

ISBN: 970-27-0770-6

**ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN FORESTAL DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA “SIERRA DE QUILA” EN EL ESTADO DE JALISCO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

**Carlos Alberto Ortega Castellanos<sup>1</sup>**

**Raymundo Villavicencio García<sup>2</sup>**

**Agustín Gallegos Rodríguez<sup>2</sup>**

**Ana Luisa Santiago Pérez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante de Licenciatura en Ciencias Biológicas. CUCBA. email:

[ortegacastellanos@yahoo.com.mx](mailto:ortegacastellanos@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Investigador. Departamento de Producción Forestal. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Carretera GDL-Nogales, Km. 15.5 CP. 45020 Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Tel./Fax: (+52) 33 3682 0244. email: [vgr02072@maiz.cucba.udg.mx](mailto:vgr02072@maiz.cucba.udg.mx),

[gra09526@maiz.cucba.udg.mx](mailto:gra09526@maiz.cucba.udg.mx), [spa19684@cucba.udg.mx](mailto:spa19684@cucba.udg.mx)

## **Introducción**

La fragmentación de ecosistemas forestales es reconocida mundialmente como una de las principales causas de pérdida de la biodiversidad. Este concepto se suele utilizar para describir cambios que se producen cuando grandes segmentos de vegetación se eliminan por completo, quedando numerosos segmentos más pequeños separados unos de otros (Bennet, 1998). Entre los efectos negativos producto del proceso de la fragmentación se puede mencionar la reducción de la cubierta original de los bosques, la exposición de los organismos residentes en los fragmentos a condiciones diferentes con respecto a su ecosistema original, el "efecto borde", donde se destacan los cambios microclimáticos (luminosidad, evapotranspiración, temperatura, etc.), los cambios de abundancia de especies y su afectación fisiológica originada por la variación microambiental, así como en los procesos de interacción entre las mismas (Murcia 1995).

En los países en vías de desarrollo, el fenómeno de la fragmentación es producto de una presión demográfica sobre los recursos naturales (Walter y Breckle, 1999). La fragmentación de los ecosistemas es entonces un problema ambiental, hasta hoy en día, poco abordado en México (Santiago, en prep.). Un trabajo elaborado por Mas (1998) en la región de la Laguna de Términos, Campeche enfoca los efectos de la deforestación y sus consecuencias relacionadas en la fragmentación forestal y aislamiento biológico de los ecosistemas. El análisis de los procesos de fragmentación a nivel de paisaje incluyen parámetros que evalúan los cambios producidos a través de determinados períodos de tiempo (Häusler et al., 1999; Mas, 1998; Zerda, 1998).

Por lo anterior y debido a la importancia que este fenómeno representa, se hace necesario incluir metodologías que permitan la identificación y caracterización de áreas fragmentadas

en estudios ecológico-forestales y contemplar sus variables de manera que permitan implementar actividades de manejo forestal tendientes a minimizar impactos negativos. De acuerdo a Williams-Linera et al. (1998) los estudios de fragmentación son necesarios para generar información básica que permita diseñar estrategias de manejo de los bosques naturales. En este sentido la percepción remota y la tecnología SIG resultan ser una herramienta eficaz para la caracterización cuantitativa y cualitativa de coberturas forestales (Zerda, 1998). La clasificación de coberturas vegetales obtenidas a través de imágenes de sensores remotos son una excelente base para el cálculo de medidas de paisaje y patrones de fragmentación, adicionalmente proporcionan comparaciones visuales notables del uso y condición del suelo (Chuvieco, 2002).

### **Objetivo**

Determinar patrones de fragmentación por tipo de cobertura forestal y su cambio, en base a la clasificación temporal de dos imágenes de satélite.

### **Materiales y métodos**

El estudio se desarrolla en el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) “Sierra de Quila”, ubicada en el Estado de Jalisco a 100km en dirección Suroeste de la ciudad de Guadalajara. Geográficamente está situada entre los paralelos 20° 14' 29" y 20° 21' 55" latitud norte; 103° 57' 09" y 104° 07' 32" longitud oeste, dentro de los municipios de Tecolotlán, Tenamaxtlán, San Martín Hidalgo y Cocula en el Estado de Jalisco. La Sierra esta caracterizada principalmente por formaciones boscosas de pino-encino, bosque de encino y selva baja caducifolia principalmente (Guerrero y López, 1997).

Para este trabajo se utilizaron las cartas de vegetación de dos imágenes de satélite Landsat TM 4, de marzo de 1993 y Landsat ETM 7 de enero de 2000 obtenidas por Villavicencio (2004); determinadas por diez clases, siendo el bosque de pino-encino, el bosque de encino-pino, el bosque de encino, el bosque abierto de pino-encino, la selva tropical caducifolia y la regeneración/Plantaciones, las clases consideradas como de cobertura forestal y las utilizadas para identificar los patrones de fragmentación.

Las coberturas forestales son por lo tanto consideradas como un mosaico de elementos (Parches). El análisis de los patrones de fragmentación para las cartas de vegetación en formato raster se hizo con la extensión *Patch Analyst* del Software *ArcView*, especificando el método de agrupación de 4 direcciones (Agrupamiento ortogonal). El cálculo de índices de fragmentación resulta un tanto complejo, por lo que a manera de ensayo simplificado se han estimado los siguientes índices: Número de parches, tamaño promedio de parches, longitud de bordes, relación área/perímetro y la dimensión fractal promedio de parches.

### **Resultados**

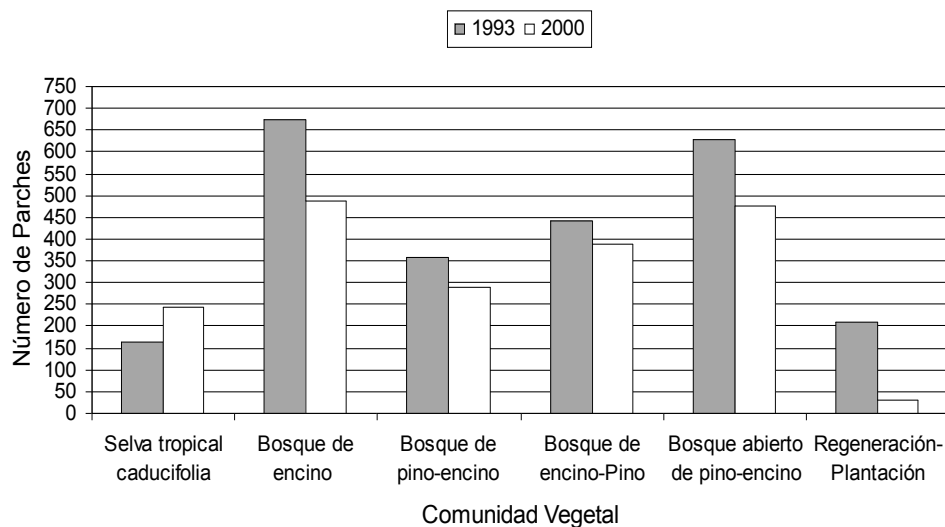
Las cartas de vegetación de 1993 y 2000 resultaron con 86% y 83% de precisión respectivamente. De estas destacan los cambios de las principales coberturas forestales del área protegida, por un lado el incremento de superficie del bosque de pino-encino con 7.7%

(1088ha) y por otro, la reducción del área forestal de la selva tropical caducifolia con 4.5% (640ha) con respecto a la cobertura original (año 1993) (Villavicencio, 2004). La tabla 1 y figura 1, muestran el aumento de fragmentos forestales (números de parches) en la selva tropical caducifolia que pasa de 164 a 242 entre 1993 y 2000, así como la disminución del área promedio (de 17.3 a 9.0ha). La fragmentación de la selva tropical se muestra de manera grafica en la figura 2 y es medida por la relación que existe entre el área y el perímetro, determinándose una relación de 8.17ha de superficie por kilómetro de perímetro en el año de 1993 y 6.2ha para el año 2000 (Figura 3). Así mismo la medida promedio de complejidad de los parches es determinada por la dimensión fractal, la cual presentó un ligero aumento, significando una tendencia del perímetro a ser más complejo.

**Tabla 1.** Índices de fragmentación para los años 1993 y 2000.

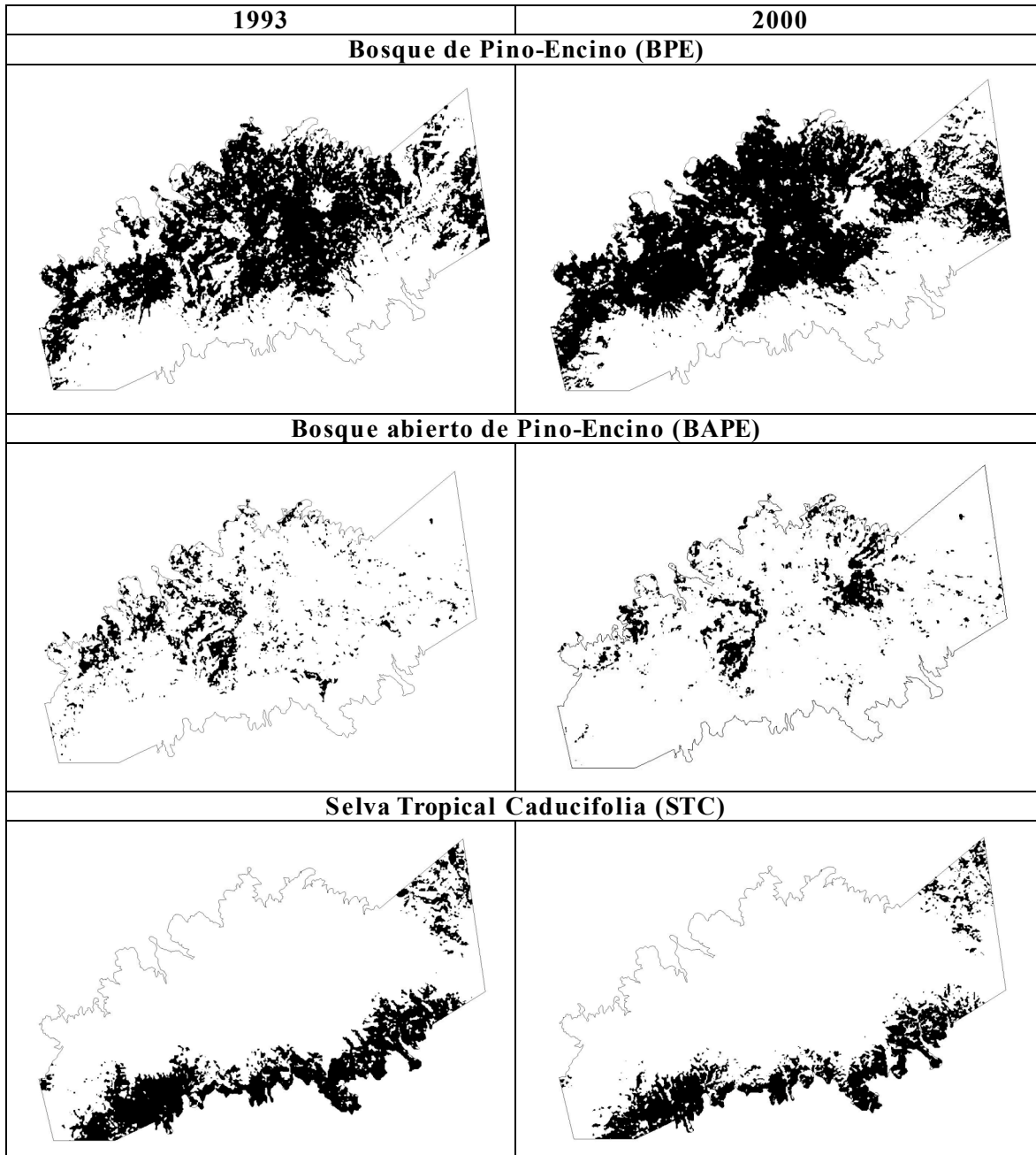
Año	Clase	Número de parches (n)	Área promedio de parches (ha)	Longitud total de bordes (km)	Relación área/perímetro (ha/km)	Promedio de las dimensiones fractales
1993	STC	164	17.34	348	8.17	1.27
	BE	672	3.64	641	3.81	1.19
	BPE	358	16.95	758	8.00	1.29
	BEP	440	1.85	260	3.12	1.12
	BAPE	630	2.17	449	3.05	1.17
	R/P	208	0.85	90	1.97	1.13
2000	STC	242	9.04	353	6.20	1.22
	BE	486	4.99	573	4.24	1.26
	BPE	291	24.72	667	10.78	1.28
	BEP	390	1.69	214	3.09	1.14
	BAPE	476	2.62	358	3.48	1.16
	R/P	32	0.31	7	1.43	1.04

**BTC:** Bosque tropical caducifolio; **BE:** Bosque de encino; **BPE:** Bosque de pino-encino; **BEP:** Bosque de encino-pino; **BAPE:** Bosque abierto de pino-encino; **R/P:** Regeneración-Plantación

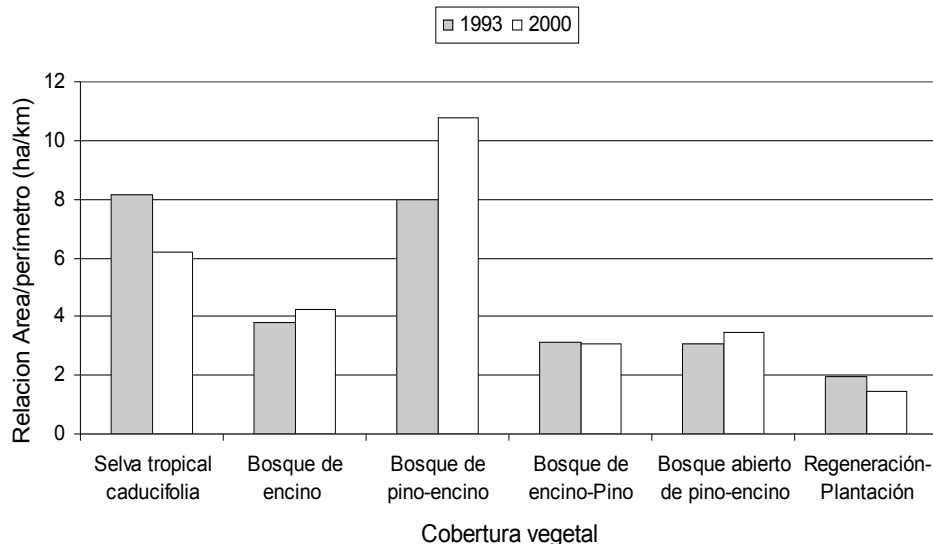


**Figura 1.** Número de parches por tipo de cobertura forestal

El número de parches y la longitud total de borde disminuyeron para el bosque de pino-encino, el área promedio incremento y el valor promedio de la dimensión fractal siguió estable (ver tabla 2), cabe señalar que esta cobertura (BPE) es favorecida por la incorporación superficial parcial durante este período (1993 a 2000) de las clases bosque abierto de pino-encino y regeneración/plantación identificadas en la sobreposición de los mapas, tal como se muestra gráficamente en la figura 2, donde además se manifiesta un incremento en la relación área/perímetro que pasa de 8ha a 10.8ha de superficie por kilómetro de perímetro por el período antes señalado, significando por lo tanto una mayor relación y por ende una disminución de bordes (Figura 3).



**Figura 2.** Imagen binaria de las coberturas forestales por tipo de bosque dentro del área protegida “Sierra de Quila” en el período 1993-2000.



**Figura 3.** Relación Área/perímetro por tipo de cobertura forestal para el período 1993-2000.

## Conclusiones

- El análisis de imágenes satelitales clasificadas permite no solamente identificar cambios en la cobertura forestal y del suelo, sino también mediante la aplicación de patrones de fragmentación es posible monitorear la dinámica forestal por tipo de cobertura (clase) hasta el valor paisajístico que representa (*Landscape*).
- Ha sido evidente que la cobertura forestal de selva tropical caducifolia ha mermado en superficie y ha transformado su configuración a nivel de paisaje, por lo que deberá dentro de lo posible contemplarse el dirigir acciones de mitigación y de recuperación del ecosistema en un plan de manejo inmediato.
- Debido a la compleja estructura espacial (horizontal y vertical) típica de los bosques mexicanos, así como de la importancia que representa los efectos de la fragmentación (exclusión de especies, barreras y aislamiento, efecto “arca de Noe”, extinción local y regional de ecosistemas, etc.) en los mismos, se sugiere considerar evaluar y comparar estudios similares de fragmentación con imágenes satelitales dependiente de la resolución espacial (escala), así como conjuntar el tipo de coberturas forestales por mínima que pudiera representar una diferencia a fin de que el cálculo y análisis de los índices de fragmentación sea más eficiente y veraz.

## Agradecimientos

A SEP-PROMEP por el apoyo al proyecto EXB-364-2005.

## Referencias Bibliográficas

- Bennet, A.F. (1998). *Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, RU, 15 p.
- Chuvieco, E. (2002): *Teledetección ambiental*. Editorial Ariel, Barcelona, España. 580 p.
- Guerrero, N. J. J. Y López, C. G. 1997. *La vegetación y la flora de la Sierra de Quila, Jalisco*. Universidad de Guadalajara. México. 91 p.
- Häusler, T., Akgöz, E., Gallau, H., Schardt, M., Ekstrand, S., Löfmark, M., Pelz, D. and Mas, J-F. (1998): *Deforestación y fragmentación en la región de la Laguna de Términos, Campeche: un análisis del periodo 1974-1991*. Pagina-Web: [http://indy2.igeograf.unam.mx/ua\\_morelia/private/1998/Selper98/te3w.htm](http://indy2.igeograf.unam.mx/ua_morelia/private/1998/Selper98/te3w.htm)
- Murcia, C. 1995. Edge Effects in Fragmented Forests: Implications for Conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62 pp.
- Santiago, P. A. L. (en preparación): *Efecto de la fragmentación de habitat en el bosque mesófilo de montaña de la estación científica las joyas, sierra de manantlán*. Tesis de Maestría. CUCBA-Universidad de Guadalajara.
- Villavicencio, G. R. (2004): *Kartierung von Vegetationsstrukturen und deren Veränderung in Naturschutzgebieten mit Hilfe von Fernerkundung und terrestrische Inventurverfahren –dargestellt am Beispiel des Schutzgebietes für Flora und Fauna “Sierra de Quila” im Bundesstaat Jalisco im Westen Mexikos*. Diss. Forstwiss. Universität Freiburg. Cuvillier Verlag Göttingen. 161 S.
- Walter, H. & S.-W. Breckle, S.-W. (1999): *Vegetation und Klimazonen*. 7. Aufl.; Ulmer-Verlag Stuttgart, 544 pp.
- Williams-Linera, G., V. Domínguez-Gastelu, and M. E. Garcia-Zurita. (1998): *Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest*. *Conservation Biology* 12 (5): 1091-1102
- Zerda, R. H. (1998): *Monitoring der Vegetations- und Landnutzungsveränderungen durch Brandrodung und Übernutzung im Trocken-Chaco Argentiniens mit Satellitenfernerkundung und GIS*. Diss. Forstwiss. Universität Göttingen. Cuvillier Verlag. 171 S.