

## **CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO MOLOLOA, NAYARIT**

### **LAND COVER/LAND USE CHANGES IN THE MOLOLOA RIVER BASIN, NAYARIT**

Nájera González O<sup>1</sup>, Bojórquez Serrano JI<sup>2</sup>, Cifuentes Lemus JL<sup>3</sup>, Marceleño Flores S<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante del Doctorado en Ciencias para el Desarrollo Sustentable, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. <sup>2</sup>Profesor-Investigador de la Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit. <sup>3</sup>Profesor-Investigador del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

#### **Resumen**

Los cambios de cobertura y uso del suelo se han reconocido en muchos países como una de las principales causas de deterioro ambiental, por ello están ubicados en el centro de la investigación ambiental y representan un punto importante en diferentes ámbitos como medio para entender los mecanismos de este proceso de deterioro y guía para la toma razonable de decisiones sobre el uso del territorio. En el estado de Nayarit, la cuenca del río Mololoa ha proveído de un conjunto de bienes y servicios a las localidades que involucra; desafortunadamente, esta relación ha repercutido en un deterioro acelerado de sus recursos naturales. En este trabajo se analizan los cambios de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, entre 1995 y 2005, a partir de la interpretación de ortofotos digitales y manejo de la información en un SIG. Los resultados muestran que el paisaje de la cuenca está dominado en 83.01% por la vegetación natural y tierras de cultivo. La dinámica de cambio está centrada en los tipos de cobertura “vegetación natural” y “construcciones”, la primera disminuye a una tasa de 41.67 ha/año, y la segunda, aumenta 74.86 ha/año. La tasa de deforestación de los bosques y selvas de la región fue de 0.1 y 0.36%, menor a las reportadas por diferentes autores a nivel nacional y estatal.

**Palabras clave:** Uso del suelo, Deforestación, Cobertura del terreno.

#### **Abstract**

Changes of land cover and use have been recognized in many countries as main causes of environmental degradation; hence, they have caught the attention of environmental research. They are of paramount importance in understanding the mechanisms of this process of degradation and are a useful guide in the decision making on territory use. In Nayarit, the basin of the Mololoa river has provided people of the 34 localities around it with an important amount of goods and services; unfortunately, this relation has resulted in an accelerated deterioration of its natural resources. This research reports the analysis of land cover/use changes in the basin of Mololoa river between 1995 and 2005. Digital orthophotos were interpreted and GIS analysis was used. Results show that 83.01% of Mololoa river basin's landscape consists of wild vegetation and farm land. The former decreases at a rate of 41.67 ha/year and the latter increases at a rate of 74.86 ha/year. Forests and rain forests deforestation was 0.1, which is 0.36% lower than that reported by other researchers.

#### *Autor Corresponsal:*

Nájera González O. Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara No. 203, Delegación Ixtapa, C.P. 48280. Puerto Vallarta, Jalisco, México. Teléfono y Fax: (311)2118800, 2118816, Ext.8907. Correo electrónico: [oyolsi@nayar.uan.mx](mailto:oyolsi@nayar.uan.mx).

**Key words:** Land cover/use, Deforestation rate, Land cover change

## Introducción

El crecimiento exponencial que ha experimentado la población humana a nivel mundial en las últimas décadas, la demanda de recursos naturales para satisfacer las necesidades de supervivencia de esa población y las formas y mecanismos de apropiación de los recursos, con frecuencia ligados a fuerzas sociales, económicas y políticas, han presentado implicaciones estructurales y funcionales sobre los ecosistemas (Mas, *et al.*, 2009; Rosete, *et al.*, 2009). Estas relaciones, hombre – medio ambiente o entre el ambiente y los procesos ligados a la economía social, se manifiestan o materializan como cambios en la cobertura y uso del suelo (Lambin, 1997; Vaitkus y Vaitkuvienė, 2005; Chen y Yang, 2008) y han sido reconocidos desde hace más de dos décadas, como causa importante de cambios en el ambiente global (Turner, 1989) con implicaciones diversas con otras afectaciones ambientales como el cambio climático y el ciclo del carbono, sustentabilidad agrícola, capacidad productiva de ecosistemas, recarga y abastecimiento de acuíferos y servicios ambientales (Lepers *et al.*, 2005; García y Mas, 2008). Los cambios de cobertura y uso de suelo se relacionan con la deforestación y fragmentación de ecosistemas, la desertización, la alteración del ciclo hidrológico e incremento de la vulnerabilidad de grupos humanos (Reyes, *et al.*, 2006) y se asocian con impactos ecológicos a prácticamente todas las escalas (Bocco *et al.*, 2001; Rosete, *et al.*, 2009). Localmente, inducen el deterioro y degradación de suelos, cambios en el microclima y modificaciones en los ciclos hídricos. A nivel regional provoca cambios en los ciclos hídricos de la cuenca, alteraciones en los regímenes de temperatura y precipitación, favoreciendo con ello, el calentamiento global, la disminución en el secuestro de bióxido de carbono, pérdida de hábitats y biodiversidad lo que puede provocar la defaunación en la zona. Se trata de un problema de escala mundial, que representó una disminución anual de 8.9 millones de hectáreas

de bosques y selvas durante la última década del siglo XX (FAO, 2005). Actualmente, la FAO (2010), estima la existencia de bosques en el mundo en aproximadamente cuatro mil millones de hectáreas, con una tasa de deforestación de 13 millones de ha/año. En contra parte, las plantaciones forestales, restauración del paisaje y la expansión natural de la vegetación se estiman en 5.2 millones de ha/año, con una tendencia a la disminución desde la década de los 90's (FAO, 2005 y 2010). Considerando estos datos, en 50 años se perderán 650 millones hectáreas y recuperado cerca de 260 millones, esto representa pérdidas de 390 millones de hectáreas netas de bosques y selvas (FAO, 2010).

La deforestación y el cambio de cobertura y uso del suelo en México es un problema que se ha presentado desde tiempos precolombinos, sin embargo, durante las últimas cinco décadas este proceso se ha incrementado dramáticamente, con un panorama poco alentador; las 52 millones de hectáreas de bosques y selvas con que contaba el país en 2000, presentaron una tasa de deforestación promedio de 631 mil ha/año (FAO, 2005). Esta última cifra puede diferir con la reportada por otras instituciones o investigadores (Velázquez *et al.*, 2002; SEMARNAT, 2005); sin embargo se ubica entre los rangos extremos reportados para México por la SEMARNAT (2005) (316 – 800 mil ha/año). Estudios de caso regionales conducidos con diferentes técnicas y metodologías han reportado tasas de deforestación entre uno y ocho por ciento anual, dependiendo de la región, tipo de vegetación y período estudiado (Dirzo y García, 1991; Trejo y Hernández, 1996; Mas, *et al.*, 1996 y 2009; Mendoza, 1997).

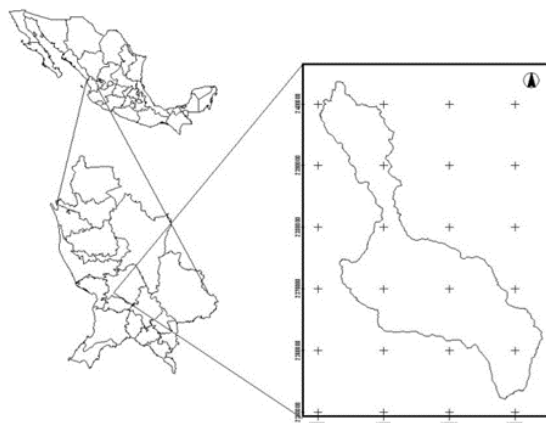
Lo anterior, ha situado a los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo en el centro de la investigación ambiental actual y representan un punto de importancia en los ámbitos gubernamental, académico y social (García y Mas, 2008), donde el análisis del cambio de cobertura y uso del suelo representan un medio para entender los mecanismos de este proceso de deterioro y constituye una

guía útil para la toma razonable de decisiones sobre el uso del territorio (Chen y Yang, 2008), que en el país y el estado han sido aplicados por diferentes investigadores con fines de monitoreo de hábitat, de monitoreo de áreas de protección, incorporadas en la caracterización del paisaje o como información base para instrumentos de planeación como el ordenamiento ecológico, impacto ambiental sectorial y de manera más reciente relacionadas con cambio climático, como los trabajos de Catón (1999), Bocco y Mendoza (1999), Nájera *et al.* (2000), Moreno (2001), Bocco *et al.* (2001), Graisbord (2002), Comber *et al.* (2003), Weicheng y Zhang (2003), Sandoval y Oyarzun (2004), Vaitkus y Vaitkuvieni (2005), Pielke (2005), Fedema *et al.* (2005), Lepers *et al.* (2005), Reyes *et al.* (2006), Guerra y Ochoa (2006) Restrepo y Álvarez (2006), Perry y Enrigh (2006), Dupuy *et al.* (2007), Márquez (2008), González, *et al.* (2009), Cabral y Zamyatin (2009), Rosete *et al.* (2009).

La cuenca del río Mololoa ha proveído de un conjunto de bienes y servicios a los habitantes de las 34 localidades que en ella se asientan; desafortunadamente, esta relación carente de una planeación que incorpore criterios ambientales, ha repercutido en un deterioro acelerado de sus recursos naturales, tales como disminución de superficie de bosques y del humedal, alteraciones en la cantidad y calidad de agua, calidad de aire, suelos y posibles implicaciones climáticas, que en el tiempo, se han traducido en bajos niveles de bienestar de los usuarios del territorio. De esta forma la cuenca se proyecta como un campo de investigación que es necesario atender, a fin de demostrar algunos de estos procesos, generar conocimiento que contribuya a una mejor toma de decisiones y en la planificación de sectores como el urbano, agrícola y forestal, o bien que sirva de base en la integración de instrumentos de planeación del territorio, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar los cambios de cobertura y uso del terreno en la cuenca del río Mololoa, Nayarit entre 1995 y 2005.

## Área de estudio

La cuenca del Río Mololoa se localiza en la parte central del estado de Nayarit (Figura 1), entre las coordenadas geográficas 21° 43' 26" Latitud Norte, 104° 56' 46" Longitud Oeste y 21° 16' 12" Latitud Norte, 104° 43' 06" Longitud Oeste, con una superficie de 618 Km<sup>2</sup> (INEGI, 2000). Forma parte del sistema hidrológico Lerma-Santiago, su área de escurrimiento está delimitada por elevaciones de origen volcánico aisladas, principalmente los volcanes San Juan, Coatepec, Tepeltitlic y Sangangüey y la caldera de Tepic, que en el centro forman el valle Matatipac.



Sobre esta región toman decisiones 34 localidades, en su mayoría rurales (solo Tepic y Xalisco son consideradas urbanas) que en total suman el 30% de la población del estado, en tan sólo el 2.2% de la superficie del Nayarit.

## Materiales y métodos

Los cambios de cobertura y uso del terreno de la cuenca se analizaron a partir de la interpretación de ortofotos digitales de los años 1995 y 2005. La interpretación se realizó en la pantalla en forma visual, y con apoyo en la cartografía, fotografías aéreas y trabajo de campo, se clasificaron los tipos de cobertura en una leyenda jerárquica con tres niveles (Gran Grupo, Grupo y Subgrupo) (Forero, 1984, Vargas, 1992, Melo y Camacho, 2005).

La definición de los grupos de cobertura vegetal adoptó la clasificación de Rzedowski (1978). Mientras que los usos asociados a cada cobertura fueron identificados por las actividades económicas de la región: 1. Vida silvestre y forestal, 2. Vida silvestre y agrícola, 3. Agrícola y forestal, 4. Agrícola, 5. Pecuario, 6. Habitacional, 7. Extractivo, 8. Recreativo, 9. Turístico, 10. Agropecuario.

El análisis comparativo de la cobertura y uso del suelo 1995 y 2005, se realizó con los datos de los dos niveles jerárquicos (superficie por tipo de cobertura), en formato digital y bajo la misma proyección geográfica. Se calcularon las tasas de deforestación de "vegetación natural" del primer nivel jerárquico y "bosques y selvas" del segundo, mediante un modelo exponencial discreto sugerido por Trejo y Dirzo (2000):

$$r = 1 - (1 - A_1 - A_2) / t A_1$$

Donde:

$A_1$ , es el área cubierta por bosque al inicio del período

$A_2$ , es el área cubierta por bosque al final del período

T, es el número de años del período de análisis.

### Resultados y discusión

Los resultados del análisis de cambio de cobertura y uso del suelo para 1995 y 2005 de la cuenca del río Mololoa, muestra un mosaico compuesto de seis Grandes Grupos de cobertura,

12 Grupos de cobertura y 49 Subgrupos a los que están ligados 13 usos diferentes del suelo (Tabla 1, Figuras 2 y 3), los cuales presentan cambios (pérdidas y ganancias) tanto a nivel de Gran grupo como a nivel de Grupo de coberturas.

### Cambio de cobertura y uso del suelo a nivel de Gran Grupo

Los cambios ocurridos en las coberturas del terreno a nivel de Gran Grupo (GG) de cobertura pueden ser interpretados como la dinámica general de la cobertura del terreno en la cuenca. Se puede observar que en el periodo de análisis el GG "vegetación natural" redujo su porcentaje de superficie en 0.7%, pasando de 38.49% a 37.74%, respecto al total de la cuenca, esto representa una pérdida de 423.79 ha; comportamiento similar presentan los cuerpos de agua que han cedido 124.01 ha de su cobertura, pasando de 287.41 ha a 163.40 ha, lo que representa un cambio neto de 0.22% (Tabla 2). Un resultado peculiar de este análisis, lo representan las tierras de cultivo, las cuales son consideradas una de las principales causas de los cambios de cobertura y uso del suelo en el mundo, lo cual supondría que su dinámica de cambio debería ser generalmente positiva, es decir, presentarse en constante incremento en su superficie. Los resultados en este trabajo indican que entre 1995 y 2005 esta cobertura perdió 313.53 ha (cambio neto de 0.55%), su representación espacial en la cuenca se redujo de 44.52 a 43.97 %.

Tabla 1. Leyenda jerárquica de cobertura y uso del suelo 1995-2005.

Gran grupo	Grupo	Subgrupo	Uso del Suelo	1995	2005
				Superficie (ha)	
Vegetación Natural	Bosque de Encino	Bosque de Encino semiabierto	Forestal y Vida silvestre	3414.23	3412.36
		Bosque de Encino abierto	Forestal y Vida silvestre	1396.46	1576.07
		Bosque de Encino ralo	Forestal y Vida silvestre	909.42	896.69
		Asociación Bosque de Encino-pino abierto	Forestal y Vida silvestre	2238.45	2278.08
		Asociación Bosque de Encino-pino ralo	Forestal y Vida silvestre	695.42	658.60
		Asociación Bosque de Encino ralo-caña-aguacate	Forestal, vida silvestre y agrícola	655.18	652.71
		Asociación Bosque de Encino-aguacate	Forestal, vida silvestre y agrícola	43.80	69.60
		Asociación Bosque de Encino-pastizal	Forestal y Vida silvestre	1.05	67.85
	Bosque de Pino	Asociación Encino-selva mediana abierta	Forestal y Vida silvestre	5.69	5.68
		Bosque de Pino abierto	Forestal y Vida silvestre	53.44	50.90
	Selva mediana	Asociación Bosque de Pino-encino abierto	Forestal y Vida silvestre	2868.84	2567.48
		Selva mediana semiabierto	Forestal y Vida silvestre	9277.84	8849.36
		Selva mediana abierta	Forestal y Vida silvestre	110.16	162.44
		Selva mediana rala	Forestal y Vida silvestre	202.34	207.75
Vegetación Secundaria	Pastizal	Asociación Selva mediana-pastizal	Forestal y Vida silvestre	53.17	53.16
		Pastizal	Pecuario y vida silvestre	3843.68	3822.86
		Asociación Pastizal-encino ralo	Pecuario y vida silvestre	169.62	148.12
		Asociación Pastizal-selva mediana rala	Pecuario y vida silvestre	13.03	18.55
	Asociaciones secundarias	Asociación Pastizal-cultivo de frutales	Pecuario y Agrícola	250.17	317.51
		Asociación Pastizal-agave	Pecuario y agrícola		25.03
		Asociación secund Bosque de encino ralo	Vida silvestre, pecuario y recreativo	11.77	11.77
		Asociación secund Selva mediana	Vida silvestre, pecuario y recreativo	64.99	68.79
		Asociación secund Selva mediana-cultivos	Vida silvestre, pecuario y recreativo	3.24	3.24
		Asociación Secundaria abierta	Vida silvestre, pecuario y recreativo	2.94	23.61
Cuerpos de Agua	Permanentes	Asociación secundaria Eucalipto	Vida silvestre, pecuario y recreativo	23.29	23.29
		Asociación Eucalipto-casuarina	Vida silvestre, pecuario y recreativo	45.81	11.45
		Humedal Tepic	Recreativo y vida silvestre	207.53	100.37
		Manantial	Recreativo	43.57	26.73
Tierras de Cultivos	Cultivos anuales	Presa	Agrícola y vida silvestre	36.29	36.29
		Cultivo de Caña de riego	Agrícola	100.18	496.95
		Cultivo de Caña de temporal	Agrícola	23046.35	21913.75
		Asociación Cultivo de Caña-encino	Agrícola	483.95	146.86
		Asociación Cultivo de Caña-frutales	Agrícola	713.37	960.72
		Asociación Cultivo de Caña-pastizal	Agrícola	486.70	492.38
		Asociación Cultivo de Caña-pastizal-Selva baja	Agrícola	227.01	212.04
		Asociación Cultivo de caña-agave	Agrícola		15.09
	Cultivos perennes	Cultivo de Maíz	Agrícola	41.31	31.62
		Cultivo de aguacate	Agrícola	168.96	260.77
		Asociación Cultivos-selva mediana rala	Agrícola	44.15	47.50
		Cultivo de frutales (mango, guayaba, ciruela)	Agrícola	46.24	76.20
		Cultivo de Agave	Agrícola		390.78
		Urbano	Asentamiento nucleado	Residencial - habitacional	3986.72
Construcciones	Rural	Asentamiento nucleado	Residencial - habitacional	532.74	613.07
		Asentamiento disperso	Residencial - habitacional	73.07	152.17
		Industrial	Agroindustrial	55.24	96.02
	Servicios	Aeropuerto	Transporte y comunicación	119.74	119.73
		Centro de readaptación social	Servicios públicos	23.33	23.32
		Educativo	Servicios públicos	8.99	28.86
		Panteón	Servicios públicos	1.25	1.21
		Parque acuático	Servicios públicos		2.09
		Planta de tratamiento de aguas municipales	Servicios públicos	4.24	4.24
		Tiradero residuos sólidos municipales	Servicios públicos	15.55	15.55
Tierras Eriales	Suelos desnudos	Canteras y minas	Extractivo (materiales pétreos)	137.55	197.59
Total				56958.06	56958.06

El caso contrario se presenta en los GG de “vegetación secundaria”, “construcciones” y “tierras eriales”, las cuales han incrementado su superficie en 52.0, 78.0, 748.7 y 60.04 ha respectivamente. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Pineda *et al.* (2009) para el estado

de México y Vaitkus y Vaitkuviene (2005) para la costa de Lituania, respecto al GG “construcciones”, que presenta un comportamiento clásico de incremento en su dinámica, considerando que es una de las principales causas del cambio de cobertura y uso del suelo, después de las tierras agrícolas.



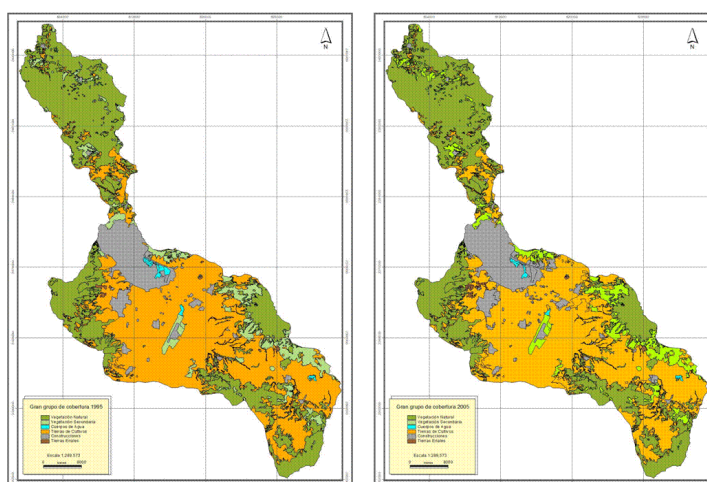
Tabla 2. Cambio de cobertura a nivel de Gran grupo

Gran Grupo de Cobertura (GG)	1995 (ha)	%	2005 (ha)	%	Cambio (ha)	%
Vegetación Natural	21925.49	38.49	21508.73	37.76	-416.76	0.7
Vegetación Secundaria	4428.54	7.77	4474.22	7.85	45.68	0.08
Cuerpos de agua	287.3	0.50	163.39	0.28	-123.91	0.22
Tierras de cultivo	25358.22	44.52	25044.66	43.97	-313.56	0.55
Construcciones	4820.87	8.46	5569.56	9.77	748.69	1.3
Tierras eriales	137.55	0.24	197.59	0.34	60.04	0.1
	56958.22	100	56958.22	100		

### Cambio de cobertura y uso del suelo a nivel de Grupo de cobertura

A nivel de Grupo (G), los tipos de coberturas que se han afectado y disminuido su representación espacial en la cuenca son “bosque de encino”, “bosque de pino”, y “selva mediana”, perdiendo 36.04, 9.84 y 337.91 ha respectivamente; resulta evidente que la mayor presión se ha ejercido sobre las asociaciones de selva mediana, las cuales reportan un cambio neto de 0.6% (Tabla 3). A este nivel se revela como caso atípico la dinámica del G “cultivos anuales”, los cuales disminuyen su superficie en 829.43 ha, lo que representa un cambio de 1.46%.

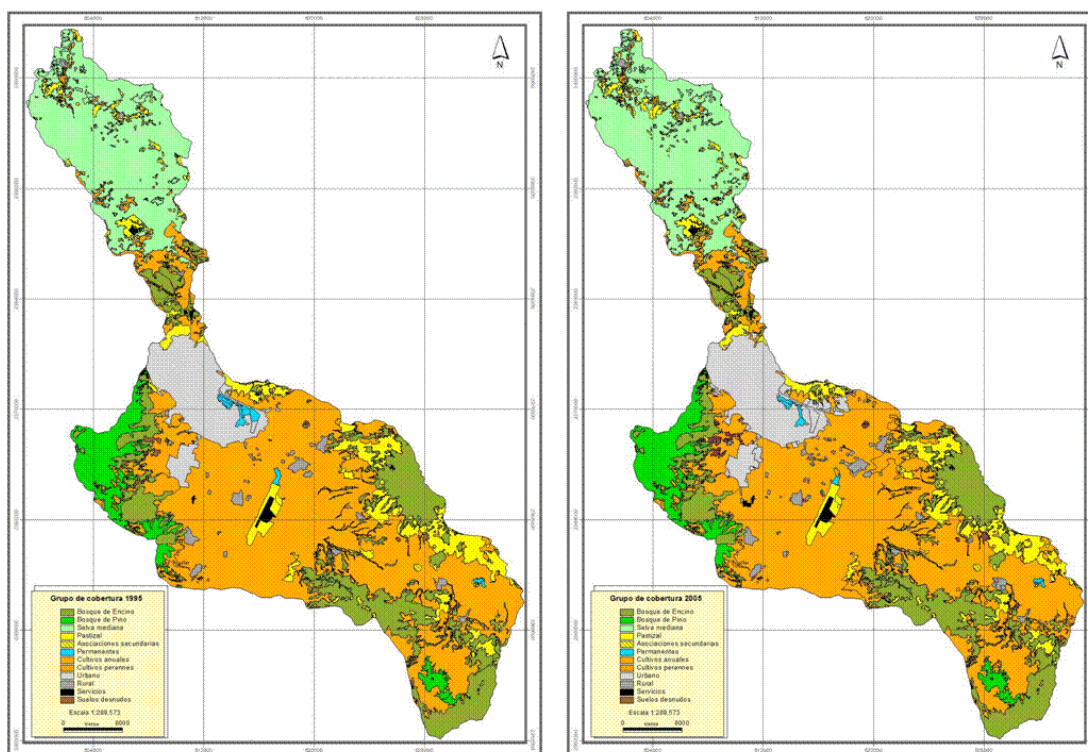
En contra parte, los G “pastizal” y “cultivos perennes” incrementaron su superficie en 62.68 y 515.9 ha respectivamente, lo mismo que “construcciones urbanas”, “rurales” y “servicios”, las que incrementaron en 526.58, 200.21 y 21.91 ha respectivamente. Estos datos muestran una dinámica típica de este tipo de coberturas (Tabla 3), las cuales son consideradas como principales causas de cambio de cobertura (Turner, 1989). Las tierras desnudas también incrementaron su representación espacial en la cuenca en 60.04 ha (de 137.55 a 197.59 ha), pese a que en los últimos años se han implementado acciones a nivel administrativo por regularizar la extracción de materiales pétreos ligada a este tipo de cobertura.



Figuras 2. Gran grupo cobertura del terreno de la cuenca del río Mololoa en 1995 y 2005.

Tabla 3. Cambio de cobertura a nivel de Grupo

Grupo de cobertura (G)	1995 (ha)	%	2005 (ha)	%	Cambio (ha)	%
Bosque de encino	9359.74	16.43	9323.60	16.36	-36.04	0.07
Bosque de pino	2922.28	5.11	2912.44	5.11	-9.84	
Selva mediana	9643.52	16.93	9265.61	16.26	-337.91	0.6
Pastizal	4276.52	7.50	4339.20	7.61	62.68	0.11
Asociaciones secundarias	152.07	0.26	142.17	0.24	-9.90	0.02
Cuerpos de agua	287.41	0.50	163.40	0.28	-124.01	0.22
Cultivos anuales	25098.89	44.06	24269.46	42.60	-829.43	1.46
Cultivos perennes	259.36	0.45	775.26	1.36	515.90	0.91
Urbano	3986.72	6.99	4513.30	7.92	526.58	0.93
Rural	661.05	1.16	861.26	1.51	200.21	0.35
Servicios	173.11	0.30	195.02	0.34	21.91	0.04
Suelos desnudos	137.55	0.24	197.49	0.34	60.04	0.1
	56958.22	100	56958.22	100		



Figuras 3. Grupo cobertura del terreno de la cuenca del río Mololoa en 1995 y 2005

### Tasa de deforestación

La tasa de deforestación calculada para el GG “vegetación natural” y las coberturas “bosque de encino” y “bosque de pino” del segundo nivel jerárquico fue de 0.1 % anual, la cual es mucho menor que la tasa nacional y la estatal reportada por UNAM para el período 1993-2000 y CONAFOR-SEMARNAT para 1990-2000 que es de 0.57% y 1.14% respectivamente (SEMARNAT, 2006), así como las obtenidas por Nájera *et al.* (2002) de 0.44% (1970-1986), 2.35% (1986-1995), para la Sierra de San Juan (Tablas 4 y 5).

A nivel de G, se observa que la tasa de deforestación de los bosques de encino y de pino es de 0.1% anual, mientras que la selva mediana presenta una tasa de 0.36% anual. Pese a que es evidente que la mayor presión se centra sobre las asociaciones de selva mediana, ambos resultados están por debajo de la tasa reportada por SEMARNAT (2006) para estas asociaciones en el estado de Nayarit y las reportadas para Chiapas por Ochoa y González (2000) y San Luis Potosí por Reyes *et al.*, (2006), quienes reportan tasas entre 1.1 – 3.4% y 2.0 y 11% anual, respectivamente.

Tabla 4. Tasa de deforestación anual a nivel de Gran grupo

Gran grupo	Superficie (ha)	%	Pérdida (ha)	Tasa anual de deforestación %
Vegetación natural 1995	21925.49	38.49	-416.76	0.1
2005	21508.73	37.76		

El análisis del cambio de cobertura del período 1995-2005, revelan un paisaje dominado principalmente por tierras de cultivo (43.9% del territorio), vegetación natural (selva mediana, bosques de encino y de pino) y asociaciones secundarias, las cuales representan 45.6% del total de la cuenca. Sin embargo la dinámica

de cambio de cobertura y uso del suelo se concentra en la “vegetación natural” y “construcciones”, como los tipos de cobertura a nivel de GG con los cambios más significativos en cuanto a representación espacial; la primera con una disminución de 0.7% (416.76 ha) y la segunda con aumento de 1.3% (748.69 ha).

Tabla 5. Tasa de deforestación anual a nivel de Grupo

Grupo (G)	Superficie (ha)	%	Pérdida (ha)	Tasa anual de deforestación %
Bosque de encino				
1995	9359.74	16.43	-36.04	0.1
2005	9323.60	16.36		
Bosque de pino				
1995	2922.28	5.11	-9.84	0.1
2005	2912.44	5.11		
Selva mediana				
1995	9643.52	16.93	-337.91	0.36
2005	9265.61	16.26		



A nivel de Grupo, el tipo de cobertura más afectado son “cultivos anuales” que presenta 1.46% de cambio neto, (con pérdida de 829.43 ha), seguido de “selva mediana” que disminuye su representación espacial 337.91 ha (0.6%). En contraparte, las coberturas “cultivos perennes”, “urbano” y “rural”, presentaron incrementos significativos con cambios netos de 0.91, 0.93 y 0.35% respectivamente. Dentro de este contexto, las principales asociaciones vegetales en la cuenca presentan tasas de deforestación inferiores a las reportadas por diferentes autores a nivel nacional y estatal.

Los resultados de este trabajo ofrecen la posibilidad de utilizarlos en la planeación del territorio, a través de instrumentos como el ordenamiento ecológico territorial o los planes sectoriales de desarrollo como el urbano y el agrícola; o bien, en la definición de políticas de manejo de los recursos naturales y ecosistemas, aportando elementos descriptivos, cuantitativos y geográficos, que pueden apoyar la toma oportuna de decisiones a diferentes niveles de decisión y acción, y con ello contribuir a un desarrollo ecológico, social y económicamente sustentable en ésta región.

### Literatura citada

- Bocco G, Mendoza M. Evaluación de los cambios de cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975 – 1995). Lineamientos para la ordenación del territorio. Departamento de Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM (Campus Morelia), 1999.
- Bocco G, Mendoza M, Velázquez A. Remote Sensing and GIS-based regional geomorphological mapping-a tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology* 2001; 139: 211-219.
- Cabral P, Zamyatin A, Markov. Processes in Modeling Land Use and Land Cover Changes in Sintra-Cascais, Portugal. *Dyna* 2009; 76: 191-198.
- Catón CY. Efectos hidrológicos y geomorfológicos de la cubierta y propiedades del suelo en el paisaje de Cárcavas. (Tesis doctoral). Almería: Universidad de Almería, 1999.
- Comber AJ, Birnie RV, Hodgson MA. Retrospective analysis of land cover change using a polygon shape index. *Global Ecology & Biogeography* 2003; 12: 207-215.
- Chen LY, Yang HCH. Scenario simulation and forecast of land use/cover in northern China. *Chines Science Bulletin* 2008; 53: 1401-1412.
- Dirzo R, García MC. Rates of deforestation in Los Tuxtlas a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* 1991; 6: 84-90.
- Dupuy JM, González J, Iriarte S, Calvo LM, Espadas C, Tun F, *et al.* Cambios de cobertura y uso del suelo (1979-2000) en dos comunidades rurales en el noroeste de Quintana Roo. *Investigaciones Geográficas* 2007; 62: 104-124.
- FAO. Forest Resource Assessment [serie en internet] (15 resultados clave). 2005 [consultado 2010 marzo]; Disponible en: <http://www.fao.org>.
- FAO. Forest Resource Assessment [serie en internet] (principales resultados). 2010 [consultado 2010 marzo]; Disponible en: <http://www.fao.org>.
- Fedema JJ, Oleson KW, Bonan GB, Mearns LO, Buja LE, Meehl GA. *et al.* The importance of land-cover change in simulating future climates. *SCIENCE*, 2005; 310: 1674-1678.

- Forero MC. Levantamiento de cobertura terrestre y uso de la tierra. *Revista CIAF* 1984; 9: 67-88.
- García MT, Mas JF. Comparación de metodologías para el mapeo de la cobertura y uso del suelo en el sureste de México. *Investigaciones Geográficas* 2008; 67: 7-19.
- Graisbord B. Elementos para el Ordenamiento Territorial: Uso del suelo y Recursos. *Estudios Demográficos y Urbanos* 2002; 50: 411-423.
- González SA, Bojórquez SI, Nájera GO, García PD, Madueño MA, Flores VF. Regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit. *Investigaciones Geográficas* 2009; 69: 21-32.
- Guerra V, Ochoa S. Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000). *Investigaciones Geográficas* 2006; 59: 7-25.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Síntesis de Información Geográfica del Estado de Nayarit. México, 2000.
- Lambin EF. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography* 1997; 21 (3): 375-393.
- Lepers E, Lambin EF, Janetos AC, De Fries R, Achard F, Ramankutty N, Scholes RJ. A synthesis of information on rapid land-cover change for the period 1981-2000. *BioScience* 2005; 55: 115-124.
- Márquez RA. Cambio de uso del suelo y el desarrollo turístico en Bahía de Banderas Nayarit. *Ciencia UANL* 2008; 2: 161-167.
- Mas JF, Sorani V, Álvarez R. Elaboración de un modelo de simulación del proceso de deforestación. *Investigaciones Geográficas* 1996; 5: 43-57.
- Mas JF, Velázquez A, Couturier S. La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *Investigación Ambiental* 2009; 1: 23-39.
- Melo LH, Camacho MA. Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la Tierra. Santa Fé de Bogotá: Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica, 2005.138.
- Mendoza E. Análisis de la deforestación en la selva lacandona: patrones de magnitud y consecuencias. (Tesis de licenciatura). México, DF: Facultad de Ciencias, UNAM, 1997.
- Moreno CE. Caracterización del paisaje y su posible impacto ambiental a partir de la clasificación de usos de suelo Corine land cover y la utilización de sistemas de información geográfica. *Informes de la Construcción* 2001; 53: 11-20.
- Nájera GO, Bojórquez JI, Vilchez FF. Cobertura del terreno y uso del suelo de la reserva ecológica sierra de San Juan, Nayarit. En: Cuarta Reunión de Investigación y Desarrollo Tecnológico, 2000. 180-181. Tepic, Nayarit, México.
- Ochoa S, González M. Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, México. *Applied Geography* 2000; 20:17-42.

- Perry LW, Enrigh NJ. Spatial modelling of vegetation change in dynamic landscapes: a review of methods and applications. *Progress in Physical Geography* 2006; 30: 47-72.
- Pielke RA. Land use and climate change. *SCIENCE* 2005; 310: 1625-1626.
- Pineda NP, Bosque J, Gómez M, Plata W. Análisis de cambio de uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas* 2009; 69: 33-52.
- Restrepo C, Alvarez N. Landslides and their contribution to land-cover change in mountains of Mexico and Central America. *Biotropica* 2006; 38: 446-457.
- Reyes HH, Aguilar RM, Aguirre RJ, Trejo VI. Cambio en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis potosí, México, 1973-2000. *Investigaciones Geográficas* 2006; 59: 26-42.
- Rosete FA, Pérez JL, Bocco G. Contribución al análisis del cambio de uso del suelo y vegetación (1978-2000) en la Península de Baja California, México. *Investigación Ambiental* 2009; 1: 70-82.
- Rzedowski J. *Vegetación de México*. 2da. reimpresión. México, DF: Editorial LIMUSA, S.A. 1978.
- Sandoval V, Oyarzun V. Modelamiento y prognosis espacial del cambio en el uso del suelo. *Revista de Ciencias Forestales-Quebracho* 2004; 11: 9-21.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe de la situación del medio ambiente en México. México, 2005.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. *La Gestión ambiental en México*. México, 2006.
- Trejo I, Dirzo R. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation* 2000; 94: 133-142.
- Trejo I, Hernández J. Identificación de selva baja caducifolia en el estado de Morelos, mediante imágenes de satélite. *Investigaciones Geográficas* 1996; 5: 11-18.
- Turner MG. Landscape ecology: the effect of pattern on processes. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1989; 20: 171-197.
- Vaitkus G, Vaitkuvienė D. Land cover changes in the Lithuanian Coastal Zone during 1975-2000. *Acta Zoológica Lituanica* 2005; 15: 183-187.
- Vargas GE. Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes. Santa Fé de Bogotá: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", 1992.
- Velázquez AJ, Mas JF, Bocco G, Ezcurra E. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* 2002; 62: 21-37.
- Weicheng WU, Zhang W. Present land use and cover patterns and their development potential in North Ningxia. *Journal of Geographical Sciences* 2003; 13: 54-62.