

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA TERRITORIAL EN MÉXICO Y SU INTERRELACIÓN CON LA DINÁMICA POBLACIONAL, PERIODO 1980-2000

J. C. Leyva-Reyes¹; B. Herrera y Herrera²

¹Jefe del Departamento de Geomática y Sistemas de Información. Comisión Nacional Forestal. Gerencia de Desarrollo Forestal. Periférico Pte. S/N Planta Baja San Juan de Ocotán Carretera a Nogales, Zapopan Jalisco, Méx. C. P. 45019. Tel. (33) 37 77 70 76 ext 2310. Correo-e: jcleyya71@hotmail.com

²Ph.D. en Ciencias de la Información y Geografía. Director de la investigación. Profesor-Investigador de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Estado de México, Méx. C. P. 56230. Tel (595) 95 215 00, Ext 5790 Coreo-e: Bernad@correo.chapingo.mx

RESUMEN

Se presenta la modelación del cambio de uso del suelo de México para los periodos 1980-1990 y 1990-2000. Basado en ecuaciones de regresión múltiple se modela el cambio que observan ocho clases de uso de suelo en función del cambio medido en 24 variables sociodemográficas. La unidad de medición fue cada entidad de la República Mexicana, la cuál fue estratificada en tres regiones a efectos de disminuir la variabilidad en el análisis.

De 24 observaciones (ocho clases en tres regiones) 15 mantienen su tendencia de cambio, mientras que 9 invierten su tendencia de un periodo a otro. Las clases más estables son el pastizal y urbano, las más inestables son los bosques y los cuerpos de agua.

A pesar de ser altamente significativas las relaciones entre la dinámica sociodemográfica y la dinámica territorial, esas relaciones son cambiantes en el tiempo. Lo cuál es un indicador de que a escala nacional, tanto la dinámica territorial como la dinámica poblacional son fenómenos paralelos que están respondiendo de manera similar a transformaciones que se están dando en otros sectores, principalmente el sector económico y tecnológico.

PALABRAS CLAVE: cambio de uso de suelo, modelación, dinámica territorial.

ANALYSIS OF TERRITORIAL DYNAMICS IN MEXICO AND ITS INTERRELATIONSHIP WITH THE POPULATION DYNAMICS, PERIOD 1980-2000

SUMMARY

A model is presented of the change in landuse of Mexico for the period 1980-1990 and 1990-2000. Based on multiple regression equations, the change that eight classes of use of soil undergo is modeled, in function of the change measured in 24 socio-demographic variables. The unit of measurement was each state of the Mexican Republic, which was stratified into three regions to diminish variability in the analysis.

Of 24 observations (8 classes in three regions), 15 continue their trend of change, whereas 9 reverse the trend from one period to another. The most stable classes are grasslands and urban areas, while the most unstable are forests and bodies of water.

Although the relationships between socio-demographic dynamics and territorial dynamics are highly significant, these relationships change over time. This indicates that on the national scale, both territorial dynamics and population dynamics are parallel phenomena that respond in a similar manner to transformations that are occurring in other sectors, principally the economic and technological sector.

KEY WORDS: landuse change, modeling, population dynamics.

INTRODUCCIÓN

Al depender en muchos casos de los recursos naturales y de los servicios prestados por el medio ambiente, las actividades humanas presionan y provocan diversas transformaciones e impactos al ambiente y a la sociedad en aspectos de salud y bienestar, además de alterar la disponibilidad y calidad de dichos recursos y servicios.

Quizá uno de los mayores impactos que la actividad humana ejerce sobre los recursos naturales es el cambio de uso de suelo, ya sea total o parcial; el cambio de uso de suelo afecta todos los recursos asociados con éste: vegetación, fauna, recursos hidrológicos, etc. Tan solo durante el periodo 1980-1990 se estima que anualmente en México se perdieron 127,000 ha de bosques, 189,000 ha de selva y 54,000 ha de zonas áridas, que en total suman 370,000 ha de vegetación natural que se pierden cada año (INEGI, 2000-b).

Las estadísticas sobre cómo los recursos naturales y los servicios ambientales son transformados por la actividad del hombre pueden ser indicadores útiles de advertencia del cambio ambiental y pueden dar una idea de cómo intervenir para un manejo sustentable de los mismos, en ese sentido, el análisis y proyección del cambio del uso y cubierta del suelo provee una herramienta que permite asegurar cambios al ecosistema así como sus implicaciones ambientales.

En este trabajo, la modelación del cambio de uso de suelo en México se basa en un análisis espacial de la compleja interacción que existe entre el uso del suelo y los factores sociodemográficos que lo influyen o determinan. Esta interacción es capturada por un análisis empírico del uso histórico del suelo. Este análisis empírico es usado para identificar los factores sociodemográficos más importantes que influyen en el uso del suelo, así como las relaciones cuantitativas entre estos factores y las clases de uso de suelo consideradas.

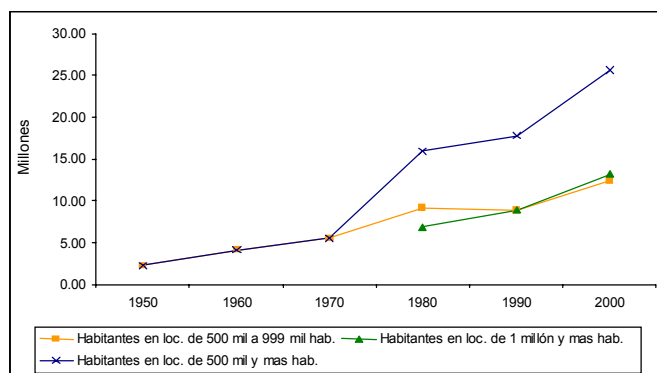
Se generan predicciones sobre la dinámica de cambio de uso del suelo en México en función del conocimiento de su relación con algunas variables sociodemográficas que lo influyen y de los escenarios futuros de la población en México, profundizando en ajustar el fenómeno de la dinámica territorial a un modelo estadístico y estar en posibilidades de generar una herramienta de predicción.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo cuantificar las relaciones causa-efecto entre la dinámica sociodemográfica y la dinámica territorial en México en el periodo 1980-2000 y probar la consistencia de las relaciones encontradas en los modelos a fin de poder ser utilizados como herramientas de simulación del cambio de uso del suelo en México.

Después del conflicto revolucionario suscitado en la segunda década del siglo XX, la población mexicana inició

un fuerte proceso de crecimiento demográfico, alcanzando tasas anuales de 4.55 y 5.68 % en los periodos 1930-1950 y 1950-1970 respectivamente.

Aunado al fuerte crecimiento demográfico, México experimentó un proceso de concentración económica y cultural característico de los países en desarrollo. En las últimas dos décadas, fenómenos tales como la reestructuración económica y la intensa relocalización de los procesos productivos han impulsado cambios en el volumen, composición y modalidades de la migración interna, que se expresan en un proceso de redistribución de la población. Como consecuencia de las profundas transformaciones regionales, la atracción migratoria de las metrópolis ha tendido a declinar, hecho que se advierte en la desaceleración de su ritmo de crecimiento y en la disminución de su peso relativo en la población urbana total. Este fenómeno se ha visto acompañado por un intenso crecimiento en un número considerable de ciudades de tamaño intermedio, y por la multiplicación de las ciudades pequeñas (Figura 1).



Fuente: INEGI (2000 - b).

Figura 1. Evolución de la población que vive en grandes ciudades en México, 1950-2000.

La migración es el componente demográfico que tiene mayor incidencia en los procesos de distribución territorial y de urbanización. Este fenómeno involucra a millones de personas en el país, y su volumen ha crecido en forma notoria en los últimos decenios. La migración afecta en particular a las comunidades y entidades de expulsión, porque los emigrantes, provenientes de las regiones más atrasadas, por lo general tienen un nivel educativo superior a los que se quedan. Una característica similar se observa con relación a la actividad económica: los emigrantes suelen ocuparse en tareas de mayor calificación y mejor remuneradas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se consideraron ocho clases de uso del suelo y 24 originales variables sociodemográficas (Cuadro 1), debido

CUADRO 1. Variables originales sociodemográficas

Nombre de la variable	Descripción	Unidad
Clases de uso del suelo		
SUP	Superficie total	Km ²
AGR	Agrícola	Km ²
BOSQ	Bosque	Km ²
CDA	Cuerpos de agua	Km ²
MAT	Matorral	Km ²
OVN	Otra vegetación natural	Km ²
OUSOS	Otros usos	Km ²
PAST	Pastizal	Km ²
SELVA	Selva	Km ²
URB	Urbano	Km ²
Variables Sociodemográficas		
POB	Población total	
DENS	Densidad Hab por km ²	
NL_tot	Número de localidades totales	
NL_rur	Número de localidades rurales	
HL_rur	Habitantes en localidades rurales	
NL_urb	Número de localidades urbanas	
HL_urb	Habitantes en localidades urbanas	
NL2mq20m	Número de localidades de 2,500 a 20,000 habs.	
HL2mq20m	Habitantes en localidades de 2,500 a 20,000 habs.	
NL20m1cm	Número de localidades de 20,000 a 100,000 habs.	
HL20m1cm	Habitantes en localidades de 20,000 a 100,000 habs.	
NL1cm5cm	Número de localidades de 100,000 a 500,000 habs.	
NH1cm5cm	Habitantes en localidades de 100,000 a 500,000 habs.	
NL5cm1M	Número de localidades de 500,000 a 1 millón de habs.	
NH5cm1M	Habitantes en localidades de 500,000 a 1 millón de habs.	
NL1MYMAS	Número de localidades de 1 millón y mas habs.	
NH1MYMAS	Habitantes en localidades de 1 millón y mas habitantes.	
PEA	Población económicamente activa.	
POCUP	Población ocupada	
PAA	Población que trabaja en actividades agrícolas	
PNAT	Población nativa	
PNOE	Población nacida en otro estado	
PNOP	Población nacida en otro país	
PRNN	Población residente no nativa	
PALF	Población alfabeto	

a que las unidades de observación, es decir, las entidades federativas, difieren en tamaño territorial, fue necesario transformar las variables sociodemográficas de interés en 17 variables que pudieran ser comparables, esencialmente densidades y proporciones (Cuadro 1). Se cuantificó el estado de estas variables para los años 1980, 1990 y 2000. La unidad básica de medición y análisis fue cada entidad de la república, misma que fue dividida en tres regiones (Figura 2) con el fin de generar estratos que eliminaran la mayor variabilidad posible y con ello asegurar un mejor ajuste en los modelos. La regionalización utilizada se basó en la homogeneidad de condiciones económicas y naturales de cada región.

**Figura 2. Regionalización de México que se utilizó para ajustar los modelos**

Las lecturas de uso de suelo de 1980 y 1990 fueron tomadas de Herrera, (1990, 200). Estas mediciones se basan en lecturas cartográficas hechas sobre las Cartas de Vegetación y Uso del Suelo en México, con años fuente 1977 y 1993 respectivamente, las dos cartas a escala 1:1'000,000, ambas publicadas por el Instituto de Estadística Geografía e Informática. La lectura de Uso del Suelo 2000 fue obtenida de los resultados del Inventario Nacional Forestal Periódico de México 2000, Palacio, (2000).

Haciendo uso de la tasa anual de cambio entre los años 1977 y 1993, las lecturas de uso de suelo se extrapolaron linealmente a fin de tenerlas ubicadas en el mismo momento del tiempo que las variables sociodemográficas, es decir 1980 y 1990.

Las variables sociodemográficas fueron obtenidas de las publicaciones de resultados de los Censos de Población y Vivienda de México, años 1980, 1990 y 2000; producidos también por el INEGI. Con base en la revisión de literatura se seleccionaron las variables sociodemográficas de mayor influencia en la distribución del uso del suelo.

CUADRO 2. Conjunto completo de variables que se capturaron para el análisis.

	Nombre de la variable	Descripción	Unidad
Clases de uso de suelo	SUP	Superficie total	Km ²
	AGR	Agrícola	Km ²
	BOSQ	Bosque	Km ²
	CDA	Cuerpos de agua	Km ²
	MAT	Matorral	Km ²
	OVN	Otra vegetación natural	Km ²
	OUSOS	Otros usos	Km ²
	PAST	Pastizal	Km ²
	SELVA	Selva	Km ²
	URB	Urbano	Km ²
	Dens_tot	Densidad total	Habs por km ²
	Dens_rur	Densidad rural	Habs por km ²
	Dens_urb	Densidad urbana	Habs por km ²
	Dens_qmm	Densidad de población que vive en localidades de 500 mil habitantes y mas	Habs por km ²
	Dens_pta	Densidad de fuerza de trabajo agrícola	Habs por km ²
	Dens_nat	Densidad de población nativa	Habs por km ²
	Dens_mig	Densidad de población inmigrante	Habs por km ²
Dens_pea	Densidad de población económicamente activa	Habs por km ²	
Variables sociodemográficas		Densidad de población alfabeta	Habs por km ²
	Porc_rur	Proporción de la población total que vive en localidades rurales	
	Porc_urb	Proporción de la población total que vive en localidades urbanas	
	Porc_qmm	Proporción de la población total que vive en localidades de 500 mil y mas habitantes.	
	Porc_pta	Proporción de la población total que trabaja en actividades agrícolas	
	Porc_nat	Proporción de la población total que es nativa	
	Porc_mig	Proporción de la población total que es inmigrante	
	Porc_pea	Proporción de la población total que es económicamente activa	
	Porc_alf	Proporción de la población total que es alfabeta	

Análisis estadístico

La relación entre el cambio en el uso del suelo y el cambio en la dinámica demográfica es cuantificada por modelos de regresión múltiple ($Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + e$), usando el cambio de un determinado tipo de uso de suelo como variable dependiente y todas las demás variables sociodemográficas como variables independientes. Es nuestra hipótesis de que los cambios en las variables listadas en el Cuadro 2 pueden contribuir en la explicación de los cambios en los diferentes tipos de uso de suelo. Sin embargo, la correlación entre variables y las diferencias en el poder de explicación de cada una de éstas, causa que sólo algunas de las variables tengan una contribución significativa a los modelos de regresión múltiple. Un procedimiento estadístico Stepwise es usado para evitar la multicolinealidad y seleccionar las variables más significantes. El procedimiento Stepwise es un método que analiza el poder explicatorio de cada variable independiente tomando en cuenta la correlación de cada variable independiente con el resto del conjunto de las variables explicatorias.

Para asegurarse de que exista equilibrio en el modelo, es decir que si existe un incremento en una (o algunas) clase(s) se manifieste en un decremento en otra(s) clase(s), las clases que incrementan en superficie se modelan en función de las variables sociodemográficas y las clases que disminuyen se modelan en función de las clases que incrementan y de las variables sociodemográficas.

Validación del modelo

Para poder utilizar los modelos ajustados como herramientas de proyección es necesario probar la existencia de causalidad; es decir, que la variable dependiente efectivamente es explicada por el comportamiento de las variables independientes, valores como el coeficiente de determinación (R^2) dan una idea del ajuste del modelo, pero en ningún momento, valores altos de R^2 significan que exista causalidad, puede ser un indicador de autocorrelación, o bien, coincidencia estadística, para probar causalidad es necesario proyectar valores y compararlos con observaciones reales y comprobar que efectivamente las relaciones contenidas en el modelo representan aunque sea en aproximación las relaciones reales entre las variables estudiadas, para tal efecto, con los modelos ajustados para el periodo 1980-1990 se hizo una predicción del cambio en las clases de uso de suelo que sucedería en el periodo 1990-2000 en cada entidad federativa, utilizando por supuesto el cambio observado en las variables sociodemográficas observadas en el periodo 1990-2000, por medio de un análisis de comparación de medias se probó si había diferencia significativa entre los valores proyectados y los valores observados.

Se procedió de la misma forma para los modelos ajustados en el periodo 1990-2000, es decir, se hace una

predicción del cambio en las clases de uso de suelo para el periodo 1980-1990, utilizando los valores observados para ese periodo en las variables independientes.

Un análisis comparativo de los resultados obtenidos en ambos periodos permitió establecer las relaciones causa-efecto entre la dinámica territorial y la dinámica poblacional y la estabilidad de estas relaciones en el tiempo.

A fin de probar si los modelos obtenidos pueden predecir correctamente el cambio de uso del suelo y ser utilizados para simular la dinámica territorial y sean una herramienta de apoyo en la planeación del desarrollo territorial se realizó una prueba estadística de comparación de medias multivariadas.

Ho: Los valores simulados son iguales a los valores observados.

Estadístico de prueba:

$$T^2 = (\underline{X}_{m1} - \underline{X}_{m2} - \underline{\delta}_0)' \left[\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) S_{pond} \right]^{-1} (\underline{X}_{m1} - \underline{X}_{m2} - \underline{\delta}_0)$$

$$\text{Donde: } T^2 = \frac{(n_1 - n_2) - 2p}{(n_1 + n_2 - p)} F_{p, n_1 + n_2 - p - 1}^{(\alpha)}$$

$$S_{pond} = \frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2}{(n_1 + n_2 - p - 1)}$$

X_{m1} y S_1 Son el Vector de medias y la matriz de varianzas y covarianzas de muestrales de la Población 1 (Valores observados)

X_{m2} y S_2 Son el Vector de medias y la matriz de Varianzas y covarianzas muestrales de la Población 2 (Valores simulados).

$$c^2 = \frac{(n_1 - n_2 - 2)p}{(n_1 + n_2 - p - 1)} F_{p, n_1 + n_2 - p - 1}^{(\alpha)}$$

La prueba rechaza Ho al nivel de significancia α si $T^2 > c^2$ donde:

$F_{p, n_1 + n_2 - p - 1}^{(\alpha)}$ Es el percentil derecho de 100 α de la Distribución $F_{p, n_1 + n_2 - p - 1}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de las tendencias de cambio

Al observar los resultados lo primero que resalta a la luz son las tendencias de cambio que observan las diferentes clases de uso del suelo en los dos periodos estudiados.

Es observable que de 24 observaciones (ocho clases en tres regiones) el 62.5 % mantienen la tendencia de cambio, el restante 37.5 % invierten su tendencia. Las clases más estables en su tendencia son la clase pastizal y la clase urbano, que observan un incremento en los dos periodos en las tres regiones, mientras que la clase más inestable es cuerpos de agua, que invierte su tendencia en las tres regiones. La región más estable es la región centro donde 6 de las 8 clases (agrícola, matorral, otra vegetación natural, pastizal, selva y urbano) mantienen la tendencia de cambio, la más inestable es la región norte, donde 4 de las 8 clases (agrícola, cuerpos de agua, matorral y otra vegetación natural) invierten su tendencia de cambio.

Esta primera visión de las tendencias de cambio es un indicador importante de que el fenómeno estudiado es inestable en el tiempo, es decir sus tendencias son variables, lo cuál dificulta la posibilidad de modelarlo y o simularlo.

Ajustes en los modelos

Para el periodo 1980-1990 los Cuadros 3, 4 y 5 muestran los modelos obtenidos para la región norte, centro y sur respectivamente. Para el periodo 1990-2000 los Cuadros 6, 7 y 8 muestran los modelos para la región norte, centro y sur respectivamente.

La zona sur es donde se obtuvieron los valores de ajuste más altos, ya que 14 de 16 modelos ajustados observan valores de R^2 mayores a 0.90 y es la zona norte la que menores ajustes logro, donde 5 de 16 modelos ajustados están en el rango de R^2 menor a 0.75.

Las clases mejor ajustadas son los cuerpos de agua donde 5 de 6 modelos ajustados están en valores superiores a 0.90 y las clases con menor ajuste son la clase selva donde 3 de 6 modelos observan valores de R^2 menores a 0.75.

Comparación de variables independientes

Otro indicador importante de mencionar y resaltar es la diferencia en las variables que son seleccionadas por el procedimiento Stepwise, es decir las variables que contribuyen significativamente en la explicación del cambio de uso de suelo. Si entendemos a un parámetro como una tasa, el signo positivo indica una relación directa entre la variable dependiente y la variable independiente correspondiente a ese parámetro, el signo menos indica una relación inversa.

Los resultados indican que el 85.48 % del total de variables dependientes incluidas en los modelos difiere en los dos periodos, es decir las variables seleccionadas para explicar el cambio del uso de suelo en un periodo no son seleccionadas en el siguiente periodo.

Esta cifra es un indicador de la gran inestabilidad del cambio del uso del suelo en México, que aun y siendo cierta la hipótesis de que las variables sociodemográficas pueden contribuir en su explicación, se evidencia que los efectos de éstas son variantes en el tiempo.

Sólo el 7.66 % de las variables se manifiestan en los modelos en ambos periodos con el mismo efecto sobre el cambio en el uso del suelo, pero el 6.85 % se manifiesta con efectos contrarios sobre el cambio de uso de suelo, es decir, esta proporción de las variables cambia su efecto sobre el uso del suelo en México de un periodo a otro.

Comparación de valores simulados vs valores observados

El Cuadro 10 muestra los resultados obtenidos de la

prueba de medias multivariadas a fin de probar la hipótesis de que los valores simulados son iguales a los valores observados. Se observa que ninguno de los modelos ajustados simula valores iguales a los valores observados. Lo cual hace evidente que la dinámica territorial es un proceso inestable y por lo tanto, impredecible cuando esa predicción se hace en función de la dinámica sociodemográfica.

En general los 48 modelos ajustados (ocho clases en tres zonas por dos periodos) observan un alto nivel de ajuste o explicación (Cuadro 9); 30 de ellos tienen un valor de R^2 mayor a 0.90, lo cual manifiesta un valor de ajuste muy alto. Ocho modelos tienen un valor de R^2 mayor a 0.75 y menor a 0.90, lo cuál indica un valor de ajuste aceptable. Los restantes 10 observan un valor de R^2 menor a 0.75, un valor no aceptable.

CUADRO 3. Variables, parámetros y coeficientes de determinación de los modelos de regresión múltiple que explican el cambio de uso de suelo periodo 1980-1990 de las diferentes clases en la Región Norte.

Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro
Agrícola		Bosque		C. de Agua	
R2	0.98	R2	0.98	R2	0.99
CME	1430144.03	CME	19573.21	CME	23.61
INTERCEP	3751.42	INTERCEP	2585.25	INTERCEP	1164.57
DENS_QMM	-329.11	DENS_RUR	3085.41	DENS_RUR	-614.36
DENS_MIG	-13620.24	DENS_QMM	116.91	DENS_QMM	-30.79
DENS_PEA	-1137.20	DENS_PTA	-584.28	DENS_PTA	312.09
PORC_QMM	911.06	PORC_PTA	341.67	DENS_MIG	-1101.23
PORC_NAT	-1717.60	PORC_NAT	1384.45	DENS_PEA	-25.43
PORC_MIG	-1202.62	PORC_MIG	948.24	PORC_URB	-130.53
				PORC_QMM	68.51
				PORC_NAT	-151.31
MATORRAL		O. V. NAT.		OTROS USOS	
R2	0.97	R2	0.99	R2	0.99
CME	1865897.10	CME	196.17	CME	117.68
INTERCEP	-4051.56	INTERCEP	-23025.35	INTERCEP	-353.48
CDA	-7.84	BOSQ	9.37	BOSQ	0.07
URB	-58.88	DENS_TOT	144.86	PAST	0.05
DENS_RUR	-4361.35	DENS_RUR	-8901.66	URB	-1.66
DENS_PEA	-671.77	DENS_QMM	-97.41	DENS_PTA	30.73
		PORC_URB	1340.88	DENS_PEA	-47.13
		PORC_PTA	-1947.80	PORC_QMM	-2.19
		PORC_NAT	-14250.42		
		PORC_MIG	-13286.68		
		PORC_ALF	-479.78		
PASTIZAL		SELVA		URBANO	
R2	0.67	R2	0.44	R2	0.58
CME	1487570.65	CME	2412239.56	CME	1480.87
INTERCEP	829.52	INTERCEP	1241.01	INTERCEP	418.06
DENS_RUR	-5959.24	BOSQ	-0.71	DENS_RUR	-110.42
DENS_URB	-552.20	DENS_PEA	304.12	PORC_PEA	11.59
DENS_PEA	-191.96				

CUADRO 4. Variables, parámetros y coeficientes de determinación de los modelos de regresión múltiple que explican el cambio de uso de suelo periodo 1980-1990 de las diferentes clases en la Región Centro.

Variable Agrícola	Parámetro	Variable Bosque	Parámetro	Variable C. de Agua	Parámetro
R2	0.99	R2	0.76	R2	0.98
CME	98.28	CME	214502.78	CME	115.28
INTERCEP	2987.05	INTERCEP	151.57	INTERCEP	-44.61
DENS_URB	97.71	DENS_RUR	44.24	AGR	0.10
DENS_QMM	-104.67	DENS_ALF	-18.57	BOSQ	0.10
DENS_PTA	-161.36	PORC_RUR	-63.76	PAST	0.05
DENS_NAT	-101.04	PORC_QMM	-175.65	DENS_ALF	0.74
DENS_PEA	81.33	PORC_PTA	473.49	PORC_URB	5.96
PORC_URB	-178.58	PORC_NAT	1381.07	PORC_PEA	3.33
PORC_QMM	-145.70	PORC_MIG	1749.96	PORC_ALF	7.19
PORC_PTA	-375.71				
PORC_NAT	137.73				
PORC_MIG	-286.34				
MATORRAL		O. VEG. NAT.		OTROS USOS	
R2	0.95	R2		R2	0.76
CME	30833.01	CME	91404.32	CME	141.38
INTERCEP	-3543.17	INTERCEP	9122.30	INTERCEP	190.36
BOSQ	0.62	AGR	-1.25	PAST	0.02
DENS_PTA	-12.09	BOSQ	-0.88	URB	0.09
DENS_ALF	-13.57	PAST	-0.82	DENS_RUR	-1.86
PORC_ALF	588.47	DENS_RUR	-93.85	DENS_NAT	-0.65
		PORC_RUR	206.09	PORC_PEA	5.38
		PORC_PTA	-454.06		
		PORC_PEA	126.36		
		PORC_ALF	-631.81		
PASTIZAL		SELVA		URBANO	
R2	0.66	R2	0.49	R2	0.75
CME	229837.01	CME	129656.32	CME	1414.44
INTERCEP	508.26	INTERCEP	58.40	INTERCEP	-114.56
DENS_RUR	58.39	BOSQ	-0.50	DENS_NAT	2.18
DENS_ALF	16.28	URB	-2.32	PORC_URB	-10.35
PORC_QMM	181.62			PORC_ALF	29.34
PORC_MIG	-192.26				

CUADRO 5. Variables, parámetros y coeficientes de determinación de los modelos de regresión múltiple que explican el cambio de uso de suelo periodo 1980-1990 de las diferentes clases en la Región Sur.

Variable Agrícola	Parámetro	Variable Bosque	Parámetro	Variable C. de Agua	Parámetro
R2	0.99	R2	0.99	R2	0.99
CME	225.21	CME	21065.97	CME	8.93
INTERCEP	1871.55	INTERCEP	-5168.25	INTERCEP	203.05
DENS_TOT	124.75	DENS_RUR	-390.56	AGR	0.02
DENS_URB	-1747.09	DENS_PTA	1878.35	DENS_PTA	51.78
DENS_PTA	-3589.16	PORC_PEA	-116.57	DENS_NAT	11.40
DENS_PEA	425.50	PORC_ALF	314.56	DENS_ALF	-56.75
DENS_ALF	2308.07			PORC_QMM	1.08
PORC_NAT	-32.75			PORC_NAT	33.34

MATORRAL		O VEG. NAT.		OTROS USOS	
R2	0.39	R2	0.99	R2	.88
CME	12652.45	CME	12.07	CME	70487.88
INTERCEP	-29.13	INTERCEP	-2888.23	INTERCEP	415.45
DENS_PTA	-107.25	OUSOS	-0.34	PORC_URB	-73.27
		PAST	-0.06	PORC_MIG	273.93
		DENS_URB	209.65		
		DENS_PTA	-317.03		
		PORC_QMM	15.86		
		PORC_ALF	114.40		
PASTIZAL		SELVA		URBANO	
R2	0.99	R2	.99	R2	0.99
CME	0.004	CME	0.12	CME	42.62
INTERCEP	28953.86	INTERCEP	1590.49	INTERCEP	1136.75
DENS_QMM	16.41	AGR	-0.86	DENS_RUR	-17.61
DENS_PTA	970.29	BOSQ	-0.92	DENS_MIG	-164.47
DENS_MIG	-1961.19	OUSOS	-0.21	DENS_ALF	8.06
DENS_PEA	-521.43	PAST	-0.71	PORC_PEA	33.65
PORC_QMM	-28.23	DENS_PEA	103.35	PORC_ALF	62.21
PORC_PEA	804.24	DENS_ALF	-114.33		

CUADRO 6. Variables, parámetros y coeficientes de determinación de los modelos de regresión múltiple que explican el cambio de uso de suelo periodo 1990-2000 de las diferentes clases en la Región Norte.

Variable Agrícola	Parámetro	Variable Bosque	Parámetro	Variable C. de Agua	Parámetro
R2	0.99	R2	0.52	R2	0.99
CME	204.89	CME	198156393.2	CME	10722.23
INTERCEP	-5819.07	INTERCEP	-6138.08	INTERCEP	573.97
BOSQ	-0.21	PORC_NAT	-8266.14	BOSQ	-0.44
MAT	-0.06	MAT	-0.38		
PAST	-0.31	OVN	-0.36		
URB	12.07	PAST	-0.57		
DENS_URB	107.23	PORC_URB	-72.93		
DENS_MIG	1037.01	PORC_NAT	-161.75		
PORC_QMM	-56.40	PORC_PEA	-336.81		
PORC_PEA	341.74	PORC_ALF	398.71		
PORC_ALF	281.27				
MATORRAL		O. V. NAT.		OTROS USOS	
R2	.79	R2	.98	R2	
CME	24563214.52	CME	3342579.71	CME	
INTERCEP	18787.30	INTERCEP	-4021.80		
DENS_RUR	5885.53	DENS_TOT	-11833.88		
DENS_MIG	-6763.07	DENS_NAT	9570.37		
PORC_NAT	-2442.56	DENS_PEA	13636.35		
PORC_ALF	-2903.60	DENS_ALF	-4685.86		
		PORC_NAT	-10069.31		
		PORC_MIG	-5841.37		

PASTIZAL		SELVA		URBANO	
R2	.91	R2	.68	R2	.99
CME	27154898.7	CME	836673.34	CME	3.16
INTERCEP	-8853.50	INTERCEP	648.36	INTERCEP	73.47
DENS_TOT	5011.08	URB	-6.40	DENS_RUR	-23.31
DENS_MIG	-18933.87	PORC_MIG	-467.49	DENS_MIG	127.58
PORC_NAT	-11211.99			DENS_PEA	46.62
				PORC_RUR	-122.16
				PORC_QMM	8.22
				PORC_PTA	201.78
				PORC_NAT	30.65
				PORC_MIG	92.50
				PORC_PEA	-62.43

CUADRO 7. Variables, parámetros y coeficientes de determinación de los modelos de regresión múltiple que explican el cambio de uso de suelo periodo 1990-2000 de las diferentes clases en la Región Centro.

Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro
Agrícola		Bosque		C. de Agua	
R2	0.86	R2	0.99	R2	0.3
CME	257678.20	CME	56.25	CME	2615.28
INTERCEP	2141.59	INTERCEP	528.34	INTERCEP	79.04
DENS_RUR	250.66	AGR	-0.50	PORC_RUR	-12.81
DENS_NAT	-168.80	PAST	-0.08	PORC_QMM	-1.58
DENS_PEA	100.39	URB	1.59	PORC_PEA	-12.72
PORC_RUR	-124.29	DENS_RUR	12.11		
PORC_QMM	35.31	DENS_QMM	-0.80		
PORC_PTA	2247.91	DENS_PTA	-26.91		
PORC_PEA	202.73	DENS_MIG	-4.67		
		PORC_URB	81.96		
		PORC_MIG	298.85		
		PORC_PEA	165.63		
		PORC_ALF	-393.69		
MATORRAL		OVNAT.		OTROS USOS	
R2	0.96	R2	0.69	R2	
CME	90753.61	CME	48859.46	CME	
INTERCEP	21641.46	INTERCEP	-347.85		
AGR	-0.26	PAST	0.06		
PAST	-0.42	PORC_PEA	156.67		
DENS_RUR	-195.08	PORC_ALF	-148.59		
		DENS_PTA	-708.49		
		PORC_RUR	-391.01		
		PORC_QMM	-85.53		
		PORC_PTA	2793.71		
		PORC_NAT	1264.02		
		PORC_MIG	3885.21		
		PORC_ALF	-3155.10		
PASTIZAL		SELVA		URBANO	
R2	0.83	R2	0.89	R2	0.89
CME	748283.96	CME	334637.51	CME	4067.23
INTERCEP	2529.21	INTERCEP	526.29	INTERCEP	981.77

CUADRO 8. Variables, parámetros y coeficientes de determinación de los modelos de regresión múltiple que explican el cambio de uso de suelo periodo 1990-2000 de las diferentes clases en la Región Sur.

Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro
Agrícola		Bosque		C. de Agua	
R2		R2	0.97	R2	0.99
CME	1062725.58	CME	38082.25	CME	302.74
INTERCEP	-54.35	INTERCEP	-12637.93	INTERCEP	160.13
PORC_QMM	3841.36	URB	4.29	DENS_TOT	-26.99
		DENS_MIG	-649.48	DENS_RUR	227.27
		PORC_PEA	256.73	DENS_PTA	-500.37
		PORC_ALF	1617.07	PORC_NAT	15.86
MATORRAL		O. V. NAT.		OTROS USOS	
R2	0.99	R2	0.99	R2	
CME	2.11	CME	282.85	CME	
INTERCEP	-241.79	INTERCEP	18433.99		
AGR	0.14	DENS_URB	691.30		
DENS_QMM	136.70	DENS_ALF	1016.17		
DENS_PEA	63.40	PORC_URB	7337.67		
DENS_ALF	-25.12	PORC_PTA	4523.29		
PORC_QMM	-762.13	PORC_MIG	11059.93		
PORC_MIG	-37.91	PORC_ALF	-9264.82		
PASTIZAL		SELVA		URBANO	
R2	0.99	R2		R2	0.96
CME	37686.52	CME	1840.115187	CME	1254.28
INTERCEP	10482.00	INTERCEP	7344.09	INTERCEP	119.54
DENS_URB	425.12	DENS_URB	3624.41	DENS_RUR	-98.29
DENS_QMM	738.05	DENS_QMM	-5317.24	DENS_MIG	-85.07
DENS_PEA	-1533.31	DENS_PTA	14650.53	DENS_PEA	51.85
PORC_URB	-656.76	DENS_PEA	-8139.42	PORC_RUR	-29.85
PORC_NAT	-491.83	PORC_URB	-5709.43		
PORC_MIG	-2053.64	PORC_PEA	5093.69		

CUADRO 9. Valores de R² obtenidos en los modelos ajustados.

	Zona Norte		Zona Centro		Zona Sur		R ² >0.90	R ² >=0.75	R ² <0.75	
	1980-1990	1990-2000	1980-1990	1990-2000	1980-1990	1990-2000				
Agrícola	0.98	0.99	0.99	0.86	Agrícola	0.99	0.83	4	2	0
Bosque	0.98	0.52	0.76	0.99	Bosque	0.99	0.97	4	1	1
Cuerpos de Agua	0.99	0.99	0.98	0.30	Cuerpos de Agua	0.99	0.99	5	0	1
Matorral	0.97	0.79	0.95	0.99	Matorral	0.39	0.99	4	1	1
Otra Veg. Natural	0.99	0.98	0.96	0.69	Otra Veg. Natural	0.99	0.99	5	0	1
Pastizal	0.67	0.91	0.66	0.83	Pastizal	0.99	0.99	3	1	2
Selva	0.44	0.68	0.49	0.89	Selva	0.99	0.99	2	1	3
Urbano	0.58	0.99	0.75	0.89	Urbano	0.99	0.96	3	2	1
R ² > =0.90	5	5	4	2	R ² > =0.90	7	7	30		
0.90>R ² >= 0.75	0	1	2	4	0.90>R ² >= 0.75	0	1	(62.5 %)	8	
R ² < 0.75	3	2	2	2	R ² < 0.75	1	0		(16.6 %)	10
										(20.83%)

CUADRO 10. Resultados de la comparación de medias multivariadas a fin de probar la hipótesis de que los valores simulados son iguales a los valores observados.

Periodo	Región	N1	N2	P	Factor	GL1	GL2	F	C	T ²	Resultado
1980-1990	Norte	11	11	8	1.54	8	13	2.77	4.26	4816.73	SE RECHAZA Ho
1980-1990	Centro	13	13	8	1.41	8	17	2.55	3.60	8718.02	SE RECHAZA Ho
1980-1990	Sur	8	8	8	2.00	8	7	3.73	7.45	5427.68	SE RECHAZA Ho
1990-2000	Norte	11	11	8	1.54	8	13	2.77	4.26	189.31	SE RECHAZA Ho
1990-2000	Centro	13	13	8	1.41	8	17	2.55	3.60	491.74	SE RECHAZA Ho
1990-2000	Sur	8	8	8	2.00	8	7	3.73	7.45	744.68	SE RECHAZA Ho

CONCLUSIONES

La dinámica territorial de México durante el periodo 1980-2000 es un proceso inestable, las tendencias de cambio en las clases de uso de suelo son variantes durante ese periodo.

Durante el periodo 1980-2000 las clases de uso de suelo que muestran una dinámica de cambio más estables son la clase pastizal y la clase urbano, en ese mismo periodo la clase más inestable son los cuerpos de agua.

Durante el periodo 1980-2000 la región más estable en su dinámica territorial es la región centro, en ese mismo periodo, la región norte es la más inestable.

A pesar de ser altamente significativas las relaciones entre la dinámica sociodemográfica y la dinámica territorial, esas relaciones son cambiantes en el tiempo. Lo cual es un indicador que a escala nacional, tanto la dinámica territorial como la dinámica poblacional son fenómenos paralelos que están respondiendo de manera similar a las transformaciones que se están dando en otros sectores, principalmente en el sector económico y tecnológico.

LITERATURA CITADA

- HERRERA Y HERRERA, B. 1999. Proyecto Planeación Territorial y Deforestación. SEMARNAP. Universidad Autónoma Chapingo, México. 34 p.
- HERRERA Y HERRERA, B. 2000. Dinámica de cambio de la cubierta vegetal y los usos del territorio. Documento de ensayos metodológicos. AID-SEMARNAT-UACH. México, D. F.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1980. Resultados del Censo de Población y Vivienda. México. Disco Compacto.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1990. Resultados del Censo de Población y Vivienda. México. Disco Compacto.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 2000 (a). Resultados preeliminares del Censo de Población y Vivienda. México. Disco Compacto.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 2000 (b). Estadísticas del medio ambiente. Tomo 1. México. 198 p.
- PALACIO P., J. L. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones geográficas (43): 184-201.