

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

INTRODUCCIÓN¹

En México, los ecosistemas han sido modificados tanto por factores naturales como por actividades humanas en un lapso corto de tiempo. Una de las mejores herramientas con las que cuenta el país para conservar la biodiversidad y los servicios ambientales que ésta proporciona a la sociedad son las áreas protegidas (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell 2009).²

Varios autores (Berry, 1996³; Velázquez *et al.* 2002⁴) han enfatizado la necesidad de cuantificar la transformación del hábitat a través del estudio de la dinámica espacio-temporal de la cubierta vegetal como medida de efectividad de las áreas protegidas. A través de los inventarios forestales se ha estimado que las superficies forestales perdidas anualmente en México varían de 365,000 a 1'600,000 hectáreas (Velázquez *et al.* 2002)⁵.

A partir de 2000 la CONANP consideró indispensable conocer la dinámica de cambio en la cobertura de hábitat natural en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales a partir del análisis de imágenes de satélite de diferentes épocas. Las ANP elegidas fueron las que se encuentran dentro del Fondo para Áreas Naturales Protegidas (FANP). Para este fin el FMCN contrató varias consultorías con recursos del FANP, que apoyaron el trabajo de la CONANP. Los resultados fueron incluidos en los reportes anuales de Monitoreo y Evaluación de la Coordinación Central, que fueron entregados al Banco Mundial en el primer semestre de cada año. La última actualización fue por la consultoría titulada "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las ANP SINAP I y II del FANP", cuyos resultados fueron entregados en junio de 2010. Dicha consultoría fue coordinada por la Dirección de Evaluación y Seguimiento a través de la Subdirección encargada del Análisis Información Espacial de la CONANP y supervisada por la Coordinación Central del FANP.

¹ La información de la introducción y los resultados fueron tomados del Reporte Final del Proyecto: Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP II). Elaborado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. (FMCN).

² Bezaury-Creel J. y D. Gutiérrez Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En: Capital Natural de México, pp.381-420, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

³ Berry, M., W.R.O. Flamm, B.C. Hazen, R.L. Mac Intyre. 1996. The Land-Use Change and Análisis System (LUCAS) for Evaluating Landscape Management Decisions. IEEE Computational Science Engineering, 24-35 pp.

⁴ Velázquez, A., J. F. Mas, Díaz, J., Mayorga, R., Alcántara, P., Castro, R., Fernández, T., Bocco, G., Ezcurra, E., Palacio, J. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT. México. 30-31 pp.

⁵ *Idem*

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

A continuación se muestran los resultados obtenidos para las ANP del SINAP II. Es importante mencionar que algunas ANP fueron excluidas del análisis por ser ANP marinas o por estar dominadas por ecosistemas desérticos sin cobertura forestal.

METODOLOGÍA⁶

El cambio de uso del suelo ha sido un tema que se ha abordado en diferentes etapas por la CONANP. El método estableció a partir del análisis de imágenes de satélite, en un principio con la utilización de sensores Landsat⁷ y más recientemente incluyendo las del sensor SPOT, esto gracias a la disponibilidad de imágenes distribuidas por la Estación de Recepción México de la constelación SPOT (ERMEXS). El análisis es apoyado con información vectorial de las cartas de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III (INEGI, 2002) que han sido elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Las imágenes SPOT son procesadas en el programa ERDAS donde se realiza la rectificación geométrica de las imágenes, empleando el Modelo Digital de Elevación (MDE) escala 1:50,000 del INEGI, y considerando la información de las efemérides que incluye la posición del satélite al momento de capturar las escenas SPOT, esto permite realizar la tarea de ortorectificación optimizando tiempos de procesamiento y obteniendo un mejor resultado en comparación con la georeferenciación.

Con las imágenes SPOT ortorectificadas, se realizan clasificaciones automatizadas, en la cual los píxeles se ordenan en distintos valores, con el empleo de una regla de decisión, utilizando el algoritmo matemático de Máxima Probabilidad. La clasificación automatizada es apoyada con la interpretación visual en pantalla, en este marco, se puede aprovechar la potencia de análisis de interpretación visual (incluyendo criterios de contexto, textura, formas complejas que puede emplear el intérprete), así como la flexibilidad y potencia del

⁶ Protocolo para la evaluación del Uso del Suelo y Vegetación en Áreas Naturales Protegidas Federales de México” CONANP, 2007.

⁷ El sensor Landsat 7, presentó una falla el 31 de mayo de 2003, tuvieron que desactivaron la opción de Scan Line Corrector (SLC off), lo que genera una falta de información en algunas líneas para las imágenes obtenidas posteriores a esta fecha.



COMISION NACIONAL
DE AREAS NATURALES
PROTEGIDAS



FONDO MEXICANO
PARA LA
CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.
Institución Privada.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

tratamiento digital (imagen ortorectificada, mejoramiento en su aspecto visual, digitalización de la información en pantalla, etc.). Se trata de una fotointerpretación asistida por el ordenador, que elimina diversas fases de la interpretación visual clásica (restitución, inventario). El mapa de uso del suelo y vegetación base es validado con verificaciones en campo que realiza el personal técnico del ANP.

Las coberturas obtenidas de la clasificación de imágenes, son procesadas en el programa ArcInfo, y haciendo uso del método de interpretación interdependiente, se generan capas históricas a partir de las imágenes de diferentes fechas. Con estos datos se obtiene información de la dinámica de cambio, de la cual se construye la matriz de transición, la cual presenta un valor de cada categoría que ha sido modificada (más dinámicas), y una indicación de aquellas clases que no han sufrido cambios (más estables).

Los tipos de Uso del Suelo y Vegetación presentes, se categorizan en Forestal y No Forestal, para el cálculo la tasa de transformación del hábitat de acuerdo a la ecuación utilizada por la FAO⁸.

$$\delta = 1 - \left(1 - \frac{S1 - S2}{S1}\right)^{1/n}$$

Donde:

δ = tasa de cambio

S1 = Superficie forestal al inicio del periodo.

S2 = Superficie forestal al final del periodo.

n = número de años.

⁸ FAO, 1996. Forest Resources Assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. Number 130, Rome.

Dirzo, R. y M. C. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in Southeast Mexico. *Conservation Biology* 6: 84-90

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94: 133-134.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

RESULTADOS

A continuación se muestran algunos de los resultados obtenidos hasta la fecha:

Tasa anual de transformación (en %) y superficie perdida (en hectáreas) del hábitat natural en las ANP del SINAP II.

ANP	Períodos de tiempo**				
Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*	NA				
Área de Protección de Flora y Fauna Biológico Corredor Biológico Chichinautzin – Parque Nacional El Tepozteco - Parque Nacional Lagunas de Zempoala	1973-1989	1989-2000	2000-2004	2004-2007	2007-2008
	0.04%	0.04%	0.03%	0.06%	0.02%
	-308 ha	-192 ha	--52 ha	-75 ha	-8 ha***
Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas	1973-1986	1986-1992	1992-2000	2000-2005	2005-2009
	0.05%	0.16%	0.15%	0.09%	0.08%
	-521 ha	-778 ha	-1020 ha	-365 ha	-240 ha
Reserva de la Biosfera Tehuacán – Cuicatlán		1989-2000	2000-2003	2003-2007	
		0.07%	0.08%	0.15%	
		-3240 ha	-920 ha	-2,352 ha	
Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos	1976-1990	1990-2000	2000-2005	2005-2008	
	0.01%	0.16%	0.12%	0.01%	
	-138 ha	-1,424 ha	-536 ha	-27 ha	
Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro – Parque Nacional Arrecifes de Xcalak *	NA				
Reserva de la Biosfera La Encrucijada	1975-1987	1987-2000	2000-2005	2005-2008	
	0%	0.36%	0.94%	-0.40%	
	-89,025 ha	-3,308 ha	-3,121 ha	780 ha	
Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar *	NA				
Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna	1973-1990	1990-2000	2000-2005	2005-2008	
	0.02%	0.0012%	0.0035%	0.0005%	
	-300 ha	-13 ha	-20 ha	-2 ha	
Reserva de la Biosfera Mapimi				2000-2005	2005-2009
				-0.027%****	0.03%
			465 ha	-411 ha	
Reserva de la Biosfera Selva el Ocote				2000-2005	2005-2009
				0.04%	-0.003%
			-155 ha	11 ha	
Reserva de la Biosfera La Sepultura				2000-2005	2005-2009
				0.12%	0.10%
			-894 ha	-589 ha	

Información obtenida de la consultoría "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP" coordinada por CONANP y FMCN, 2009.

*Estas ANP no son sujetas a este análisis por presentar ecosistemas marinos o desérticos.

** Los períodos de tiempo varían de acuerdo a la disponibilidad de las imágenes.

***El signo negativo hectáreas transformadas significa que hubo pérdida en la superficie de cobertura forestal.

****El signo negativo en porcentaje de tasa de cambio significa que hubo ganancia en la superficie de cobertura forestal.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

De las nueve ANP consideradas en el estudio un total de cinco ANP (Chichinautzin, Cuatrociénegas, Sierra de Álamos, Sierra La Laguna y La Sepultura) mostraron disminución en la tasa de transformación de hábitat en el periodo del proyecto, dos de ellas incluso mostraron recuperación de la cobertura (La Encrucijada y El Ocote), una de ellas mostró recuperación y luego deforestación mínima (Mapimí), en una de ellas se detectó aumento en la tasa de deforestación (Tehuacán Cuicatlán) (ver el cuadro anterior).

A continuación se muestran los perfiles de las tasas de transformación del hábitat de las nueve ANP del SINAP II adecuadas para el análisis, junto con los mapas forestales – no forestales de manera que se pueda observar el cambio a lo largo del tiempo (Figuras 1 a 9). El color verde identifica las zonas en donde se mantiene la vegetación forestal, mientras que el color amarillo corresponde a las zonas que han sido transformadas a través del tiempo debido a varios factores como incendios, eventos naturales, actividades antropogénicas y otros. Las figuras identifican las causas de los cambios que la CONANP identifica para cada sitio.

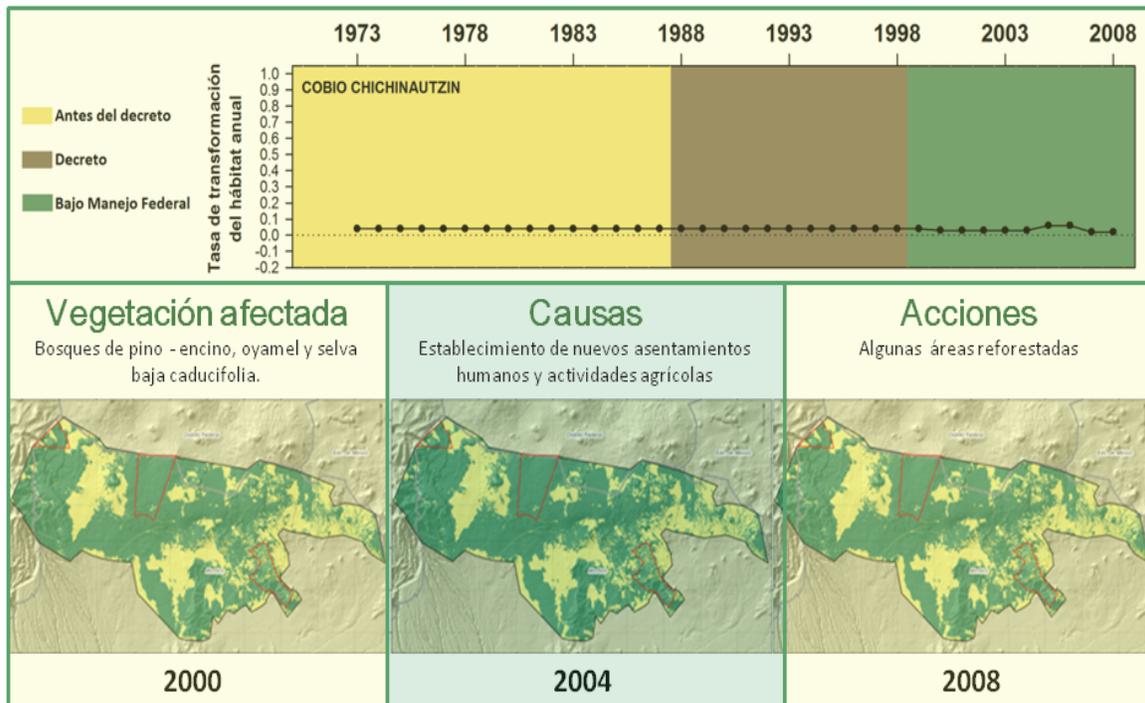


Figura 1. Tasa Anual de Transformación del Hábitat del APFF COBIO Chichinautzin – PN Lagunas de Zempoala y PN El Tepozteco. Fuente: “Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP”. Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita la zona núcleo.



ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

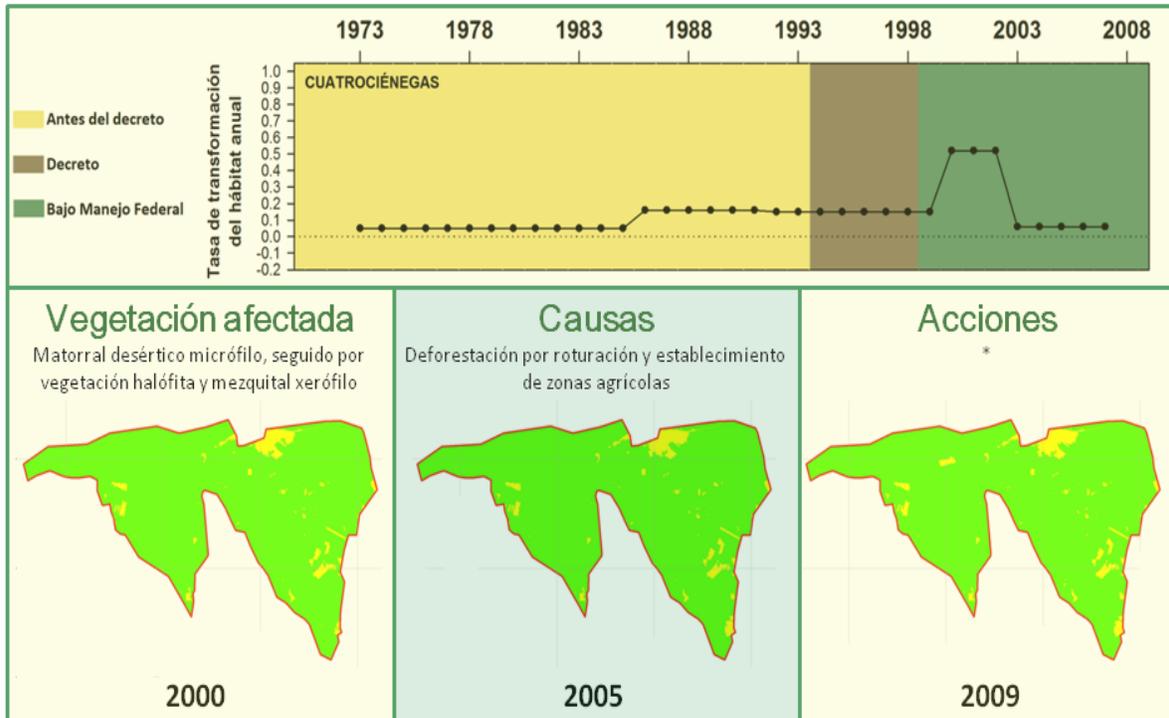


Figura 2. Tasa Anual de Transformación del Hábitat del APFF Cuatrociénegas. Fuente: "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP" Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita el polígono del área.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

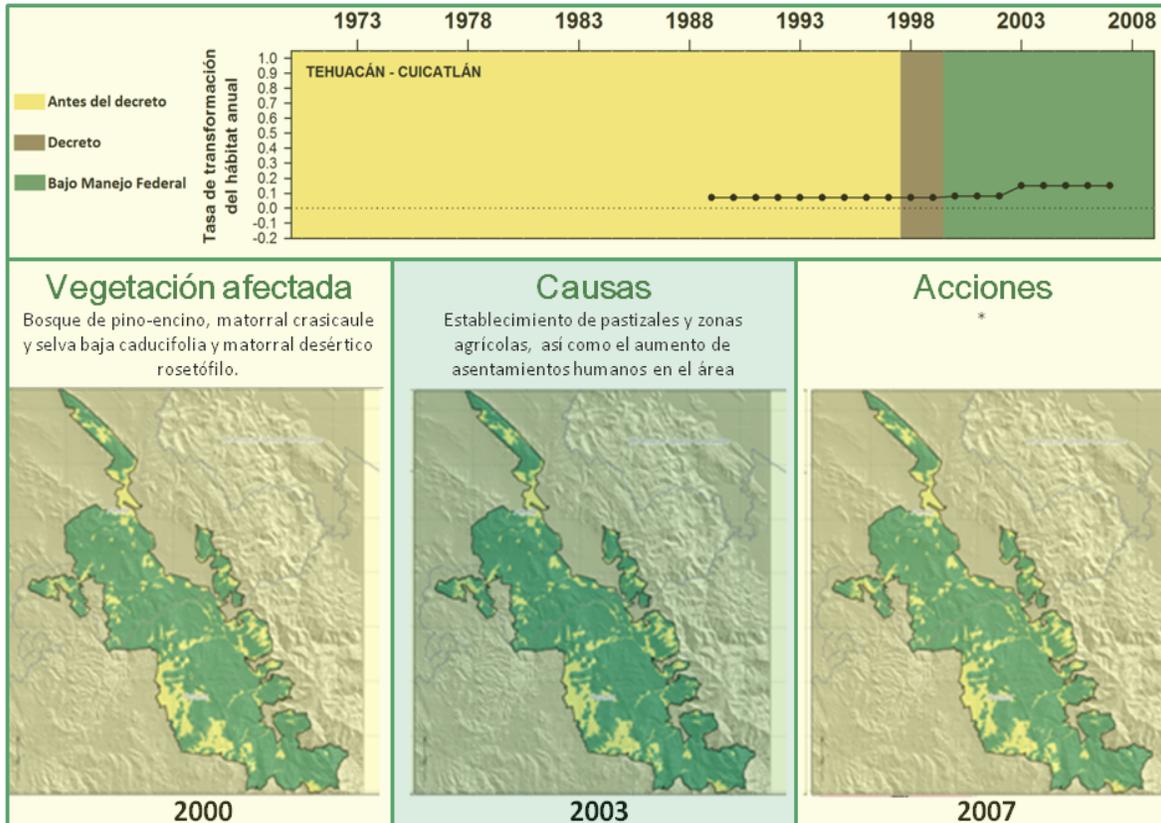


Figura 3. Tasa Anual de Transformación del Hábitat de la RB Tehuacán – Cuicatlán. Fuente: “Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP” Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita el polígono del área.



COMISION NACIONAL
DE AREAS NATURALES
PROTEGIDAS



FONDO MEXICANO
PARA LA
CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.
Institución Privada.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

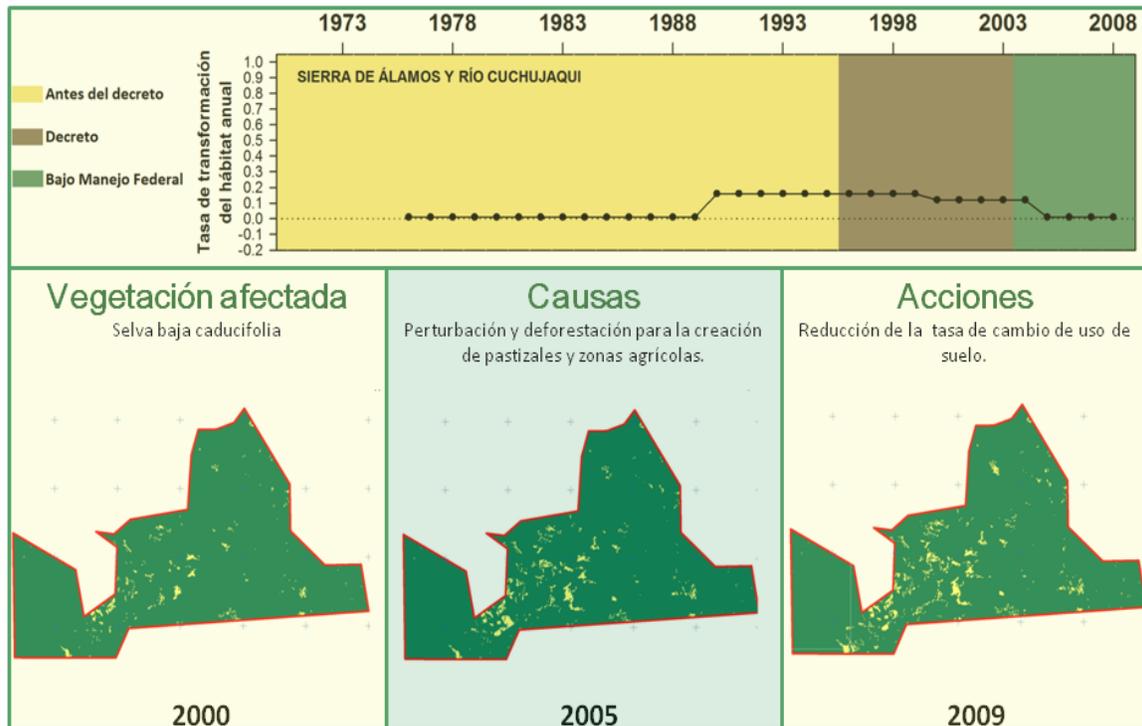


Figura 4. Tasa Anual de Transformación del Hábitat del APFF Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui. Fuente: "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP" Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita el polígono del área.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

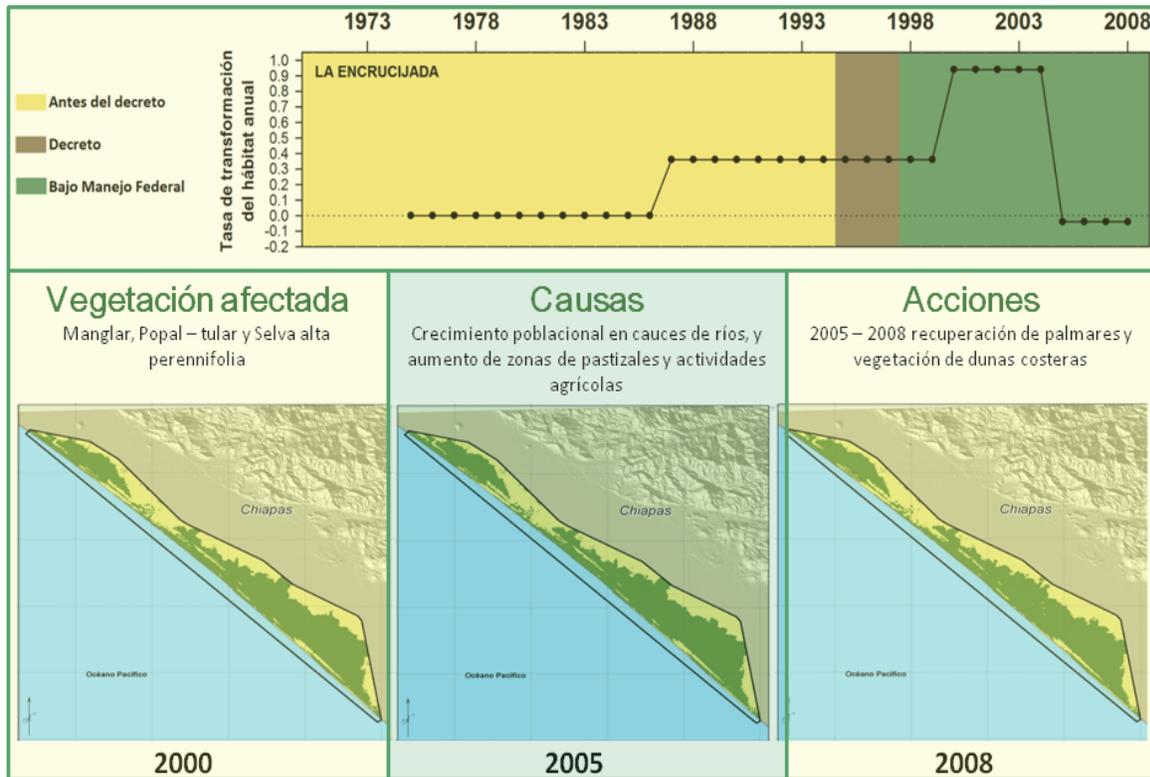


Figura 5. Tasa Anual de Transformación del Hábitat de la RB La Encrucijada. Fuente: "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

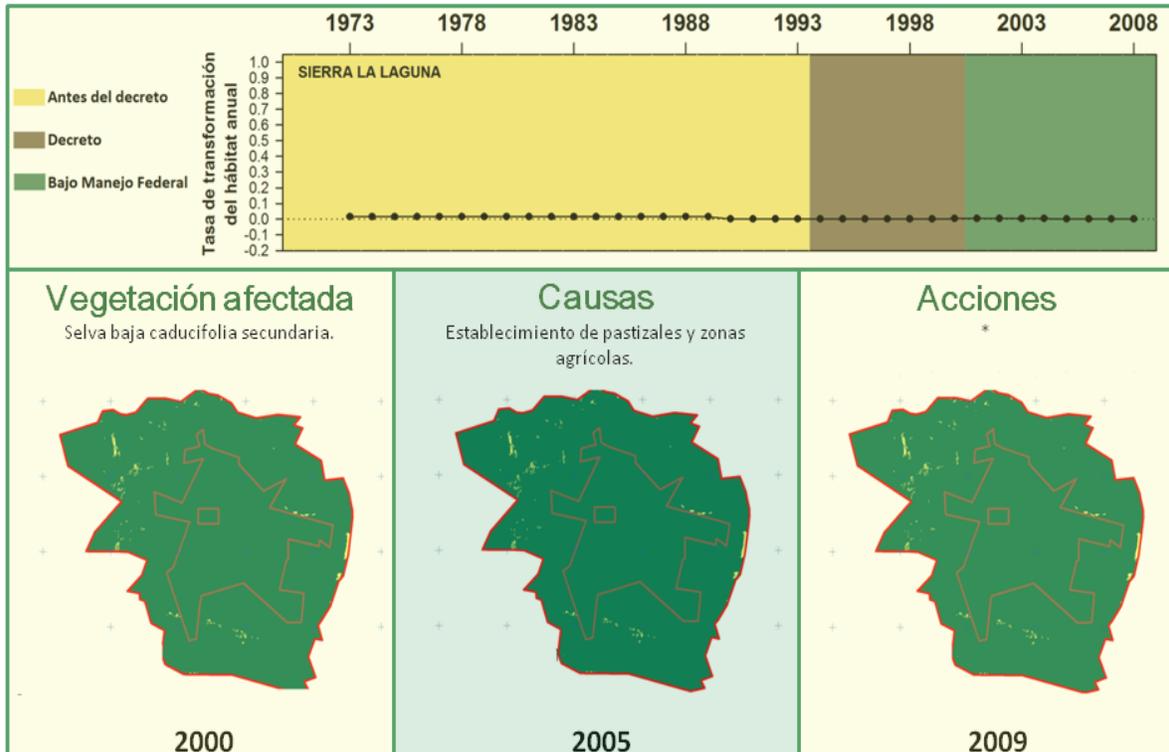


Figura 6. Tasa Anual de Transformación del Habitat de la RB Sierra La Laguna. Fuente: "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP" Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita el polígono del área; la línea café delimita la zona núcleo.



ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

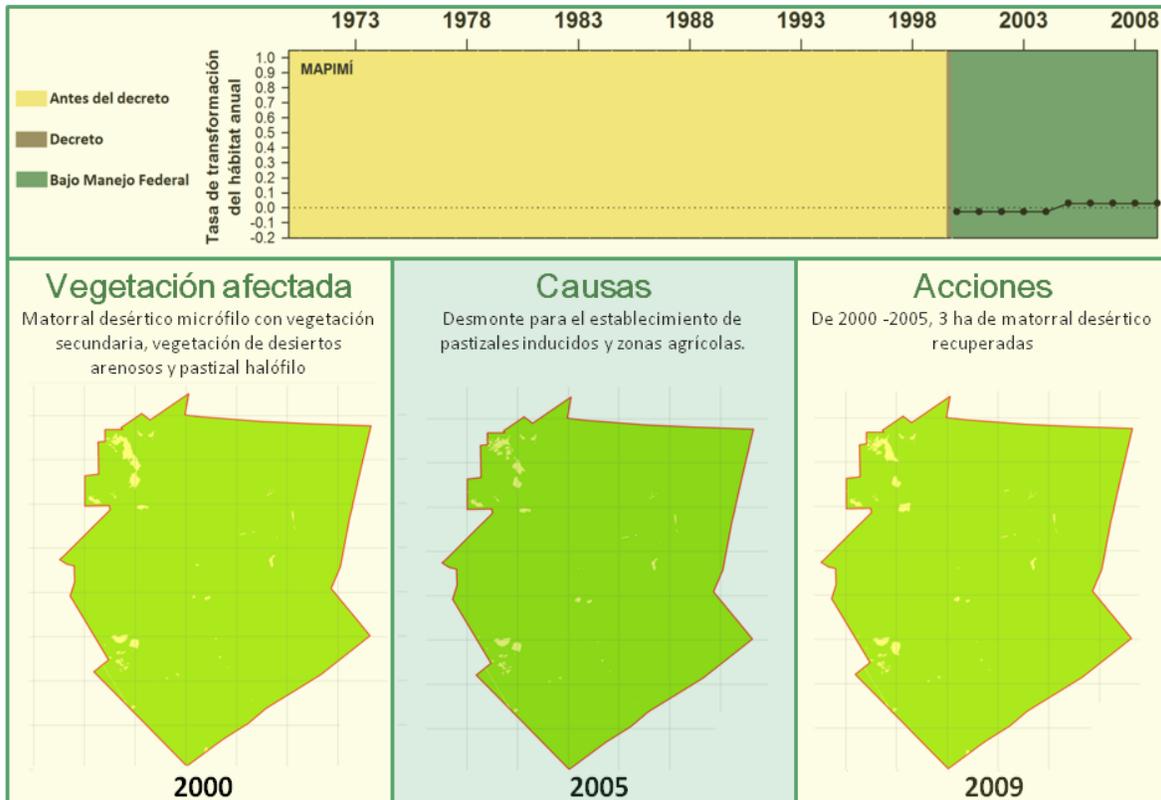


Figura 7. Tasa Anual de Transformación del Hábitat de la RB Mapimí. Fuente: "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP" Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita el polígono del área.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

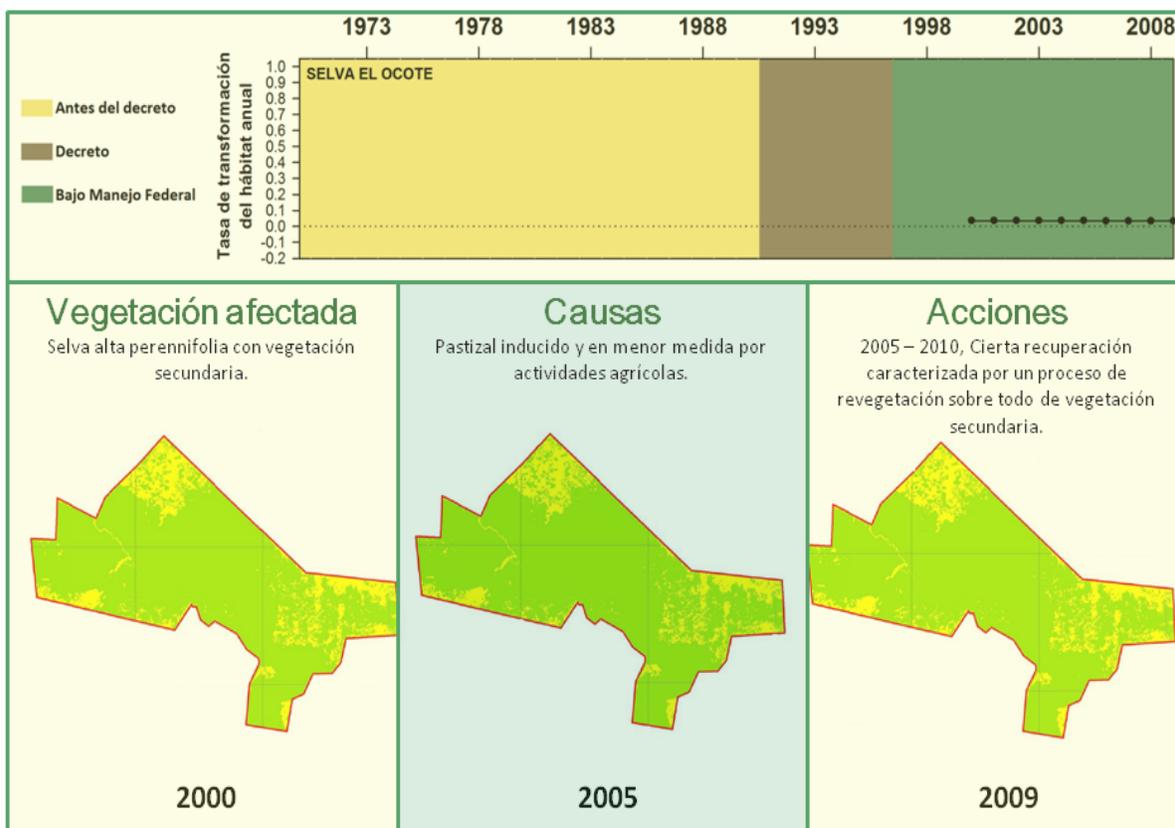


Figura 8. Tasa Anual de Transformación del Hábitat de la RB Selva El Ocote. Fuente: "Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP" Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita el polígono del área.

ANÁLISIS DE TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES CON ECOSISTEMAS TERRESTRES

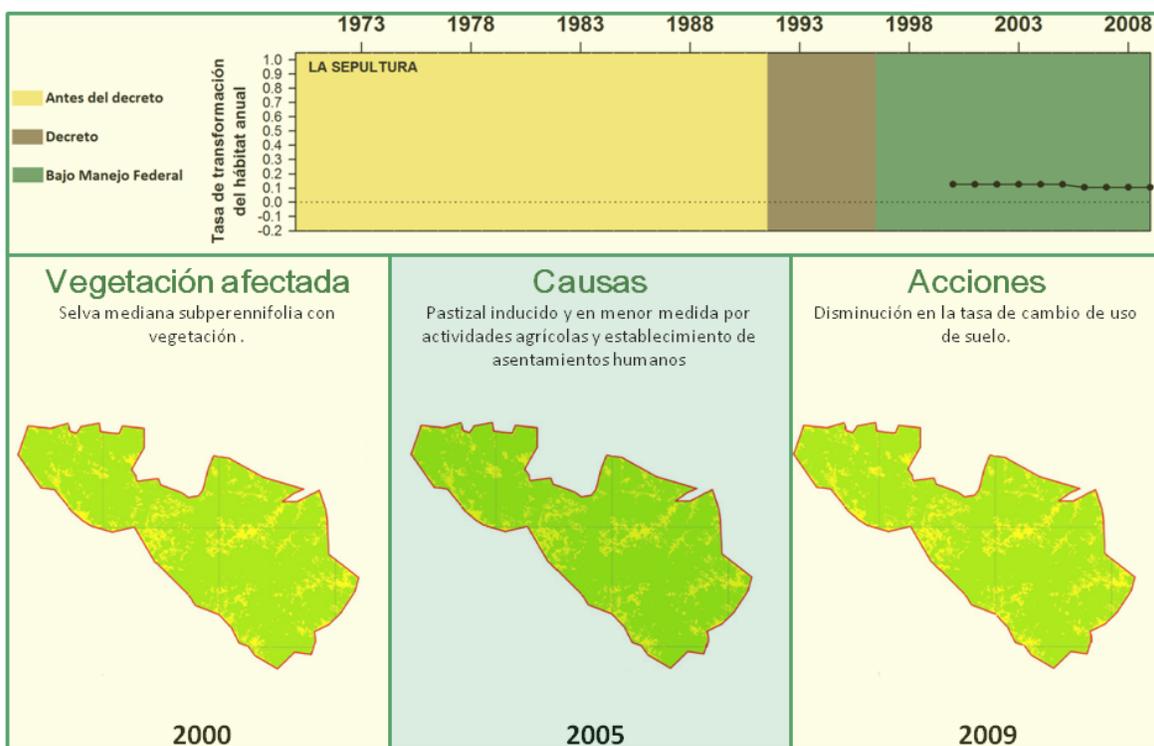


Figura 9. Tasa Anual de Transformación del Hábitat de la RB La Sepultura. Fuente: “Estimación y Actualización de la Tasa de Transformación del Hábitat de las Áreas Naturales Protegidas SINAP I y SINAP II del FANP” Mapas (abajo): Verde = Vegetación forestal; Amarillo = zonas transformadas; la línea roja delimita el polígono del área.

El trabajo desarrollado en los últimos años, ha permitido ajustar el método para determinar el cambio de uso del suelo y vegetación y obtener la tasa de transformación del hábitat en ANP. La cartografía obtenida de la clasificación de imágenes de satélite se está utilizando como una herramienta de planeación y se ha incluido en los Programas de Conservación y Manejo, también se ha usado para la elaboración de mapas de riesgo a incendios en ANP. Por otra parte, la tasa de transformación de hábitat podría permitirnos conocer el impacto que los programas sociales están teniendo sobre la conservación del patrimonio natural de las ANP.

Finalmente, se espera llegar a optimizar el método que permita obtener datos de cambio de uso del suelo y vegetación en un corto plazo y aplicarlo a un mayor número de ANP que sea representativo de los ecosistemas protegidos del país.