



## Aportes desde la conservación genética al mejoramiento de las áreas verdes en la ciudad

### Contributions from genetic conservation to the improvement of urban green spaces

*Omar Barrantes-Sotela<sup>1</sup>*  
*Universidad Nacional, Costa Rica*

#### Resumen

Se examina en una reflexión teórica el uso potencial de los preceptos y conceptos de la Conservación genética en los espacios verdes de las áreas urbanas. Las áreas verdes, usualmente, son consideradas como parte del inmobiliario urbano y su uso frecuentemente es asociado a un aspecto estético de la ciudad. Su planificación no considera aspectos técnicos o científicos. Además, se desestima del estudio de las ciudades las condiciones genéticas de las especies en un ambiente que por lo general se considera hostil. Se propone la elaboración de estudios de conservación genética para mejorar la calidad de la diversidad biológica de las áreas verdes urbanas con propósitos más funcionales.

**Palabras clave:** conservación genética, genética del paisaje, ecología del paisaje, áreas urbanas, áreas verdes, ciudad.

#### Abstract

The potential use of the precepts and concepts of genetic conservation in urban green spaces is examined through a theoretical reflection. Usually, urban green spaces are considered as part of the urban real-estate and its use is frequently associated with an aesthetic aspect of the city. Its planning does not consider technical nor scientific aspects. Additionally, studies of cities disregard the genetic conditions of species in an environment generally already considered hostile. It is proposed the development of genetic conservation studies to improve the quality of the biological diversity in urban green spaces with evermore functional purposes.

**Keywords:** Genetic conservation; Landscape genetics; Landscape ecology; Urban areas; Urban green spaces; City.

<sup>1</sup> Académico Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional de Costa Rica. Correo electrónico: [omar.barrantes.sotela@una.ac.cr](mailto:omar.barrantes.sotela@una.ac.cr)

## Introducción

La mayor cantidad de la población del mundo, vive, trabaja, se moviliza y consume en las ciudades (Tello, 1996). Para el año 2020 pueden existir más de 500 ciudades con más de un millón de habitantes, entre las más importantes destacan Tokio, Shanghái, Yakarta, Delhi, Seúl, Ciudad de México, Nueva York y Sao Paulo. Por primera vez en la historia, la cantidad de habitantes en las zonas urbanas sobrepasarán en números a los habitantes de las zonas rurales. Además, se espera que un alto porcentaje del crecimiento natural de la población mundial sea absorbido por las áreas urbanas con menor desarrollo en el mundo. Como un factor clave, se establece que la urbanización es un proceso cultural primario característico de la evolución de las sociedades humanas, y por tal razón, debe ser abordado de manera prioritaria para alcanzar el tan deseado desarrollo sostenible.

En el 2012, las Naciones Unidas han reconocido la realidad de las ciudades contemporáneas, tanto así que uno de los principales objetivos del desarrollo sostenible es mejorar la sostenibilidad de las ciudades. Sin embargo, los procesos de urbanización sin control ni planificación son los que propician la pérdida de hábitats naturales y por ende la pérdida de especies (Pellissier, Cohen, Boulay, & Clergeau, 2012). La carencia de claros lineamientos y prácticas sostenibles de planificación urbana limita los servicios ecosistémicos que las áreas naturales brindan a las urbes.

Maurice Strong afirmó que la batalla de sustentabilidad se ganará o se perderá en las ciudades (Wackernagel, 1996). No se puede estar más de acuerdo con tal aseveración. La ciudad es un espacio logísticamente fundamental, pero para muchas personas es considerada como un espacio biológicamente poco productivo. Es un espacio que importa recursos como energía y alimento de las áreas periféricas, y exporta productos residuales a las áreas rurales. Es decir, es un agente contaminador, pero que no puede desligarse del sistema territorial en el que está inmerso. El desarrollo de los espacios urbanos, no solo limitan el desarrollo de los espacios rurales, sin que cada vez lo disminuye (Tello, 1996).

De manera contradictoria, las ciudades por lo general invierten pocos recursos para proteger, mantener y mejorar las condiciones ecológicas de los bosques urbanos, para así maximizar los numerosos beneficios ecosistémicos y estéticos que brindan (Millward & Sabir, 2010). En este trabajo de investigación se pondrá énfasis en el papel que los espacios públicos

verdes aportan a la sostenibilidad urbana, y cómo este, puede verse beneficiado del uso de los instrumentos y técnicas de la conservación genética.

### **El ecosistema urbano**

Primero, es importante abordar la concepción de la ciudad como un lugar ajeno a los espacios naturales. Esta idea es la más aceptada por la sociedad. En las ciencias sociales se considera la ciudad como una asociación específica (aspectos económicos, sociales y culturales) entre los seres humanos (Bettini, 1998). En menor medida se refiere a la ciudad como un sistema ecológico. En algunos casos existe una tendencia en comparar la ciudad con un organismo vivo (megaorganismo), lo cual es un error, ya que esa analogía confunde los preceptos establecidos en la ecología humana con la ecología urbana.

Al considerar las ciudades como un lugar artificial desprovisto de naturaleza, se produce una falsa cultura de la sostenibilidad, en la que en muchas oportunidades solo se busca la conservación de áreas naturales. Lo que es peor, en el inconsciente colectivo social la degradación continua de los sistemas urbanos se racionaliza como algo normal, siempre y cuando, se protejan y conserven los espacios naturales. Se produce un pensamiento pasivo tendiente a que no es necesario mejorar las condiciones ambientales de las áreas urbanas ante la disponibilidad de recursos, que pueden ser extraídos de la naturaleza.

Según (Higueras, 2006), un ecosistema se define como un entramado de relaciones entre seres vivos y elementos abióticos, que forman un conjunto cuya complejidad es superior a la suma de sus partes. En el que, además, se puede describir por los diversos tipos de flujos de materia y energía que transcurren en espacio y tiempo determinado. Bajo esta definición, es posible afirmar que las ciudades son ecosistemas complejos y sus conexiones se extienden por todo el planeta.

El medio urbano supone una profunda alteración de las condiciones físicas y ambientales de un territorio (Fernández, 2017). Debido a que su funcionamiento se basa en el consumo masivo de energía, lo que a su vez permite su mantenimiento y crecimiento. Ante estas características Odum (1971) define la ciudad como un ecosistema heterótrofo en el que predomina el ser humano, dependiente de amplias zonas limítrofes para la energía y materiales, que son transportados de manera horizontal. El marco de referencia

presentado anteriormente permite el uso de los conceptos y metodologías asociados al estudio de la ciudad, desde una perspectiva de la biología de la conservación, la sostenibilidad y la ecología, por citar algunos.

### **Las áreas verdes urbanas**

Como se mencionó anteriormente las áreas urbanas se están expandiendo muy rápido y cada vez son más dispersas. Esto ha desarrollado un nuevo interés en entender las relaciones entre las ciudades y los espacios abiertos. Este creciente interés se debe a que, cada vez más, el sistema de parques urbanos es la única forma de contacto con la naturaleza que disponen los habitantes de las ciudades.

Las áreas verdes y espacios abiertos tienen una gran importancia y sirven para una variedad de usos. Son esenciales para la salud ecológica de los entornos urbanos, ya que ayudan a regular la temperatura. También reducen la contaminación y contribuyen a controlar y limpiar la escorrentía de aguas pluviales (Johnson, 2013). De forma conjunta los parques urbanos proporcionan campos de juego, son aulas de ecología, ofrecen senderos para ejercicios, mitigan las inundaciones, son espacios para disfrutar el ocio y en el que se organizan actividades lúdicas como conciertos y obras de teatro. Protegen la vida silvestre, proveen espacio para jardines, brindan un respiro de la conmoción y el rápido trajín de la convivencia urbana (Harnik, 2000, 2003).

Más allá de las oportunidades recreativas que ofrecen las áreas verdes, investigaciones recientes muestran que el contacto con el mundo natural mejora la salud física y psicológica de las personas (Arnberger, 2012; Johnson, 2013). Según (Calthorpe & Van der Ryn, 1986), el objetivo principal de los futuros parques debería ser ayudar a la metrópoli a construir relaciones sostenibles con sus sistemas de agua, atmósfera y plantas. Mientras que un segundo objetivo compatible debería ser alentar a la metrópolis a convertirse en un lugar más sociable para sus habitantes.

A su vez, es posible identificar beneficios económicos y sociales. Las propiedades tienden a incrementar su valor cuando están cerca de este tipo de amenidades. También, suelen atraer negocios comerciales y residentes en sus alrededores. En otros casos forman parte de los atractivos turísticos que puede ofrecer la ciudad. En el ámbito social son puntos de encuentro y reunión, en el que se pueden asociar eventos trascendentales en la historia de

una nación. Son un espacio que permite el desarrollo de expresiones culturales y en el que incluso se desarrollan manifestaciones sociales y políticas.

Es así como las ventajas que derivan del arbolado urbano son función de la composición vegetal de la arbolada misma. Los beneficios específicos derivan de una mezcla precisa de vegetación y de la estructura forestal. La estructura es, a su vez, función de varios factores, entre los cuales se cuentan el número de plantas, el que sean árboles, arbustos o herbáceas, la disposición de las especies, su edad y fisiología (Bettini, 1998). Bajo esta concepción, es importante establecer que existe una secuencia del verde urbano, que casi responde a un proceso de sucesión ecológica en términos de los servicios que ofrecen, de tal forma que las áreas verdes se pueden describir en:

1. jardines privados residenciales,
2. paseos lineales,
3. pequeñas plazas,
4. grandes parques urbanos,
5. bosques urbanos.

Cada una de estas secuencias "verdes" tiene un proceso explicativo en su conformación y requiere de atenciones y condiciones en su gestión, las cuales pueden ser mínimas y generales hasta específicas y complejas. Es común que por la dinámica urbana grandes extensiones de espacios abiertos en los sectores periféricos de la ciudad sean asimiladas por el crecimiento urbano, tal y como puede ocurrir en un ámbito más natural. También, aunque no es común, es posible encontrar zonas urbanas degradadas, las cuales de manera pausada son recuperadas por la naturaleza. Si bien, mediante un estudio histórico-temporal es posible determinar los procesos que ahí se desarrollaron, y es posible aplicar métodos de restauración ecológica a partir de la teoría de la ecología del paisaje. Sobre todo, bajo los principios en los que ocurre la fragmentación de parches naturales, pero aplicado a los ámbitos urbanos.

Dentro de los aspectos generales, considerados y aplicados en la Ecología del Paisaje se enumeran el análisis de los atributos de la tierra, como objetos y variables que pueden ser factores claves para ser controladas por la inteligencia humana el estudio de la tierra como ente holístico,

creado por diferentes elementos y que se influyen unos con otros, así como el desarrollo y la dinámica de la heterogeneidad espacial, las interacciones espaciotemporales e intercambios entre paisajes heterogéneos, influencias de la heterogeneidad espacial en procesos bióticos y abióticos, y el manejo de la heterogeneidad espacial.

En resumen, los ejes temáticos que importan a la Ecología del Paisaje en la constitución del paisaje son la estructura, la función y los cambios. Según (Forman & Godron, 1986; McGarical & Marks, 1994), citado en Carpenter & Turner (2007) y Carreiro *et al.* (2008), se definen como:

*Estructura:* Es la relación espacial entre los ecosistemas distintivos o elementos presentes, más específicamente, la distribución de energía, materiales, y especies en relación con los tamaños, formas, números, tipos, y configuraciones de los ecosistemas.

*Función:* Es la interacción entre los elementos espaciales, que son, flujos de energía, materiales, y especies entre los componentes ecosistémicos.

*Cambios:* Es la alteración en la estructura y la función de los mosaicos ecológicos sobre el tiempo.

Estos ejes pueden relacionarse para introducir los preceptos de la conservación genética y en la que se pueden aplicar sus metodologías e instrumentos.

### **La restauración de las áreas verdes**

Las principales alteraciones de los patrones urbanos se deben a fenómenos no planificados, por cuanto el ordenamiento que se deriva no es el resultado de un diseño, sino de una manifestación, de una tendencia o conducta humana. El deseo de las personas por mantener patrones de consumo poco sostenibles tiende a influir en el diseño urbano, cada vez más orientado al uso del automóvil, a la construcción de edificios y a pavimentar el suelo. Esto a pesar de la creciente evidencia de que la sociedad se beneficia de los servicios ecosistémicos proporcionados dentro y más allá de las fronteras urbanas. A menudo faltan datos empíricos, herramientas específicas y principios rectores para planificar y administrar paisajes urbanos con el fin de optimizar la provisión de servicios y recursos (Burguillos, Parra, & Wagner, 2008; Wagner, 2013).

Ante este panorama, los municipios están recurriendo a la restauración ecológica de las áreas verdes, en especial al orientarse al estado de bosques urbanos como una medida para mejorar la sostenibilidad de las ciudades y también brindar beneficios de salud pública y de bienestar a la población (Kramer, Ison, Ashley, & Howe, 2008; Shanahan, Lin, Gaston, Bush, & Fuller, 2015). Mediante la perspectiva urbana sobre el uso de la teoría de la sucesión en la restauración ecológica, y la fase de sucesión adaptativa, es posible desarrollar un nuevo enfoque para planificar los entornos urbanos naturales, que fueron altamente perturbados y están en un estado de heterogeneidad.

Al anticipar los disturbios urbanos y la sucesión ecológica, la gestión puede ser un objetivo a medida que se desarrollan los procesos ecológicos. Los modelos de restauración ecológica desarrollados en ambientes más prístinos pueden ser modificados para su uso en las ciudades. Un enfoque urbano para la restauración ecológica debe valorar los hábitats existentes, a fin de preservar y mejorar la biodiversidad urbana, tanto para los beneficios a corto plazo como para la sostenibilidad a largo plazo.

Antes de proponer algunas estrategias de conservación genética que pueden ser aplicadas en el mejoramiento de las áreas verdes, es importante indicar que desde las etapas de conceptualización de los parques urbanos y programas de arborización se introducen disposiciones y acciones que atentan contra la biodiversidad en las ciudades. Con la constitución de un área verde en el espacio urbano, lo que se busca es mejorar las condiciones medioambientales de la ciudad. A pesar de lo anterior, es el criterio estético y de oportunidad el que se impone sobre los criterios funcionales en la selección de las especies vegetales, que incluso aportan poco o nada a la restauración ecológica de las aglomeraciones humanas. Incluso en una gran mayoría de los casos, las municipalidades tienden a asignar el mantenimiento de los parques y áreas verdes comunes a los departamentos de ornato y aseo, los cuales desarrollan más actividades de jardinería y mantienen un vínculo limitado con los departamentos de servicios de gestión ambiental y de mejoramiento del hábitat humano.

## **La conservación genética en las áreas verdes de las ciudades**

Después de una búsqueda de literatura en bases de datos indexada sobre este tema particular, es posible afirmar que es un tema que no ha sido desarrollado a profundidad por los investigadores. De forma concreta, la mayoría de las publicaciones sobre áreas verdes estudian el componente estructural, es decir, la composición, disposición y ubicación de los individuos o especies forestales en las urbes (Mapa 1). Se generan y manejan listas de especies de árboles según su fisionomía vegetal, forma de hojas y dosel, así como su distribución espacial por edades con el propósito de asignar una función urbana a cada una de estas especies. Sin embargo, estas métricas no se traducen en un plan estratégico viable de sucesión forestal, que incluya un componente de adaptación a entornos degradados o considere escenarios de variabilidad climática. En el caso de los estudios de genética del paisaje, estos abordan los efectos de la composición del paisaje, la configuración y la calidad de la matriz paisajística sobre el flujo de genes y la variación genética espacial de estos, pero con un marcado interés orientado al diagnóstico de espacios naturales con pérdidas de hábitat, aislamiento espacial o fragmentación (Fahrig, 1997, 2003).

Al dirigir los esfuerzos de investigación de la ecología del paisaje y la conservación genética a la planificación y el diseño urbano supondría una nueva perspectiva para examinar o entender procesos espaciales y temporales que ocurren en esos espacios, y que pueden ser claves en los esfuerzos de conservación y de restauración ecológica de otras áreas menos degradadas o que mantienen un mayor estado de naturalidad. Con la integración de indicadores de la genética de poblaciones y las estadísticas espaciales sería posible reevaluar las estrategias de paisajismo, los patrones de localización y de selección para el mejoramiento de especies forestales en el diseño de áreas verdes en los ámbitos urbanos.

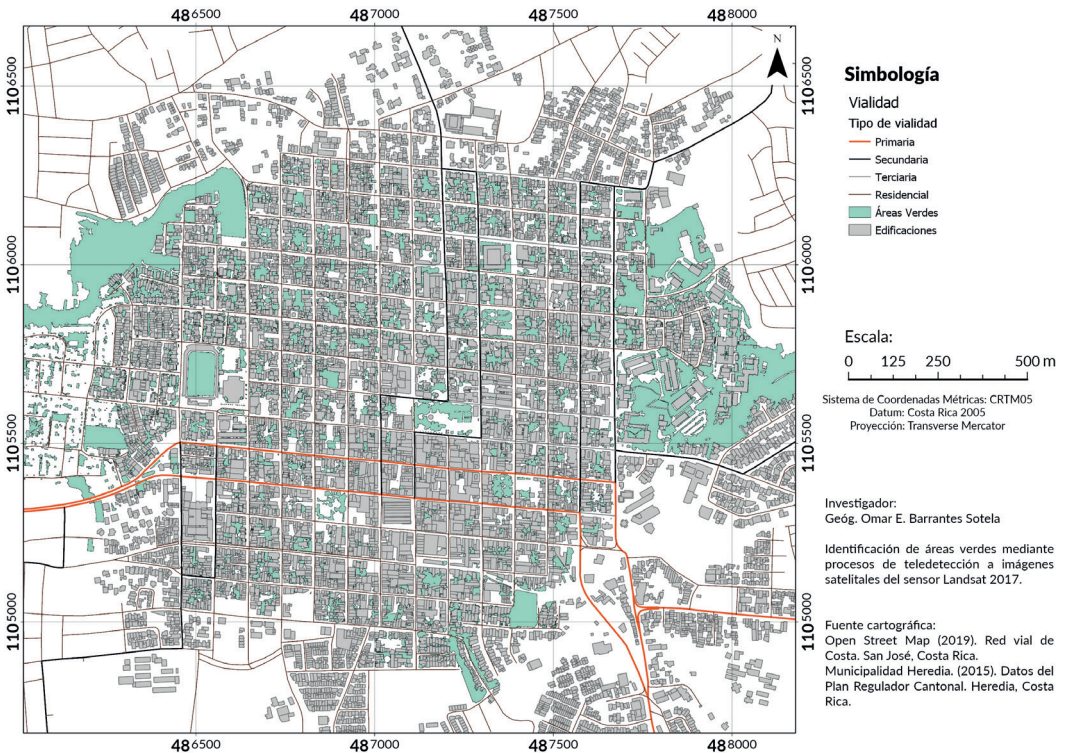
Por ejemplo, Millward & Sabir (2010) reportan que el 40 % de los árboles recién plantados en espacios urbanos mueren en sus primeros 10 años, y además, presentan tasas de crecimiento muy por debajo de la media en comparación con aquellas especies localizadas en entornos naturales (Millward & Sabir, 2010). Dado el tipo de inversión en tiempo y recursos que se destinan en el mantenimiento de un espacio verde, así como la gran cantidad de beneficios obtenidos para el sistema urbano, pues parecería



normal considerar como incrementar el rendimiento de las funciones esperadas de estos.

De esta manera, sí en el diseño e implementación de la propuesta ecológica que se desea para las áreas verdes en las ciudades está claro cuáles son las características más importantes para conservar o a mejorar; entonces también se pueden comprender los patrones genéticos en las relaciones de procesos a intervenir. Incluso la genómica del paisaje ya contribuye a la comprensión de la naturaleza de los genes involucrados en la adaptación local a la heterogeneidad ambiental. Sin embargo, la genómica del paisaje también tiene que pasar de la identificación de los loci o regiones genómicas bajo selección para diseccionar y caracterizar los genes subyacentes, la arquitectura genómica, los mecanismos moleculares y las funciones ecológicas (Manel & Holderegger, 2013).

**Mapa 1.** Heredia: Identificación de áreas verdes (2017).



Algunas de las funciones ecológicas deseables en las que se puede orientar la selección de características de las especies son: a) para garantizar la diversidad genética, esto con la finalidad de mantener una población saludable y aumentar la resiliencia de plagas al retener la suficiente variabilidad para la adaptación futura, b) crecimiento rápido de la especie, con el propósito de instaurar o restaurar una zona verde en el menor tiempo posible, c) mejoramiento en el desarrollo del dosel (vertical o horizontal), según la necesidad, por ejemplo, para sombra y reducción de ruido se recomienda hojas más grandes y coráceas, mientras que en el caso de zonas con alta exposición al viento, su selección se basa en hojas pequeñas y dosel con poca extensión; d) incremento de la resistencia a contaminantes, algunas especies filtran mejor los polvos y partículas, mientras que otros son más susceptibles a los contaminantes fotoquímicos que predominan en las ciudades; e) según su rendimiento por factores edáficos, entre un 75 % o 80 % de los problemas en las áreas verdes se debe al suelo, por tal motivo se pueden seleccionar ciertas especies en función a su respuesta a las condiciones edáficas predominantes. Con estos ejemplos, se trata de evidenciar que la cantidad de opciones a considerar son tan extensas como la biodiversidad existente, y que pueden existir tantas combinaciones como se necesiten.

Algunas consideraciones al respecto se refieren a las limitaciones de estudiar la diversidad genética de los árboles, al no ser posible su observación directa, e incluso las diferencias fenotípicas entre las procedencias o razas autóctonas de los árboles forestales son menos evidentes que en muchos cultivos agrícolas o animales (Geburek & Konrad, 2008). Aunque la necesidad de una variación genética en una especie de vertebrado es obvia para el público, aumentar la conciencia pública sobre los recursos genéticos forestales (RGF) es mucho más difícil. Esta falta de interés probablemente se debe al concepto de los bosques como entidades autosuficientes. Por lo tanto, es imperativo que los profesionales y el público en general tengan un papel más comprometido en este campo. Otra limitación, es el costo asociado.

Además, muchos de los enfoques analíticos comúnmente utilizados en la genética del paisaje asumen condiciones de equilibrio, tales como el equilibrio de la deriva de la migración. Este tipo de suposiciones y preunciones se deben al limitado desarrollo de una base teórica consolidada.

Por ejemplo, la teoría predice la pérdida de diversidad genética por deriva y endogamia de árboles sujetos a la fragmentación de hábitat. Esa afirmación debe manejarse con sumo cuidado en los espacios urbanos. La teoría de la genética de poblaciones puede ser mal interpretada en especies vegetales, en relación con la realidad ecológica en la ocurren los procesos ecosistémicos. Es decir, en la ciudad los fragmentos no delimitan poblaciones, por tanto, la teoría genética de las poblaciones pequeñas no aplica. Aun en poblaciones espacialmente aisladas, donde la teoría genética eventualmente puede aplicar, los argumentos evolutivos asumen que las muestras de poblaciones fragmentadas representan árboles que han tenido suficiente tiempo para experimentar deriva, endogamia y, finalmente, depresión por endogamia, una suposición que carece de base y donde los individuos de los fragmentos son relictos vivientes de poblaciones no emparentadas antes de una posible perturbación (Gazmararian *et al.*, 2006).

Ante este panorama, posibles líneas de investigación que podrían implementarse para mejorar las áreas verdes y los bosques en general son el análisis de endogamia, fortalecimiento genético para aumentar la resistencia a las condiciones ambientales más extremas del medio y la selección de recurso genético (área de bosque o especie en peligro de extinción), para ser conservado exclusivamente con un fin utilitario (como es la forma tradicional de seleccionar rodales o árboles de calidad superior, para ser cultivados en lugares de conservación) (Verrelli, Dowling, & Wojciechowski, 2013). Es decir, si un recurso ha sido protegido en base a su alta variabilidad o singularidad genética. A menudo estos dos objetivos son compatibles. La conservación de especies comunes y económicas se realiza mediante el enfoque “utilitario”, mientras que la protección de especies raras y en peligro se logra a través del enfoque “ecológico”. De igual forma, es necesario solucionar la carencia de marcadores que muestren variación adaptativa e iniciar un registro del uso y transferencia de germoplasma de árboles de bosque y no solo de especies vegetales de interés económico. Aunque es comprensible el alto costo económico actual de este tipo de estudios, se espera que través de los años, estas técnicas mejoren de forma sustancial y que su costo también disminuya.

## **Conclusiones**

Para avanzar hacia ciudades más sostenibles, los responsables de la toma de decisiones tienen el desafío de desarrollar estrategias para aumentar la calidad ambiental, mediante el uso de criterios ecosistémicos, en los cuales los espacios públicos y de áreas verdes deben jugar un papel preponderante. Las áreas verdes no solo proveen de experiencias recreacionales, sino que cumplen otros roles como la producción de oxígeno, la reducción de temperatura, la escorrentía y la conservación de la biodiversidad.

Además, debe existir un mantenimiento del potencial evolutivo y ecológico de las especies de árbol. Si bien, el enfoque ecológico debería ser la base, ya que sirve a los objetivos de conservación y económicos. El mismo debe ser apoyado por los instrumentos desarrollados desde los enfoques de la Conservación biológica y la genética de los paisajes. Es así como debe fomentarse la conservación de los recursos genéticos forestales, e iniciar procesos de restauración ecológica de las ciudades.

Se necesita más investigación para identificar áreas importantes de diversidad y caracterizar la estructura de la población y los patrones filogeográficos, especialmente, de las especies en peligro de extinción, así mismo, para desarrollar estrategias de conservación y mejorar los entornos naturales y urbanos.

## **Agradecimientos**

El autor desea expresar las gracias al Programa de Maestría de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Costa Rica, por la asistencia brindada. Así como a las académicas Marilyn Romero Vargas y Greyty Quesada Thompson de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional, por las sugerencias recibidas. Este ensayo es producto de la investigación realizada en el Proyecto de Clima Urbano: Variabilidad Climática de los centros urbanos de Heredia y Alajuela.

## Referencias

- Arnberger, A. (2012). Urban densification and recreational quality of public Urban green spaces-A viennese case study. *Sustainability*, 4(4), 703-720. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/su4040703>
- Bettini, V. (1998). *Elementos de una ecología urbana* (1st ed.). Madrid: Editotial Trotta, S.A.
- Burguillos, L., Parra, L., & Wagner, E. (2008). *Human, ecological, and biophysical dimensions of tropical dry forests. Manual of methods. Human, Ecological, and Biophysical Dimensions of Tropical Dry Forests*.
- Calthorpe, P., & Van der Ryn, S. (1986). *Sustainable Communities: A New Design Synthesis for Cities, Suburbs and Towns*. San Francisco: Sierra Club Books.
- Carpenter, S. R., & Turner, M. G. (2007). A Decade of Ecosystems. *Ecosystems*, 10(4), 519–522. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10021-007-9044-9>
- Carreiro, M. M., Song, Y.-C., & Wu, J. (2008). *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests*. (M. M. Carreiro, Y.-C. Song, & J. Wu, Eds.). New York, NY: Springer New York. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-0-387-71425-7>
- Fahrig, L. (1997). Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *The Journal of Wildlife Management*, 61(3), 603–610.
- Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 487–515. Recuperado de <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Fernández, I. C. (2017). *Planning for Urban Ecosystem Services : Generating Actionable Knowledge for Reducing Environmental Inequities in Santiago de Chile*. Arizona State University.
- Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Gazmararian, J., Kripalani, S., Miller, M., Echt, K., Ren, J., & Rask, K. (2006). Factors Associated with Medication Refill Adherence in Cardiovascular-related Diseases: A Focus on Health Literacy. *J Gen Intern Med*, 21(4), 1215–1221. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2006.00591.x>.

- Geburek, T., & Konrad, H. (2008). Why the conservation of forest genetic resources has not worked. *Conservation Biology*, 22(2), 267–274. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00900.x>
- Harnik, P. (2000). *Inside City Parks*. Urban Land Institute.
- Harnik, P. (2003). *The Excellent City Park System: What Makes it Great and How to Get There*. The Trust for Public Land.
- Higueras, E. (2006). *Urbanismo bioclimático* (1st ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gill.
- Johnson, L. R. (2013). *Long-term outcomes of ecological restoration and management in urban forest patches*. The State University of New Jersey.
- Kramer, A. T., Ison, J. L., Ashley, M. V., & Howe, H. F. (2008). The paradox of forest fragmentation genetics. *Conservation Biology*, 22(4), 878–885. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00944.x>
- Manel, S., & Holderegger, R. (2013). Ten years of landscape genetics. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(10), 614–621. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.05.012>
- McGarical, K., & Marks, B. J. (1994). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. *General Technical Report PNW-GTR-351. US ... 97331(503)*, 134.
- Millward, A. A., & Sabir, S. (2010). Structure of a forested urban park: Implications for strategic management. *Journal of Environmental Management*, 91(11), 2215–2224. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.06.006>
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia: Saunders.
- Pellissier, V., Cohen, M., Boulay, A., & Clergeau, P. (2012). Birds are also sensitive to landscape composition and configuration within the city centre. *Landscape and Urban Planning*, 104(2), 181–188. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.011>
- Shanahan, D. F., Lin, B. B., Gaston, K. J., Bush, R., & Fuller, R. A. (2015). What is the role of trees and remnant vegetation in attracting people to urban parks? *Landscape Ecology*, 30(1), 153–165. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0113-0>
- Tello, E. (1996). Ciudades sostenibles: un cambio de rumbo. *Mientras Tanto*, (64), 35–61. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/27820253>  
Ciudades sostenibles

- Verrelli, B., Dowling, T., & Wojciechowski, M. (2013). *Spatial and temporal patterns of population genetic diversity in the fynbos plant , Leucadendron salignum , in the Cape Floral Region of South Africa* by Erica Tassone (A Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Docto), (May).
- Wackernagel, M. (1996). ¿Ciudades sostenibles? *Ecología Política*, (12), 43–50. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/20742894>
- Wagner, J. L. (2013). *Evolution of a sustainable park: Forest Park, St. Louis, Missouri*. Saint Louis University.

