



Posibles usos de los árboles nativos en el paisaje urbano de Azerbaiyán para la resistencia a las enfermedades fúngicas

Prospective uses of relict trees in the urban landscaping of Azerbaijan for resistance to fungal disease


Possíveis usos das árvores nativas na paisagem urbana de Azerbaijão para a resistência às doenças fúngicas

Gulnar Gasimova^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-5803-4049>

Natella Sultanova²  <http://orcid.org/0000-0002-7907-6635>

Panah Muradov³  <https://orcid.org/0000-0001-9660-1377>

Sabiya Jabrailzade⁴  <https://orcid.org/0000-0002-0374-4828>

Nizami Namazov²  <https://orcid.org/0000-0001-6109-5646>

¹Institute of Botany of ANAS (Azerbaijan National Academy of Sciences), Azerbaijan.

²Sumgayit State University, Department of Biology, Azerbaijan.

³Institute of Microbiology of ANAS (Azerbaijan National Academy of Sciences), Azerbaijan.

⁴Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan.

*Autor para la correspondencia: muradov.imanas@bk.ru

Recibido: 26 de febrero de 2020.

Aprobado: 16 de abril de 2020.

RESUMEN

En este estudio, se consideran los usos prospectivos de algunas plantas nativas en los paisajes de zonas urbanas de Azerbaiyán en cuanto a su resistencia a las enfermedades fúngicas. Para ello, se utilizaron nueve especies de plantas nativas de la dendroflora local y se estudiaron su microbiota y la resistencia a las enfermedades causadas por hongos. En el estudio se identificaron 65 especies de Mycota, de las cuales el 84,6 % son condicionalmente patógenas. La gran mayoría de las especies pertenecen a Ascomycota, y los representantes de los grupos Basidiomycota y Zygomycota estuvieron representados en menor medida. Las enfermedades fúngicas más comunes incluyen la podredumbre manchada y la podredumbre multicolor (alrededor del 75 %). La gama de patógenos dominantes en las plantas nativas se estudia en función de las especies, lo que constituye una condición favorable para



limitar la propagación de la enfermedad en los rodales mixtos. En general, los árboles nativos tienen un alto potencial de resistencia a la micobiota patógena y pueden utilizarse en el paisajismo de las ciudades.

Palabras clave: Plantas nativas; Jardines urbanos; Microbiota; Fitopatógenos; indicadores cuantitativos bajos.

ABSTRACT

This study considers the prospective uses of some relict plants in the landscaping of urban areas in Azerbaijan in terms of their resistance to fungal diseases. To do this, nine species of relict plants of local dendroflora were used and their mycobiota and resistance of diseases caused by fungi were studied. The study identified 65 species of Mycota, of which 84.6 % are conditionally pathogenic. The vast majority of species belong to Ascomycota, and representatives of the Basidiomycota and Zygomycota groups were represented to a lesser extent. The most common fungal diseases include spotted and multi-colored rot (about 75 %). The range of dominant pathogens in the relict plants under studies species-specific, which is a favorable condition for limiting the spread of disease in mixed stands. In general, relict trees have a high potential for resistance to pathogenic mycobiota and can be used in landscaping of cities.

Keywords: Relict trees; Urban gardening; Mycobiota; Phytopathogens; Low quantitative indicators.

RESUMO

Neste estudo, as utilizações prospectivas de algumas plantas nativas em paisagens urbanas do Azerbaijão são consideradas em termos da sua resistência a doenças fúngicas. Para este efeito, foram utilizadas nove espécies de plantas nativas da dendroflora local e foram estudadas a sua microbiota e resistência a doenças fúngicas. No estudo foram identificadas 65 espécies de Mycota, das quais 84,6 % são patogénicas do ponto de vista das condições. A grande maioria das espécies pertence a Ascomycota e os representantes dos grupos Basidiomycota e Zygomycota estiveram representados em menor escala. As doenças fúngicas mais comuns incluem a podridão manchada e a podridão multicolorida (cerca de 75 %). A gama de agentes patogénicos dominantes nas plantas nativas é estudada com base na espécie, o que constitui uma condição favorável para limitar a propagação da doença em povoamentos mistos. Em geral, as árvores nativas têm um elevado potencial de resistência à microbiota patogénica e podem ser utilizadas no paisagismo urbano.

Palavras-chave: Plantas nativas; Jardines urbanos; Microbiota; Agentes patogénicos das plantas; Indicadores cuantitativos baixos.

INTRODUCCIÓN

La dendroflora en gran parte de las ciudades de Azerbaiyán desempeñan un importante rol ambiental porque cumplen funciones sanitarias-higiénicas, culturales, recreativas, de esparcimiento, estéticas, de protección del agua y del suelo (Aronson *et al.*, 2014; Battisti *et al.*, 2019; Ennos, 2015; Kowarik y von der Lippe, 2018; Nilon *et al.*, 2017). Sin embargo, el entorno urbano se distingue por sus peculiares características ambientales, así como por las influencias tecnogénicas específicas que



inhiben las plantas (Ives y *et al.*, 2016; Qiu *et al.*, 2017; Tomoshevich, 2015). Los impactos antropogénicos provocan un desequilibrio en las dendrocenosis, una disminución de la resistencia a las enfermedades entre las especies arbóreas, así como daños mecánicos en los árboles, lo que a su vez provoca un aumento de diversas enfermedades infecciosas (Lukmazova, 2013; Tatarintsev, 2018). La micobiota patógena altera los procesos de fotosíntesis en los árboles, reduce su productividad y longevidad, y también puede causar muertes masivas en los espacios verdes de las ciudades (Brasier y Buck, 2001; Yang *et al.*, 2017). Para resolver los problemas prácticos del paisajismo, es de gran importancia el inventario de los dendropatógenos, ya que permite fundamentar científicamente las medidas para enriquecer y actualizar el surtido de plantaciones urbanas.

Más de un centenar de especies de árboles locales e introducidos se utilizan en la mejora de las grandes ciudades de Azerbaiyán (Abdullayeva, 2017; Kowarik y von der Lippe, 2018; Tomoshevich, 2015). Estos tienen características diferentes según sus rasgos ecológicos (rangos y dependencia de determinadas condiciones ambientales, ciclo de vida, entre otros). La influencia de estas diferencias en la resistencia de la dendrofauna urbana a las enfermedades infecciosas se ha abordado en numerosos trabajos, en los que se han identificado las formas dominantes y la especificidad de las especies de diversos representantes de la micobiota arbórea (Abdullayeva, 2017; Lukmazova, 2013; Tatarintsev, 2018; Tomoshevich, 2015). En algunos trabajos se presentan pruebas de que algunas plantas nativas son resistentes a las enfermedades micóticas, lo que se asocia a un alto potencial de adaptación (Lukmazova, 2013; Qiu *et al.*, 2017). Este hecho hace que estas sean un objeto de estudio prometedor para su uso en el paisajismo urbano. Las plantas nativas se plantan ampliamente en las grandes ciudades de Azerbaiyán. Por ejemplo, el pino eldar (*Pinus eldarica* Medw.) y el pino oriental (*Platanus orientalis* L.) se utilizan ampliamente en los paisajes urbanos. En algunos parques y jardines también se planta el castaño común (*Castanea sativa* Mill.), el roble castaño (*Quercus castaneifolia* CAM.) y la langosta del mar Caspio (*Gleditsia caspia* Desf.); sin embargo, a pesar de su ubicuidad en los entornos urbanos de Azerbaiyán, no se han realizado estudios especiales sobre la resistencia de este grupo de plantas a la micobiota patógena. En ese sentido, en este trabajo se evalúan las perspectivas de utilización de árboles nativos en el paisaje urbano de las grandes ciudades, como Bakú y Sumgait, en lo que respecta a su resistencia a las enfermedades fúngicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material de investigación

El estudio se llevó a cabo en 2014 en las ciudades de Bakú y Sumgait, que son las ciudades más grandes de Azerbaiyán. Se tomaron muestras de los órganos reproductivos (flores, frutos y semillas) y vegetativos (raíz, tallo y hoja) de las plantas estudiadas. Para seleccionar las muestras se utilizó el método de la ruta (Abdullayeva, 2017; Bahshaliyeva, 2017; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2006; Golovin *et al.*, 2002). En total, se tomaron 500 muestras de nueve especies de árboles nativos (Mammadov *et al.*, 2016; Ministerio de Ecología y Recursos Naturales de la República de Azerbaiyán, 2013):

1. *Albizia julibrissin* Dur. - un árbol decíduo de 6 a 16 m de altura, con copa en forma de paraguas. Los hábitats naturales son el cinturón de montañas bajas de los montes Talysh en Azerbaiyán, así como China, Corea y Japón. Además, se distribuye por toda la costa del Mar Negro del noreste de Turquía. Es una



- planta ornamental muy popular en los jardines y parques de las ciudades de Europa meridional y Asia.
2. *Castanea sativa* Mill. - Planta leñosa deciduo de 10 a 30 metros de altura con una copa en forma de paraguas. Ampliamente distribuida en los subtrópicos del Mediterráneo y el Cáucaso.
 3. *Ficus carica* L. árbol deciduo de 10-15 m de altura, en algunos casos toma la forma de matojo. Forma de la copa como paraguas esférico. Los ficus crecen en las regiones subtropicales y cálidas de Azerbaiyán y están ampliamente distribuidos en los países mediterráneos, Transcaucasia, los Cárpatos y el Territorio de Krasnodar.
 4. *Gleditsia caspia* Desf. - una planta leñosa decidua de 10-15 m de altura y halófito. Común en los bosques del Cáucaso, en muchas regiones de Azerbaiyán y en las tierras bajas de Absheron, Talysh y Kur-Araz.
 5. *Parrotia persica* (D.C.) C.A.M. un árbol deciduo de 12-25 m de altura, el tronco se ramifica desde la base. Este árbol se distribuye en los bosques naturales de las montañas de Talysh de Azerbaiyán e Irán, cerca de la costa del Mar Caspio.
 6. *Pinus eldarica* Medw. - Conífera de baja talla. Su único hábitat natural es muy limitado, cubre hasta 300 hectáreas de las laderas norte y noreste de la cadena Elleroyag en zonas rocosas secas de la Llanura Eldar. Es una de las plantas más utilizadas para el paisajismo en Azerbaiyán y en las regiones áridas del Cáucaso y el Asia central.
 7. *Platanus orientalis* L. - árbol deciduo 25-50 m de altura. La copa es densa, amplia y ovalada. Es común en el Mediterráneo, América del Norte, Asia Central y Asia Menor, y Europa Central. Es uno de los árboles más utilizados en el paisajismo en Azerbaiyán.
 8. *Punica granatum* L. - un arbusto subtropical perenne y deciduo con origen en Asia Menor. Está ampliamente distribuido en América del Sur, Australia, Sudáfrica, Azerbaiyán, los países de la cuenca del Mediterráneo, Afganistán, la India y China. La granada crece naturalmente a lo largo de las estribaciones meridionales del Cáucaso Mayor y Menor, y a lo largo de las riberas del río Kura en Azerbaiyán. La granada se cultiva históricamente en casi todas las regiones de Azerbaiyán.
 9. *Quercus castaneifolia* (C.A.M.) - un árbol cuya copa tiende a ser amplia piramidal de 40-45 m de altura, muy extendido en el Gran Cáucaso, el Cáucaso Menor y la zona de Talysh en Azerbaiyán.

Muestreo y análisis micológico

En todos los casos, para aislar los hongos en cultivo puro, se utilizaron medios de cultivo estándar: extracto de Agar Malta (AMJ), agar Czapek (ChM), el agar de arroz (RA) y agar patata (PA). Estos medios de cultivo también se utilizaron para almacenar los cultivos de estudio.

Los hongos se identificaron sobre la base de ciertos identificadores (Horst, 2013; Kirk et al., 2008; Satton et al., 2001). Se utilizaron los nombres latinos de los hongos y su sistematización se llevó a cabo de conformidad con las normas actualmente aceptadas (Hawksworth, 2014), así como con el sitio web oficial de la Asociación Micológica Internacional (IMA) (Mammadov et al., 2016). La frecuencia de aparición de los hongos se determinó mediante la fórmula $P = (n / N) \times 100$, donde P es la frecuencia de aparición de los hongos en la muestra (o la tasa de prevalencia de la enfermedad causada por el patógeno - %), n es el número de hongos encontrados



(el número de plantas infectadas con la enfermedad en las áreas de estudio) y N es el número total de muestras (número total de especies de plantas en el área de estudio).

RESULTADOS

Los estudios de las plantas autóctonas de los espacios verdes en las ciudades revelaron una gran variedad de hongos. Se aislaron un total de 65 especies de micro y macromicetos (Tabla 1). El mayor número de especies se registró en *Quercus castaneifolia*, y el menor en *Pinus eldarica*. La diversidad de especies de micobiota en otras plantas oscila entre 10 y 14. Esto es de 1,7 a 2,4 veces menos en comparación con los hongos implicados en la formación de la micobiota en *Quercus castaneifolia* y de 1,1 a 1,6 veces más que en *Pinus eldarica*. En algunos casos se observa la ocurrencia de dos o más tipos de hongos parásitos en una planta.

Un estudio detallado de los hongos que participan en la formación de la micobiota de acuerdo con sus características taxonómicas distintivas encontró que el 67,7 % de los hongos pertenecen a Ascomycota, el 21,5 % a Basidiomycota y el 10,8 % a Zygomycota.

Tabla 1. - Características numéricas de la composición de las especies de microbiocios en las plantas nativas

Especies de árboles	Número de especies de hongos			Total
	Zygomycota	Ascomycota	Basidiomycota	
<i>Albizia julibrissin</i>	1	7	3	11
<i>Castanea sativa</i>	2	7	4	13
<i>Ficus carica</i>	2	10	2	14
<i>Gleditshia caspia</i>	1	11	2	14
<i>Parrotia persica</i>	1	8	2	11
<i>Pinus eldarica</i>	1	5	3	9
<i>Platanus orientalis</i>	1	7	2	10
<i>Punica granatum</i>	0	10	0	10
<i>Quercus castaneifolia</i>	1	16	7	24
Total	7	44	14	65

En total, Ascomycota tiene 44 especies pertenecientes a 11 órdenes: Botryosphaeriales-2, Capondiales- 5, Diaporthales - 3, Dothideales- 1, Eurotiales- 8, Ersiphales- 5, Helotiales- 4, Hypocreales- 5, Glomerellales- 3, Pleosporales -7, Xylariales- 1.

El grupo Basidiomycota tiene 14 especies pertenecientes a cuatro órdenes: Himenochaetales - 2, Polyporales - 5, Pucciniales - 5 y Urocystidales - 2.

Los datos obtenidos muestran que el 83,1% de los hongos registrados (54 especies) son condicionalmente patógenos y pertenecen a los grupos Ascomycota (74,1 %) y Basidiomycota (25,9 %). No se detectaron fitopatógenos entre los Zygomycota. Los representantes de este grupo participaron principalmente en la formación de



micobiotas epífitas en los árboles estudiados. *Quercus castaneifolia* tenía la mayor tasa de infección de enfermedades fúngicas y el *Pinus eldarica* la menor (Tabla 2).

Tabla 2.- Características numéricas de la composición de las especies de la microbiota en las plantas nativas

Especies de árboles	La tasa de dispersión de enfermedades causadas por hongos pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos (%)			Tasa de infección de enfermedades comunes (%)
	Zygomycota	Ascomycota	Bazidiomycota	
<i>Albizzia julibrissin</i>	0	1.5	0.6	2.1
<i>Castanea sativa</i>		1.2	1.4	2.6
<i>Ficus carica</i>		2.5	1.6	4.1
<i>Gleditsia caspia</i>		2.6	1.1	3.7
<i>Parrotia persica</i>		3.0	1.6	4.6
<i>Pinus eldarica</i>		0.8	0.4	1.2
<i>Platanus orientalis</i>		2.1	1.6	3.7
<i>Punica granatum</i>		4.1	0.3	4.4
<i>Quercus castaneifolia</i>		4.4	3.4	7.8

La enfermedad más común es la podredumbre manchada y multicolor, que representa alrededor del 75 % del número total de enfermedades registradas. Esta patología se debe a las actividades de varios representantes de los grupos Ascomycota y Basidiomycota: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Ascochyta quercus* Sacc. et Speg., *Botrytis cinerea* Pers, *Dothistroma septospora* (Dorog.) M. Morelet, *Fomes fomentarius* (L) Fr., *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst., *Heteroporus biennis* (Bull.) Lázaro Ibiza, *Laetiporus sulphureus* Murrill, *Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot y Galzin, *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr., *Phoma acicola* (Lév.) Sacc., *Phyllosticta aesculina* Sacc, *Ph. castaneae* Ellis y Everh. Otras enfermedades (marchitamiento, corrosión, necrosis, oídio, etc.) son causadas por los hongos *Melampsora pinitorqua* Rostr., *Microsphaera alphitoides*, Griff et Maubl., *Tubercularia vulgaris* Tode, *Verticillium dahliae* Kleb, etc. Se observó también que en la composición de los patógenos de las plantas nativas objeto de estudio se incluyen también especies específicas. Por ejemplo, *Ascochyta quercus*, *Melampsora quercus* (Brond.) J. Schröt. y *Microsphaera quercina* (Schwein.) Burrill para *Quercus castaneifolia*, y los hongos *Erysiphe castaneae* U. Braun y *Ph. castaneae* para *Castanea sativa* son especies específicas.

DISCUSIÓN

La mayoría de las plantas nativas son biológicamente estables en condiciones naturales y no muestran una reducción de sus hábitats. Sin embargo, el uso de una planta en el paisaje urbano puede ser difícil debido a la propagación de varias enfermedades infecciosas. Esta investigación sobre la microbiota de árboles nativos en rodales urbanos de Azerbaiyán reveló una importante diversidad en la composición de especies de hongos. Según la afiliación taxonómica, la abrumadora mayoría de las especies pertenecen a Ascomycota, y los representantes de los grupos Basidiomycota y Zygomycota en menor medida. Ya se ha observado un cuadro idéntico de la prevalencia de Ascomycota en el microbiota de la dendrofauna urbana en Azerbaiyán y algunas otras regiones de la antigua URSS (Abdullayeva, 2017; Lukmazova, 2013; Tomoshevich, 2015). En este caso, el 82,4 % de la Ascomycota son anamorfos, lo que puede considerarse el principal signo de microbiota en la naturaleza de Azerbaiyán (Abdullayeva, 2017).



Es un hecho bien conocido que los hongos pueden utilizar las plantas, incluidos los árboles, para refugio, alimento o ambos. En el primer caso, los hongos forman la micobiota epifítica de los árboles y se caracterizan como saprotrofos principalmente debido a sus relaciones ecológicas y tróficas (Tomoshevich, 2015). En este caso, los hongos que entran en esta categoría pertenecen al grupo Zygomycota y ellos sólo representan el 15,4 % del total.

Los hongos que se alimentan de plantas se agrupan como biotopos y politróficos en términos de sus relaciones ecológicas y tróficas. Los síntomas de estos últimos se manifiestan en diversas patologías y como consecuencia, en la aparición de los árboles, su productividad biológica. Estos también influyen en las características que están sujetas a cambios. La microflora patógena de los árboles nativos estudiada contenía representantes de Ascomycota o Basidiomycota y se caracterizaba por un nivel significativo de prevalencia. La enfermedad más peligrosa y común es la podredumbre manchada y multicolor, característica de la mayoría de las plantas leñosas de las zonas urbanas. Estos patógenos alteran los procesos de fotosíntesis y privan a las plantas de sus cualidades decorativas al formar numerosas hojas de color marrón-morado que se desprenden con el tiempo. Esto no sólo afecta a la belleza de las plantas, sino que también reduce significativamente la superficie de asimilación de las hojas, lo que debilita a las plantas.

A pesar de que la mayoría de las plantas nativas tienen un importante potencial de adaptación, un serio impedimento para su introducción al cultivo puede ser las diferencias del microclima local y, por consiguiente, la vulnerabilidad a las enfermedades infecciosas. Algunos autores, utilizando enfoques bicenóticos para el estudio de las poblaciones de plantas nativas, dividieron las especies de nativas en grupos clasificados en función de su capacidad de adaptación a las condiciones actuales: 1) nativas florecientes o progresivas, 2) nativas y 3) nativas regresivas (Didukh, 1988; Tatarintsev, 2018). El menos resistente al complejo de patógenos entre los árboles estudiados fue *Quercus castaneifolia*, que se encuentra en un estado de equilibrio móvil como la mayoría de las especies estudiadas. Estas especies, en condiciones favorables, son bastante viables y están bien desarrolladas y mantienen firmemente sus posiciones en los rodales; sin embargo, con un cambio brusco en las condiciones ambientales, pueden morir. Un mayor nivel de infección con fitopatógenos en *Quercus castaneifolia* puede indicar un estado de vida insatisfactorio para esta especie en las condiciones ambientales dadas.

Sin embargo, un análisis comparativo de los resultados obtenidos con los datos de la literatura mostró que casi todas las plantas nativas estudiadas son más resistentes a las enfermedades que las especies que se utilizan actualmente en la jardinería de las grandes ciudades de Azerbaiyán. Por ejemplo, de acuerdo con Abdullayeva (2017), el nivel de infección entre árboles como: acacia blanca, álamo común, sophora japonesa, olmo y sauce meridional, etc., utilizados para la jardinería de las grandes ciudades de Azerbaiyán, oscila entre el 9,8 y el 56,7 %, lo que es 1,25-7,27 veces más alto que en *Quercus castaneifolia*. Además, la diversidad taxonómica de los hongos que intervienen en la formación de la micobiota de estos árboles es bastante grande en comparación con la dendrofauna nativa. Por ejemplo, 22 especies de hongos forman la micobiota de sophora japonesa, que domina el diseño del paisaje de la ciudad de Bakú (Abdullayeva, 2017).

La composición de especies de patógenos depende de la diversidad de especies de plantas leñosas y del estado del paisaje. Desde este punto de vista, es aconsejable señalar que los patógenos primarios de las plantas nativas estudiadas son específicos



de cada especie. Esto es ventajoso para limitar la propagación de enfermedades en los rodales mixtos, mientras que los hongos con una amplia gama de posibles huéspedes pueden hacer más daño a los árboles utilizados para el paisajismo y otros fines (Horst, 2013). Al mismo tiempo, no todos los hongos identificados se encuentran en una forma patógena, y la amplitud de su distribución no indica el grado de daño que causan. Esto último, probablemente, depende de la agresividad del patógeno, el estado de vida de la planta y el microclima específico de la zona.

Resumiendo, la planificación del paisaje urbano trabaja para optimizar el proceso de incorporación de árboles sanos en el plan de la ciudad. En las grandes ciudades de Azerbaiyán se plantan más de un centenar de especies de árboles locales e introducidos, entre los que se incluyen plantas nativas que teóricamente tienen un alto potencial de adaptación. Un análisis cuantitativo y cualitativo comparativo de la composición de la microbiota de las especies de árboles en las plantaciones urbanas mostró que las plantas autóctonas son más resistentes a las enfermedades fúngicas que los árboles que se utilizan ampliamente en el paisajismo en la actualidad. El menos resistente a los patógenos entre los árboles nativos estudiados fue el *Quercus castaneifolia*, lo que puede deberse a las malas condiciones ambientales para esta especie. La podredumbre manchada y multicolor, característica de la mayoría de los complejos de parques forestales en zonas urbanas, es una enfermedad común en todas las especies de árboles estudiadas. Sin embargo, la composición de los patógenos dominantes en las plantas nativas estudiadas es específica de cada especie, lo que es favorable para limitar la dispersión de la enfermedad en los rodales mixtos. En general, los estudios han demostrado que los árboles autóctonos tienen un alto potencial de resistencia a las enfermedades fúngicas y pueden utilizarse con éxito para el paisajismo de las ciudades de Azerbaiyán y otros países.

La formación de la microbiota general de las especies arbóreas, incluidas las nativas, varía según la naturaleza del entorno urbano. Por lo tanto, a fin de determinar la dinámica de las diversas enfermedades y la aplicación oportuna de medidas de protección, es necesario mejorar el sistema de vigilancia, teniendo en cuenta la especialidad local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAYEVA, Sh.A., 2017. *Mycobiotas of trees and shrubs used in the greenery of Baku* [en línea]. PhD Thesis. [Extended abstract of PhD in Biology Dissertation]. Azerbaijani: s.n. Disponible en: http://www.aak.gov.az/avtoref_to_mudaf/pdf_to_mudaf/bio/bio_n_asa_11_12_17.pdf
- ARONSON, M.F.J., LA SORTE, F.A., NILON, C.H., KATTI, M., GODDARD, M.A., LEPCZYK, C.A., WARREN, P.S., WILLIAMS, N.S.G., CILLIERS, S., CLARKSON, B., DOBBS, C., DOLAN, R., HEDBLUM, M., KLOTZ, S., KOIJMANS, J.L., KÜHN, I., MACGREGOR-FORS, I., MCDONNELL, M., MÖRTBERG, U., PYŠEK, P., SIEBERT, S., SUSHINSKY, J., WERNER, P. y WINTER, M., 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [en línea], vol. 281, no. 1780, pp. 2013-3330. [Consulta: 27 abril 2020]. DOI 10.1098/rspb.2013.3330. Disponible en: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2013.3330>



- BAHSHALIYEVA, K.F., 2017. *The eco-biological features of toxigenic fungi which spreads in Azerbaijan* [en línea]. PhD Thesis [Extended abstract of SD in Biology Dissertation]. Azerbaijani: s.n. Disponible en: http://www.aak.gov.az/avtoref_to_mudaf/pdf_to_mudaf/bio/bio_d_bkf_30_10_17.pdf
- BATTISTI, L., PILLE, L., WACHTEL, T., LARCHER, F. y SÄUMEL, I., 2019. Residential greenery: state of the art and health-related ecosystem services and disservices in the city of Berlin. *Sustainability* [en línea], vol. 11, no. 6, pp. 1815. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v11y2019i6p1815-d217317.html>
- BRASIER, C.M. y BUCK, K.W., 2001. Rapid evolutionary changes in a globally invading fungal pathogen. *Biological Invasions* [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 223-233. DOI 10.1023/A:1015248819864. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1015248819864>
- C. H, N., ARONSON, M.F.J., CILLIERS, S.S., DOBBS, C., FRAZEE, L.J., GODDARD, M.A., O'NEILL, K.M., ROBERTS, D., STANDER, E.K., WERNER, P., WINTER, M. y YOCOM, K.P., 2017. Planning for the Future of Urban Biodiversity: A Global Review of City-Scale Initiatives. *BioScience* [en línea], vol. 67, no. 4, pp. 332-342. DOI 10.1093/biosci/bix012. Disponible en: <https://academic.oup.com/bioscience/article/67/4/332/3065740>
- DIDUKH, Y.P., 1988. Ecological and coenotic features of the behavior of some relict and rare species in the light of the theory of ousting relics. *Botanical Journal*, vol. 73, no. 12, pp. 1686-1698.
- ENNOS, R.A., 2015. Resilience of forests to pathogens: An evolutionary ecology perspective. *Forestry* [en línea], vol. 88, no. 1, pp. 4152. DOI 10.1093/forestry/cpu048. Disponible en: <https://academic.oup.com/forestry/article/88/1/41/2756078>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2006. *Handbook of Mycological Methods [Project GCP/INT/743/CFC]* [en línea]. 2006. S.l.: FAO. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/coffee/Annex-F.2.pdf
- GOLOVIN, P.N., ARSENEVA, M.V., TROPOVA, A.T. y HESTIPEROVA, Z.I., 2002. *Workshop on general phytopathology*. Russian: Saint-Peterburg: Lan' publishing house.
- HAWKSWORTH, D.L., 2014. Possible house-keeping and other draft proposals to clarify or enhance the naming of fungi within the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (ICN). *IMA FUNGUS* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25083404>
- HORST, R.K., 2013. *Westcott's Plant Disease Handbook*. New York: Springer Netherlands [en línea], DOI 10.1007/978-94-007-2141-8. Disponible en: <https://www.springer.com/gp/book/9789400721401>



IVES, C.D., LENTINI, P.E., THRELFALL, C.G., IKIN, K., SHANAHAN, D.F., GARRARD, G.E., BEKESSY, S.A., FULLER, R.A., MUMAW, L., RAYNER, L., ROWE, R., VALENTINE, L.E. y KENDAL, D., 2016. Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and Biogeography* [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 117-126. [Consulta: 27 abril 2020]. ISSN 1466-8238. DOI 10.1111/geb.12404. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/geb.12404>

KIRK, P.M., CANNON, P.F., MINTER, D.W. y STALPERS, J.A., 2008. *Dictionary of the Fungi* [en línea]. CABI publishing. Wallingford, UK: 10th ed. Disponible en: <https://www.cabi.org/bookshop/book/9781845939335/>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) 2020 Gulnar Gasimova, Natella Sultanova, Panah Muradov, Sabiya Jabrailzade, Nizami Namazov

