La conectividad forestal de las áreas protegidas del estado de Jalisco con otros ambientes naturales

Raymundo Villavicencio García[1], Santiago Saura Martínez de Toda[2], Ana Luisa Santiago Pérez[1] y Armando Chávez Hernández[3]

[1]Departamento de Producción Forestal (DPF), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara (UDG). [2]Departamento de Economía y Gestión Forestal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, España. [3]Departamento de Geografía y Ordenación Territorial. Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH, UDG).
Correo electrónico: vgr02072@cucba.udg.mx

Resumen

Con el objeto de determinar el grado global de conectividad forestal incluyendo cuatro áreas naturales protegidas del estado de Jalisco, se utilizó el índice integral de conectividad (IIC) e información cartográfica de vegetación y uso del suelo del inventario nacional forestal 2000. Sobre una superficie de más de 25,000 km² situada en la parte central del estado, se calculó el rango de importancia relativa para el mantenimiento de la conectividad del conjunto del paisaje, si se considera su aspecto estructural y funcional con respecto a la capacidad de desplazamiento (1, 6 y 12 km) que ocupan tres especies de fauna silvestre. Dentro del mosaico del paisaje y en consideración a los distintos tipos de cobertura forestal como elementos de hábitat, sobresalen para los tres desplazamientos, la Sierra de Quila, el Nevado de Colima y la Sierra de Manantlán, que en asociación con otros bosques y corredores del sistema volcánico transversal representaron el 77% del IIC acumulado, destacando este complejo cerril y de montaña por su alto valor de importancia que representa para la conectividad forestal. Las estructuras espaciales integradas de las coberturas forestales llevan a cabo procesos ecológicos más estables, por tanto los programas de conservación y manejo de las áreas naturales debe apuntar a estrategias explícitas como sociedad-entorno natural, priorizando sus actividades de ordenación territorial municipal, aún fuera de las áreas protegidas.

Palabras clave: corredor biológico, hábitat, conservación.

Abstract

In order to determine the degree of global forest connectivity, including four protected natural areas of the State of Jalisco, an integral index of connectivity (IIC) and cartographic information of forest coverages in the 2000 national forest inventory was used. On a surface of more than 25,000 km² situated in the central part of the state, the degree and relative importance of connectivity in the landscape was calculated, by considering its structural and functional aspects with regard to the capacity of displacement (1, 6 and 12 km) of three species of wild fauna. Within the mosaic of the landscape which includes all kinds of forest coverages as elements of habitat, the Sierra de Quila, Nevado de Colima and Sierra de Manantlán stood out from other forests and corridors since their volcanic transversal system represented 77 % of the accumulated IIC. This mountain complex is considered highly important due to its forest connectivity value. The integrated spatial patterns of the forest coverages foster stabler ecological processes, resulting in a need for the conservation and management programs of the natural areas to consider explicit societal and environmental strategies, prioritizing territorial municipal management activities, even outside of the protected areas.

Key words: biological corridor, habitat, conservation.

Introducción

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen la principal estrategia para la conservación del patrimonio natural de los diferentes ecosistemas representativos, la protección de su diversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales; por ser de interés público están sujetas a un régimen jurídico en la política ambiental de México (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 2007).

Los bosques de pino-encino (zona ecológica templada subhúmeda) es uno de los ecosistemas forestales más extensos del país, pero también uno de los menos protegidos a causa de su uso productivo y en términos de conservación a que la mayoría de las reservas son pequeñas, o bien presentan distintos problemas logísticos para su protección ecológica (Toledo y Ordóñez 1993; Flores-Villela y Gérez 1994; Ordóñez y Flores-Villela 1995; Challenger 1998). Hoy día, las áreas protegidas están representadas con 18% por bosques templados y con 15% por selvas (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007). En el estado de Jalisco las ANP han sufrido a lo largo de los años en mayor o menor grado diversas perturbaciones como la explotación forestal, los incendios forestales producto de la agricultura nómada y la ganadería extensiva, la tala clandestina y la cacería furtiva (Jardel 1992; Challenger 1998), así como muchos otros ambientes naturales redujeron en buena medida su cobertura vegetal y/o carecen de la aplicación de políticas oficiales de manejo que fomente la conservación para el mantenimiento integral de sus ecosistemas y las áreas protegidas.

En este contexto, la conectividad estructural vincula los bosques (como elemento de hábitat) dentro de un conjunto del paisaje, que se utiliza por distintas especies y organismos como ámbito de hogar, medio de movimiento, dispersión e intercambio poblacional (Bennet 1998). La manera en que las ANP contribuyen a los procesos de la evolución biológica está asociada de manera directa con su tamaño, heterogeneidad, su relación entre superficie y perímetro, así como con el tipo de fragmentación, aislamiento o conectividad (Sepúlveda et al. 1997); el mantener la conectividad del territorio incluidos los corredores de vida silvestre, así como puntos de paso tienen una importancia capital para la biodiversidad y el mantenimiento de los ecosistemas forestales (Múgica et al. 2002; Curiel y Ramos 2003). El presente trabajo tiene como objetivo determinar el grado de conectividad forestal global de cuatro áreas naturales protegidas mediante el uso de un algoritmo de conectividad binario (Índice Integral de Conectividad).

Materiales y métodos

El área de estudio señalada en lo sucesivo como «*Conjunto del paisaje*» comprende cinco regiones administrativas del estado de Jalisco [Región (04) Ciénega, (06) Sur, (07) Sierra de Amula, (11) Valles y (12) Centro]; en su conjunto congrega 68 municipios y suma una extensión de 25,572 km² (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal 2007), superficie que engloba cuatro áreas naturales administradas por el gobierno del estado de Jalisco, las áreas de protección de flora y fauna “La Primavera” (LP) y “Sierra de Quila” (SQ), el parque nacional “Nevado de Colima” (NC) y una fracción de la reserva de la biosfera “Sierra de Manantlán” (SM) (figura 1).

El mapa de las coberturas forestales se obtuvo de la agrupación de datos vectoriales por tipo de vegetación, generados de la interpretación visual de imágenes Landsat ETM+ compuestas a color del Inventario Forestal Nacional 2000 (Universidad Nacional Autónoma de México 2001), correspondiente para el estado de Jalisco. El inventario nacional arrojó tres modelos cartográficos: 1) categoría de formación (escalas entre 1:8 millones y 1:4 millones); 2) categoría de tipo de vegetación (escalas 1:1 millones y 1:500 mil) y; 3) categoría de comunidad (escalas 1:250 mil y 1:125 mil) (Velásquez et al. 2001), ésta última utilizada para este estudio, ya que detalla la estructural forestal de manera compleja para su manejo en un contexto regional; de acuerdo a Velásquez et al. (2001), la información generada a este nivel de detalle permitirá establecer políticas de manejo y conservación de la biodiversidad desde índices de heterogeneidad municipal hasta la identificación de problemáticas y potencialidades de manera integral por grupo de municipios. Para este trabajo se parte de la base que, las coberturas forestales se conforman por uno o varios mosaicos de elementos (matrices, parches, corredores) los cuales son caracterizados por la ecología del paisaje como “elementos de hábitat” o bien, “parches” (Chuvieco 2002).

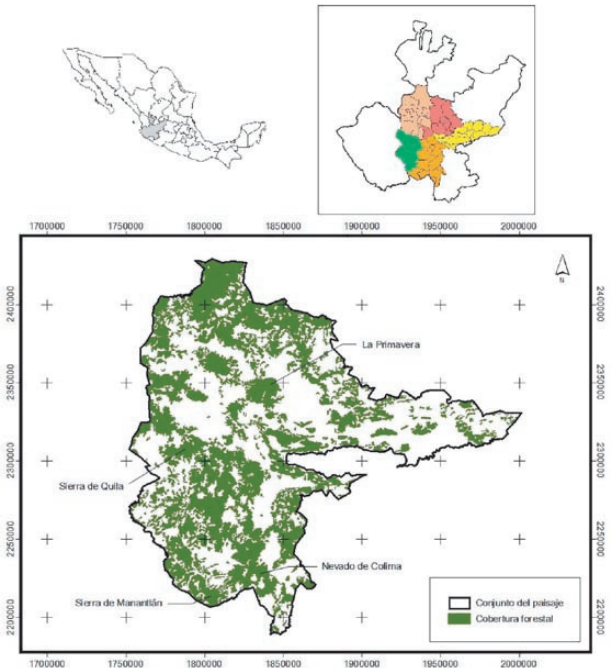

Figura 1. *Regiones administrativas centrales del estado de Jalisco (Ciénega, Sur, Sierra de Amula, Valles, Centro) y distribución espacial de su cobertura forestal (Fuente: Elaboración propia).*

De acuerdo a Pascual-Hortal y Saura (2006) son varios los autores que han generado índices que caractericen la conectividad del paisaje; sin embargo, éstos no han sido desarrollados integrando el concepto de ámbito hogareño o disponibilidad de hábitat y, por consecuencia, resultan ser limitados para emplearse como herramienta para la toma de decisiones en la planificación forestal y territorial. Por lo anterior, para el cálculo del valor de importancia relativa en la conectividad de cada elemento como enlace de hábitat incluidas las ANP's en el «*Conjunto del paisaje*», se utilizó el Índice Integral de Conectividad (IIC) (Pascual-Hortal y Saura 2006); el cual basa su función con el uso combinado de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), estructuras de grafos e índices de disponibilidad de hábitat. El índice binario IIC considera no sólo el aspecto estructural sino también el aspecto funcional de la conectividad del paisaje, es decir, es dependiente de la utilización de distancias de desplazamiento de una determinada especie en estudio, al obtenerse el valor del índice mediante la siguiente formula:

$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{ai \cdot aj}{1+nl_{ij}}}{A_P^2}$$

Donde a_i es el área de cada parche forestal, A_p es el área total del «*Conjunto del paisaje*» y *nl* es el número de enlaces (conexiones directas entre parches) en el camino más corto (distancia topológica) entre los parches forestales *i* y *j*. Para parches que no estén conectados (que pertenezcan a diferentes componentes o regiones conexas) el numerador de la suma de la ecuación es cero ($nl_{ij} = \infty$). Cuando $i = j$, entonces $nl_{ij} = 0$ (no es necesario enlace alguno para alcanzar un parche desde si mismo) (Pascual-Hortal y Saura 2006). La importancia relativa de cada elemento de hábitat (*dIIC*) para el mantenimiento de la conectividad se obtiene mediante:

$$dIIC = 100 \cdot \frac{IIC - IIC'}{IIC}$$

Donde *IIC* y *IIC´* corresponde al valor de IIC antes y después respectivamente de la pérdida de un cierto elemento de hábitat (parche forestal). Para el cálculo de los valores de *dIIC* se utilizó el programa *Conefor Sensinode 2.2* (Saura y Pascual-Hortal 2007a), el cual integra otros ocho índices de conectividad de uso binario y probabilístico.

Para demostrar la importancia relativa de la función de la conectividad de las coberturas forestales como elementos de hábitat disponibles para una determinada especie de fauna, se definieron distancias de desplazamiento de 1, 6, y 12 kilómetros, atribuyendo estas distancias a cualquier especie con tal capacidad dispersiva y de ámbito hogareño. Los desplazamientos señalados como punto central de radio de hábitat equivalen a cubrir superficies de 3.1, 113.1 y 452.4 km²; para el país se tienen referencias sobre registros del ámbito hogareño que ocupan algunos mamíferos, por ejemplo coatí o tejón (*Nasua narica*) de 385 a 415 hectáreas, el coyote (*Canis latrans*) de 2.4 a 5 km², o el puma (*Puma concolor*) de 66 hasta 826 km², este último con desplazamientos de 5 a 40 km/día (Ceballos y Oliva 2005). Los bosques de encino y de pino albergan cada uno casi 200 especies de vertebrados (herpetofauna, avifauna y mamíferos) endémicos de Mesoamérica (Flores-Villela y Gérez 1994; Challenger 1998), constituyendo además la mayor riqueza por ecosistema en México, como resultado de una distribución ecológica restringida en los sistemas de montaña (Flores-Villela y Gérez 1994). Para priorizar la caracterización de los elementos de hábitat o parches forestales, se definieron tres categorías de importancia (alta, media y baja), cada una de éstas representa un tercio del total del área del hábitat forestal por tipo de agrupación y, es dada en función a la suma acumulada del valor relativo de *IIC* de cada parche por tipo de hábitat.

Resultados y discusión

Según datos estadísticos del Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco (1999), la superficie de los recursos forestales del estado de Jalisco es de alrededor de 63%, del cual, el 29% lo integran las regiones administrativas en estudio (anexo 1); en este contexto, el «*Conjunto del paisaje*» lo conforman diversos tipos de vegetación, si se considera el bosque de pino, pino-encino, encino-pino y otras coníferas (para este trabajo agrupación "Pino-encino-otras coníferas") las que ocupan alrededor de 25% del área de estudio, seguido de la selva baja y selva mediana (caducifolia y subcaducifolia), mezquitales y matorrales, consideradas como agrupación "Selva-mezquital-matorral" con una aproximación al 22% (cuadro 1), la fusión de ambas agrupaciones es considerada como la "Cobertura forestal" del «*Conjunto del paisaje*». Otras coberturas relevantes por su distribución dentro del «*Conjunto del paisaje*» son las superficies agrícolas (cerca de 38%) y los pastizales (12%).

Dentro del «*Conjunto del paisaje*» y solo considerando el hábitat "Cobertura forestal" destaca para

Cuadro 1. *Distribución de las coberturas forestales y otros uso del suelo en el área de estudio ("Conjunto del paisaje").*

Tipo de cobertura / Agrupación	Superficie (km^2)	Superficie (%)
Agricultura de temporal y de riego	9584.2	37.5
Área sin vegetación aparente	33.7	0.1
Asentamiento humano	564.7	2.2
Cuerpo de agua	170.8	0.7
Otras coberturas	29.5	0.1
Pastizal	3144.7	12.3
Pino-encino-otras coníferas	6271.7	24.5
Pradera de alta montaña	21.1	0.1
Selva, mezquital y matorral	5567.7	21.8
Vegetación halófila y gipsófila	183.9	0.7
Total	**25572.0**	**100**

las distancias 1, 6 y 12 km las áreas protegidas Sierra de Quila, Nevado de Colima y Sierra de Manantlán, que en asociación con otros bosques y corredores del Sistema Montañoso Volcánico Transversal y Sierra Madre del Sur representaron el 77, 78 y 78% del IIC acumulado (cuadro 2); este complejo estructural (5426 km²) conecta la "Sierra de Quila" al noroeste con las Sierras Verde y de Ameca, en dirección sudeste conecta con la Sierra de Tapalpa hasta alcanzar el complejo volcánico de Colima, este mismo mantiene la conectividad en dirección suroeste con el cerro macizo montañoso de Cerro Grande correspondiente a la "Sierra de Manantlán". Un corredor importante para el mantenimiento del enlace forestal entre este complejo (parte sur) y las Sierras del Tigre, El Travesaño y El Madroño en direcciones este y norte es el complejo cerril Los Guajes (Cerro Los Guajes, El Papanton, La Coralera, El Taciste y El Zapote) que se ubica en el municipio de Sayula; si se toma en cuenta el que pueda mantenerse una red de conexión entre las cuatro áreas protegidas, se identifican parches forestales de importancia media para el enlace y desplazamiento de la vida silvestre entre éste complejo estructural y la parte sur de "La Primavera" (figura 2), se identifican como zonas críticas el complejo cerril de cerro Prieto (Cerro Prieto, De la Vista, Los Colomos, Las Latillas, La Villita, El Novillero, La Mesa, El Barrigón y Monte Negro) ubicado entre los municipios de Tala, Villa Corona y Cocula, además del Cerro Las Antillas en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

Si se considera sólo la superficie del hábitat "Cobertura forestal" (11742 km²), destaca con 53% la agrupación "Pino-encino-otras coníferas", siendo además este tipo de cobertura la predominante en estas áreas protegidas; referido solo a este tipo de comunidad vegetal, la "Sierra de Quila" que conecta al noroeste con la Sierra Verde y al sureste con la Sierra de Tapalpa destaca con la mayor contribución para el mantenimiento de la conectividad para las distancias de dispersión 1, 6 y 12 km con 83, 93 y 73% del IIC acumulado respectivamente (cuadro 2).

Tanto "La Primavera" como "Nevado de Colima" mantienen para las distancias 1, 6 y 12 km un valor relativo de importancia media del IIC acumulado, sin embargo, y como se muestra en la figura 3, en cada una de estas áreas protegidas se identificaron otros elementos naturales (complejos de montaña o cerriles) con tipo de vegetación "Pino-encino- otras coníferas" y "Selva-mezquital-matorral" que resultan imprescindibles como elementos de hábitat forestal y red de enlace. Por un lado, para "La Primavera", en dirección norte resultan como áreas criticas el Cerro Bailadores (municipios de Arenal y Zapopan) y el Cerro El Tepopote (municipio de Zapopan), que unen el área protegida con la Mesa San Juan (municipio de Tequila) y el Cerro Palomas (municipio de Zapopan), este último conexa con la Barranca del Río Santiago (municipio de Ixtlahuacán del Río); en dirección nordeste. Al suroeste y sur resultan ser prioritarios de conservación el complejo de Cerro Prieto (Cerro de La Cuesta, Los Colomos, Las Latillas, El Novillero, entre otros) ubicados en los municipios de Tala y Villa Corona, así como el Cerro Las Antillas (municipio de Tlajomulco de Zúñiga), que mantendrían la conectividad con "La Primavera" y los bosque del sur de Jalisco (Sierra de Tapalpa, Sierra El Madroño, Sierra El Travesaño). Por otro lado, en el contexto espacial de la estructura forestal del "Nevado de Colima", en

Cuadro 2. *Índice integral de conectividad (IIC) acumulado por distancia de desplazamiento por tipo de hábitat.*

Área protegida	La Primavera			Sierra de Quila			Nevado de Colima			Sierra de Manantlán		
Distancia (km)	**1**	**6**	**12**	**1**	**6**	**12**	**1**	**6**	**12**	**1**	**6**	**12**
Hábitat forestal	**dIIC acumulado (%)**											
Cobertura forestal	9	10	9	77	78	78	*	*	*	*	*	*
Pino-encino- otras coníferas	3	11	10	83	93	73	21	22	25	0.2	0.2	1
Selva, mezquital y matorral	-	-	-	0.7	0.6	1	-	-	-	15	8	8

* Representa el mismo valor a la Sierra de Quila por ser parte integral del complejo paisajístico.

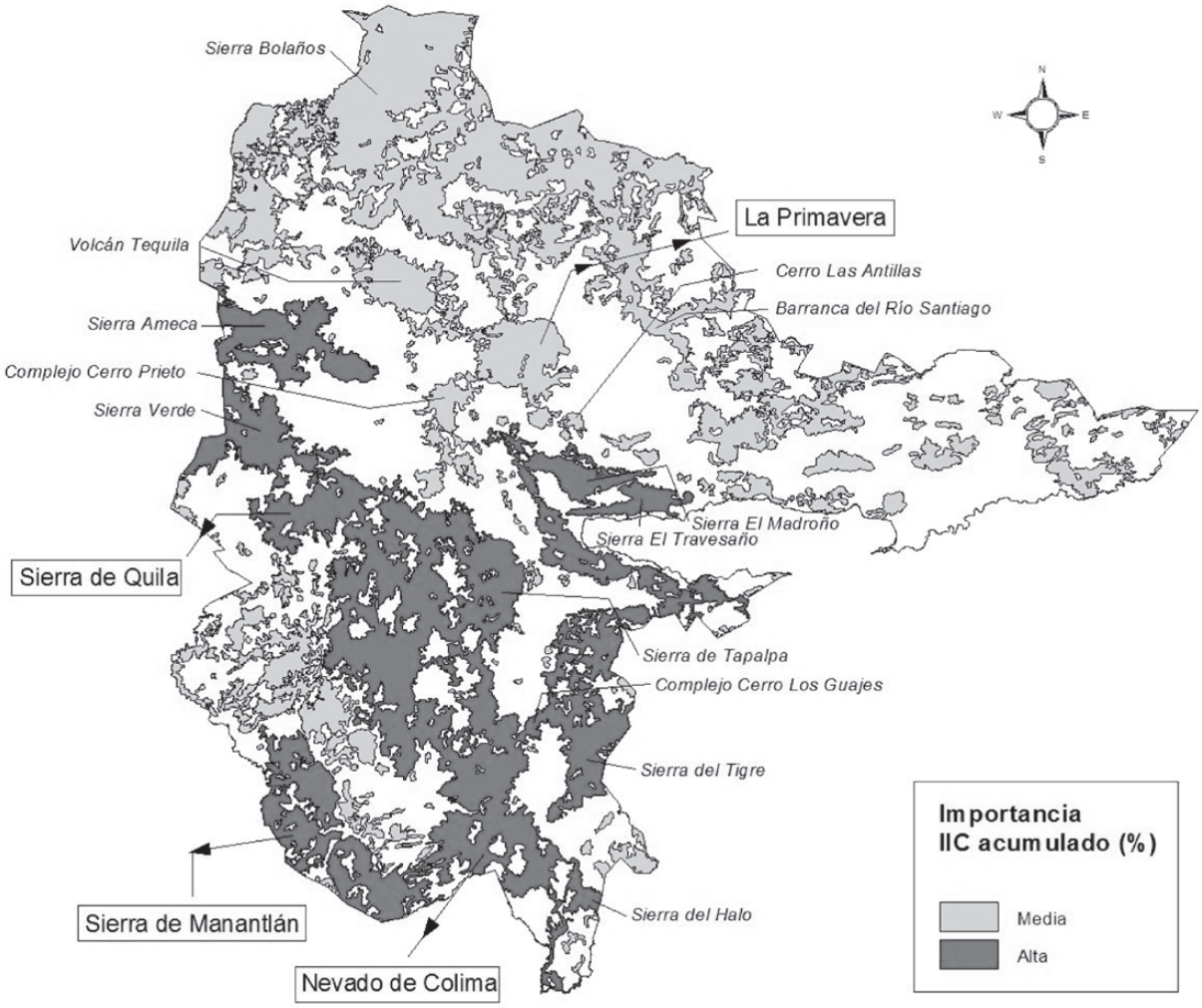

Figura 2. *Conjunto del paisaje y "Cobertura forestal"; el gráfico interpreta el índice integral de conectividad acumulado para el mantenimiento del enlace forestal para una distancia de dispersión de 6 km (Fuente: Elaboración propia).*

dirección norte es importante para el mantenimiento de la conectividad el elemento de hábitat "Selva-mezquital-matorral" que rodea la meseta de la Sierra de Tapalpa, así como el enlace que desempeña este mismo ecosistema entre el Sistema Volcánico del Nevado de Colima y la Sierra del Tigre a través del complejo cerril Cerro Los Guajes, ya mencionado con anterioridad (figura 3).

De acuerdo al programa de conservación y manejo de la reserva de la biosfera "Sierra de Manantlán", cerca del 16% de su superficie (1395.7 km^2) esta cubierta por bosque de pino-encino, así como alrededor del 19% por bosque de encino-mesófilo de montaña (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2000), a pesar de la amplia cobertura forestal y de territorio que posee esta área protegida, en este trabajo se presentan valores muy bajos del IIC acumulado, atribuidos en gran parte a la disección que sufre este sistema de montaña por la delimitación del área de estudio («*Conjunto del paisaje*»), por lo tanto se sugiere mesura en la interpretación de su resultado para este tipo de hábitat.

Conclusiones

1. El análisis permitió identificar aquellos ambientes naturales críticos, y por consecuencia prioritarios para el mantenimiento de la conectividad forestal entre las áreas protegidas, cabe resaltar aquellos elementos de hábitat de "Selva-mezquital-matorral", los cuales presentaron los valores acumulados más bajos de IIC; este conjunto de ecosistemas son los más alterados y vulnerables al cambio de uso de suelo por fines agropecuarios, obras de infraestructura y asentamientos humanos; por consiguiente suelen regis-

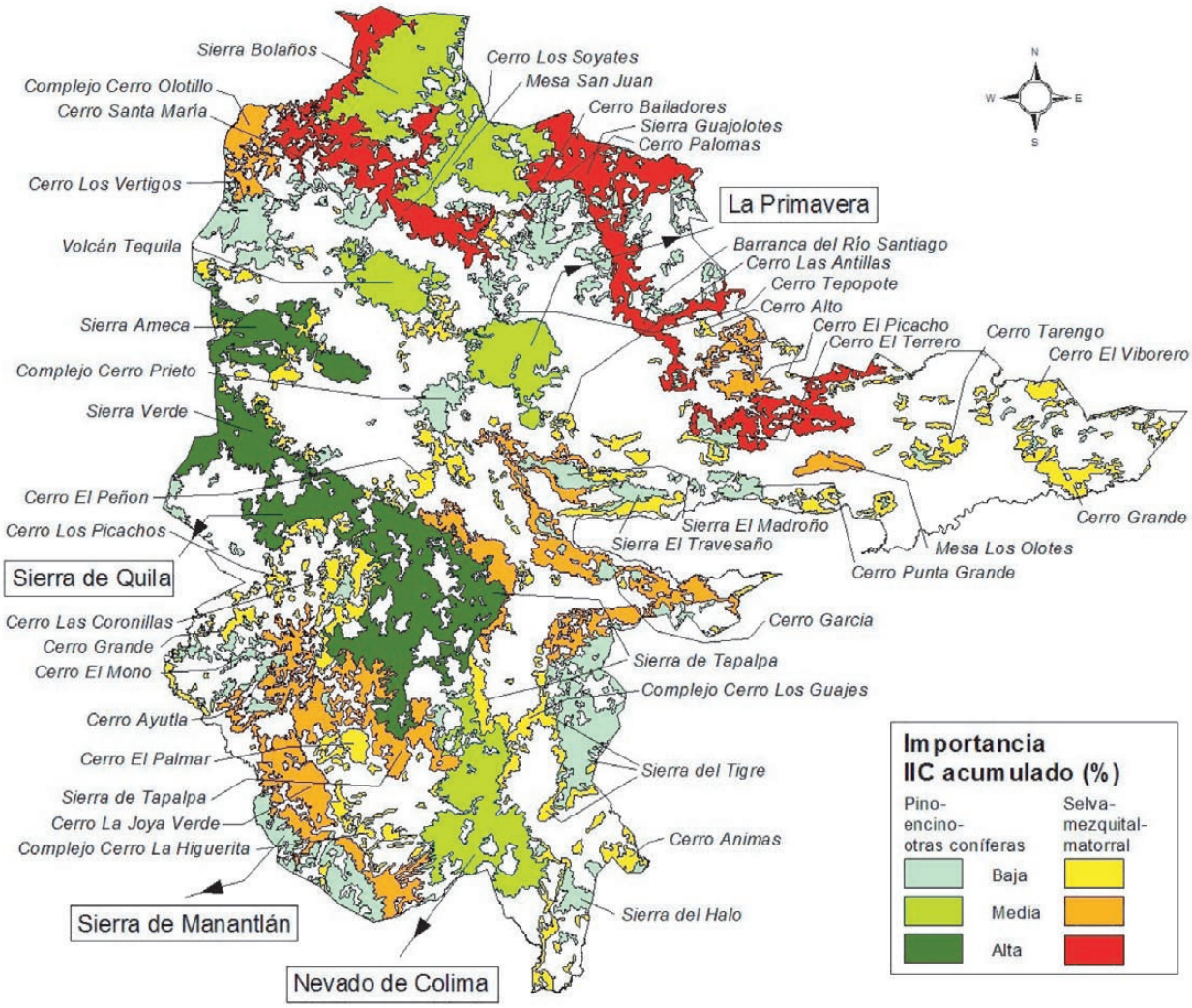

Figura 3. *Conjunto del paisaje representado con los hábitat "Pino-encino-otras coníferas" y "Selva-mezquital-matorral". El análisis de importancia relativa (IIC acumulado) para el mantenimiento de la conectividad de las áreas protegidas de este gráfico asume una distancia de dispersión de 6 km (Fuente: Elaboración propia).*

trar estas comunidades vegetales una mayor tasa de deforestación.

2. "La Primavera" es el ANP que presenta una mayor presión sobre sus recursos naturales, incluida su fauna silvestre. Debido a la vecindad que tiene con la ciudad de Guadalajara y otros centros de población en su entorno, posee un promedio anual de visitación de alrededor de 250,000 paseantes; los cuales podrían generar en menor o mayor grado un deterioro ambiental como, propiciar incendios forestales, la contaminación del suelo, agua y paisaje, la extracción ilícita de recursos naturales o la realización desordenada de actividades de turismo de naturaleza, aunado el interés de extender el desarrollo inmobiliario al interior del área protegida. Lo anterior vinculado a la alta fragilidad de los suelos del bosque y en general a la paulatina modificación territorial en su entorno, hacen de este bosque más vulnerable a convertirse en un parche de vegetación remanente y disfuncional como corredor biológico.

3. Para obtener la evaluación potencial de priorización de cualquier elemento de habitat para la conservación, de manera estructural y funcional con respecto a una especie en particular de fauna silvestre, se sugiere se incorpore al índice integral de conectividad, información veraz sobre la disponibilidad de su hábitat o ámbito hogareño.

4. Las estructuras espaciales integradas de las coberturas forestales llevan a cabo procesos ecológicos más estables, por lo que cualquier programa de conservación y manejo para las ANP's deberá incluir estrate-

gias explícitas de vinculación deseable y posible entre la sociedad y su entorno natural, donde se contemplen actividades que vinculen la ordenación ecológica territorial municipal, se establezcan políticas y reglas de uso de suelo y en general se prevean acciones de conservación de ecosistemas e incluso de deterioro ambiental a diferentes escalas geográficas, es decir, aún fuera de las áreas protegidas.

Agradecimientos

A SEP-PROMEP, por el apoyo al proyecto EXB-364-2005. A Jiangsu Joasid Olea Meneses, estudiante del CUCBA-UDG, por la revisión cartográfica.

Bibliografía

Bennet, A. F. 1998. *Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. Gland, Suiza y Cambridge, RU. IUCN. 254 pp.

Ceballos, G. y G. Oliva (Coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO-Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 986 pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007. *Gráfico de estadísticas*. CONANP. http://www.conanp.gob.mx (Consultado el 10 de octubre de 2007).

Curiel, B. A. y A. Ramos V. 2003. Indicadores de sustentabilidad forestal, propuesta para Jalisco. *Vinculación y Ciencia* No. 11. Universidad de Guadalajara. pp. 4–24.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México*. *Pasado, presente y futuro*. México: CONABIO-Instituto de Biología-Sierra Madre. México, D. F. 847 pp.

Chuvieco, E. 2002. *Teledetección ambiental*. Barcelona, España. Editorial Ariel. 586 pp.

Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco 1999. *Estadísticas básicas de la producción forestal*. Documento técnico No. 21. FIPRODEFO. http://www.oeidrusportal.gob.mx/oeidrusjalisco/jalisco/estadistica/ESF_index.php (Consultado el 16 de agosto de 2007)

Flores-Villela, O. y P. Gérez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. México: CONABIO-UNAM.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal 2007. *Enciclopedia de los Municipios de México*. INAFED, Gobierno del Estado de Jalisco. http://www.inafed.gob.mx (Consultado el 20 de junio de 2007).

Jardel, P. E. J. (Ed.) 1992. *Estrategia para la conservación de la biosfera Sierra de Manantlán*. Documento base para la integración del programa de manejo integral. México: Universidad de Guadalajara. 312 pp.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 2007. *LGEEPA*. México: Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 05 de julio de 2007. 64 pp.

Múgica, M., De Lucio, F. M. A., Martínez, A. C., Sastre, O. P., Atauri-Mezquida, J. A. y C. Montes O. 2002. *Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos*. RENPA, Madrid, España. 124 pp.

Ordóñez, D., M. de J. y O. Flores-Villela. 1995. *Áreas Naturales Protegidas*. Serie de Cuadernos de Conservación No. 4. Pronatura A. C. México, D. F. 43 pp.

Pascual-Hortal, L. y S. Saura. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the priorization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* **21**(7): 959–967.

Saura, S. y L. Pascual-Hortal. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning* **83**(2–3): 91–103.

Saura, S. y L. Pascual-Hortal. 2007a. *Conefor Sensinode 2.2. User´s Manual. Software for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity through graphs and habitat availability indices (http://www.conefor.org)*. Spain. University of Lleida. 52 pp.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2000. *Programa de manejo de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán*. México: SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología. 203 pp.

Sepúlveda, C., Moreira, A. y P. Villaroel. 1997. Conservación biológica fuera de las áreas silvestres protegidas. *Ambiente y Desarrollo* **13**(2): 48–58.

Toledo, V. M. y J. Ordoñez M. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: review of terrestrial habitats. In T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa (Eds.) *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press. NY. USA.

Universidad Nacional Autónoma de México 2001. *Cartografía vectorial*. Inventario Forestal Nacional 2000. Información donada al CUCBA-UDG en Marzo de 2001, por el Instituto de Geografía, UNAM.

Velásquez, A., Mas, J. F., Mayorga, S. R., Palacio, J. L. Bocco, G., Gómez, R. G., Luna, G. L., Trejo, I., López, G. J., Palma, M., Peralta, A., Prado, M. J. y F. González M. 2001. El inventario forestal nacional 2000. *Ciencias* No. 64. pp. 13–19.

Anexo 1

Superficie de la cobertura forestal por región administrativa del Estado de Jalisco y relación porcentual regional (Fuente: Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco 1999).

Región	Superficie (ha)	Superficie (%)
01 - Norte	772,285.0	76.7
02 - Altos Norte	152,724.0	18.3
03 - Altos Sur	209,471.0	31.6
04 - Ciénega	123,293.0	31.5
05 - Sureste	649,422.0	88.8
06 - Sur	368,475.0	63.4
07 - Sierra de Amula	251,226.0	67.8
08 - Costa Sur	586,222.0	85.6
09 - Costa Norte	481,543.0	90.0
10 - Sierra Occidental	713,067.0	86.5
11 - Valles	431,164.0	62.4
12 - Centro	272,699.0	46.4
Total (Jalisco)	**5,011,591.0**	