

TENDENCIA Y PRONÓSTICO DEL USO DE LA TIERRA EN DOS COMUNIDADES RURALES DE LA CUENCA DEL RÍO TEXCOCO, MÉXICO

A. Palma-Trujano¹; C. A. Ortiz-Solorio¹; H. Vaquera-Huerta²

¹Colegio de Postgraduados. Especialidad de Edafología. C.P. 56230, Montecillo, México.

²Colegio de Postgraduados. Especialidad de Estadística. C.P. 56230, Montecillo, México.

RESUMEN

Dado que en México, no existen estudios que hayan analizado la dinámica del uso de la tierra a detalle en zonas rurales, la presente investigación generó la metodología que permite conocer la tendencia y pronóstico del uso de la tierra y del crecimiento de la población, considerando como estudio de caso dos comunidades ubicadas en la Cuenca del Río Texcoco. Se analizaron como variables; el uso urbano, el agrícola, el pecuario y el forestal. Para caracterizar el uso de la tierra se usaron fotografías aéreas escala 1:20000 de los años de 1970, 1983, 1989 y 1995. La información se complementó con entrevistas dirigidas a los productores. Se encontraron usos mayores de la tierra que cambian en escala, a medida que pasa el tiempo, influidas por el crecimiento de la población y la introducción de nueva tecnología.

PALABRAS CLAVE: Crecimiento de la población, uso urbano, uso agrícola, uso pecuario y forestal, tecnología, nivel de detalle.

TRENDS AND FORECASTS OF LAND USE IN TWO RURAL COMMUNITIES LOCATED IN THE TEXCOCO RIVER WATERSHED, MEXICO

SUMMARY

Because there are no studies that analyze the dynamics of land use in the rural areas of Mexico, this research created a methodology to determine the trends and forecasts in land use and population growth. Two communities located in the Texcoco River Basin were used as case studies. The variables analyzed were urban land use, agricultural land use, land used for grazing livestock and forest land. Aerial photographs with a scale of 1:20000 taken in 1970, 1983, 1989, and 1995 were used. This data was used in conjunction with interviews with farmers. The main land uses were found to have changed in scale over time, influenced by population growth and introduction of new technology.

KEY WORDS: Population growth, urban use, agricultural land use, land use for livestock and forestry, technology, degree of detail.

INTRODUCCION

En México no ha sido posible realizar la planeación del uso de la tierra en el medio rural a detalle, con la rapidez y veracidad que se requiere, debido no sólo a la carencia de recursos económicos y personal preparado, sino también a la falta de una metodología de trabajo que considere la tendencia y el pronóstico del uso de la tierra y la del crecimiento de la población, que sea susceptible de aplicar en otras comunidades en condiciones similares, a fin de tomar decisiones que beneficien al productor bajo un ordenamiento ecológico territorial detallado.

Pronosticar la distribución de la población urbana y su desarrollo, evita que los cambios sorprendan a la socie-

dad (Calder, 1967). Los modelos de proyección permiten predecir el crecimiento de la población, planear y prever la demanda de bienes y servicios (Unikel *et al.*, 1976). La agricultura tradicional utiliza técnicas intensivas en el uso de la tierra, sin embargo, en el sector moderno el uso de la tierra se inclina hacia la mecanización (Urquidi, 1979). En México, a la fecha no se dispone de datos confiables para evaluar la dinámica del uso del suelo, siendo evidente el cambio gradual del uso agropecuario y forestal por el uso urbano (Zaldívar, 1998). El uso urbano de la tierra es un problema físico ambiental que origina pérdida de recursos naturales, culturales y económicos (Escalona, 1998). En México el crecimiento de la población en 1995 llegó a ser de aproximadamente 80 millones de habitantes y se pronostica para el año 2025 sumará 160

millones (SAGAR, 1997). El aumento de la población y el déficit de alimentos, obligan a conocer los recursos naturales, a fin de planificar en forma adecuada su uso con miras a obtener incrementos en su producción (Mejía y Ortiz, 1986). El uso de la tierra es dinámico (Nunnally y Winter, 1970). El uso de la tierra rural incluye a la agricultura, la forestería, la caza y las áreas de recreo; el uso de la tierra urbano incluye los complejos industriales, los poblados y las actividades mineras (Vink, 1975). En cada uno de los tipos mayores de uso de la tierra rural, se encuentran una serie de usos específicos (Palma, 1996).

En la búsqueda de opciones que permitan planear el uso de la tierra en zonas rurales, la presente investigación consideró como objetivo: Generar la metodología de trabajo que permita conocer la tendencia y el pronóstico del uso de la tierra y la del crecimiento de la población, a detalle en zonas rurales, considerando como estudio de caso dos comunidades localizadas en el municipio de Texcoco, México, susceptible de aplicar en otras comunidades, bajo condiciones similares.

MATERIALES Y METODOS

Se eligieron dos comunidades objeto de estudio, con usos de la tierra, condiciones fisiográficas, cantidad y calidad de servicios, costumbres y tradiciones diferentes, representativas del medio rural: San Diego Tlayotlacán y San Pablo Ixayoc, localizadas en el municipio de Texcoco, Edo. de México. La primera entre los meridianos $98^{\circ} 53' 00''$ y $98^{\circ} 51' 00''$ longitud oeste y entre los paralelos $19^{\circ} 31' 00''$ y $19^{\circ} 29' 00''$ latitud norte, cubriendo una superficie de 296 ha. La segunda comunidad se localiza entre los meridianos $98^{\circ} 49' 00''$ y $98^{\circ} 42' 00''$ longitud oeste y entre los paralelos $19^{\circ} 30' 00''$ y $19^{\circ} 24' 00''$ latitud norte, cubriendo una superficie de 1006 ha (INEGI, 1982).

La metodología de trabajo consideró la obtención de la información administrativa, biofísica, social y económica, la delimitación de las comunidades objeto de estudio sobre fotografías aéreas, la foto-interpretación de los tipos de uso de la tierra; también se recopiló información de los servicios públicos y del crecimiento de la población. La información básica se obtuvo de los expedientes y el censo realizado en 1999 en cada comunidad, se hizo una revisión de bibliografía para complementar la información técnica. Los datos se complementaron con recorridos de campo y entrevistas dirigidas a los productores y representantes locales. Para caracterizar el uso de la tierra, se consideraron como variables: el uso urbano, el uso agrícola, el uso pecuario y el uso forestal. Las variables se delimitaron sobre fotografías aéreas escala 1:20000, de los años 1970, 1983, 1989 y 1995, esta última información se actualizó a 1999. Con el apoyo del restituidor "Stereosketch" se pasó la información de las fotografías aéreas a mapas base, elaborando así la cartografía de los tipos de uso de la tierra a escala 1:10000 para las cuatro épocas bajo estudio. La información permitió determinar la tendencia y pronóstico del uso de la tierra en ambas comunidades. El análisis de las variables se hizo con el apoyo del software "Statistical" versión 5.0, considerando dos criterios: El área de cada comunidad se dividió en cuadros de 1 km de lado, tomando como referencia las coordenadas de la Cuadrícula Universal Transversal de Mercator (CUTM) y el segundo criterio, consideró el área total de cada comunidad (Figura 1 y 2). El análisis de la información dio como resultado los modelos matemáticos de regresión polinomial que ha seguido el uso de la tierra y el crecimiento de la población en los últimos treinta años, mismos que permiten pronosticar su tendencia.

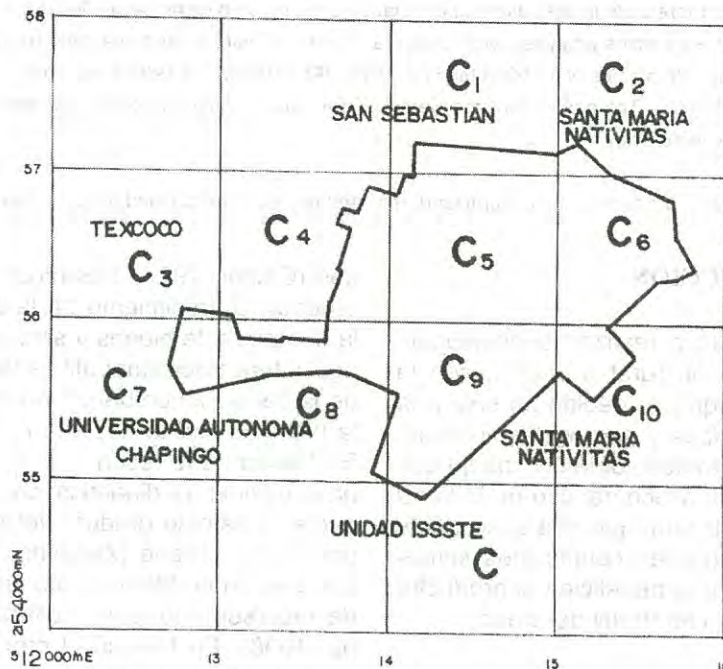


Figura 1. Cuadrícula Universal Transversal de Mercator (CUTM) Comunidad de San Diego Tlayotlacán.

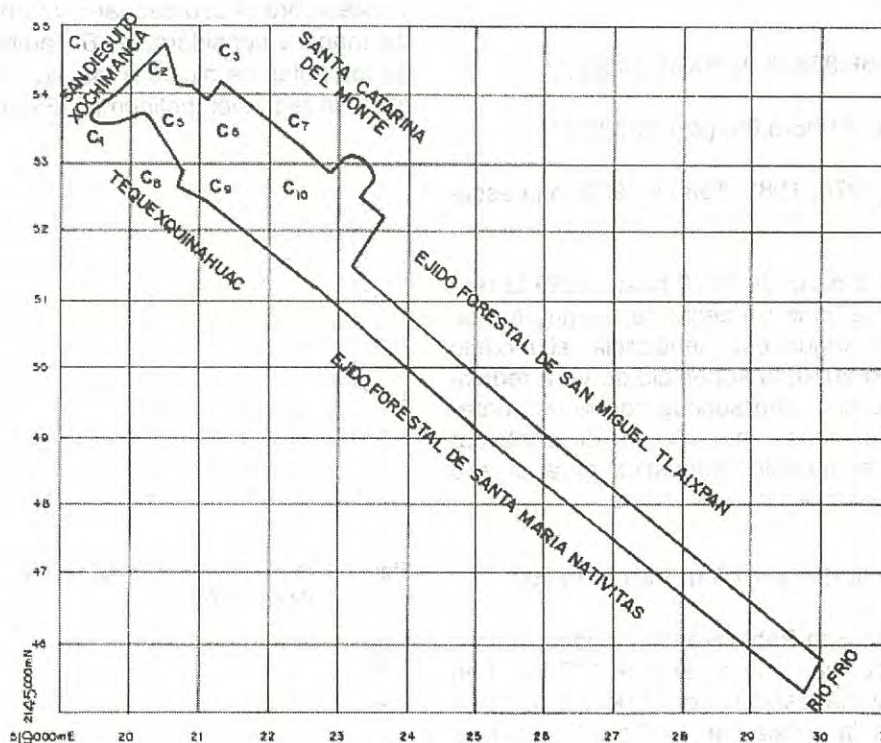


Figura 2. Cuadrícula Universal Transversa de Mercator (UTM) Comunidad de San Pablo Ixayoc.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variables del uso de la tierra en San Diego Tlaylotlacan.

En la comunidad de San Diego Tlaylotlacán, se identificaron usos específicos que desde 1970, a la fecha no han cambiado, como el área destinada a la iglesia y panteón que ocupan 3 ha, la zona deportiva con 1.5 ha y la superficie que ocupan los cuerpos de agua con 4 ha. Existen otros usos específicos que han variado en el tiempo en menor escala como el dedicado a la industria, la zona escolar y los caminos, a diferencia de los usos mayores de la tierra, como el urbano y el agrícola que han sufrido cambios en sus dimensiones en forma considerable (Cuadro 1).

CUADRO 1. Dinámica del uso de la tierra en San Diego Tlaylotlacán desde 1970 hasta 1999.

Años	Uso urbano ha	Uso agrícola ha	Uso industrial ha	Uso escolar ha	Caminos ha
1970	15.60	260.81	0.00	0.50	10.59
1983	22.60	252.81	0.00	1.50	10.59
1989	41.50	232.41	2.00	2.00	10.59
1999	58.70	212.40	2.00	2.00	12.40

De las 296.00 ha de superficie total, en 1970 la superficie urbana ocupaba 15.60 ha, para 1983 tuvo un incremento de 44.8%, de 1983 a 1989 incrementó 83.6%, de 1989 a 1999 el incremento fue de 41.4%. Lo contrario sucedió con el uso de la tierra agrícola, en 1970 se registran 260.81 ha, para 1983 se redujo 3%, de 1983 a 1989 se redujo 8% y de 1989 a 1999 disminuyó 8.6%. El análisis de estos usos, señala cómo el uso urbano ejerce fuerte presión sobre el uso agrícola, modificando su escala de manera considerable. Los datos se ajustaron a los siguientes modelos matemáticos de regresión polinomial (Figura 3).

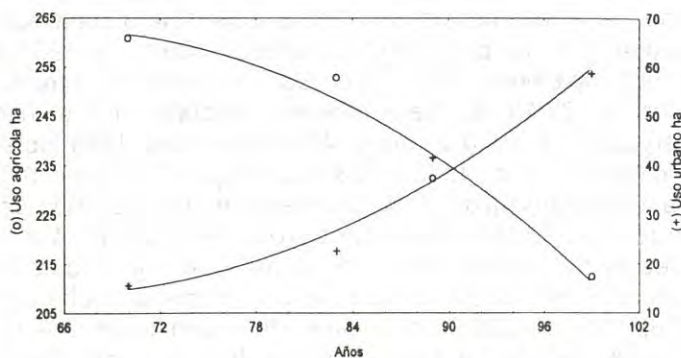


Figura 3. Modelos de tendencia del uso de la tierra agrícola y uso urbano en San Diego Tlaylotlacán.

Modelos de ajuste:

$$\text{Uso agrícola (y)} = 68.858 + 5.927(X) - 0.045(X)^2$$

$$\text{Uso urbano (y)} = 178.906 - 5.097(X) + 0.039(X)^2$$

Donde; X = años (1970, 1983, 1989 y 1999) a la escala del eje X.

Es de notar cómo a partir de 1970 hasta 1999 la tendencia del uso agrícola tiene un decremento muy fuerte, de tal forma, que de seguir esta tendencia, el modelo pronostica para el año 2010, la superficie se verá reducida a 176.30 ha. Caso contrario sucede con el uso urbano, al manifestar un ascenso muy rápido, de continuar con esta tendencia, el modelo pronostica para el año 2010, la superficie urbana llegará a 90.13 ha.

VARIABLES DEL USO DE LA TIERRA EN SAN PABLO IXAYOC.

En la comunidad de San Pablo Ixayoc, se identificaron usos de la tierra específicos que a partir de 1970 no han cambiado, como la zona escolar con 1.00 ha, el área dedicada al panteón y la iglesia con 1.00 ha, los arroyos ocupan 12.60 ha, el área deportiva con 1.00 ha y los caminos cubren 17.00 ha, a diferencia de los usos mayores de la tierra como el urbano, el agrícola, el pecuario y el forestal que han sufrido grandes cambios a través del tiempo en su escala (Cuadro 2).

CUADRO 2. Dinámica del uso de la tierra en San Pablo Ixayoc desde 1970 hasta 1999.

Años	Uso urbano ha	Uso agrícola ha	Uso pecuario y forestal ha
1970	2.40	451.00	520.00
1983	4.80	463.70	505.00
1989	7.90	462.50	503.00
1999	13.60	457.80	502.00

De las 1006.00 ha de superficie total de la comunidad de San Pablo Ixayoc, en 1970 la superficie urbana ocupaba 2.40 ha, para 1983 incrementó 100%, de 1983 a 1989 incrementó 64.5%, de 1989 a 1999 el incremento fue de 72.15 %. Caso diferente sucedió con el uso agrícola, en 1970 ocupaba 451.00 ha, para 1983 incrementó 2.8 %, de 1983 a 1989 se redujo 0.2 % y de 1989 a 1999 disminuyó 1.0 %. El incremento en superficie del uso agrícola que ocurrió de 1970 a 1983, se debió a la reducción en área que sufrió el uso pecuario y forestal, es decir; en 1970 el uso pecuario y forestal ocupaba una superficie de 520.00 ha y para 1983 perdió espacios en 2.8 %, de 1983 a 1989 se redujo 0.39 % y de 1989 a 1999 disminuyó 0.19 %.

El análisis de estos usos de la tierra, confirman como el uso urbano ejerce fuerte presión sobre el uso agrícola

y este sobre el uso pecuario y forestal, ganando espacios de manera considerable. En ambos casos, la tendencia de los datos se ajustó a los siguientes modelos matemáticos de regresión polinomial (Figura 4 y 5).

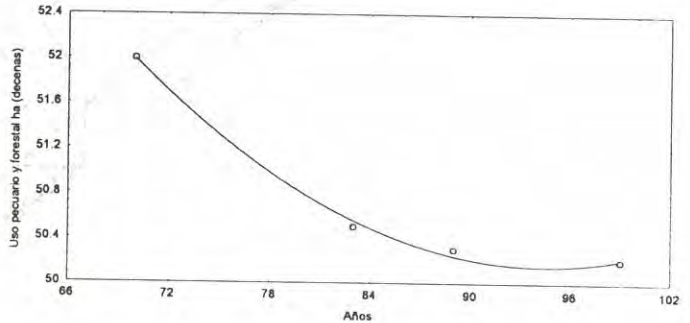


Figura 4. Modelo de tendencia del uso pecuario y forestal en San Pablo Ixayoc.

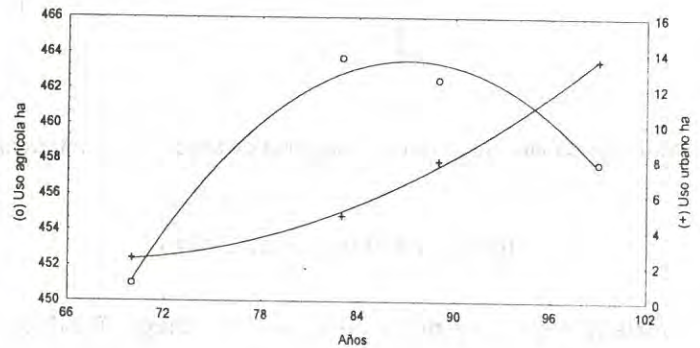


Figura 5. Modelos de tendencia del uso agrícola y del uso urbano en San Pablo Ixayoc.

Modelos de ajuste:

$$\text{Uso pecuario y forestal (y)} = 77.632 - 0.582(X) + 0.003(X)^2$$

$$\text{Uso agrícola (y)} = 141.459 + 7.396(X) - 0.042(X)^2$$

$$\text{Uso urbano (y)} = 53.754 - 1.529(X) + 0.011(X)^2$$

Donde; X = años (1979, 1983, 1989 y 1999) a la escala del eje X.

Es de notar cómo a partir de 1970 hasta 1983, la tendencia del uso pecuario y forestal tiene un decaimiento muy fuerte y después de esta fecha hasta 1999 tiene un descenso muy lento, de tal manera que de seguir esta tendencia, el modelo pronostica para el año 2010, la superficie llegará a 499.00 ha. En el caso del uso agrícola, se observa cómo a partir de 1970 hasta 1983, la superficie asciende y después de 1983 tiene un descenso muy fuerte, de tal manera que de seguir esta tendencia, el modelo pronostica para el año 2010 llegar a cubrir una

superficie de 443.50 ha. Situación diferente sucedió con el uso urbano, manifestando un ascenso muy rápido, de continuar con esta tendencia, el modelo pronostica para el año 2010, la superficie en el uso urbano llegará a 18.66 ha.

Crecimiento de la población

Información que resultó diferente a trabajos similares, es la que reflejan las entrevistas dirigidas a los productores, al señalar al crecimiento de la población, a la introducción de nueva tecnología y a la cantidad y calidad de los servicios públicos que hay en las comunidades, como las principales causas que han motivado los cambios en el uso de la tierra. Esto complementa lo citado por Salazar (1886), al mencionar que en el uso de la tierra influyen varios factores, entre ellos el producto a obtener, la intensidad del capital, el tamaño del predio, el nivel de conocimiento técnico, la intensidad de la mano de obra y el tipo de tenencia de la tierra.

Crecimiento de la población en San Diego Tlayotlacán

A partir de 1970, el cambio que ha ocurrido en la comunidad de San Diego Tlayotlacán con relación al crecimiento de la población total, la originaria, la inmigrante y la migrante ha sido rápido (Cuadro 3). Se encontró que la población total incrementó de 1970 a 1983 en 206%, de 1983 a 1989 en 128% y de 1989 a 1999 en 242%. El análisis de la población total para cada año permitió obtener los siguientes resultados: en 1970, el 94% correspondió a población originaria, el 4.0% a población inmigrante y el 2.0% a población migrante; en 1983, el 95.0% correspondió a población originaria, el 3.0% a población inmigrante y el 2.0% a población migrante; en 1989, el 87.0% correspondió a población originaria, el 11.0% a población inmigrante y el 2.0% a población migrante; en 1999, el 79.0% correspondió a población originaria, el 17.0% a población inmigrante y el 4.0% a población migrante.

CUADRO 3. Dinámica del crecimiento de la población en San Diego Tlayotlacán desde 1970 hasta 1999.

Años	Población total	Población originaria	Población inmigrante	Población migrante
1970	1440	1356	54	30
1983	2975	2835	75	65
1989	3820	3322	409	89
1999	9230	7317	1581	332

La tendencia de los datos del crecimiento de la población total se ajustó al siguiente modelo matemático de regresión polinomial (Figura 6).

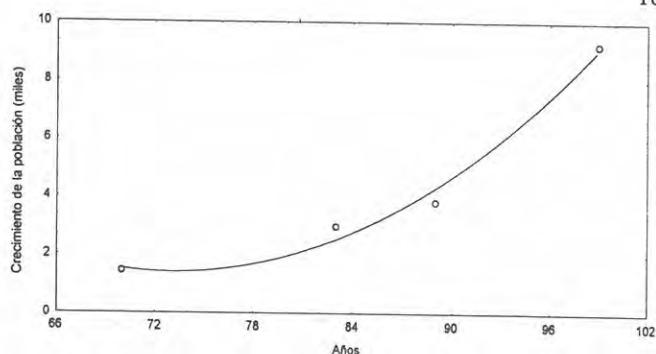


Figura 6. Modelo de tendencia del crecimiento de la población total en San Diego Tlayotlacán.

Modelo de ajuste:

$$\text{Crecimiento de la población (y)} = 62.869 - 1.681(X) + 0.011(X)^2$$

Donde; X = años (1970, 1983, 1989 y 1999) a la escala del eje X.

Es evidente cómo el crecimiento de la población total tiene un crecimiento ascendente muy rápido, de tal manera que de seguir esta tendencia, el modelo pronostica para el año 2010 la población llegará a la suma de 11059 habitantes.

Crecimiento de la población en San Pablo Ixayoc.

A partir de 1970, el cambio en la comunidad de San Pablo Ixayoc con relación al crecimiento de la población total, la originaria, la inmigrante y la migrante ha sido lento (Cuadro 4). Se encontró que la población ha incrementado; de 1970 a 1983 en 63%, de 1983 a 1989 en 34% y de 1989 a 1999 en 73%. El análisis de la población total en cada año, permitió obtener los siguientes resultados: en 1970, el 100% correspondió a población originaria; en 1983, el 98% correspondió a población originaria y el 2.0% a población migrante; en 1989, el 98.0% correspondió a población originaria y el 2.0% a población migrante; en 1999, el 98.0% correspondió a población originaria, el 0.6% a población inmigrante y el 1.4% a población migrante.

CUADRO 4. Dinámica del crecimiento de la población en San Pablo Ixayoc desde 1970 hasta 1999.

Años	Población total	Población originaria	Población inmigrante	Población migrante
1970	450	450	0	0
1983	733	719	0	14
1989	985	965	0	20
1999	1702	1666	12	24

La tendencia de los datos del crecimiento de la población total se ajustó al siguiente modelo matemático de regresión polinomial (Figura 7).

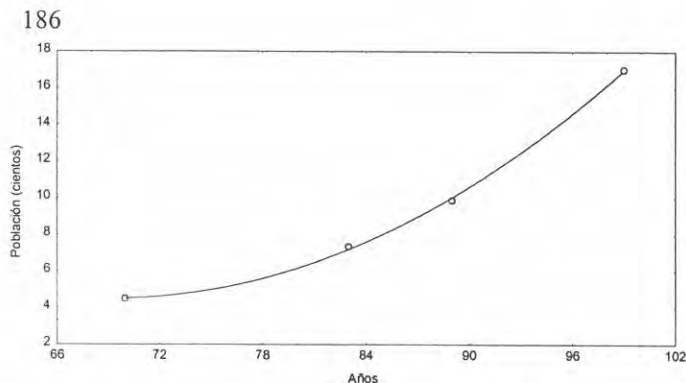


Figura 7. Modelo de tendencia del crecimiento de la población total en San Pablo Ixayoc.

Modelo de ajuste:

$$\text{Crecimiento de la población (y)} = 71.977 - 1.949(X) + 0.014(X)^2$$

Donde; X = años (1979, 1983, 1989 y 1999) a la escala del eje X.

Es de notar cómo el crecimiento de la población total tiene un crecimiento ascendente, de tal manera que de continuar esta tendencia, el modelo pronostica para el año 2010 llegar a sumar 2698 habitantes.

ANÁLISIS COMPARATIVO

Comunidad de San Diego Tlayotlacan

Se localiza aproximadamente a tres kilómetros al este de la ciudad de Texcoco, se caracteriza por su uso urbano desordenado, crecimiento de la población rápido, predomina el uso agrícola de riego, lo cual lo hace versátil y tecnificado, es evidente la presencia de una fábrica que produce llantas de hule. De acuerdo con Jung (1972), la agricultura es considerada periurbana. Esta comunidad es un lugar potencial de atracción de población inmigrante por la cantidad y calidad de servicios que posee, aunado a la cercanía con la ciudad de Texcoco y el Distrito Federal.

Comunidad de San Pablo Ixayoc

Se localiza aproximadamente a ocho kilómetros al este de la ciudad de Texcoco, se caracteriza por tener crecimiento de la población y urbano lento, la inmigración está restringida. El uso pecuario y forestal es versátil, por las condiciones que presenta, Unikel (1976), lo considera rural.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que dada la representatividad que las dos comunidades objeto de estudio tienen en el país, esta metodología es susceptible de aplicar en otras zonas rurales de México, a fin de ayudar en la toma de

decisiones que beneficien al productor bajo un ordenamiento ecológico territorial detallado.

El análisis de la información por cuadrantes y de manera general en ambas comunidades, indica que los habitantes, definen calles principales y un lugar como centro de la comunidad (en este caso resultaron ser en conjunto la iglesia, la zona escolar y la delegación o centro social) y a partir de estos elementos, el crecimiento de la población, el uso urbano y la calidad y cantidad de los servicios públicos disminuyen.

Los modelos matemáticos de regresión polinomial permiten predecir la tendencia del uso de la tierra y el crecimiento de la población a corto plazo de manera objetiva y dejan claro que existen usos de la tierra que cambian de escala con el paso del tiempo, tal es el caso del uso urbano que ejerce fuerte presión sobre el uso agrícola y el uso agrícola sobre el uso pecuario y forestal, motivado por el crecimiento de la población, la introducción de nueva tecnología y la presencia de servicios públicos.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1982. Carta topográfica (chalco) E14B31, escala 1: 50000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, DF.
- CALDERON. 1967. El Mundo en 1984, México. Editorial Siglo XXI, México D.F. 120p.
- ESCALONA M., M.J. 1998. Análisis del avance urbano sobre la agricultura periurbana y el cambio de uso del suelo en la subregión de Texcoco. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, División de Postgrado. Universidad Nacional Autónoma de México. México. DF. 390 p.
- JUNG J. 1972. La ordenación del espacio rural. Colección nuevo urbanismo, Instituto de estudios de administración local, Madrid España. 120 p.
- MEJÍA V., L.E.; C. A. ORTÍZ S. 1986. Uso del levantamiento fisiográfico para propósitos de evaluación de tierras en la Cuenca del Río Texcoco. Agrociencia No. 65. Centro de Edafología, Chapingo México. pp 79-104.
- NUNNALLY R.N.; R. WINTER E. 1970. Remote sensing for land-use studies. Photogrammetric engineering, vol. 36 (5), 449-453.
- PALMA T., A. 1996. Tipología del uso forestal de la tierra de la región norte de la Sierra Nevada y su cartografía. Tesis de Maestría. Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados. México. 101 p.
- SAGAR; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 1997. Informe anual, México. DF.50 p.
- UNIKEL L., et al. 1976. El desarrollo urbano de México, diagnóstico e implicaciones futuras. Segunda ed. Colegio de México. 475 p.
- URQUIDI V., J. 1979. Crecimiento de la población y cambio agrario. Colegio de México. México DF. 392 p.
- VINK A., P.A. 1975. Land use in advancing agriculture. Springer-verlag, Berlín. 393 p.
- ZALDÍVAR M.,P. 1998. Expansión urbana e intensificación agrícola en el uso del suelo y agua en la Región de Texcoco, Estado de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 190 p.