

Resiliencia de las áreas naturales protegidas ante las especies invasoras: desafíos para la conservación de la biodiversidad

Jorge E. Ramírez Albores, Marlín Pérez Suárez

Resumen

Las áreas naturales protegidas son esenciales para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de ecosistemas saludables. Sin embargo, estas áreas enfrentan la amenaza constante de las especies invasoras, que pueden alterar significativamente sus dinámicas ecológicas y afectar negativamente a las especies nativas. Por tal, la resiliencia de las áreas naturales protegidas frente a las especies invasoras depende de una combinación de factores ecológicos, manejo activo y políticas efectivas. La prevención, el control y la restauración son estrategias clave para mitigar los impactos de estas invasiones y asegurar la preservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en estas áreas cruciales.

Palabras clave: Biodiversidad, conservación, especies exóticas, invasiones biológicas.

Abstract

Protected areas are essential for the conservation of biodiversity and the maintenance of healthy ecosys-

tems. However, these areas face the constant threat of invasive species, which can significantly alter their ecological dynamics and negatively affect native species. Therefore, the resilience of protected areas against invasive species depends on a combination of ecological factors, active management and effective policies. Prevention, control and restoration are key strategies to mitigate the impacts of these invasions and ensure the preservation of biodiversity and ecosystem services in these crucial areas.

Keywords: Biodiversity, conservation, exotic species, biological invasions.

Introducción

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son consideradas soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y adaptación ante los impactos del cambio climático, principalmente dados por la protección a la biodiversidad. Las ANPs son importantes sumideros de carbono, reduciendo así la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera; además de ser importantes reguladores del ciclo hidrológico y el clima local y regional, entre muchos otros servicios ecosistémicos (Stolton et al., 2015). De esta manera las ANPs son fundamentales para el cumplimiento de la Agenda 2030, particularmente de los objetivos de desarrollo sostenible 13 (acción por el clima) y 15 (vida de ecosistemas terrestres) (Naciones Unidas, 2023). Actualmente, la introducción de especies invasoras es uno de los principales problemas que amenazan a la biodiversidad local, ya que la introducción y proliferación de especies no nativas puede alterar significativamente la estructura y función de los ecosistemas, disminuyendo su capacidad para mitigar el cambio climático. Las especies invasoras pueden desplazar a las especies nativas, alterar los ciclos de nutrientes y cambiar las características del suelo, lo que puede debilitar la capacidad de los ecosistemas para adaptarse a las fluctuaciones climáticas, es decir, reducir su resiliencia al cambio climático (Charles y Dukes, 2008; Dueñas et al., 2021). En este contexto, el manejar a las ANPs como un conjunto o complejo, y no como unidades independientes o aisladas, permite reconocer su papel en la conectividad de la flora y fauna silvestre a través de paisajes modificados; así como el papel de sus zonas de influencia. Lo anterior en su conjunto provee herramientas para utilizar a las ANPs como soluciones basadas en la naturaleza para hacer frente a los impactos generados por el cambio climático y de las especies invasoras sobre el desplazamiento de la flora y fauna silvestre asegurando la conservación efectiva de la biodiversidad a largo plazo. Adicionalmente, esto involucra el trabajo multidisciplinario coordinado entre los equipos involucrados en el manejo de cada ANPs, satisfaciendo en mayor medida las necesidades sociales y económicas de las comunidades locales (Cumming y

Allen, 2017).
Especies invasoras y cambio climático

Los eventos climáticos extremos se ha vuelto un problema particularmente amenazante para algunos grupos florísticos y faunísticos nativos, siendo las especies más vulnerables aquellas que presentan poblaciones altamente fragmentadas; así como las especies que habitan zonas de alta montaña y que poseen rangos de distribución restringidos. Sin embargo, para otras especies como las especies invasoras, los eventos climáticos extremos, pueden resultar beneficiosos, ya que estas pueden adaptarse rápidamente a estos cambios, lo que resulta en la ampliación de sus áreas de distribución. Aunado a lo anterior, existen zonas donde se esperan los mayores efectos del cambio climático como las zonas transicionales de uso de suelo, donde si bien no se espera un efecto muy severo del cambio climático, el avance de la frontera agrícola podría dejar muchas zonas de alta prioridad prácticamente irre recuperables en términos de conservación para la biota nativa, beneficiando al establecimiento de especies invasoras. Por tanto, el éxito del establecimiento de una especie invasora depende tanto de las características del ambiente receptor como lo son factores climáticos, disponibilidad de recursos e interacciones bióticas (Sexton et al., 2009; Alexander y Edwards, 2010), así como de las características intrínsecas de la especie en cuestión como la capacidad reproductiva, de dispersión, plasticidad fenotípica y tasa evolutiva (Richardson y Pyšek, 2006). Por tanto, comprender la dinámica espacial y los factores que conducen a la propagación exitosa de especies es fundamental para llevar a cabo medidas de prevención de invasión en nuevas áreas geográficas y definir las prioridades de control y erradicación en función del riesgo de invasión (Sax et al., 2007; Sexton et al., 2009). Sin embargo, de acuerdo con D'Antonio y colaboradores (2001), la capacidad de predecir el éxito del establecimiento y el impacto de las especies invasoras sigue siendo limitada, principalmente debido a que estas especies son blancos móviles, cuya genética y propiedades fenotípicas cambian debido a su probable adaptación en el nuevo ambiente (Chown et al., 2016).

La biodiversidad en la resiliencia de las ANPs

Bajo este contexto, la capacidad de las ANPs para resistir, adaptarse y recuperarse a disturbios o cambios ambientales (es decir, resiliencia), incluida la introducción de especies invasoras depende en gran medida de la biodiversidad, integridad ecológica, conectividad de los hábitats y la capacidad de autorregulación de los ecosistemas que contiene cada ANP. Así, la resiliencia de estos espacios prioritarios para la conservación de la biodiversidad ante la presencia de especies invasoras se ha convertido en un tema crucial para la conservación de la biodiversidad global (Ervin, 2011; Cumming, 2016; Cumming y Allen, 2017). Las especies invasoras representan una de las principales amenazas para la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas en todo el mundo. Su introducción puede alterar drásticamente la composición de especies, modificar los procesos ecológicos y desequilibrar los sistemas naturales. En las ANPs, donde la conservación de la biodiversidad es prioritaria, la presencia de especies invasoras puede tener consecuencias devastadoras. Las invasiones biológicas pueden causar el desplazamiento y la extinción de especies nativas, la pérdida de hábitats clave, la alteración de los ciclos de nutrientes y la disminución de la resiliencia de los ecosistemas frente a otros disturbios, como el cambio climático (Ervin, 2011; Rico-Sánchez et al., 2020). Además, las especies invasoras pueden comprometer la capacidad de las ANPs para cumplir con sus objetivos de conservación y brindar servicios ecosistémicos vitales, como la regulación del clima, la provisión del agua y la recreación. Por tanto, la resiliencia de las ANPs frente a las especies invasoras puede estar determinada por una serie de factores estrechamente relacionados con el manejo y gestión de dichas áreas (Cumming, 2016; Rico-Sánchez et al., 2020). En primer lugar, la efectividad de las estrategias de gestión y control de especies invasoras desempeña un papel crucial. Esto incluye la detección temprana y la respuesta rápida a nuevas invasiones, así como la implementación de medidas de control, como la erradicación, el control biológico y la restauración de hábitats.

Además, la conectividad del paisaje, la presencia de barreras físicas y la fragmentación del hábitat pueden influir en la capacidad de las áreas protegidas para resistir y recuperarse de las invasiones biológicas.

Durante las últimas dos décadas, se han expresado serias preocupaciones sobre la eficacia de la conservación a largo plazo de las ANPs existentes en el mundo ante el acelerado cambio climático del planeta (Jones et al., 2018; Maxwell et al., 2020). Existen claras evidencias empíricas de los efectos del cambio climático en la distribución de la biodiversidad (Lovejoy y Hannah, 2019), incluida una disminución poblacional generalizada de la flora y fauna silvestre, extinciones de especies relacionadas con el clima y reorganización de conjuntos de especies (Zwiener et al., 2018; Prieto-Torres et al., 2020). Esta reorganización de la biodiversidad también podría tener fuertes impactos, al disminuir la representación de grupos clave de conservación en puntos críticos de biodiversidad (Zwiener et al., 2018), y aumentar la presencia y establecimiento de especies invasoras, debilitando la salud de los ecosistemas y haciéndolo más vulnerable. Los impactos del cambio climático sobre los patrones de distribución de la flora y fauna están causando un gran número de problemas de conservación en todo el mundo (Lenoir et al., 2008; Nore, 2009) por lo que es uno de los temas presentes en todas las agendas ambientales a nivel mundial como la Agenda 2030 y el IPBES (Plataforma Intergubernamental Científico Normativo sobre la Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas). Estas agendas se enfocan a tratar de implementar medidas eficaces que permitan conservar la biodiversidad y/o disminuir la tasa de pérdida de especies. Lo anterior debido a que los pronósticos climáticos para el futuro reciente (IPCC 2022), predicen efectos severos del fenómeno sobre la biota (Sinervo et al., 2010; Loyola et al., 2012; Thuiller et al., 2011), y sobre la capacidad del hombre para planificar una conservación de la biodiversidad eficiente a largo plazo (Araújo y Rahbek, 2013; Faleiro et al., 2013; Lemes y Loyola, 2013). Aunado a lo anterior, las evidencias indican que muchas áreas protegidas podrían reducir su eficacia dado que un gran número de especies podrían mover sus áreas de distribución quedando

fuera de estas (Lemes et al., 2013; Ferro et al., 2014). Asimismo, las especies invasoras tendrían nuevos espacios climáticamente aptos, los cuales podrían ser invadidos por dichas especies, lo que evidentemente representa una amenaza para dichas áreas protegidas (Nori et al., 2011).

Estrategias para promover la resiliencia en las ANPs

A pesar de los desafíos, existen diversas estrategias que pueden contribuir a fortalecer la resiliencia de las ANPs frente a las especies invasoras (Cumming, 2016; Cumming y Allen, 2017). Una estrategia clave para aumentar la resiliencia de las ANPs ante las especies invasoras es la prevención de su introducción y dispersión. Esto puede lograrse mediante controles fronterizos más estrictos, regulaciones sobre el comercio de especies exóticas y campañas de concientización dirigidas a visitantes y comunidades locales, la implementación de programas de monitoreo efectivos, el uso de tecnologías innovadoras, como sensores remotos y modelos predictivos, además de fortalecer la cooperación entre diferentes agencias y organizaciones (Ervin, 2011; Cumming, 2016). El monitoreo regular de la presencia y distribución de especies invasoras dentro de las ANPs es fundamental para detectar y evaluar su impacto en los ecosistemas locales. Esto permite una respuesta rápida y eficaz ante la detección de nuevas especies invasoras o cambios en la abundancia de especies existentes. Además, cuando sea posible, se deben implementar medidas de control y erradicación para reducir la población de especies invasoras y minimizar su impacto sobre los ecosistemas nativos. Esto puede incluir métodos de control biológico, químico y físico, así como la restauración de hábitats degradados.

Por otra parte, la restauración de hábitats degradados puede aumentar la resiliencia de las ANPs al mejorar la capacidad de los ecosistemas para resistir y recuperarse de la invasión de especies exóticas (Cumming, 2016; Cumming y Allen, 2017). Esto puede incluir la reintroducción de especies nativas, la revegetación de áreas afectadas y la restauración de pro-

cesos ecológicos clave. La investigación científica y la educación ambiental son fundamentales para mejorar nuestra comprensión de los impactos de las especies invasoras en las ANPs y desarrollar estrategias de manejo efectivas. Esto incluye la evaluación de la efectividad de diferentes técnicas de control, la identificación de especies invasoras emergentes y la promoción de prácticas de uso sostenible de los recursos naturales (Ervin, 2011; Cumming, 2016; Cumming y Allen, 2017). Al aumentar la conciencia sobre los impactos negativos de las especies invasoras y fomentar la participación de las comunidades locales en programas de control y erradicación, se puede fortalecer la resiliencia de las ANPs y promover la coexistencia armónica entre las personas y la naturaleza. Por último, la cooperación internacional y la coordinación entre diferentes actores, incluidos los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales, son fundamentales para abordar el problema de las especies invasoras en un contexto global (Ervin, 2011; Cumming, 2016; Cumming y Allen, 2017). La implementación de políticas y regulaciones efectivas a nivel nacional e internacional puede ayudar a prevenir la introducción y propagación de especies invasoras, así como a promover la investigación y la colaboración en materia de gestión de la biodiversidad.

Estrategias para promover la resiliencia en las ANPs

La resiliencia de las ANPs frente a las especies invasoras es un desafío multifacético que requiere un enfoque integrado y colaborativo. Si bien las invasiones biológicas pueden tener consecuencias devastadoras para la biodiversidad y los ecosistemas, existen estrategias efectivas para fortalecer la capacidad de las áreas protegidas para resistir y recuperarse de estos impactos. Desde mejorar la detección temprana y la respuesta rápida hasta promover la restauración de hábitats degradados y fomentar la participación comunitaria, hay muchas oportunidades para fortalecer la resiliencia de las áreas naturales protegidas ante las especies invasoras. Por lo tanto, para hacerle frente a los impactos que el cambio climático está presen-

tando, mediante una gestión integral del territorio se armonice la conservación adecuada con las actividades productivas de las que dependen las economías locales y con ello se garantice la conservación de la biodiversidad mexicana más precisa para guiar los procesos de toma de decisiones para el establecimiento de áreas de conservación prioritarias a largo plazo y altamente resilientes en todo México.

Referencias

- Alexander, J.M., y Edwards, P.J. (2010) Limits to the niche and range margins of alien species. *Oikos*, 119, 1377–1386
- Araújo, M.B., y Rahbek C. (2007) Conserving biodiversity in a world of conflicts. *Journal of Biogeography*, 34, 199–200.
- Charles, H., y Dukes, J.S. (2008) Impacts of Invasive Species on Ecosystem Services, en: W. Nentwig (Ed.) *Biological Invasions*. Ecological Studies, vol 193. Springer, Berlin.
- Chown, S.L., Hodgins, K.A., y Griffin P.C. (2016) Biological invasions, climate change, and genomics, en: S. Kumar (Ed.) *Crop breeding. Bioinformatics and preparing for climate change*. Apple Academic Press.
- Cumming, G.S. (2016) The relevance and resilience of protected areas in the Anthropocene. *Anthropocene*, 13, 46-56.
- Cumming, G.S., y Allen, C.R. (2016) Protected areas as social-ecological systems: perspectives from resilience and social-ecological system theory. *Ecological Applications*, 27, 1709-1717.
- D'Antonio, C., Meyerson, L.A., y Denslow, J. (2001) Exotic species and conservation: research needs, en: M.E. Soule y G. H. Orians (Eds) *Conservation biology: research priorities for the next decade (59-80)*. Island Press, Washington, D.C.
- Dueñas, M.A., Hemming, D.J., Roberts, A., y Díaz-Soltero, H. (2021) The threat of invasive species to IUCN-listed critically endangered species: a systematic review. *Global Ecology and Conservation*, 26, e01476.
- Ervin, J. (2011) Integrating protected areas into climate planning. *Biodiversity*, 12, 2-10.
- Faleiro, F.V., Machado, R.B., y Loyola, R.D. (2013) Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. *Biological Conservation*, 158, 248–257.
- Ferro, V.G., Lemes, P., Melo, A.S., y Loyola, R. (2014) The reduced effectiveness of protected areas under climate change threatens Atlantic Forest Tiger Moths. *PloS One*, 9, e107792.
- IPCC (International Panel for Climate Change) (2022) *Climate Change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability*, en: H.O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Minnenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, y B. Rama (Eds.) *Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge and New York.
- Jacquart, E., et al. (2004) Checklist of invasive species strategies. Unpubl. document. The Nature Conservancy- Midwest/Canada Division Invasive Species Team.
- Jones, K.R., et al. (2018) One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science*, 360, 788–791.
- Lemes, P., y Loyola, R.D. (2013) Accommodating species climate-forced dispersal and uncertainties in spatial conservation planning. *PloS One*, 8, e54323.
- Lemes, P., Melo, A.S., y Loyola R.D. (2013) Climate change threatens protected areas of the Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*, 23, 357–368.
- Lenoir, J., Gégout, J.C., Marquet, P.A, de Ruffray, P., y Brisse, H. (2008) A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science*, 320, 1768–71.
- Lovejoy, T.E., y Hannah, L. (2019) *Biodiversity and climate change: Transforming the biosphere*. Yale University Press, London.
- Loyola, R.D., Lemes, P., Faleiro, F.V., Trindade-Filho, J., y Machado, R.B. (2012) Severe loss of suitable climatic conditions for marsupial species in Brazil: challenges and opportunities for conservation. *PloS One*, 7, e46257.
- Maxwell, S.L., et al. (2020) Area-based conservation in the twenty-first century. *Nature*, 586, 217–227.

- Naciones Unidas (2023) Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Nores, M. (2009) Are bird populations in tropical and subtropical forests of South America affected by climate change? *Climatic Change*, 97, 543–551.
- Nori, J., Urbina-Cardona, J.N., Loyola, R.D., Lescano, J.N., y Leynaud G.C. (2011) Climate change and American Bullfrog invasion: what could we expect in South America? *PloS One*, 6, e25718.
- Prieto-Torres, D.A., Lira-Noriega, A., y Navarro-Sigüenza, A.G. (2020) Climate change promotes species loss and uneven modification of richness patterns in the avifauna associated to Neotropical seasonally dry forests. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18, 19–30.
- Richardson, D.M., y Pyšek, P. (2006) Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography Earth and Environment*, 30, 409-43.
- Rico-Sánchez, A.E., et al. (2020) Biological diversity in protected areas: not yet known but already threatened. *Global Ecology and Conservation*, 22, e01006.
- Sax, D.F., et al. (2007) Ecological and evolutionary insights from species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 465-471.
- Sexton, J.P., McIntyre, P.J., Angert, A., y Rice, K.J. (2009) Evolution and ecology of species range limits. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 40, 415-436.
- Sinervo, B., et al. (2010) Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*, 328, 894–9.
- Stolton, S., et al. (2015) Values and benefits of protected areas, en: G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kotheri, S. Feary y I. Pulsford (Eds), *Protected area governance and management (145-168)*, ANU Press. Canberra, Australia.
- Thuiller, W., Lavergne, S., Roquet, C., Boulangeat, I., Lafourcade, B., y Araujo, M.B. (2011) Consequences of climate change on the tree of life in Europe. *Nature*, 470, 531–4.
- Tu, M. (2009) Assessing and managing invasive species within protected areas. *Protected Area Quick Guide Series*. The Nature Conservancy. Arlington, VA.
- Wittenberg, R., y Cock, M.J.W. (2001) *Invasive alien species: A toolkit of best prevention and management practices*. CAB International, Wallingford, UK.
- Zwiener, V.P., Lira-Noriega, A., Grady, C.J., Padial, A.A., y Vitule, J.R. (2018) Climate change as a driver of biotic homogenization of woody plants in the Atlantic Forest. *Global Ecology and Biogeography*, 27, 298–309.