

# ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA ZONA CENTRAL DE MÉXICO. CASO DE ESTUDIO LA CUENCA DEL RÍO TENANCINGO, MÉXICO

*Salvador Adame Martínez<sup>1</sup>*

*Edel Cadena Vargas<sup>2</sup>*

## **Resumen**

Este trabajo tiene como finalidad establecer estrategias de ordenamiento territorial en la principal zona florícola de México, la cuenca del río Tenancingo en el Estado de México. Para lograrlo, se empleó información bibliográfica y cartográfica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, principalmente, y trabajo de campo. Los resultados muestran que la actividad principal es la producción de flor a cielo abierto y en invernadero, y que, por cómo se realiza, requiere un manejo sustentable del suelo y del agua, insumos básicos de esta actividad económica. De igual forma, desde el punto de vista económico y ambiental, sería importante, buscar fuentes paralelas de producción como alternativa de ingresos.

Palabras clave: Tenancingo, ordenamiento territorial, floricultura

## **Abstract**

The objective of this paper is to establish territorial planning strategies in Mexico's main floricultural area, in Tenancingo's river basin in the State of Mexico. Bibliographic and cartographic information was used from the National Statistics, Geographic, and Informatics Institute (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI). The results show that the main activity is flower production in open fields and at green houses. Such production requires a sustainable water and soil management, which are a basic part of this economic activity. In the same way, from an environmental and economical perspective, it would be important to look for other sources for production as an income alternative.

Keywords: Tenancingo, territorial planning, floriculture

---

<sup>1</sup> Doctor. Facultad de Planeación Urbana y Regional-UAEMEX. Tel 722-2194613 E-mail: [adame\\_ms@uaemex.mx](mailto:adame_ms@uaemex.mx)

<sup>2</sup> Doctor. Facultad de Geografía-UAEMEX. Tel 722-2194613 E-mail: [edelcadena@yahoo.com.mx](mailto:edelcadena@yahoo.com.mx)

## **Resumo**

Este é o objetivo principal do presente trabalho estabelecer estratégias de uso da terra na flor principal do México, Tenancingo Bacia no Estado do México. Para isso, foi utilizada a informação bibliográfica e cartográfica do Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), principalmente, e trabalho de campo. Os resultados mostram que a principal atividade é a produção de flor a se abrir e estufa, e, como realizar, exige uma gestão sustentável do solo e água, insumos básicos para esta atividade. De modo semelhante, a partir do ponto de vista económico e ambiental, é importante, olhar para as fontes de paralelas de produção e de rendimento alternativa.

Palavras-chave: Tenancingo, planejamento territorial, floricultura

## **1. Introducción**

Los aspectos que se abordan en este trabajo corresponden al subsistema natural y socioeconómico de la cuenca del río Tenancingo, con la finalidad conocer las características biofísicas, sociales y económicas de la misma. El propósito es, en un segundo momento, proponer bases para la planificación territorial regional y de manejo de recursos naturales, e identificar las áreas más recomendables para el desarrollo de las actividades productivas, así como coadyuvar en la protección, preservación, restauración y aprovechamiento racional de aquellos elementos que integran al medio ambiente.

La base conceptual y metodológica para la elaboración de la presente investigación, fue el ordenamiento territorial, en sus fases de caracterización o descripción y diagnóstico. Para su elaboración se empleó la información cartográfica temática a escala 1:5000 publicada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Síntesis de Información Geográfica del Estado de México del INEGI, ortofotomapas del IGECM y los datos estadísticos climáticos del Servicio Meteorológico Nacional, entre otras fuentes.

Los resultados de la investigación indican que la cuenca ha presentado cambios en su estructura territorial, siendo uno de los factores de cambio la agricultura, en específico la floricultura, misma que ha desplazado a los frutales de aguacate y durazno, además de los cultivos tradicionales de una manera significativa. Con el tiempo el cultivo de la flor ha ido desarrollándose de manera importante en la cuenca, debido a su rentabilidad y a la demanda del mercado local, estatal, nacional e internacional.

## 2. Subsistema natural

*Localización geográfica.* La zona de estudio se localiza entre los 18° 47' 51" y 19° 6' 41" de latitud norte y 99° 29' 58" y 99° 45' 17" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, y cuenta con una superficie de 34, 945.5 hectáreas (Figura 1). Los municipios que integran la cuenca son los siguientes: Toluca, Tenango del Valle, Joquicingo, Malinalco, Tenancingo, Villa Guerrero, Ixtapan de la Sal y Zumpahuacan, aunque solo una parte de los mismos, ya que ninguno de ellos está comprendido completamente dentro del área de estudio (Cuadro 1 y Figura 1). Los casos de Toluca, Malinalco y sobre todo de Ixtapan de la Sal, son excepciones ya que este último municipio apenas cuenta con 128.83 m<sup>2</sup>.

Municipio	Superficie (ha)	Porcentaje
Toluca	196.25	0.56
Tenango del Valle	9,027.68	25.83
Joquicingo	1,068.91	3.06
Ixtapan de la Sal	0.01	0.00
Malinalco	258.53	0.74
Tenancingo	13,921.57	39.84
Villa Guerrero	3,617.09	10.35
Zumpahuacan	6,855.46	19.62
Total	34,945.50	100.00

*Fisiografía.* La cuenca del río Tenancingo, se encuentra entre dos provincias fisiográficas, que son: Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. La primera cubre la mayor parte del territorio de la cuenca, abarca lo que es el norte y centro de la misma (aproximadamente hasta el sur de la ciudad de Tenancingo); en tanto la segunda, cubre prácticamente toda la parte sur.

La provincia del Eje Neovolcánico comprende tres subprovincias, de acuerdo al INEGI (2001), una de ellas es la llamada Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, y es donde se localiza el área de estudio, y además, se encuentran algunos de los volcanes más elevados del país, como es el caso del Volcán Nevado de Toluca, sitio donde se origina el río Arroyo Grande o Tenancingo. Esta subprovincia abarca totalmente los municipios de Toluca, Tenango del Valle y Joquicingo, que forman parte de la cuenca del río Tenancingo y cubre parcialmente los municipios de Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.

Con lo que respecta a la provincia Sierra Madre del Sur, está integrada por tres subprovincias, entre la que destaca la de Sierras y Valles Guerrerenses. Abarca completamente el municipio de Zumpahuacan y parte de los municipios de Tenancingo y Villa Guerrero. La subprovincia se caracteriza, por un sistema de topofomas representativas como son: sierras de cumbres tendidas, cuyas laderas son escarpas y está constituida predominantemente de rocas volcánicas basálticas, y en la zona de estudio tiene rocas sedimentarias calcáreas, las altitudes que prevalecen en ella son superiores a 2000 metros, pero descienden hacia el sur (INEGI, 2001). La parte sur de la cuenca, es prácticamente un terreno montañoso, a excepción de la zona por donde corre el río Tenancingo y sus márgenes que es un amplio valle productivo.



Figura 1. Localización de la cuenca del río Tenancingo, México.

*Clima.* Los tipos de clima del área de estudio, de acuerdo al INEGI (2001) son los siguientes: **E(T)H** (frío o polar); es un clima denominado como frío de altura. Se presenta en la parte alta del Nevado de Toluca. Del análisis de los datos climatológicos reportados por el Servicio Meteorológico Nacional, de esta estación, se tiene que la precipitación anual es de 1072.6 mm en promedio, el mes más húmedo corresponde a julio con 238.6 mm en promedio y el más seco a marzo con 14.2 mm. En cuanto a la temperatura, la media anual es de 3.8° C, la temperatura media del mes más caluroso es de 5.1 °C y corresponde a mayo, y el mes más frío es enero con 2.3 °C. En esta zona se presentan heladas, la información climatológica indica que el

periodo en que las heladas se presentan, en esta parte de la cuenca, va desde octubre hasta marzo.

**C(E) (w<sub>2</sub>) (w)**, semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad. Este clima se presenta en las laderas del volcán Nevado de Toluca, que corresponde a la parte más alta de la cuenca del Tenancingo, las altitudes fluctúan entre los 2700 m y los casi 4000 m.

**C(w<sub>2</sub>) (w)** (es un clima templado subhúmedo con lluvias en verano). De acuerdo al INEGI (2001), estos climas son considerados mesotérmicos, debido a que la temperatura media de los meses más cálidos y más fríos no es muy alta ni muy baja; en la zona de estudio son los de mayor influencia y por su extensión, los que los hace ser los más importantes.

Aunque el INEGI (2001), reporta que la temperatura y la precipitación de este tipo de clima permiten el desarrollo de la agricultura de temporal. No obstante, debido a lo accidentado del relieve de la cuenca, existen relativamente pocas áreas planas donde se puede realizar la siembra de determinados cultivos, considerando ciertas restricciones moderadas.

**A(C)wg.** Estos climas se caracterizan por tener una temperatura media anual mayor de 22°C y una temperatura media del mes más frío mayor de 18°C.

En resumen se puede señalar que existe un gradiente térmico, que va de norte a sur, en el norte prospera el clima frío y templado y en la zona centro y sur de la cuenca el clima cálido, esto está directamente relacionado con la topografía, ya que las mayores altitudes se encuentran en el norte y a medida que se avanza hacia el sur, esta va decreciendo de manera significativa.

*Geología.* De acuerdo a la carta geológica del INEGI a escala 1:50000, reporta para la zona de estudio que la cuenca al formar parte del Sistema Volcánico Transversal, tiene por consiguiente rocas de tipo volcánico. Así en las laderas del Nevado de Toluca se localizan rocas ígneas extrusivas ácidas (Igea) hasta una altitud aproximada de 3000 m, y además se encuentra una pequeña área de brecha volcánica (Bv). Y también en las laderas de este volcán y más abajo que las rocas ígneas, se encuentra una amplia zona de rocas conocidas como Tobas (T), que se extiende, junto al río principal, llegando hasta la parte centro de la cuenca. Además, están rodeando a manera de herradura al basalto. Estas rocas se localizan en las localidades: colonia Azteca, San Román, San Pedro Tlanisco, San José y Cruz Vidriada.

En la parte central de la cuenca, desde el norte hasta el centro, predomina el basalto (B). Igualmente, en la parte norte de la zona de estudio, se localizan rocas andesitas, sobre todo en el cerro conocido como Tenango. Las andesitas son rocas ígneas extrusivas, y de acuerdo al INEGI (2001), se representan a las diferentes unidades del Terciario superior que se exponen en el área; las hay de lamprobolita, de piroxenos, y cuarzo. La andesita es una roca por lo general de textura merocristalina porfídica con fenocristales de plagioclasa y de ferromagnesianos.

En la parte centro del área de estudio, se tienen suelos aluviales (al). Se trata de depósitos aluviales y proluviales, representa el evento acumulativo que se presenta hasta la actualidad. Y según el INEGI (2001), está conformado por clastos de diversos tamaños, que por lo general son líticos de rocas ígneas extrusivas, con una redondez que varía de subangulosa a bien redondeada; su color va de crema a café oscuro. Sobreyace discordantemente a las demás unidades y subyace a derrames básicos recientes. Su morfología se presenta como planicies aluviales, rellenando valles fluviales y en abanicos, así como formando pequeños valles intermontanos. En la parte sur de la cuenca, se localizan rocas areniscas asociadas con conglomerado (ar-cg), rocas ígneas extrusivas, basalto y caliza.

En el noreste y en el sur (en la parte montañosa del municipio de Zumpahuacan), de la cuenca se presenta la rocas rocas ígneas extrusivas ácidas (Igea).

*Hidrología.* La cuenca del río Tenancingo forma parte de la Región Hidrológica 18, denominada Río Balsas; en específico a la cuenca del Río Grande de Amacuzac. Esta inicia en las laderas del volcán Nevado de Toluca, dentro del municipio del mismo nombre, en el estado de México, a una altitud de 4,260 metros sobre el nivel del mar (msnm). En este punto el nombre de la corriente principal es denominado Arroyo Grande, y corre en dirección sureste a través de un relieve accidentado, y se le van uniendo diversas corrientes de tipo intermitente que descienden del Nevado, y a la altura del poblado San Pedro Tlanixco del municipio de Tenango del Valle, cambia de dirección hacia el sur.

Casi un km antes de llegar al poblado de El Venturero Santa María Aranzazu (que se localiza a la derecha del río), se le une por su margen izquierda una importante río que colecta diversas escurrimientos superficiales que se generan en la zona montañosa donde se localizan las

localidades de la Colonia Azteca, San Pedro Tlanixco, colonia San José y Santa Cecilia. También, aguas abajo de El Venturero Santa María Aranzazu se junta, por la misma margen izquierda, otra corriente no menos importante.

A la altura de Santa María Aranzazu, nuevamente el río principal cambia de nombre por la de Texcaltengo (Texcalienco), y a antes de llegar a la ciudad de Villa Guerrero se le une por su margen derecha el río Los Sabinos. En su recorrido hacia el sur, y teniendo como referencia la localidad de Coxacoaco, a 2 km adelante de dicha localidad, se le une el río conocido como El Salto, este es muy importante ya que por medio de dos grandes tributarios colecta las aguas de la parte norte, oriente y centro de la cuenca de Tenancingo.

A 3 km adelante, el río El Salto se une con el río Texcaltengo (Texcalienco), y a partir de aquí recibe el nombre de río Tenancingo, y corre hacia el sur, pero ya en la parte poniente de la cuenca, en su recorrido recolecta aguas de algunas corrientes tributarias importantes como son las pertenecientes a la subcuenca del río Temozalapa, río perenne. Este colecta las aguas de la parte sur de la cuenca del Tenancingo, ya en los terrenos del municipio de Zumpahuacan.

Finalmente, y aproximadamente 3 km antes de la desembocadura del río Tenancingo, cambia de nombre por el de San Jerónimo.

*Edafología.* De acuerdo a la carta edafológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), las unidades de suelo que se localizan en el área de estudio son: Andosoles Leptosoles, Cambisoles, Regosoles, Vertisoles y Feozem.

Andosoles. Estos suelos son los que predominan en el área de estudio, se les encuentra principalmente en la parte norte y centro de la cuenca. Las subunidades dominantes son el Andosol húmico, Andosol ocrico y el Andosol molico, todas de textura media. Sin embargo, también los Andosoles están asociados con los suelos Cambisoles y los Leptosoles, principalmente. Los Andosoles se derivan de la intemperización de cenizas volcánicas, son muy ligeros (densidad de masa o aparente menor de 0.85), con una alta capacidad de retención de humedad y fijación de fósforo; debido al alófono (mineral amorfo). Tienen una fuerte tendencia hacia la acidez, presentan una estratificación con un horizonte A y puede haber o no un horizonte B cámbico (INEGI, 2001).



La susceptibilidad a la erosión de los suelos Andosoles va de moderada a alta. Sin embargo, debido a lo accidentado del relieve de la zona de estudio, la susceptibilidad de estos suelos a la erosión y a la cantidad e intensidad de precipitación, los terrenos de la cuenca con estos tipos de suelos tienen alto riesgo a la erosión.

En la cuenca estos suelos sustentan una vegetación de bosque de pino-encino, pino, encino, oyamel-pino, encino-pino, y el uso de suelo es de agricultura de temporal, principalmente son cultivados para la siembra de maíz, papa y haba.

En la parte más alta de la cuenca se localizan pequeñas áreas de suelos Leptosoles asociados con suelos Regosoles y Andosoles. En la parte sureste de la cuenca existe una importante zona con estos suelos.

Los suelos *Leptosoles* de acuerdo al INEGI (2001), son muy someros (profundidad menor de 10 cm), están limitados por un estrato duro y continuo (fase lítica). La delgada capa que tienen se caracteriza por su clase textural media. La formación de este tipo de suelos es de origen residual, a partir de rocas ígneas extrusivas del Terciario y Cuaternario. Tienen características muy variables, en función del material que los forma. Por ejemplo, pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos.

Por otra parte, además de la limitante por profundidad y pedregosidad, para su uso y manejo, también influye la disponibilidad del agua y el relieve del terreno, en la zona de estudio generalmente se localizan en pendientes mayores del 25%.

En la cuenca estos suelos presentan principalmente una alta susceptibilidad a la erosión, debido a la topografía del terreno.

*Cambisol*. En la cuenca hay una franja de suelos que va del norte y llega hasta el centro; tanto en el poniente, como en el oriente de la zona de estudio. En el poniente se les encuentra asociados con los suelos Feozems y en el oriente con los Andosoles. Las unidades de suelo Cambisol son suelos jóvenes y poco desarrollados. El INEGI (2000), dice que se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo que roca, ya que en ella se

forman terrones, además pueden contener acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, etc, pero sin que esta acumulación sea muy abundante.

Además el INGI reporta que la textura dominante de los cambisoles es media, con buen drenaje interno y de susceptibilidad a la erosión de moderada a alta. Su profundidad está limitada por un estrato rocoso a menos de 50 cm, pendientes abruptas y muy abruptas (mayores de 15%), y su uso y manejo dependen de las limitantes físicas del terreno en que se encuentren.

Vertisoles. Esta unidad de suelo, se localiza dentro del municipio de Tenancingo y de Zumpahuacan. Esto es, en la parte media y sur de la cuenca, asociados con los Feozems y Andosoles. Son suelos de origen aluvial y residual, formados a partir de rocas sedimentarias clásticas y rocas ígneas extrusivas. Tienen un 30% de arcilla expandible (montmorillonita principalmente), en todos los horizontes que se encuentran a menos de 50 cm de la superficie. Debido a esta condición, presentan agrietamiento en el periodo seco del año de 1 cm o mas de ancho y profundidad mayor a 50 cm, o menos si la profundidad del perfil esta interrumpida por un contacto lítico. Son duros cuando están secos, pegajosos en húmedo y con agregados estructurales en forma de cuña. El comportamiento de la textura arcillosa provoca dificultades en la labranza, sobre todo mal drenaje en época de lluvias (problemas de inundación); y en época de secas, por lo duro de los agregados estructurales, el agrietamiento (INEGI, 2001).

La subunidad que se encuentra es el Vertisol pelico. Esta tiene un horizonte A umbrico, de color gris oscuro a negro (chroma en húmedo menor de 1.5 dominante en la matriz del suelo en los 30 centímetros superiores).

Feozems. La unidad de suelo Feozem se presentan en la parte media, en el municipio de Tenancingo, y en el sur de la cuenca, en la parte montañosa del municipio de Zumpahuacan. En la parte media, se encuentran asociados con Vertisoles y Andosoles, y en el sur solo está el Feozem haplico. El INEGI (2001), señala que se caracterizan por presentar un horizonte A molico, suave, rico en materia orgánica (mas de 1%) y saturación de bases mayor de 50%, por lo tanto el contenido de nutrientes (calcio, magnesio y potasio) es elevado. La formación de estos suelos se debe en gran medida por el intemperismo de las rocas de origen ígneo extrusivo que son abundantes en la zona. Las subunidades en la cuenca son el háplico y lúvico, este subtipo de Feozem es el más fértil al uso agrícola y el más abundante.

Finalmente, cabe mencionar que a excepción de una pequeña área que se circunscribe al oriente de la ciudad de Tenancingo, los suelos de las restantes zonas tienen una fase física. Esto es, se trata de terrenos con presencia de fragmentos de roca y materiales cementados, mismos que limitan a los suelos para que se practique cualquier actividad relacionada con la agricultura, o en su caso el empleo de maquinaria agrícola.

#### *Uso y cobertura del suelo*

*Agricultura.* Este uso es el más extendido en la zona de estudio y se divide en agricultura de temporal y de riego. La primera abarca el 35.0% de la superficie de la cuenca, mientras que la segunda el 16.3%, la suma de ambas asciende al 51.3% (18,758.4 ha), lo que significa que un poco más de la mitad de la zona de estudio está dedicada a esta actividad. Los municipios de Villa Guerrero y Tenancingo, son los más importantes debido a la producción de cultivos ornamentales. Los cultivos que más se producen en invernadero son: Rosa, Clavel, Crisantemos, Lilies, Tulipán, Limonium, Gypsophilia, Gerbera, Alstroemeria, etc. Las especies cultivadas a cielo abierto son: Gladiola, Ave de paraíso, Agapando, Alcatraz, Hypericum, Nardo, Alhelí, Cempasúchil, Nube, Celosia y Girasol.

*Bosques.* La cobertura arbórea en todas sus modalidades es la segunda en importancia, ya que alcanza a cubrir el 40.7% del área de estudio. El bosque de pino-encino con sus variantes abarca el 22.2% de la superficie, le sigue el bosque de encino con 6.9%, bosque de Táscate con 4.5, la selva baja caducifolia con 3.6%, bosque mesófilo de montaña con 2.4%, principalmente. Entre la agricultura y los bosques abarcan el 92% del total, mientras que los asentamientos humanos el 4.6%, la superficie restante es de otros usos.

### **3. El subsistema social de área de estudio**

Las localidades que se encuentran en la cuenca del río Tenancingo son 105 y pertenecen a cinco municipios del estado de México: Tenancingo (53); Zumpahuacán (19); Tenango del Valle (16), Villa Guerrero (13) y Joquicingo (4). Las variables que se analizaron fueron: población total, vivienda, educación, salud, grado de marginación, perfil económico e infraestructura.

*Población.* De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda para el año 2000 del INEGI, en las localidades de la cuenca del río Tenancingo había 130 mil 696 habitantes. Las

localidades con mayor población son: San Pedro Tlanisco (4 mil 862 habitantes), Santa Ana Ixtlahuatzingo (4 mil 943 habitantes), San Pedro Zictepec (4 mil 995 habitantes), Villa Guerrero (8 mil 326 habitantes), y Tenancingo de Degollado (29 mil 800).

*Vivienda.* Para el año 2000 existían, en las localidades de la cuenca del río Tenancingo, 25 mil 175 viviendas particulares habitadas, de las cuales 71% estaban pagadas totalmente, 7% de las viviendas eran rentadas y 4% aún estaban siendo pagadas. En cuanto a sus condiciones se encontró que el material con el que están construidas, en la mayoría de los casos es adecuado, ya que sólo el 2.4% tienen construidas sus viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón, 9.4% con techos de material de desecho y lámina de cartón, y 19.6% con piso de tierra.

El nivel de hacinamiento en las localidades de la Cuenca del Río Tenancingo es relativamente alto, dado que 39% de ellas tienen de 3 a 5 ocupantes por cuarto. En relación a los servicios con que cuentan las viviendas particulares habitadas se encontró que 79% no cuentan con sanitario exclusivo.

En cuanto a bienes (radio, televisión, videocasetera, licuadora, refrigerador, lavadora, teléfono, calentador de agua, automóvil o camioneta propia y computadora) solo 1 mil 479 viviendas no contaban con ningún bien, lo que representa 6% de las viviendas particulares habitadas. La radio o radiograbadora es el bien que la mayor parte de las familias poseen (81.3%), seguido por la televisión (77.5%); por otro lado, el bien del que carece la mayoría de las viviendas es el teléfono, en tanto 83% de las viviendas no cuenta con ese servicio. Asimismo, por cada 100 viviendas particulares habitadas, sólo en 10 disponían de refrigerador. Las viviendas que tienen calentador de agua (boiler) representan el 9% del total de las viviendas de la cuenca. Las viviendas que poseen videocasetera representan 6% del total de las viviendas de la cuenca. Las viviendas que disponen de lavadora representan 6% de las 25 mil 175 viviendas de la cuenca. En cuanto al automóvil, en sólo 5 viviendas de cada 100 en la zona de estudio tienen este bien. Finalmente las viviendas que tienen teléfono representan 4% de las 25 mil 175 viviendas de las localidades de la cuenca.

*Educación.* En la zona 17% de la población de 15 años y más es analfabeta, cifra que es poco menos del doble de la media nacional. Aunado a ello, 45% de la población de 15 años y más no

tiene la primaria completa y el nivel de instrucción en promedio es de 5 grados, esta última cifra, tres grados menor a la media nacional.

*Salud.* Respecto al servicio de salud, 74% de la población de las localidades de la cuenca no tienen derechohabencia o servicio médico en ninguna institución pública de salud, y 96% de las localidades tienen más del 50% de su población sin servicio de salud alguno

*Grado de marginación.* De acuerdo a los índices de marginación 2005 a nivel localidad del Consejo Nacional de Población (Conapo), 16 localidades de la cuenca del río Tenancingo tienen un grado de marginación muy alto, 47 localidades un grado alto, 25 localidades un grado medio y sólo 14 localidades un grado bajo. No hay una sola localidad con índice de marginación muy bajo.

*Perfil económico.* La población ocupada de las localidades de la cuenca del río Tenancingo es de 40 mil 618 personas, de las cuales 9.4% no perciben ingresos. Los que reciben ingresos de menos de un salario mínimo mensual (120 USD aproximadamente) son 5 mil 468 personas, es decir 13.4% del total. En el nivel de 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso mensual (de 120 a 240 USD) está 38.5% del total. Además, 26.3% de la población ocupada recibe más de 2 y hasta 5 salarios mínimos mensuales (de 240 a 600 USD). La población ocupada que percibe más de 5 y hasta 10 salarios mínimos mensuales de ingreso (de 600 a 1 mil 100 USD) representan 4% del total de la población ocupada. Y en el último nivel de ingresos que establece el INEGI, más de 10 salarios mínimos mensuales (más de 1 mil 100 USD) está 1.5% de la población ocupada de las localidades de la cuenca.

Por otra parte, la mayor parte de la población (32%) trabajó más de 48 horas en la semana de referencia, es decir de 8 o más horas por día (6 días por semana), en 17 localidades más del 50% de su población trabajó este turno.

*Infraestructura.* En cuanto a la infraestructura, el servicio de energía eléctrica tiene amplia cobertura, ya que en promedio sólo el 11% de las localidades de la cuenca del río Tenancingo no cuentan con este servicio. Sin embargo, hay 3 localidades en las que el total de sus viviendas no tienen energía eléctrica. La infraestructura de agua potable no tiene el nivel de cobertura de la energía eléctrica, ya que 39% de las viviendas de las localidades de la cuenca

no disponen de agua entubada en el ámbito de su vivienda, y en 13 localidades no existe en ninguna vivienda dicha disponibilidad.

Por otra parte, las viviendas que disponen de drenaje conectado a la red pública, fosa séptica, barranca o grieta, río, lago o mar representan 71%. Sin embargo en 10 localidades, ninguna de las viviendas tienen conectado el drenaje a la red pública. En conjunto, solo 62% de las viviendas particulares habitadas de las localidades de la cuenca del río Tenancingo disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda, drenaje conectado a la red pública y electricidad.

#### **4. Fase de diagnóstico de la cuenca del río Tenancingo**

##### **4.1 Subsistema natural**

Los suelos que predominan en la cuenca son los Andosoles, estos suelos se presentan en la parte media y alta del área de estudio, aunque se encuentran asociados con otras unidades de suelo. Abarcan parte de los municipios de Tenango del Valle, Tenancingo, Villa Guerrero, y la totalidad del municipio de Joquicingo, que se encuentra dentro de los límites de la cuenca.

Dadas las características de los Andosoles, en cuanto a la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, que es de media a alta, y que sumada a la deforestación de la zona, alta e intensa precipitación, cambios de uso de suelo y al relieve (largas longitudes y fuertes pendientes de las laderas, y terreno fuertemente disectado, expresado por la marcada profundidad de los cauces de los ríos), principalmente, la cuenca tiene un alto riesgo a la erosión hídrica del suelo.

La erosión es muy importante controlarla ya que tiene impactos socioeconómicos que afectan a los elementos del suelo, alterando su estructura y funcionamiento. Además se pierden nutrientes, materia orgánica y algunos cationes; los cuerpos de agua también son alterados al depositarse el material que transporta en suspensión el agua de escurrimiento, esto da lugar a un azolvamiento y eutroficación de ríos y presas.

Por otro lado, la calidad de agua es un recurso que en un futuro próximo puede presentar un significativo punto de conflicto entre los productores de flores de los diferentes municipios, principalmente de Villa Guerrero y de Tenancingo, ya que es un insumo básico para la producción de flores y su calidad y cantidad, es un factor determinante para asegurar la continuidad de la actividad económica en la zona.

Cabe señalar que en la última década la actividad ha tenido apoyo por parte del gobierno estatal. Sin embargo, el abastecimiento del agua no está garantizado, ya que cada vez se tiene que distribuir entre un mayor número de productores.

En el Cuadro 1, se presentan los resultados de calidad de agua potable de Tenancingo y otros municipios, este estudio lo realizó la Comisión del Agua del Estado de México. Y consistió en una comparación entre el análisis del agua potable de las localidades con la NOM 127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" y su modificación correspondiente: PROY-NOM-SSA1-1994 publicado en el Diario Oficial el 16 de noviembre de 1999.

De lo anterior, se desprende que de las muestras recolectadas, solamente en tres de ellas se exceden algunos de los parámetros establecidos en la NOM-127, los otros cuatro sitios corresponden al estudio de la UNAM en 1988; sin embargo, varios de ellos coinciden en cuanto a que las localidades de Tenancingo e Ixtapan de la Sal, son las zonas en donde se encuentran varios elementos fuera de la norma.

**Cuadro 1. Sitios que exceden la norma para consumo humano**

	Cl	D.T.	Fe	Mn	NO <sub>3</sub>	Na	SO <sub>4</sub>
<i>Máximo permisible</i>	250	500	0.30	0.15	10.0	200	400

No.	Localidad	Cl	D.T.	Fe	Mn	NO <sub>3</sub>	Na	SO <sub>4</sub>
P-128	Alameda Tenancingo	390			0.3			
N-5	Col. San José, Tenancingo					151		
P-1	Tenancingo			0.4	0.2			
P-8	Tenancingo			0.7				
Pto 57-17	Ixtapan de la Sal	2484	1910	0.8			1572	910
P-150	Hotel Rancho San Diego		416			8	223	
M-133	Sta. Cruz Tempa					15		

Unidades en mg/l

D.T.= Dureza Total  Datos UNAM

En la zona de Tenancingo, se tienen por arriba del límite permisible: cloruros, fierro, manganeso y nitratos. Los tres primeros pudieran estar asociados con descargas relacionadas con el uso del agua “floricultura”, los nitratos pudieran indicar además contaminación por desechos humanos. Cabe destacar que en la cuenca (con excepción de la zona termal en Ixtapan), es donde se encuentran los valores mayores de conductividad eléctrica (ligeramente superiores a 900 micromhos-cm); sin embargo, sin rebasar el límite para Sólidos Totales Disueltos (1000 mg/l).

En el resto de las zonas analizadas no se encontraron indicios de contaminación; aunque es necesario aclarar que el número de muestras tomadas en los pocos sitios, no son representativos de toda la cuenca.

Se recomienda que dado que la población se abastece de agua a través de la gran cantidad de manantiales de la región, sería conveniente llevar a cabo un muestreo sistemático en cuanto a nitratos y conductividad eléctrica en las principales fuentes de abastecimiento de la zona. Este muestreo se recomienda realizarlo después de la temporada de lluvias con objeto de identificar focos contaminantes por actividades humanas.

#### 4.2 Subsistema social

Como resultado del análisis de las variables sociales se puede observar que la población de la cuenca del Río Tenancingo tiene niveles de bienestar menores a la media nacional, que ya de por sí son bajos. Como en toda economía rural urbana, la mayor cantidad de servicios y oportunidades, tienden a concentrarse en las localidades de mayor tamaño. De igual forma, los escasos niveles de instrucción de la población llevan a la disminución de oportunidades de empleo e ingreso, pero sobre todo a la menor probabilidad de asimilación de conocimientos ambientales que puedan mejorar su entorno.

#### 4.3 Trabajo de campo

Se llevaron a cabo diversos recorridos por la zona de estudio para identificar las consecuencias de la disposición inadecuada de películas de invernadero y envases de plaguicidas. Por ejemplo, se realizó una visita al basurero municipal de Villa Guerrero, con la finalidad de identificar si a ese lugar llegan envases de plaguicidas que pudieran representar un riesgo adicional para el manejo de la basura urbana. Se observó una cantidad importante de envases



y películas de invernadero, que son depositados en el basurero sin un control adecuado. Por las características de ubicación del basurero (en el cauce de un río intermitente) cuya corriente en tiempo de lluvias, es arrastrada hacia el ejido La Finca, donde de acuerdo a comentarios del responsable del basurero, se cultivan hortalizas, la presencia de estos envases representa un riesgo potencial de contaminación que requiere ser atendido. Periódicamente en tiempo de secas el basurero llega a incendiarse, se ha reconocido que los humos y gases generados por una combustión incompleta de plásticos pueden dar lugar a la formación de compuestos altamente tóxicos como lo son las Dioxinas y Furanos. Ello sugiere que se mejore el manejo del basurero y se promuevan y fortalezcan los programas encaminados a la recuperación y reciclaje de esos materiales. Así mismo se realizó un recorrido a través del río Texcaltenco, con la finalidad de identificar si existen depósitos clandestinos de envases o película plástica, durante el recorrido no se observaron envases de plaguicidas en su cauce, sin embargo puede ocurrir que durante la época de lluvias, los envases puedan ser arrastrados aguas abajo.

## **5. Estrategias de ordenamiento en la zona de estudio**

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU), así como los planes de desarrollo urbano de los municipios que integran la cuenca del Río Tenancingo, mencionan que la estrategia de desarrollo establece una política de consolidación, que se traduce, en los siguientes señalamientos:

En el desarrollo económico, se consolidarán las actividades económicas en sus distintos rubros, con énfasis en el impulso a las actividades florícolas, de comercio y servicios.

En el desarrollo regional y urbano, se reafirmará su vocación como centro de población estratégico, basada en sus condiciones de ubicación e infraestructura vial.

En materia ambiental, se garantizará el desarrollo sustentable de los municipios, por lo que a la par del desarrollo económico y urbano, se atenderá lo relativo al ordenamiento ambiental, implementando programas que contribuyan al saneamiento del ecosistema local.

Por ejemplo, Villa Guerrero conforma una zona con dos políticas: de consolidación de crecimiento urbano, desarrollo forestal, rescate y preservación ecológica según el PEDU con los municipios de Tenancingo, Malinalco, Ixtapan de la Sal, Tonatico, Coatepec Harinas y Zumpahuacan. Esto debido a sus características geográficas y vocación. Por lo anterior, y como resultado de la caracterización y diagnóstico de la zona de estudio. A continuación se

presentan las siguientes estrategias de consolidación con la finalidad de mantener las actividades económicas y conservar y proteger el medio ambiente y los recursos naturales. Las primeras estrategias que se presentan por área agrícola, pecuaria y forestal.

En aquellas áreas que presenten erosión alta y muy alta es necesario que no se dediquen estos terrenos a la agricultura, sino que deben establecerse para fines forestales.

*Área agrícola.* En estas zonas se recomienda: un manejo de residuos de cultivo o cosecha, surcado al contorno, labranza de conservación y la construcción de terrazas. En el Área pecuaria se sugiere: Sistema de pastoreo; la siembra de pastos, un programa de combate a incendios, y en el Área forestal se sugiere: Reforestación; Viveros en escuelas, Programa contra tala clandestina, Programa de mejoramiento del bosque, Frutales en contorno y el Control de cárcavas

*Contaminación.* Con objeto de conocer el potencial de riesgo por contaminación de agroquímicos, se recomienda, en primer lugar, llevar a cabo análisis de los suelos en el Valle de Tenancingo y Villa Guerrero, así como en aquellas regiones en donde se practique la floricultura, esto se deberá complementar con mayor número de análisis de agua subterránea ya que los realizados en el presente estudio se consideran insuficientes para determinar el potencial de contaminación.

Por otra parte, la actividad florícola, en cada una de las etapas del proceso de producción, desde la preparación del terreno hasta la etapa de pos cosecha, involucra impactos adversos sobre los diferentes recursos del medio (agua, suelo, aire), la experiencia obtenida por algunos países para minimizar estos impactos ha requerido la participación y colaboración de diferentes sectores; las características particulares de las cadenas de comercialización, tanto de consumo interno como de exportación de la flor y de sus insumos que existen en nuestro país, requieren ser analizadas para identificar a los actores que sería necesario involucrar para lograr el desarrollo sustentable de esta actividad.

Los impactos ambientales más significativos identificados fueron: el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola; alto consumo y deterioro de la calidad del agua; la emisión de bromuro de metilo a la atmósfera usado durante la desinfección del suelo; la contaminación del agua por

aplicaciones de fertilizantes; el uso indiscriminado de plaguicidas altamente tóxicos, para procurar y proteger los cultivos, con las correspondientes implicaciones en la salud de las personas expuestas a estas sustancias y en la fauna local; además de la inadecuada disposición final de los residuos generados durante el proceso productivo, principalmente los plásticos utilizados como material de cubierta de invernadero y los envases vacíos de agroquímicos, contribuyendo al deterioro de los recursos naturales.

## **6. Conclusiones**

Como resultado del desarrollo del presente trabajo de investigación se generó información básica de tipo biofísica y socioeconómica, y enseguida se hizo un diagnóstico de la misma. Posteriormente, se plantearon algunas sugerencias con la finalidad de consolidar la principal actividad económica que es la producción de flor a cielo abierto y en invernadero. Ello coadyuvará a la protección, conservación y al aprovechamiento racional del medio ambiente y de los recursos naturales.

Un factor importante para la consolidación de la actividad agrícola de la flor, es la protección de los bosques ya que muchos de ellos favorecen al clima, producción de agua, a los servicios ambientales, principalmente.

El agua es uno de los factores decisivos en la floricultura, es por ello que debe ser empleada y manejada con racionalidad. Las investigaciones realizadas sobre calidad del agua, señalan que debe hacerse un estudio más a detalle para conocer sobre contaminación, lo mismo sucede con el recurso suelo.

La producción de la flor presenta varios retos por resolver, como es un manejo eficiente de sistemas de riego, un manejo integrado de plagas, un programa de recolección de plásticos, iniciar con una producción orgánica, entre otros. Ello si se quiere ser competitivo a nivel nacional e internacional, y asegurar una producción sustentable.

Por otra parte, se identificaron zonas erosionadas y áreas de bosques y agrícolas degradadas, ello requiere su atención y un estudio más a detalle con la finalidad de establecer programas para su control y recuperación. De lo contrario impactará directamente en una baja de

productividad en los sitios donde se produce el problema, igualmente se afectará fuera de ello, ya sea en cuerpos de agua (por el azolvamiento), en la contaminación de cultivos, etc.

Con relación a los cambios de uso, se tiene que ciertas áreas de bosque fueron desplazadas por la agricultura y por los asentamientos humanos, estos en menor medida. Dentro de la agricultura, se prácticamente se abandono la producción de frutales, como es el caso del durazno y del ciruelo, pero sobre todo del primero. Esta zona era productora de durazno pero fue desplazado por la flor. También, se tenían grandes extensiones arboladas del cultivo del aguacate, es un cultivo también rentable y con mercado, pero al igual que el durazno fue desplazado por la flor. Es importante desde el punto de vista económico como ambiental, a mediano y largo plazo, buscar fuentes paralelas de producción como puede ser el caso de estos dos cultivos.

En los recorridos de campo, se observó la producción de nuez, en la parte alta de la cuenca, ello como una alternativa económica que ayude a elevar los niveles de ingreso de la población del área de estudio, y con ello mejorar la calidad de vida. Se debe hacer más investigaciones para detectar estas oportunidades de producción, que no sea el tradicional cultivo del maíz. También, en la parte sur se observó el cultivo del agave, que es otra alternativa económica de ingreso, dada la precaria situación que tienen los pobladores del sur de la cuenca.

## **7. Bibliografía**

**INEGI** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Guías par la interpretación de cartografía. Clima. INEGI. Aguascalientes, México.

**INEGI** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. Guías par la interpretación de cartografía. Edafología. INEGI. Aguascalientes, México.

**INEGI** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Guías par la interpretación de cartografía. Geología. INEGI. Aguascalientes, México.

**INEGI** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Guías par la interpretación de cartografía. Hidrología. INEGI. Aguascalientes, México.

**INEGI** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Síntesis de información geográfica del estado de México. INEGI. Aguascalientes, México.

**SEMARNAP-INE** Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/ Instituto Nacional de Ecología. (2000). Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995-2000. SEMARNAP/ INE. México, D. F.

1er Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo Regional  
17° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional, AMECIDER  
Ciudad de México, Septiembre 2012

**EurepGAP.** Check List/Listado de Verificación. Flores y Ornamentales. Ver. Español. Versión

1.1 January. 2004 <http://www.eurep.org>

**EXTOXNET.** <http://extoxnet.orst.edu/pips>

**CNA** <http://cna.gob.mx>