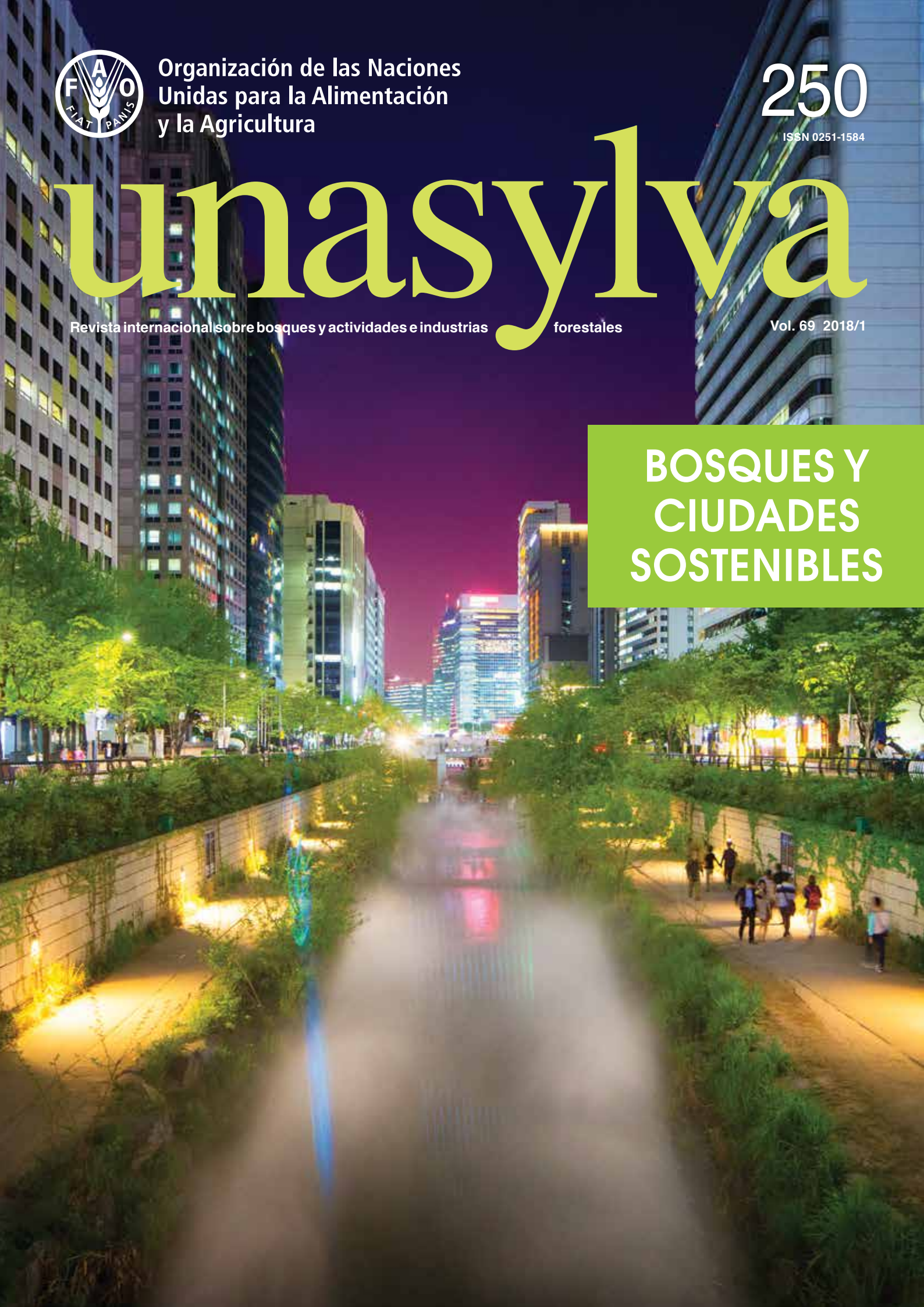
ISSN 0251-1584

# unasyuva

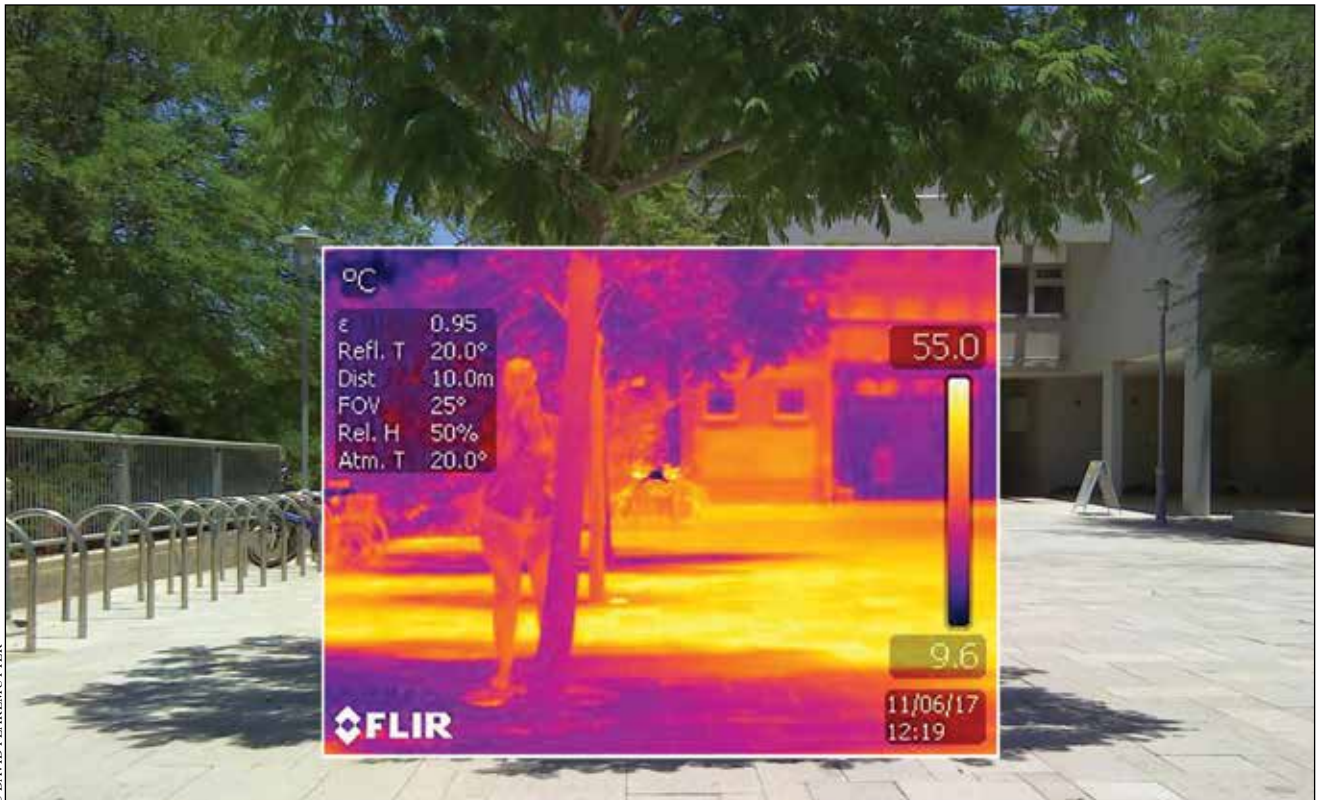
Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales

Vol. 69 2018/1

**BOSQUES Y  
CIUDADES  
SOSTENIBLES**







## El papel de los bosques urbanos y periurbanos para reducir riesgos y gestionar desastres

*P. Cariñanos, P. Calaza, J. Hiemstra, D. Pearlmutter y U. Vilhar*

*Hay una imperiosa necesidad de dar plena consideración a los bosques en los planes para reducir los riesgos y gestionar los desastres en las ciudades.*

**Paloma Cariñanos** es profesora adjunta de Botánica en la Universidad de Granada, España, y miembro del Grupo de Trabajo *Silva Mediterranea* sobre Silvicultura Urbana y Periurbana (WG7 de la FAO).

**Pedro Calaza** es profesor de Arquitectura del Paisaje en la Escuela Gallega del Paisaje, Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Galicia, España, y miembro del WG7 de la FAO.

**Jelle Hiemstra** es investigador científico principal de Árboles y Espacios Verdes Urbanos en la Universidad y Centro de Investigación de Wageningen, Países Bajos.

**David Pearlmutter** es profesor de Arquitectura en la Universidad Ben-Gurion del Néguev, Israel.

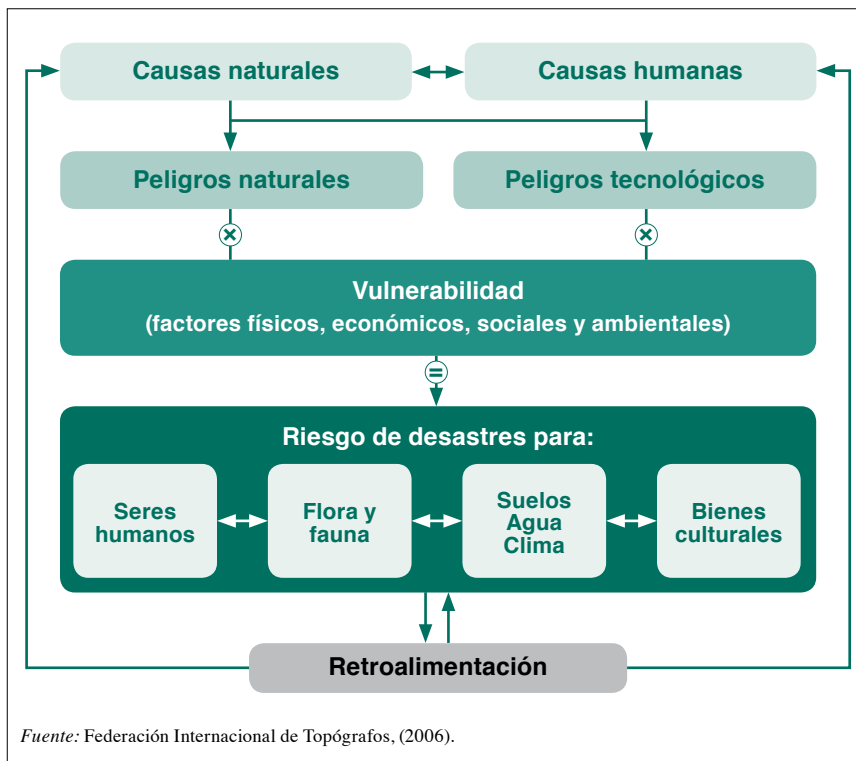
**Urša Vilhar** es investigadora en el Departamento de Ecología Forestal, Instituto Esloveno de Silvicultura, y miembro del WG7 de la FAO.

El proceso de urbanización no planificada que ha tenido lugar en muchas ciudades en las últimas décadas para ajustarse al crecimiento demográfico ha contribuido a la exposición diaria de las comunidades urbanas a riesgos ambientales que amenazan su salud y bienestar. Además de condiciones de vida deficientes en varias ciudades, los residentes afrontan los riesgos que plantean los peligros naturales extremos, como tormentas, inundaciones, incendios y sequías, todo ello exacerbado por el cambio climático. La mayoría de las regiones del mundo están expuestas a peligros naturales que causan considerables daños económicos y la pérdida de vidas humanas. En las áreas urbanas, los riesgos que implican los peligros naturales pueden incrementarse debido a la intervención humana, lo que potencialmente conduce a situaciones de acumulación del riesgo y vulnerabilidad permanente (Gráfico 1). Si bien todos los espectros de las poblaciones

urbanas están expuestos a estos riesgos, los sectores pobres son especialmente vulnerables.

Por lo tanto, es necesario contar con políticas y medidas que reduzcan o eliminen los riesgos a largo plazo para las personas y los bienes debido a los peligros citados, y que aumenten la resiliencia de las ciudades y sus elementos estructurales frente a factores de estrés cada vez más extremos. En 2002, la creación del Programa ONU-Hábitat condujo a la formulación de estrategias para lograr y fortalecer la resiliencia urbana frente a crisis naturales o humanas. El Plan de Acción de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de

*Arriba: Los árboles urbanos pueden reducir enormemente la temperatura de las superficies radiantes de las zonas pavimentadas y moderar el estrés térmico que experimentan los peatones (nótese que los colores azul y violeta de la imagen térmica indican zonas relativamente frescas)*



**CUADRO 1. Peligros en las ciudades y función de los bosques urbanos y periurbanos para reducir los riesgos**

Peligro	Función de los bosques urbanos y periurbanos
<b>Natural</b>	
Fuertes vientos (por ej., ciclones y huracanes)	Actúan como barreras; reducen la velocidad del viento y funcionan como malla de protección
Inundaciones y sequías	Reducen los volúmenes de aguas pluviales y el riesgo de que se produzcan inundaciones; aumentan la interceptación de las precipitaciones; incrementan la infiltración del agua y la recarga de aguas subterráneas
Desprendimiento de tierras	Aumentan la estabilidad de las laderas pronunciadas al reducir la escorrentía superficial y la erosión
Pérdida de suelos	Impiden la erosión de los suelos; reducen el impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo y mejoran la retención de agua en los suelos
Episodios de calor y frío extremos, efecto «isla de calor» urbana	Enfrían al proporcionar sombra, evapotranspiración, etc.; protegen de los vientos cálidos y fríos
Incendios forestales	Reducen la inflamabilidad, intensidad y propagación del fuego cuando están debidamente diseñados y gestionados
Pérdida de biodiversidad	Conservan especies y hábitats; limitan el ingreso de especies invasoras
Plagas y enfermedades	Limitan su propagación e impacto
<b>Antropogénico</b>	
Contaminación del aire	Captan el carbono; reducen la formación de ozono, atrapan partículas y gases contaminantes, disminuyen la emisión de alérgenos
Plagas y enfermedades	Forman una barrera amortiguadora contra el ingreso de especies invasivas
Disminución de la salud física y mental	Brindan espacios placenteros que aumentan el bienestar, la cohesión y la interacción sociales, las actividades recreativas, etc.

Desastres, elaborado en 2013, identifica medidas para fortalecer el apoyo a países y comunidades en la gestión del riesgo de desastres, incluida la implementación del Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030. Entre los cursos de acción prioritarios del Marco de Sendái está mejorar la preparación para lograr respuestas efectivas ante desastres y «reparar mejor» durante las etapas de recuperación, rehabilitación y reconstrucción. Ello no solamente implica fomentar la resiliencia de la infraestructura nueva y existente, sino también identificar las áreas que sean seguras para los asentamientos humanos y preservar las funciones del ecosistema (UNISDR, 2009).

Una de las principales medidas para aumentar la resiliencia en los ámbitos urbanos es fortalecer los ecosistemas urbanos para asegurar que tengan la capacidad de reducir los riesgos y gestionar los desastres. La infraestructura verde urbana, cuya columna vertebral son los bosques urbanos y periurbanos, puede potenciar la resiliencia ante desastres y contribuir a minimizar la intensidad de los impactos asociados. La creación de una infraestructura verde urbana responde a los principios básicos de la resiliencia proactiva: eficiencia, diversidad, interdependencia, fortaleza, flexibilidad, autonomía, planificación y adaptabilidad (Cuadro 1), (Bell, 2002).

En este artículo se presentan ejemplos del papel de los bosques urbanos y periurbanos para reducir el impacto causado por los peligros, tanto naturales como provocados por la intervención humana. También se analiza la forma en que pueden gestionarse los peligros que plantean los bosques urbanos y periurbanos, lo que aumenta la resiliencia urbana a la luz de los desafíos que se afrontarán en las próximas décadas.

#### **PELIGROS URBANOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO**

A menudo se considera que el cambio climático es sinónimo de calentamiento global, pero vivimos en una era de incertidumbre climática, en la que los acontecimientos localizados y habitualmente considerados extremos se han tornado cada vez más



frecuentes (Meir y Pearlmutter, 2010). Hay comunidades en todo el mundo que están experimentando el recrudecimiento de tormentas catastróficas, inundaciones, olas de calor y sequías, y estos acontecimientos desestabilizadores probablemente se tornen más pronunciados en el futuro.

#### **El efecto «isla de calor» urbana**

El efecto «isla de calor» urbana es un ejemplo de cambio climático local que se observa habitualmente y que se intensifica de acuerdo con el tamaño, la densidad y composición material de una ciudad. Uno de los principales agentes catalizadores de la isla de calor urbana es la sustitución de zonas con vegetación por paisajes urbanos «secos», lo que reduce el enfriamiento que se logra mediante la evapotranspiración (Pearlmutter, Krüger y Berliner, 2009) y, lo que es más importante en términos de estrés térmico humano, la sombra que reciben los peatones. El estrés térmico se ve intensificado por las superficies urbanas sin sombra, que absorben la energía solar, vuelven a irradiar el calor y reflejan la energía solar directamente sobre el cuerpo de los peatones.

La estrategia general más eficaz para mitigar el efecto de las islas de calor urbanas es el cultivo de árboles dentro de las ciudades y en sus alrededores. La magnitud del efecto «isla fresca en los parques», es decir, la reducción de

la temperatura del aire en los espacios urbanos verdes con respecto a sus alrededores edificados, generalmente oscila entre 3° y 5 °C, pero puede llegar hasta casi 10 °C (Hiemstra *et al.*, 2017). Las copas de los árboles son especialmente beneficiosas para dar sombra cuando son amplias y densas y las hojas transpiran libremente (Shashua-Bar y Hoffman, 2004); sin embargo, la carencia de agua en las zonas urbanas a menudo representa una limitación.

La ciudad de Londres, capital del Reino Unido, probablemente afrontará en los próximos años episodios de calor cada vez más frecuentes, con efectos potencialmente importantes sobre la salud pública y el riesgo asociado a que se produzcan cientos de muertes causadas por las olas de calor. En 2010 la ciudad de Londres estableció una estrategia de adaptación al cambio climático donde se identifican los riesgos a la salud pública que plantea el cambio climático y se definen las acciones necesarias para su gestión. Una medida actualmente en curso es potenciar los beneficios que ofrecen los bosques urbanos aumentando la cantidad de techos verdes y el arbolado de las calles, así como la cantidad y calidad de espacios con vegetación. El objetivo es aumentar en un 10% la cubierta vegetal del Gran Londres y llegar a 2050 con una cubierta vegetal total del 50% (Alcalde de Londres, 2017).

#### **Inundaciones y tormentas**

Los abrumadores volúmenes de aguas pluviales y de inundaciones en ciudades en proceso de urbanización, asociados al deterioro en la calidad del agua potable, se han transformado en una de las mayores preocupaciones sanitarias, ambientales y financieras a nivel mundial. El aumento de la urbanización altera la hidrología de una zona, reduce la capacidad de infiltración del suelo e incrementa tanto la escorrentía de aguas superficiales como el caudal máximo instantáneo (Vilhar, 2017).

La creciente incidencia de las inundaciones en las ciudades demuestra que la infraestructura de aguas grises para transportar las aguas pluviales a las plantas de tratamiento de aguas residuales o para su transformación en aguas superficiales no fue diseñada para la intensidad actual de las precipitaciones pluviales. Asimismo, en la mayoría de las cuencas urbanizadas están aumentando las superficies impermeables. Los bosques urbanos y periurbanos tienen un gran potencial para reducir la escorrentía de las aguas pluviales al incrementar la evapotranspiración y la infiltración del agua en el suelo (Gregory *et al.*, 2006) y debido a que las coronas de los árboles interceptan las precipitaciones

*Inundación luego de abundantes lluvias en Liubliana, Eslovenia. Las raíces de los árboles contribuyen a proteger el suelo de la erosión*



(Kermavnar y Vilhar, 2017). Asimismo, las raíces de los árboles y los residuos de las hojas caídas estabilizan el suelo y reducen la erosión (Seitz y Escobedo, 2008).

Las inundaciones son los desastres más frecuentes en varias zonas de Asia y el Pacífico. Diez de los países de la región más expuestos al riesgo de inundación (Afganistán, Bangladesh, Camboya, China, India, Indonesia, Myanmar, Pakistán, Viet Nam y Tailandia) tienen costas sobre ríos, y a menudo se producen inundaciones transfronterizas, lo que genera impactos a gran escala (Luo *et al.*, 2015). En Bangladesh, entre las prácticas en vías de implementación para reducir el impacto de las inundaciones se incluye la creación de pronósticos del tiempo con simulación de avanzada para permitir la evacuación de grandes cantidades de personas varios días antes de que se produzcan las inundaciones, la plantación de árboles resistentes a las inundaciones y una cooperación regional más estrecha para coordinar medidas de respuesta (Basak, Basak y Rahman, 2015).

#### **Huracanes y vendavales**

Se pronostica que se producirán huracanes y vendavales con mayor frecuencia y gravedad debido al calentamiento global (por ejemplo, en el Atlántico [Bender *et al.*, 2010]). Al igual que otros tipos de infraestructuras, los árboles pueden sufrir daños debido a fuertes vientos y tormentas, pero también pueden contribuir al surgimiento de zonas resistentes a los huracanes. Duryea, Kampf y Littell (2007) estudiaron 10 huracanes recientes y su impacto sobre más de 150 especies de árboles urbanos para evaluar los factores que determinan que algunos árboles sean resistentes al viento. Los árboles con más capacidad de sobrevivir a las tormentas son compactos y tienen una gran raíz pivotante con raíces secundarias muy desarrolladas, un tronco de forma bien cónica, un centro de gravedad bajo y ramas abiertas, flexibles y cortas. Los árboles que se encuentran en grupos de cinco o más tienen más probabilidades de sobrevivir a fuertes vientos que los ejemplares aislados. Solamente se perdió el 3% de más de 14 000 árboles históricos de Nueva Orleans, Estados Unidos, durante el huracán Katrina en 2005; la mayoría de los ejemplares sobrevivientes fueron robles que tenían muchas de las características citadas

anteriormente. Las lecciones aprendidas del estudio de Duryea, Kampf y Littell (2007) y otros, se están poniendo en práctica en zonas devastadas por los sucesivos huracanes que azotaron el Caribe y el Golfo de México en 2017.

Los planes para la mitigación del riesgo y la gestión de desastres elaborados por el gobierno local de Katmandú, Nepal, luego del terremoto de 2015 incluyen la creación de bosques urbanos y espacios abiertos como medidas para reducir el impacto de los terremotos y dotar a la comunidad de puntos de reunión y refugio temporal (Saxena, 2016).

#### **Incendios forestales en el Mediterráneo**

Los incendios forestales, especialmente en el límite urbano-silvestre, plantean una creciente amenaza a las ciudades a la luz del cambio climático. Son las personas quienes causan más del 90% de los incendios forestales en la región del Mediterráneo, donde todos los años se queman, en promedio, más de 800 000 hectáreas. Las sequías se han prolongado en las últimas décadas, lo que provocó un aumento en la cantidad, extensión y recurrencia de los incendios y en la escala de pérdidas humanas y económicas (Gonçalves y Sousa, 2017). Martínez, Vega-García y Chuvieco (2009) detectaron que los principales factores

asociados al alto riesgo de incendios forestales en España son la fragmentación del paisaje, el abandono de tierras agrícolas y los procesos de desarrollo. Por otra parte, las políticas para estimular la reforestación de tierras agrícolas abandonadas han tenido escaso efecto sobre la generación de incendios.

Recientemente, Portugal experimentó grandes pérdidas debido a los incendios: por ejemplo, en el verano boreal de 2017 se produjeron más de 500 incendios que causaron más de 100 víctimas fatales. En 2005 el país implementó un plan nacional para la prevención y protección contra incendios (Oliveira, 2005), que se considera el principal enfoque para encarar una de las peores amenazas que sufre la nación lusa. Entre las medidas que se indican en el mencionado plan se cuenta la sustitución progresiva de los bosques de eucaliptos: el país tiene más de 900 000 hectáreas plantadas con estos árboles, cuyas hojas y corteza son altamente inflamables. El abandono de tierras agrícolas y la expansión de los centros urbanos han acercado los bosques de eucaliptos a la periferia urbana, lo que ha incrementado el riesgo de incendios en la interfaz urbano-rural.

**Los árboles urbanos pueden implicar peligros: este ejemplar cayó sobre un área de juegos infantiles, aunque afortunadamente no hubo heridos**





### Amenazas a la biodiversidad

Las plagas y enfermedades se han extendido a nivel mundial y están causando daños considerables. Por ejemplo, durante el siglo XX la enfermedad holandesa del olmo (*Ophiostoma ulmi* y *O. novo-ulmi*) se transfirió de Asia a América y Europa mediante troncos infectados, lo que causó una pandemia en el hemisferio norte. Solamente en el Reino Unido, la enfermedad holandesa del olmo causó la muerte de aproximadamente 28 millones de olmos maduros entre 1970 y 1990, muchos de ellos en zonas urbanas y periurbanas, y la muerte posterior de cerca de 20 millones de olmos jóvenes (Brasier, 2008).

Varias ciudades están adoptando políticas para asegurarse de contar con la suficiente diversidad de especies arbóreas a fin de reducir los efectos de las plagas, enfermedades y otros factores que, de no atenderse, podrían causar la aniquilación de los árboles urbanos. En Canadá, uno de los objetivos de la Estrategia Forestal Urbana Sostenible de la ciudad de Kelowna es aumentar la diversidad de especies en toda la ciudad para evitar la pérdida catastrófica de árboles debido a plagas, enfermedades y el cambio climático. Dicha estrategia plantea la diversificación de las especies utilizadas como árboles de calle, de forma tal que haya 10 o más especies representadas en el 10% o menos de la población total de estos árboles. Se están incorporando especies ornamentales compatibles con las condiciones climáticas de la ciudad (Blackwell and Associates, 2011).

Las áreas urbanas pueden contener niveles relativamente altos de biodiversidad (Alvey, 2006). En tal sentido, las ciudades están adoptando prácticas de gestión para conservar y fomentar tal diversidad, y también como un medio para aumentar la resiliencia frente al cambio ambiental.

### RIESGOS Y BENEFICIOS PARA LA SALUD HUMANA

La vida urbana moderna puede tener impactos negativos sobre la salud pública y la calidad de vida de los ciudadanos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que cada año pueden atribuirse 12,6 millones de muertes a la existencia de ambientes urbanos no saludables (Prüss-Ustün *et al.*, 2016), y se

ha asociado la contaminación del aire, el agua y el suelo, la exposición a sustancias químicas y al cambio climático a más de 100 tipos de dolencias; las enfermedades cardiovasculares y respiratorias se cuentan entre las primeras diez causas de muerte vinculadas al medio ambiente. Los bosques urbanos y periurbanos presentan riesgos para la salud humana, pero también pueden dar lugar a una amplia gama de beneficios para la salud.

### Riesgos

Las sustancias vegetales pueden ser tóxicas para los seres humanos, y los árboles y otras plantas pueden emitir compuestos orgánicos volátiles y partículas que pueden afectar negativamente la salud humana (Cariñanos *et al.*, 2017). En el mundo se han identificado algunas de las especies usadas con mayor frecuencia en los bosques urbanos y periurbanos y se las señaló como los agentes causantes de las alergias humanas al polen (Cariñanos y Casares-Porcel, 2011).

Las personas también corren riesgo de sufrir heridas o morir debido a la caída de árboles. Por ejemplo, un roble de 200 años cayó sobre una multitud en la isla de Madeira, Portugal, en agosto de 2017, y provocó la muerte de 13 personas e hirió a alrededor de 50 (Minder y Stevens, 2017).

Los riesgos que plantean los bosques urbanos y periurbanos pueden gestionarse mediante la implementación de un plan para combatir los peligros de los árboles en las ciudades (Calaza Martínez e Iglesias Díaz, 2016). Por ejemplo, el Plan Director del Arbolado de los Jardines del Buen Retiro en Madrid, España, incluye un plan de gestión del riesgo arbóreo que, entre otras cosas, establece un protocolo de gestión del riesgo para el parque.

### Beneficios

En numerosos estudios se ha destacado el papel que cumplen en el fomento de la salud humana la infraestructura verde en general y los bosques urbanos y periurbanos en particular. Se han implementado varias iniciativas, algunas de ellas con el apoyo de los servicios de salud nacionales y de la OMS, dirigidas a estimular el uso de los bosques urbanos y periurbanos para realizar actividades físicas y otras formas de recreación al aire libre, a fin de mejorar de la salud humana (OMS, 2010).

Los espacios verdes, incluidos los bosques urbanos y periurbanos, pueden ofrecer una forma de terapia natural que ayude a las personas a recuperarse de acontecimientos traumáticos, como es el caso de las catástrofes. Entre las actividades con beneficios potencialmente terapéuticos se incluyen la plantación de jardines para la paz y la reconciliación, y el cuidado de los árboles sobrevivientes o la plantación de nuevos árboles en zonas afectadas por guerras, atentados terroristas o catástrofes naturales (Tidball *et al.*, 2010).

### CONCLUSIÓN

En una era en que los acontecimientos naturales extremos se tornan cada vez más frecuentes, existe la necesidad imperiosa de elaborar e implementar planes urbanos para la reducción de riesgos y para la gestión de desastres, a fin de reducir la vulnerabilidad y exposición al riesgo y mejorar la capacidad de adaptación. Los bosques urbanos y periurbanos son componentes clave de tales planes, tanto para minimizar los impactos de los desastres y el daño que causan, como para la posterior restauración, reconstrucción y rehabilitación de los ecosistemas urbanos. La multifuncionalidad de los bosques urbanos y periurbanos, su eficacia en la mitigación de inundaciones, eventos de calor extremo y fuertes vientos, así como los peligros que por sí mismos representan, hacen que sea imperativo que se contemplen en los planes de acción para la reducción del riesgo de desastres.

El riesgo creciente para la salud y el bienestar humanos que representan la contaminación del aire, el agua y el suelo, también indica la necesidad de instalar y gestionar una infraestructura verde urbana, especialmente bosques urbanos y periurbanos, como medida para proteger a las personas, la infraestructura y los hábitats creados. Finalmente, habida cuenta del carácter transnacional de algunos impactos de los desastres naturales, la cooperación transfronteriza y regional es crucial para formular políticas y estrategias a fin de estar preparados frente a posibles riesgos, mitigar el impacto de los desastres y coordinar medidas de respuesta. ♦



## Bibliografía

- Alcalde de Londres.** 2017. *The London plan: the spatial development strategy for Greater London*. Versión preliminar destinada a consulta pública, diciembre de 2017. Londres, Autoridad del Gran Londres (disponible en [www.london.gov.uk/sites/default/files/new\\_london\\_plan\\_december\\_2017.pdf](http://www.london.gov.uk/sites/default/files/new_london_plan_december_2017.pdf)).
- Alvey, A.** 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening*, 5: 195–201.
- Basak, S.R., Basak, A.C. y Rahman, M.A.** 2015. Impacts of floods on forest trees and their coping strategies in Bangladesh. *Weather and Climate Extremes*, 7: 43–48.
- Bell, M.** 2002. The five principles of organizational resilience. *Gartner Newsletter*, febrero.
- Bender, M.A., Knutson, T.R., Tuleya, R.E., Sirutis, J.J., Vecchi, G.A., Garnes, S.T. y Held, I.M.** 2010. Modeled impact of anthropogenic warming on the frequency of intense Atlantic hurricanes. *Science*, 327: 454–458.
- Blackwell and Associates.** 2011. *City of Kelowna sustainable urban forest strategy*. Kelowna, Canadá, Ciudad de Kelowna.
- Brasier, C.M.** 2008. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. *Plant Pathology*, 57: 792–808.
- Calaza Martínez, P. y Iglesias Díaz, I.** 2016. *El riesgo del arbolado urbano. Contexto, concepto y evaluación*. Ediciones Paraninfo S.A.
- Cariñanos, P., Calaza-Martínez, P., O'Brien, L. y Calfapietra, C.** 2017. The cost of greening: disservices of urban trees. En: D. Pearlmutter, C. Calfapietra, R. Samson, L. O'Brien, S. Krajter Ostoiæ, G. Sanesi y R. del Amo, eds. *The urban forest: cultivating green infrastructure for people and the environment*, pp. 79–88. Future City 7. Cham, Suiza, Springer International Publishing AG.
- Cariñanos, P. y Casares-Porcel, M.** 2011. Urban green zones and related pollen allergy: a review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and Urban Planning*, 101: 205–214. DOI 10.1016/j.landurbplan.2011.03.006
- Duryea, M.L., Kampf, E. y Littell, R.C.** 2007. Hurricanes and the urban forest: I. Effects on southeastern United States coastal plain tree species. *Arboriculture and Urban Forestry*, 33(2): 83–97.
- Federación Internacional de Agrimensores.** 2006. *The contribution of the surveying profession to disaster risk management*. FIG [Fédération Internationale des Géomètres] Grupo de Trabajo 8.4.
- Gonçalves, A.C. y Sousa, M.A.** 2017. The fire in the Mediterranean region: a case study of forest fires in Portugal. En: B. Fuerst-Bjeis, ed. *Mediterranean identities: environment, society, culture*, pp. 305–335. InTech Publishers.
- Gregory, J.H., Dukes, M.D., Jones, P.H. y Miller, G.L.** 2006. Effect of urban soil compaction on infiltration rate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 61: 117–124.
- Hiemstra, J.A., Saaroni, H., Tavares, R. y Amorim, J.A.** 2017. The urban heat island: thermal comfort and the role of urban greening. En: D. Pearlmutter, C. Calfapietra, R. Samson, L. O'Brien, S. Krajter Ostoić, G. Sanesi y R. del Amo, eds. *The urban forest: cultivating green infrastructure for people and the environment*, pp. 7–20. Future City 7. Cham, Suiza, Springer International Publishing AG.
- Kermavnar, J. y Vilhar, U.** 2017. Canopy precipitation interception in urban forests in relation to stand structure. *Urban Ecosystems*, 20(6): 1373–1387. DOI 10.1007/s11252-017-0689-7
- Luo, T., Maddocks, A., Iceland, C., Ward, P. y Winsemius, H.** 2015. World's 15 countries with the most people exposed to river floods [disponible en Internet]. World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales), 5 de marzo. [Citado el 20 de diciembre de 2017]. [www.wri.org/blog/2015/03/world%E2%80%99s-15-countries-most-people-exposed-river-floods](http://www.wri.org/blog/2015/03/world%E2%80%99s-15-countries-most-people-exposed-river-floods)
- Martínez, J., Vega-García, C. y Chuvieco, E.** 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Environmental Management*, 90(2): 1241–1252.
- Meir, I.A. y Pearlmutter, D.** 2010. Building for climate change: planning and design considerations at a time of climatic uncertainty. *Corrosion Engineering Science and Technology*, 45(1): 70–75.
- Minder, R. y Stevens, M.** 2017. Oak tree falls in Portugal during ceremony, killing 13 [disponible en Internet]. *The New York Times*, 15 de agosto. [Citado el 12 de diciembre de 2017]. [www.nytimes.com/2017/08/15/world/europe/portugal-tree-deaths.html](http://www.nytimes.com/2017/08/15/world/europe/portugal-tree-deaths.html)
- Oliveira, T.** 2005. The Portuguese National Plan for Prevention and Protection of Forest Against Fires: the first step. *International Forest Fire News*, 33: 30–34.
- Organización Mundial de la Salud.** 2010. *Global recommendations on physical activity for health*. Ginebra, Suiza.
- Pearlmutter, D., Krüger, E.L. y Berliner, P.** 2009. The role of evaporation in the energy balance of an open-air scaled urban surface. *International Journal of Climatology*, 29: 911–920. DOI 10.1002/joc.1752
- Prüss-Ustún, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R. y Neira, M.** 2016. *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. Ginebra, Suiza, Organización Mundial de la Salud.
- Saxena, M.R.** 2016. Role of open spaces in disaster management. Documento presentado en AGORA 2016. GD Goenka University, India.
- Seitz, J. y Escobedo, F.** 2008. *Urban forests in Florida: trees control stormwater runoff and improve water quality*. FOR184. Gainesville, Estados Unidos, Universidad de Florida.
- Shashua-Bar, L. y Hoffman, M.E.** 2004. Quantitative evaluation of passive cooling of the UCL microclimate in hot regions in summer, case study: urban streets and courtyards with trees. *Building and Environment*, 39: 1087–1099.
- Tibbald, K.G., Krasny, M.E., Svendsen, E., Campbell, L. y Helphand, K.** 2010. Stewardship, learning and memory in disaster resilience. *Environmental Education Research*, 16(5): 591–600. DOI: 10.1080/13504622.2010.505437
- UNISDR.** 2009. 2009 *UNISDR terminology on disaster reduction*. Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de los Desastres (UNISDR).
- Vilhar, U.** 2017. Water regulation and purification. En: D. Pearlmutter, C. Calfapietra, R. Samson, L. O'Brien, S. Krajter Ostoić, G. Sanesi y R. del Amo, eds. *The urban forest: cultivating green infrastructure for people and the environment*, pp. 41–47. Future City 7. Cham, Suiza, Springer International Publishing AG. ♦