

REPRESENTATIVIDAD ECOLÓGICA DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

ECOLOGICAL REPRESENTATIVENESS OF THE NATURAL PROTECTED AREAS OF PUEBLA STATE, MEXICO

Martín Neri Suárez¹, Angel Bustamante González², Samuel Vargas López¹ y Juan de Dios Guerrero Rodríguez¹

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del diseño del sistema de Áreas Naturales Protegidas del estado de Puebla, México. Se estableció como hipótesis que, debido a que en México el sistema de Áreas Naturales Protegidas se basa en un diseño *ad hoc*, en el estado de Puebla no se tienen representados adecuadamente los ecosistemas presentes. Se realizó un análisis gap para identificar los vacíos y omisiones de conservación de los tipos de vegetación con respecto a siete Áreas Naturales Protegidas federales y 12 estatales. Los resultados indicaron que en las Áreas Naturales Protegidas del estado se concentra el 15% del área cubierta por vegetación natural de esta entidad. A pesar de que el sistema de Áreas Naturales Protegidas supera la meta nacional de protección del 12% de los ecosistemas del país, el análisis encontró vacíos de conservación para cuatro tipos de vegetación y omisiones de conservación en seis tipos de vegetación. Se sugiere dirigir los esfuerzos de creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas, y otros esquemas de conservación de la biodiversidad, hacia los ecosistemas no representados o con baja representación en el sistema de Áreas Naturales Protegidas del estado de Puebla, tales como la selva baja caducifolia y el bosque mesófilo de montaña.

Palabras clave: análisis gap, Áreas Naturales Protegidas, biodiversidad, representatividad ecológica, vegetación.

Abstract

The aim of this study was to assess the effectiveness of the natural protected areas network design in the State of Puebla, Mexico. We hypothesized that, due to the fact that in Mexico the protected areas networks is based in an *ad hoc* design, the current natural protected areas network in the State of Puebla does not adequately represent existing state ecosystems. A gap analysis was conducted in order to identify conservation gaps and omissions of vegetation types in seven federal and 12 local natural protected areas. The results indicated that state natural protected areas network concentrate 15% of the natural vegetation. Although the national goal of protecting 12% of the national area is exceeded, the analysis found out conservation gaps in four vegetation types and conservation omissions in six vegetation types. It is suggested that new protected areas, and other initiatives for biodiversity conservation, should be directed to the protection of ecosystems unrepresented or underrepresented in the current network of protected natural areas of the State of Puebla, such as the seasonally dry tropical forest and the mountain cloud forest.

Key words: gap analysis, protected natural areas, biodiversity, ecological representativeness, vegetation.

Introducción.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tienen su origen en Norteamérica a finales del siglo XIX. Se han utilizado a nivel mundial como una medida de protección y conservación de los recursos naturales *in situ* y de su biodiversidad asociada (Barzetti, 1993; McNeely *et al.*, 1994). A partir de la década de los sesenta del siglo pasado su número a nivel mundial se incrementó de forma acelerada y actualmente la superficie bajo protección supera el 12% de la

superficie global (Bertzky *et al.*, 2012). Sin embargo, es común que este proceso tenga una planeación deficiente y no sistemática y que, como resultado, se tengan Áreas Naturales Protegidas mal ubicadas, no funcionales y/o sin representación ecológica de los componentes de la biodiversidad de cada región (Rodrigues *et al.*, 1999; Ceballos, 2007). Esta tendencia mundial también se presenta en México, donde el proceso de planeación sistemática de diseño de los sitios de conservación es aún deficiente. Lo

anterior se debe en gran medida a que los criterios utilizados para el establecimiento de las ANP no están bien definidos y a que, en la mayoría de los casos, no se ha documentado el proceso de creación de las Áreas Naturales Protegidas.

Un enfoque de planeación sistemática de la conservación requiere evaluar la efectividad del diseño de ANP (Margules & Pressey, 2000). Este enfoque utiliza el concepto de representatividad ecológica de los elementos de la biodiversidad a nivel de ecosistemas o de especies. La representatividad ecológica considera el porcentaje de la superficie del ecosistema que está presente en un Área Natural Protegida (Scott *et al.*, 1993; Jennings, 2000; Powell *et al.*, 2000). En investigaciones realizadas en México sobre representatividad ecológica de ecosistemas, a escala estatal, se ha establecido que por lo menos el 12% de la superficie de cada tipo de vegetación esté protegida dentro del sistema de ANP, por ser la meta nacional de protección de ecosistemas (Cantú *et al.*, 2003; Cantú *et al.*, 2011; Chapa-Vargas & Monzalvo-Santos, 2012).

En México, en el estado de Puebla se tienen decretadas siete ANP federales y 12 estatales con diferentes categorías. La red de ANP del estado es una parte importante del esfuerzo nacional e internacional de la conservación de la biodiversidad. México se considera como uno de los cinco países con una mayor proporción de especies endémicas de plantas vasculares y vertebrados (Brandon *et al.*, 2005) y concentra 10% de la biodiversidad mundial (Ceballos *et al.*, 1998). El estado de Puebla

ocupa el quinto lugar nacional en cuanto a la diversidad de la herpetofauna (Urbina-Cardona & Flores-Villela, 2010). También, Puebla es importante para la conectividad ecológica entre la Sierra Madre Oriental y la Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe (Rodríguez-Soto *et al.*, 2011; Rodríguez-Soto *et al.*, 2013); ambas regiones tienen una alta incidencia de organismos endémicos. La ubicación de cada Área Natural Protegida es responsabilidad de los diferentes niveles de gobierno (federal y estatal). Sin embargo, no existe evidencia de un proceso de coordinación para que las redes federales y estatales estén integradas y sean sinérgicas. La descoordinación y

Tabla 1. Representatividad ecológica de los tipos de vegetación en el sistema de ANP (federal y estatal) del estado de Puebla.

Tipo de Vegetación	Superficie del tipo de vegetación en el estado (ha)	Superficie del tipo de vegetación en ANP federales (ha)	Superficie del tipo de vegetación en ANP estatales (ha)	Superficie total en el sistema de ANPs (ha)	Nivel de representatividad ecológica (%)
Pradera de alta montaña	4,797	4,797		4,797	100
Bosque de mezquite	2,428	1,706		1,706	70
Matorral crasicaule	85,076	50,999		50,999	60
Chaparral	62,969	20,685		20,685	33
Bosque de táscate	14,672	4,056	502	4,558	31
Matorral desértico rosetófilo	127,639	35,586	1,928	37,515	29
Bosque de encino	144,529	2,722	35,893	38,615	27
Pastizal inducido	213,650	13,876	10,631	24,506	11
Bosque de pino	173,887	19,566		19,566	11
Bosque de oyamel	17,054	1,392		1,392	8
Selva baja caducifolia	564,253	30,223	12,372	42,595	8
Bosque mesófilo de montaña	98,091	6,073		6,073	6
Palmar inducido	16,812		1,026	1,026	6
Bosque de encino-pino	18,460	894		894	5
Bosque de pino-encino	123,714	2,935	101	3,036	2
Selva alta Perennifolia	49,743			0	0
Pastizal halófilo	21,344			0	0
Tular	145			0	0
Selva baja espinosa caducifolia	68			0	0
Totales	1,739,331	195,511	62,453	257,964	15

falta de integración entre áreas protegidas nacionales y estatales se da desde su planeación y tiene como resultado la desarticulación de políticas y programas sobre las ANPs. La solución más común es la creación de comisiones de coordinación sectorial e intersectorial, que con frecuencia tienen resultados limitados (De Oliveria, 2002).

México tiene 1.9 millones de km² de superficie continental, con una variación importante en la distribución de su biodiversidad. Al igual que en otras regiones de alta biodiversidad y elevada heterogeneidad, la conservación de la biodiversidad depende en gran medida de una adecuada distribución de las ANP federales y locales. Para el caso particular del estado de Puebla, no existen estudios que analicen si la red actual de ANP es suficiente para cumplir con el objetivo de conservación de la biodiversidad, si faltan Áreas Naturales Protegidas o si algunas son redundantes o de poco valor para la conservación. Este trabajo pretende contribuir al conocimiento sobre la efectividad en el diseño del sistema de ANP del estado de Puebla, identificando vacíos y omisiones de conservación de los ecosistemas presentes. Los resultados de este estudio aportarán elementos para

definir prioridades de conservación de la biodiversidad a corto y largo plazo en el estado de Puebla y pueden proveer un ejemplo de cómo abordar este tipo de evaluaciones en otras regiones del mundo.

Materiales y métodos.

Se utilizó el análisis de vacíos y omisiones de conservación o análisis gap (*Gap analysis*) (Scott *et al.*, 1993) para evaluar la representatividad ecológica de los elementos de la biodiversidad en el sistema de ANP del estado de Puebla, México. Como elemento de la biodiversidad se seleccionaron los tipos de vegetación presentes (Tabla 1). Se integró la información cartográfica digital de la red de ANP federales y estatales del estado de Puebla (CONANP, 2014) y los tipos de vegetación del mapa digital de uso de suelo y vegetación escala 1:250,000 (INEGI, 2010). Se omitieron las ANP municipales por no contar con información cartográfica disponible; las ANP municipales se ubican principalmente en el área periurbana de la ciudad de Puebla y ocupan aproximadamente 19.96 km² (ca. 0.2% de las ANP del estado). La imprecisión se debe a que en los decretos municipales de algunas de ellas no se reportan los

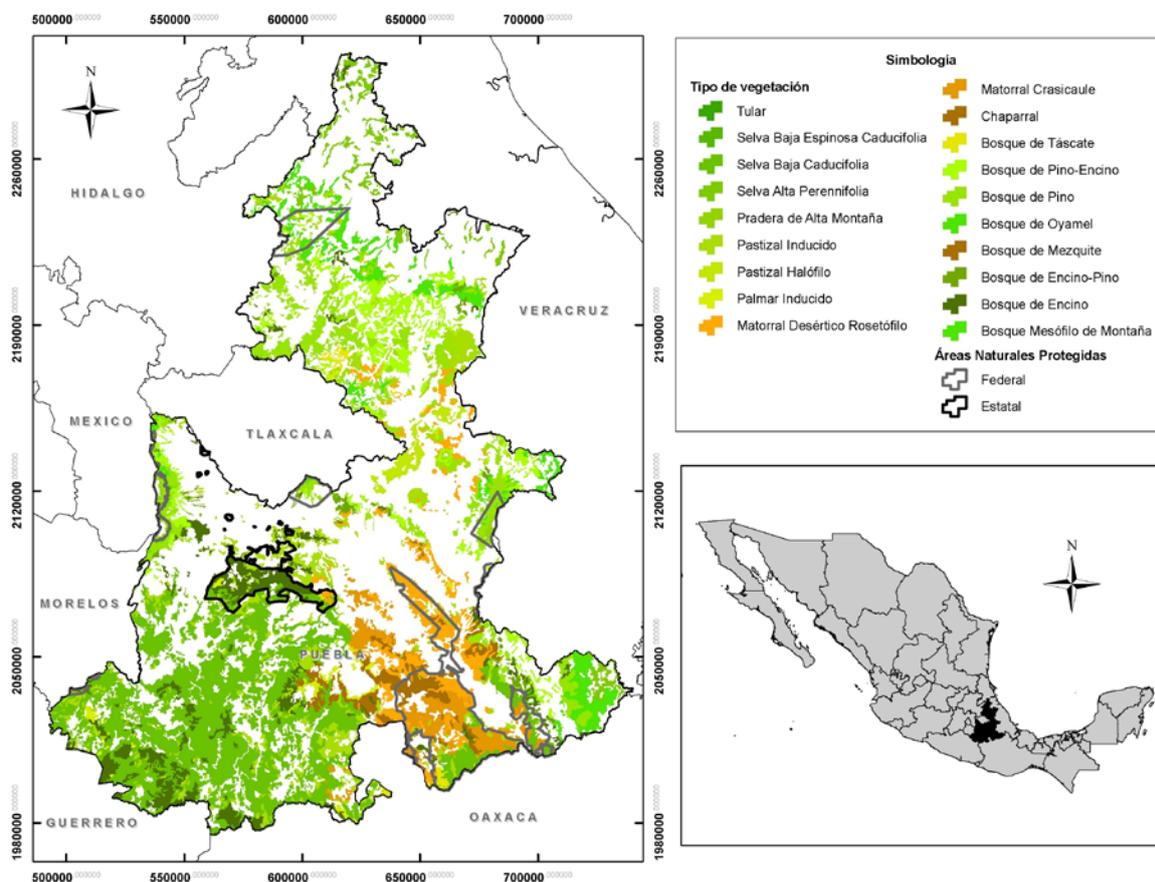


Figura 1. Distribución de los tipos de vegetación en el estado de Puebla (INEGI 2010).

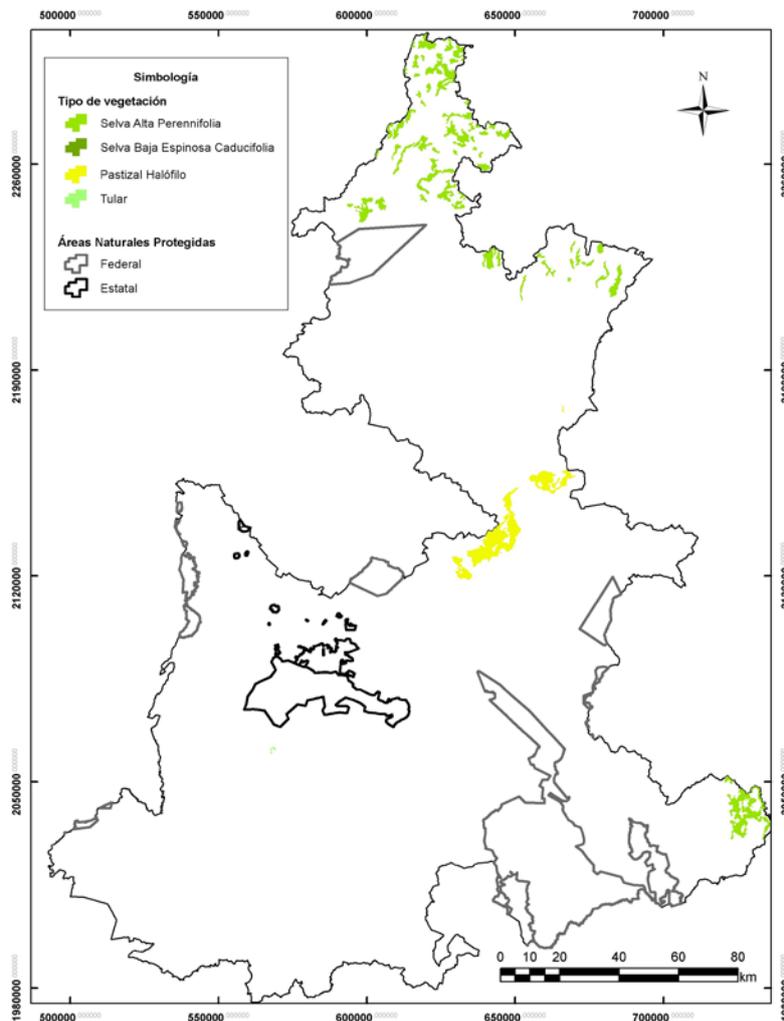


Figura 2. Vacíos de conservación en el sistema de ANP del estado de Puebla.

polígonos con coordenadas geográficas precisas (Tlapa, 2011). El proceso de análisis de la cartografía digital se realizó en el programa ArcGis TM versión 9.3. Se utilizó la herramienta “clip” para ajustar los polígonos de las ANP federales que sobrepasaran los límites políticos del estado. Las ANP ajustadas fueron: Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, La Malinche, Iztacihuatl-Popocatepetl, Sierra de Huautla, Tehuacán-Cuicatlán, Cañón del Río Blanco y Pico de Orizaba. Posteriormente, se calculó la superficie ocupada de cada tipo de vegetación dentro y fuera de las ANP, con la herramienta “calculate geometry”. Los tipos de vegetación que se utilizaron fueron los reconocidos en el sistema de clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2012). Para determinar los niveles de representatividad ecológica, se consideró el 12% como un nivel adecuado de representación, valor que está en el rango de metas de conservación considerados a nivel internacional, que va del 10% al 50% (Dietz & Czech,

2005). Para realizar la clasificación de la representatividad y sus niveles se utilizaron las definiciones de vacío y omisión de conservación (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF & UANL, 2007), donde un vacío de conservación es la ausencia de un tipo de vegetación en un Área Natural Protegida; a su vez, la omisión de conservación ocurre cuando se representa a un tipo de vegetación por debajo del 12% de la superficie que ocupa.

Resultados.

El estado de Puebla presenta 19 tipos de vegetación (Figura 1), que cubren una superficie de 1 739 331 ha. En las ANP federales existe una cobertura vegetal de 195 511 ha y en las ANP estatales de 62 453 ha. En conjunto, las ANP representan el 15% de la superficie cubierta por vegetación natural de todo el estado y corresponden a 15 tipos de vegetación (Tabla 1). Dos de los tipos de vegetación reconocidos (pastizal inducido y palmar inducido) se consideran vegetación secundaria.

La superficie cubierta por vegetación natural en el sistema de Áreas Naturales Protegidas del estado de Puebla supera la media nacional de protección del 12%.

Sin embargo, la evaluación por tipo de vegetación presente en las ANP mostró que existen cuatro vacíos (Figura 2) y seis omisiones de conservación (Figura 3). Los vacíos de conservación corresponden a la selva alta perennifolia, la selva baja espinosa caducifolia, el pastizal halófito y el tular. Los seis tipos de vegetación registrados en las ANP por debajo del 12% de representatividad ecológica (omisión de conservación) son: bosque de pino, bosque de oyamel, selva baja caducifolia, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino y bosque de encino-pino. El pastizal inducido y el palmar inducido están presentes en las ANP del estado de Puebla, pero no se consideraron como omisión de conservación porque se trata de vegetación inducida por las actividades humanas. Los tipos de vegetación con un nivel adecuado de representatividad ecológica en ANP son: pradera de alta montaña, bosque de mezquite, matorral crasicauale, chaparral, bosque de táscate, matorral desértico rosetófilo y bosque de encino.

Discusión.

Los vacíos y omisiones de conservación identificados en este estudio corresponden a un nivel de representatividad ecológica del 12% de la superficie ocupada por cada tipo de vegetación, con base en la política actual para las ANP en México. Este porcentaje establecido como meta de conservación de los ecosistemas de México se relaciona con lineamientos internacionales. En el IV Congreso Mundial de Áreas Protegidas y Parques Nacionales de 1992 (Whitehouse, 1992; McNeely, 1993; Naughton-Treves *et al.*, 2005), se estableció como objetivo que para el año 2000 las Áreas Naturales Protegidas cubrieran al menos el 10% de cada bioma. El objetivo del 10 al 12% de representación ecológica en las ANP se utiliza en la planeación sistemática de la conservación para ecosistemas, biomas, países e inclusive para el planeta entero (Brooks *et al.*, 2004). Si bien el 12% de representatividad ecológica se acepta como una meta de conservación adecuada para proteger a los ecosistemas del planeta, también se ha señalado que es un criterio establecido por intereses políticos y que probablemente no sea suficiente para asegurar la conservación de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas (Soulé & Sanjayan, 1998). Si este nivel se basara únicamente en criterios ecológicos, se esperaría obtener una superficie de conservación mayor en las ANP.

En el futuro se espera que México eleve la meta de conservación a más del 12% de su territorio, pues ésta también es la tendencia en el contexto mundial. El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica (CBD, 2010) establece que para el 2020 la cobertura mundial de áreas protegidas deberá cubrir al menos el 17%. Esta nueva meta de protección promueve la creación y ampliación de áreas protegidas, las cuales deberán incluir procesos de planeación sistemática de la conservación, basados en herramientas metodológicas que contribuyan a lograr la representatividad y conectividad ecológica, para obtener sistemas de ANP que sean eficaces en la conservación de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas (CBD, 2012). La metodología de análisis gap está enfocada a la evaluación de la representatividad ecológica; para evaluar la conectividad ecológica sería

necesario incluir otros procesos metodológicos. Los estudios sobre fragmentación de hábitat y los modelos espaciales de poblaciones que consideran la presencia de hábitats fragmentados (Carroll, 2006), son opciones para abordar el tema de la conectividad de las ANP.

Se considera que la aplicación del análisis gap a un nivel de filtro grueso, tomando como base los tipos de vegetación, generó información relevante para la conservación en el estado de Puebla. La identificación de la omisión de ocho tipos de vegetación y cinco vacíos de conservación indica que es necesario ampliar o crear áreas de conservación. El uso de la vegetación como indicador de biodiversidad a nivel de ecosistema se considera una estrategia eficiente para identificar y evaluar áreas de conservación, sobre todo cuando existe un vacío de conocimiento sobre el estado de la biodiversidad de un área determinada. A su vez, permite hacer inferencias sobre la distribución de especies animales, debido a que muchas especies de vertebrados están relacionadas con el tipo y estado

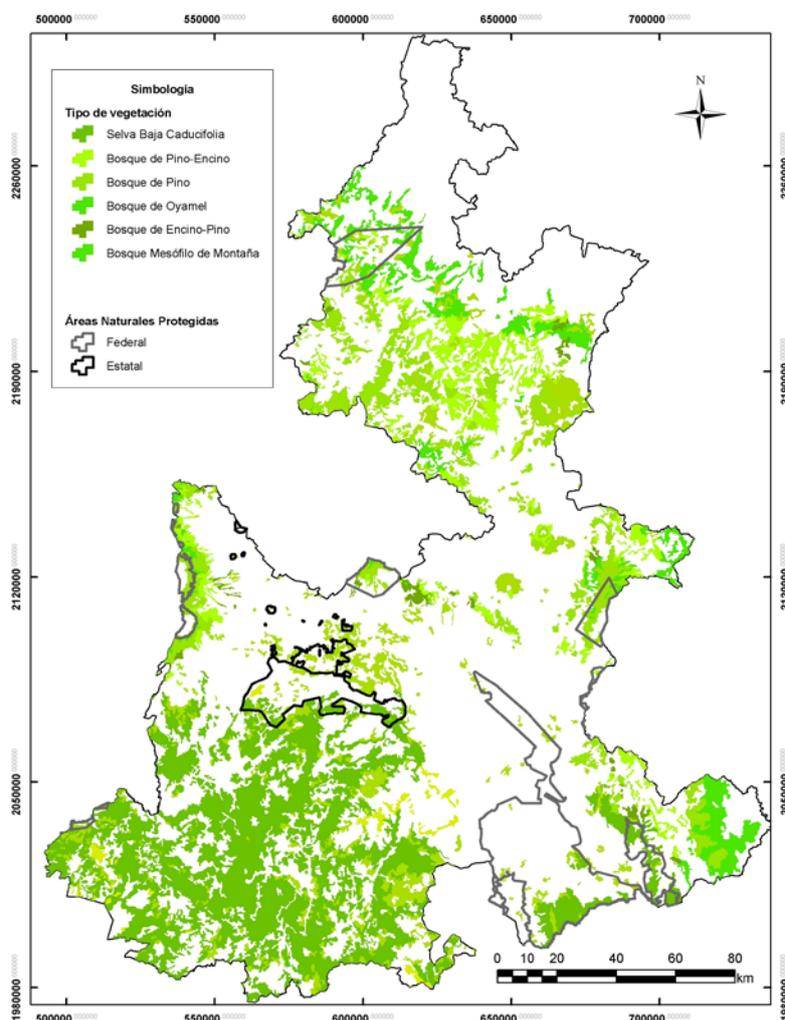


Figura 3. Omisiones de conservación en el sistema de ANP del estado de Puebla.

de conservación de la vegetación en un área determinada (Noss, 1993; Scott *et al.*, 1993; Caicco *et al.*, 1995; Rodrigues & Brooks, 2007). Al incrementar la representatividad ecológica de los tipos de vegetación en el sistema de ANP del estado de Puebla, se contribuiría a la conservación de la biodiversidad y de los procesos ecosistémicos que alberga cada tipo de vegetación (Caicco *et al.*, 1995). Por ejemplo, los bosques de coníferas (bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino) y los bosques de *Quercus* (bosque de encino, encino-pino y bosque de táscates) se han reportado como los tipos de vegetación con mayor riqueza de vertebrados en el estado de Puebla (Flores & Gerez, 1994). Además, otros ecosistemas presentes en el estado son de gran importancia para la conservación. Por ejemplo, Gámez *et al.* (2012) mencionan que el bosque de pino-encino, el bosque mesófilo de montaña, la selva alta perennifolia y la selva baja caducifolia son áreas importantes de distribución de mamíferos y presencia de especies endémicas de México. De los anteriores tipos de vegetación, sólo dos están representados en un nivel aceptable (en las ANP del estado de Puebla se tiene un mínimo del 12% de la superficie del tipo de vegetación), seis de ellos no están representados adecuadamente (omisión de conservación) y uno no está presente en el sistema de ANP del estado de Puebla (vacío de conservación).

Los resultados obtenidos son similares a la tendencia nacional de presencia de omisiones de conservación. En el reporte sobre el análisis gap terrestre de México (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF & UANL, 2007) se registraron 33 tipos de vegetación presentes en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), de los cuales 20 son omisiones de conservación. Además, se reporta un importante déficit de protección en bosques de pino-encino y bosques mesófilos de montaña. El estado de Puebla puede contribuir a la protección de estos ecosistemas, porque una extensión importante de ellos no forman parte de las Áreas Naturales Protegidas actuales.

Conclusiones.

El 15% del área cubierta por vegetación natural del estado de Puebla está protegida en el sistema estatal de ANP. Esto indica un esfuerzo importante para proteger los ecosistemas del estado a través de las Áreas Naturales Protegidas. Sin embargo, el análisis por tipo de vegetación demuestra que, a pesar de superar la media nacional de protección del 12%, aún existen cuatro tipos de vegetación natural ausentes y seis por debajo de un nivel adecuado de representatividad ecológica en el sistema de ANP. Este estudio demuestra que la distribución de los tipos de vegetación en el sistema de ANP aún no es suficientemente proporcional y representativa, para una completa protección de los ecosistemas del estado

de Puebla. Los resultados sugieren que es necesario dirigir los esfuerzos de creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas hacia los tipos de vegetación que presentan especies endémicas y alta biodiversidad, que no están representadas o están subrepresentadas en el sistema de ANP del estado de Puebla.

Agradecimientos.

Los autores agradecen al Colegio de Postgraduados por el financiamiento del proyecto “Evaluación y manejo integral de recursos naturales en el estado de Puebla”, del cual se derivó el presente estudio.

Literatura citada.

- Barzetti V. 1993. Parques y progreso: áreas protegidas y desarrollo económico en América Latina y el Caribe. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN)-Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Bertzky B., Colleen C., Kemsey J., Kenney S., Ravilious C., Besançon C. & Burgess N. 2012. Protected Planet Report 2012: Tracking progress towards global targets for protected areas. Gland, Suiza & Cambridge, Reino Unido: UICN-UNEP-WCMC.
- Brandon K., Gorenflo L.J., Rodrigues A.S.L. & Waller R.W. 2005. Reconciling biodiversity conservation, people, protected areas, and agricultural suitability in Mexico. *World Development*. 33: 1403-1418.
- Brooks T.M., Bakarr M.I., Boucher T., Fonseca G.A.B.D., Hilton-Taylor C., Hoekstra J.M., Moritz T., Olivieri S., Parrish J., Pressey R. L., Rodrigues A.S.L., Sechrest W., Stattersfield A., Strahm W. & Stuart S.N. 2004. Coverage provided by the Global Protected-Area System: is it enough? *Bioscience*. 54: 1081 – 1091.
- Caicco S.L., Scott J.M., Butterfield B. & Csuti B. 1995. A Gap analysis of the management status of the vegetation of Idaho (U.S.A.). *Conservation Biology*. 9: 498 – 511.
- Cantú C., Wright R.G., Scott J.M. & Strand E. 2003. Conservation assessment of current and proposed nature reserves of Tamaulipas State, Mexico. *Natural Areas Journal*. 23: 220 – 228.
- _____, González F.N., Marmolejo J.G., Uvalle-Sauceda J.I., Estrada E. & Rentería L. 2011. Los vacíos y omisiones de conservación de Coahuila, México, con especial referencia a sus tipos de vegetación. *CIENCIA-UANL*. 14: 69 – 74.
- Carroll C. 2006. Linking connectivity to viability: insights from spatially explicit population models of large carnivores. Páginas 369-389. En: K.R. Crooks y M. Sanjayan (editores) *Connectivity conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Ceballos G., Rodriguez P & Medellin R.A. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications*. 8: 8-17.
- _____. 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse México: the efficiency of reserve networks. *Ecological Applications*. 17: 569 – 578.
- CONANP. 2014. Cobertura de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Comisión Nacional de

- Áreas Naturales Protegidas. (<http://sig.conanp.gob.mx/website/anpsig/viewer.htm>).
 CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF, & UANL. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas/México, The Nature Conservancy-Program México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León México.
- CBD. 2010. Decisión adoptada por la conferencia de las partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su décima reunión. El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. (<https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-es.pdf>).
- CBD. 2012. Aichi Biodiversity Targets. Convention on Biological Diversity. (www.cbd.int/sp/targets/).
- Chapa-Vargas L. & Monzalvo-Santos K. 2012. Natural protected areas of San Luis Potosí, México: ecological representativeness, risks, and conservation implications across scales. *International Journal of Geographical Information Science*. 26: 1625 – 1641.
- De Oliveira J.A.P. 2002. Implementing environmental policies in developing countries through decentralization: the case of protected areas in Bahia, Brazil. *World Development*. 30: 1713–1736.
- Dietz R.W & Czech B. 2005. Conservation deficits for the continental United States: an ecosystem gap analysis. *Conservation Biology*. 19: 1478–1487
- Flores V.O. & Gerez F.P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso Biodiversidad. México, D.F.
- Gámez N., Escalante T., Rodríguez G., Linaje M. & Morrone J.J. 2012. Caracterización biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana y análisis de los patrones de distribución de su mastofauna. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 258 – 272.
- INEGI. 2010. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación. Serie IV (continuo nacional), escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- _____. 2012. Guía para la interpretación de la cartografía. Uso del suelo y vegetación escala 1:250000 Serie IV. Aguascalientes, México.
- Jennings M.D. 2000. Gap analysis: concepts, methods, and recent results. *Landscape Ecology*. 15: 5 – 20,
- Margules C.R. & Pressey R. L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*. 405: 243 – 253.
- Mcneely J.A. 1993. Parks for life: report of the IVth World Congress on National Parks and Protected Areas. Gland, Suiza.
- _____, Harrison J., Dingwall P. R. & Dingwall P. 1994. Introduction: protected areas in the modern world. *Protecting nature: regional reviews of protected areas*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido pp. 1 – 28.
- Naughton-Treves L., Holland M. B. & Brandon K. 2005. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environment and Resources*. 30: 219 – 252.
- Noss R.A. 1993. Conservation plan for the Oregon Coast Range: some preliminary suggestions. *Natural Areas Journal*. 13: 276 – 290.
- Powell G.V.N., Barborak J. & Rodriguez S.M. 2000. Assessing representativeness of protected natural areas in Costa Rica for conserving biodiversity: a preliminary gap analysis. *Biological Conservation*. 93: 35 – 41.
- Rodriguez A.S.L., Tratt R. & Wheeler B.D. 1999. The performance of existing networks of conservation areas in representing biodiversity. *Proceedings of the Royal Society of London.Series B: Biological Sciences*. 266: 1453 – 1460.
- _____, & Brooks T.M. 2007. Shortcuts for biodiversity conservation planning: the effectiveness of surrogates. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 38: 713 – 737.
- Rodríguez-Soto C., Monroy-Vilchis O., Maiorano L., Boitani L., Faller J. C., Briones M. Á., Núñez R., Rosas-Rosas O., Ceballos G. & Falcucci A. 2011. Predicting potential distribution of the jaguar (*Panthera onca*) in Mexico: identification of priority areas for conservation. *Diversity and Distributions*. 17: 350-361.
- _____, Monroy-Vilchis O. & Zarco-González M. M. 2013. Corridors for jaguar (*Panthera onca*) in Mexico: Conservation strategies. *Journal for Nature Conservation*. 21: 438-443.
- Scott J.M., Davis F., Csuti B., Noss R., Butterfield B., Groves C., Anderson H., Caicco S., D'erchia F., Edwards T. C. JR., Ulliman J. & Wright R. G. 1993. Gap Analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs*. 123: 3 – 41.
- Soulé M.E. & Sanjayan M.A. 1998. Conservation targets: do they help? *Science*. 279: 2060-2061.
- Tlapa M. 2011. Áreas Naturales Protegidas periurbanas del área metropolitana del estado de Puebla. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla, México.
- Urbina-Cardona J. N. & Flores-Villela O. 2010. Ecological-niche modeling and prioritization of conservation-area networks for Mexican herpetofauna. *Conservation Biology*. 24: 1031-1041.
- Whitehouse J. F. 1992. IVth World Congress on National Parks and Protected Areas Caracas, Venezuela, February 1992. *Australian Zoologist*. 28: 1-4.

¹ Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpam, Municipio San Pedro Cholula, Estado de Puebla, México, C.P. 72760.

² Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpam, Municipio San Pedro Cholula, Estado de Puebla, México, C.P. 72760, angelb@colpos.mx. Autor para correspondencia.