



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSGRADO FORESTAL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DEL USO DE LA TIERRA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

ODILIA ROJAS LÓPEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

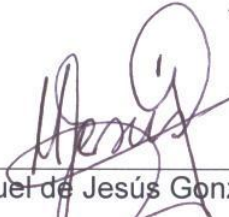
2011

La presente tesis titulada: **Análisis comparativo de costos del uso de la tierra en la Sierra Norte de Puebla**, realizada por la alumna: **Odilia Rojas López**, bajo la Dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
POSGRADO FORESTAL**

CONSEJO PARTICULAR

Consejero:



Dr. Manuel de Jesús González Guillén

Asesor:



Dr. Armando Gómez Guerrero

Asesor:



Dr. José Luis Romo Lozano

Montecillo, Texcoco, México, 25 de julio de 2011.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DEL USO DE LA TIERRA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Odilia Rojas López, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2011

En México, los mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) son relativamente recientes por lo que todavía existen algunos aspectos a mejorar en su aplicación. Un componente crucial en el PSA Hidrológico (PSAH) es la determinación de los montos de pago adecuados a los productores forestales por la renta de sus terrenos. La presente investigación estimó la renta de la tierra bajo los usos agrícola, pecuario y forestal, a través del método costo de oportunidad, en la Sierra Norte de Puebla. Además, determinó cómo las características físico-químicas de los suelos de aptitud forestal se modifican ante un cambio de uso de la tierra limitando la provisión de servicios ambientales. El estudio se integró y desarrolló en cuatro capítulos: (I) Introducción general; (II) Renta de la tierra forestal: algunos métodos para su determinación; (III) Análisis comparativo de la renta de la tierra en la Sierra Norte de Puebla; y IV) Conclusiones generales. Para que el PSAH sea atractivo, a los propietarios forestales se les debería de compensar con al menos \$1,516.50 ha⁻¹ año⁻¹, cantidad que representa el costo de oportunidad (CO) de los terrenos de uso potencial forestal obtenido por el uso pecuario. Mientras que el CO para los usos potenciales agrícola y pecuario correspondió \$1,829.34 ha⁻¹ año⁻¹ obtenido por el uso forestal. Además, el estudio reveló que suelos bajo un uso potencial forestal presentan características de mayor productividad y son más aptos para brindar mayor diversidad de servicios ambientales en contraste con aquellos terrenos que sustentan usos agrícolas y pecuarios. Por tanto, aparte de la renta de la tierra forestal y de los beneficios derivados de alguna actividad que sustente, es importante que el Programa considere los costos de los impactos ambientales que se pueden producir ante un cambio de uso potencial de la tierra.

Palabras claves: Cambios de uso de la tierra, características químicas, costo de oportunidad, servicios ambientales, renta de la tierra.

COMPARATIVE ANALYSIS OF COSTS OF LAND USE IN THE SIERRA NORTE OF PUEBLA

In Mexico, payments mechanisms for environmental services (PES) are relatively new so there are still some areas for improvement in its application. A crucial component in the Hydrological PSA (PSAH) is to determine appropriate payment amounts for forest managers for renting their land. This research estimated the rent of land under agricultural, livestock and forestry uses, through the opportunity cost method, in the Sierra Norte de Puebla. It also determined how the physical and chemical characteristics of soils suitable for forestry are modified to a change in land use by limiting the provision of environmental services. The study was integrated and developed in four chapters: (I) General Introduction, (II) Income from forest land: some methods of determination, (iii) Comparative analysis of land rent in the Sierra Norte de Puebla, and IV) General conclusions. For the PSAH to be attractive to the forest owners they should be compensated with at least \$1516.50 ha⁻¹ yr⁻¹, an amount that represents the opportunity cost (OC) of the land-use forestry potential obtained by using livestock. While the OC for agriculture and livestock potential uses accounted for \$1829.34 ha yr obtained from forest use. The study also found that soils under forest potential use exhibit characteristics of higher productivity and are more likely to provide greater diversity of environmental services, in contrast to those lands used for agriculture and livestock only. Therefore, apart from the income of forest land and some other benefits derived from another extra activity. It is important that the program takes into account the costs of environmental impacts that may result in a change of potential land use.

Keywords: Land use change, chemical characteristics, opportunity cost, environmental services, land rent.

AGRADECIMIENTOS

Al **Colegio de Postgraduados**, por darme la oportunidad de seguir preparándome y continuar con mis estudios de posgrado en esta Institución.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**, por el apoyo otorgado para poder realizar mis estudios de posgrado.

Al **Fideicomiso Revocable de Administración e Inversión No. 167304 para el Establecimiento y Operación de los Fondos para la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Centro Público Colegio de Postgraduados**, por el financiamiento otorgado para la realización de la investigación

A la **Línea de Investigación 01 Manejo Sustentable de Recursos Naturales**, que aportó recursos para el desarrollo de la investigación

A mi Consejo Particular integrado por **Dr. Manuel de Jesús González Guillén, Dr. Armando Gómez Guerrero y Dr. José Luís Romo Lozano** por el trabajo que conllevó la presente investigación.

A la **Dra. Patricia Hernández de la Rosa**, por sus aportaciones y comentarios.

A mis profesores en especial a los del **Posgrado Forestal**.

Al **Ing. Manuel Morales y José Luís Galindo**, por la disposición y apoyo para los trabajos de campo, así como a las personas entrevistadas.

A la **UNORCA CN**, organizaciones que la componen y compañeros de trabajo, por el atento apoyo y seguimiento al desarrollo como profesionista.

A la **M.C. Briza C. Díaz Carreón**, por su apoyo y ánimo brindado.

DEDICATORIA

A mi madre **Tomasa López López**[†] que por tu apoyo y consejos me alentaste a seguir adelante y a pesar de la distancia siempre estarás en mi corazón, apoyando mis esfuerzos para cumplir nuestros sueños.

A **Roy Jabín Carreón Santos**, por tu amor, cariño y apoyo incondicional y por iniciar conmigo una nueva etapa en nuestras vidas.

Al **Dr. Miguel Ángel Musálem Santiago**[†], porque con su apoyo inicie esta meta que hoy se concreta, por sus enseñanzas y consejos que prepararon mi desarrollo profesional.

A mis hermanos: **Rigoberto, Cruz, Guadalupe** y **Emma**, por el apoyo que siempre me han brindado.

A mis sobrinos: **Nataly, Ximena, Vania** y **Sebastián**, por sus muestras de cariño.

A la **Ing. Victoria Santos Jiménez** e **Ing. Marcelo Carreón Mundo** y familia, por sus atenciones en todo momento.

A mis amigas: **Yory, Alma, Honoria, Luisa, Cristina**, por compartir conmigo y brindarme su apoyo.

CONTENIDO

	Página
CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA Y LOS SERVICIOS AMBIENTALES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
1.2.1 Ubicación	3
1.2.2 Aspectos biofísicos.....	4
1.2.3 Aspectos socioeconómicos	13
1.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL DESARROLLO POBLACIONAL EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA.....	23
1.4 CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SERVICIOS AMBIENTALES	27
1.4.1 Cambio de uso de la tierra en México	27
1.4.2 Cambio de uso de la tierra en la Sierra Norte de Puebla	29
1.4.3 El Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) en México.....	30
1.5 OBJETIVOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	35
1.6 HIPÓTESIS	36
1.7 LITERATURA CITADA.....	36
CAPÍTULO II. RENTA DE LA TIERRA DE USO FORESTAL: ALGUNOS MÉTODOS PARA SU DETERMINACIÓN.....	40
2.1 INTRODUCCIÓN	40
2.2 MÉTODOS PARA VALORAR LA TIERRA DE USO FORESTAL	42
2.2.1 Métodos de valoración.....	42
2.2.2 Enfoques de mercado.....	45
2.2.2 Métodos de valoración.....	46
2.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS MÉTODOS DE VALORACIÓN PARA DETERMINAR LA RENTA DE LA TIERRA	52
2.4 CONCLUSIONES.....	57

2.5 LITERATURA CITADA.....	58
CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RENTA DE LA TIERRA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA	61
3.1 INTRODUCCIÓN	61
3.2 MÉTODOS Y MATERIALES	62
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	70
3.3.1 Mapa de conflictos de uso de la tierra.....	70
3.3.2 Probabilidades de cambios de uso de la tierra.....	75
3.3.3 Usos de la tierra y sus costos de oportunidad.....	76
3.3.4 Expectativas de la producción y de las ganancias	80
3.3.5 Conservación de los bosques	84
3.3.6 Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) ...	85
3.3.7 Caracterización química de los suelos de aptitud forestal bajo diferentes usos.....	90
3.4 CONCLUSIONES.....	94
3.5 LITERATURA CITADA.....	95
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES.....	98
4.1 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES	98
4.2 FORTALEZAS Y DEBILIDADES.....	102
4.2.1 Fortalezas	102
4.2.2 Debilidades.....	104
4.3 RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS	105
4.4 LITERATURA CITADA.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Ubicación de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.	4
Figura 1.2. Fisiografía de los municipios de estudio.....	5
Figura 1.3. Climas de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla	6
Figura 1.4. Cuencas de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.....	7
Figura 1.5. Tipo de suelos presentes en el área de estudio.....	8
Figura 1.6. Tipos de vegetación y uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.....	11
Figura 1.7. Estructura de la población en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla	14
Figura 1.8. Población derechohabiente en Chignahuapan y Zacatlán, Puebla	16
Figura 1.9. Nivel de escolaridad de la población de 5 años y más en Chignahuapan y Zacatlán	17
Figura 1.10. Tipos de tenencia de la tierra en los municipios de estudio.	18
Figura 1.11. Población de 1980 a 2005 en los municipios de estudio.....	24
Figura 1.12. Crecimiento espacial de Zacatlán (1970-2006).....	25
Figura 1.13. Crecimiento espacial de Chignahuapan (1970-2006).	26
Figura 1.14. Causas de la deforestación en México.....	28
Figura 1.15. Número de solicitudes, superficie y monto aprobado del 2003 a 2010 a nivel nacional por el PSAH.....	33
Figura 1.16. Número de solicitudes, superficie y monto aprobado del 2003 a 2010 en el estado de Puebla por el PSAH.....	33
Figura 2.1. Método de costo de oportunidad.....	48
Figura 3.1. Mapa conflicto de uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.	64
Figura 3.2. Distribución de las encuestas a productores forestales, agrícolas y pecuarios en los municipios de estudio.....	67
Figura 3.3. Levantamiento de encuestas a productores en el área de estudio	67

Figura 3.4. Vista general de la condiciones de uso para la toma de muestras de suelo: (a) Terrenos con uso forestal; (b) Tierras con cambio de potencial forestal a uso agrícola; (c) Terrenos con cambio de potencial forestal a uso pecuario.....	69
Figura 3.5. Obtención de muestras de suelo a diferentes profundidades.	70
Figura 3.6. Uso actual de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.....	71
Figura 3.7. Uso potencial de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.	72
Figura 3.8. Diagramas por municipio de la transición del uso potencial al uso actual de la tierra.	75
Figura 3.9. Monto de la renta anual, valor regional y precio a aceptar una ha de terreno por tipo de productor en Chignahuapan y Zacatlán.	79
Figura 3.10. Expectativas de la producción futura por tipo de productor en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.....	81
Figura 3.11. Expectativas de las ganancias futuras por tipo de productor en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.....	81
Figura 3.12. Causas de la disminución de los bosques en Chignahuapan y Zacatlán.	84
Figura 3.13. Distribución de los costos por ha ⁻¹ año ⁻¹ del mantenimiento al predio apoyado por el PSAH.....	88

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1. Población económicamente activa y ocupada por sector en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.....	18
Cuadro 1.2 Superficie sembrada y cosechada de maíz en los municipios de estudio.	19
Cuadro 1.3. Población ganadera y avícola, en los municipios de estudio.....	20
Cuadro 1.4. Volumen de producción anual de carne en canal de ganado y aves en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.	20
Cuadro 1.5. Producción de otros productos pecuarios en los municipios de estudio.	21
Cuadro 1.6. Existencias maderables (m ³ rta) en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.....	22
Cuadro 1.7. Volumen de la producción forestal maderable por municipio.	22
Cuadro 1.8. Valor de la producción forestal maderable por municipio de estudio.....	23
Cuadro 1.9. Tasas estimadas de deforestación según tipo de vegetación en	27
Cuadro 1.10. Solicitudes aprobadas del PSAH en Chignahuapan y Zacatlán.	34
Cuadro 2.1. Métodos y técnicas de medición del valor económico de los recursos (cambios de uso de la tierra).	44
Cuadro 3.1. Unidades muestrales (n) por grupo a encuestar.....	66
Cuadro 3.2. Características generales por condición seleccionada para las muestras de suelo.....	68
Cuadro 3.3. Superficie y porcentaje por tipo de uso actual de la tierra en los.....	71
Cuadro 3.4. Superficie y porcentaje por tipo de uso potencial de la tierra en los municipios estudiados	72
Cuadro 3.5. Condiciones identificadas en el mapa de conflicto de uso de la tierra en los municipios de estudio	73
Cuadro 3.6. Condición de conflicto de uso, por municipio estudiado.	74
Cuadro 3.7. Matriz de probabilidades del cambio de uso potencial al uso actual de la tierra.	76

Cuadro 3.8. Ingresos netos obtenidos por actividad en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.....	77
Cuadro 3.9. Renta del uso de la tierra, en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.....	78
Cuadro 3.10. Opinión de los beneficiarios y PSTF respecto a la condición de los predios beneficiados con respecto a otros predios forestales sin el apoyo del PSAH.	86
Cuadro 3.11. Valores de densidad aparente ($Mg\ m^{-3}$) en las tres condiciones de estudio.....	90
Cuadro 3.12. Variables medidas en las condiciones de uso de la tierra bajo estudio.	93

CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA Y LOS SERVICIOS AMBIENTALES

1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Los bosques suministran una amplia variedad de bienes (por ej., madera y fibras, leña y plantas comestibles), y servicios ambientales (por ej., protección de las cuencas, recreación, belleza escénica, almacenamiento de carbono en la biomasa, y conservación de la biodiversidad). Sin embargo, muchos de los servicios ambientales no son considerados en los mercados y son ignorados dentro de los planes de manejo forestal (Franquis, 2003). Consecuentemente, tienden a ser subestimados económicamente.

La falta de conocimiento sobre el valor monetario de los servicios ambientales y de las relaciones que existen entre los bosques, aunado al suministro de los mismos, ha ocasionado graves problemas en la reducción de los ecosistemas forestales impactando la calidad y cantidad de los servicios ambientales. Por ejemplo, en la actualidad los problemas más graves relacionados con el agua (y por tanto con el ambiente del ser humano) son: La deforestación, la desertificación y la transformación o desviación de causes en las cuencas, la sobreexplotación y el mal uso del agua (CEMDA y FEA, 2006).

El impacto de la deforestación sobre los flujos hidrológicos es una de las más grandes preocupaciones en el mundo. La sedimentación de las represas, la escasez de agua durante la temporada de secas, las inundaciones y los graves daños causados por fenómenos hidrometeorológicos se atribuyen, en parte, a la deforestación. Como resultado, ha surgido un fuerte interés político y social en abordar y revertir los problemas relacionados con la pérdida de la cubierta forestal (Pagiola *et al.*, 2003).

En México se han creado políticas e instrumentos normativos para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente. Entre ellas, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) publicada en 1988, y el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas bajo la operación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Asimismo, el gobierno federal crea el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) en 2003, con la finalidad de compensar con \$300 y \$400/ha a los dueños de terrenos forestales que así lo deseen por los servicios que proporcionan los bosques y selvas, y bosques mesófilos de montaña, respectivamente (SEMARNAT, 2003; Mayrand, 2004). La principal idea detrás de esto es que el pago recibido por la conservación de sus bosques sea cuando menos igual al obtenido por actividades productivas alternas realizadas a través de la conversión de uso de la tierra (Sanjurjo e Islas, 2007).

Sin embargo, a casi ocho años de inicio del PSAH, existen algunos problemas que incluyen: Incertidumbre en los predios beneficiados sobre la continuidad después de los cinco años que dura el apoyo, la creación de mercados es aún incipiente y las zonas prioritarias no han sido evaluadas para establecer la eficacia del pago (CP y CONAFOR, 2004; García, 2005; CP y CONAFOR, 2005; UACH y CONAFOR, 2006). Se cree que la deforestación en los predios beneficiados por el PSAH ha continuado, aunque a tasas menores en comparación a aquellos predios no beneficiados (García, 2005).

Los recursos naturales en la Sierra Norte de Puebla, entre ellos los suelos no se han aprovechado racionalmente y como consecuencia se ha perdido una gran parte del horizonte superior de los mismos (SMRN, 2007). También existe desconocimiento de la importancia de los bosques y selvas para la provisión de servicios ambientales (SMRN, 2007). Se considera que los montos otorgados por el programa de pago de servicios ambientales (PSA) son bajos y consecuentemente, no se incentiva de manera significativa la conservación de los bosques y selvas. Por tanto, se requieren

de trabajos de valoración para la determinación del monto adecuado y así poder aplicar políticas más eficaces.

Una forma de estimar la cantidad adecuada a pagar por conservar los ecosistemas forestales es con base al costo de oportunidad de otras alternativas competitivas por el cambio del uso de la tierra. Por lo anterior, esta investigación pretende estimar los costos de oportunidad de los diferentes usos de la tierra tales como agrícola, pecuario y forestal, en la Sierra Norte de Puebla, específicamente en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, y compararlos con los ingresos obtenidos en los predios apoyados por el PSAH, y de esta forma conocer la eficacia del Programa para asegurar la conservación de los bosques en la región.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.2.1 Ubicación

La región denominada “Sierra Norte” se localiza al norte del estado de Puebla, está integrada por 46 municipios y su extensión territorial representa aproximadamente el 19% de la superficie del estado.

Los municipios de Chignahuapan y Zacatlán se encuentran dentro de la Sierra Norte. Estos municipios colindan al norte con los de Huauchinango y Chiconcuatla, al sur con el estado de Tlaxcala, al oeste con el municipio de Aquixtla y al poniente con el estado de Hidalgo (Centro Nacional de Desarrollo Municipal, 1999).

Particularmente, el municipio de Chignahuapan se localiza entre los paralelos 19° 39' 42" y 19° 58' 48" LN y 97° 57' 18" y 98° 18' 06" LO, mientras que el municipio de Zacatlán se encuentra entre 19° 50' 06" y 20° 08' 12" LN y 97° 51' 06" y 98° 12' 36" LO (SMRN, 2007). La superficie total de cada municipio es de 76,023 y 48,933 ha para Chignahuapan y Zacatlán, respectivamente (Figura 1.1). Ambos municipios se

localizan en el occidente de la región morfológica de la Sierra Norte o Sierra de Puebla que está formada por sierras individuales paralelas (Centro Nacional de Desarrollo Municipal, 1999).

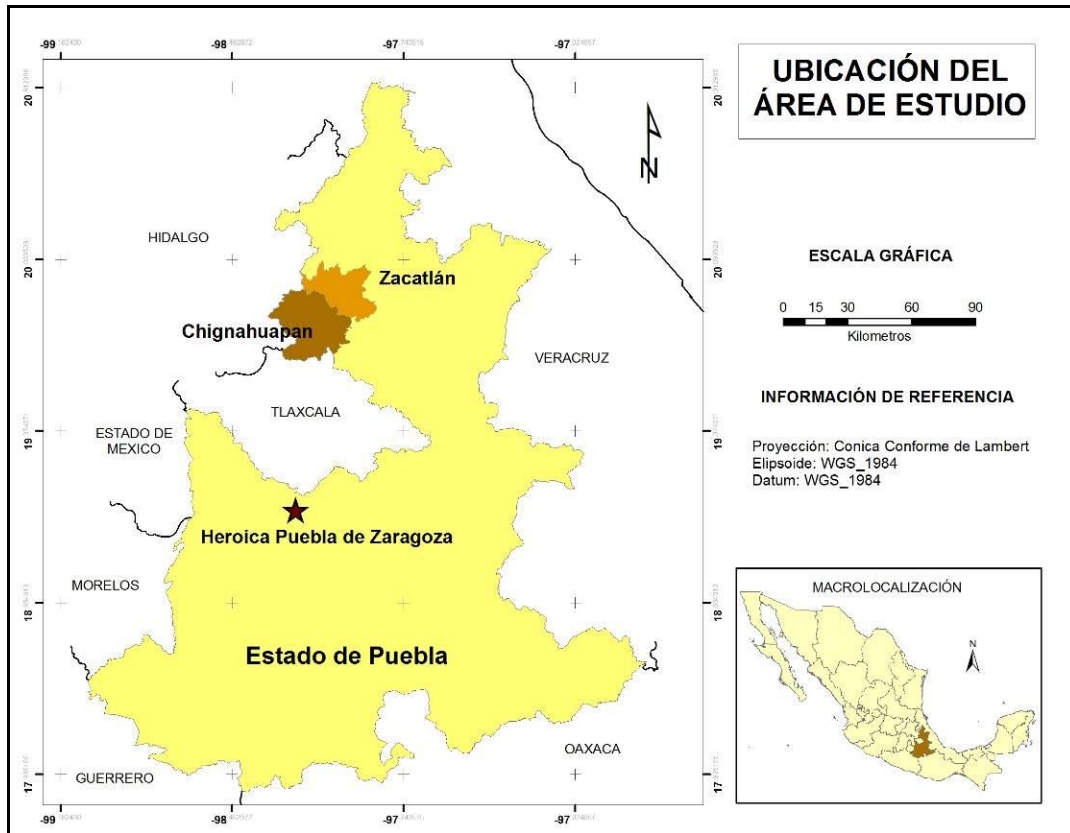


Figura 1.1. Ubicación de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.

1.2.2 Aspectos biofísicos

Fisiografía

El área de estudio forma parte de la subprovincias: 57 “Lagos y Volcanes del Anáhuac” que pertenece a la provincia X del Eje Neovolcánico, y subprovincia 30 Carso-Huasteco de la provincia V: Sierra Madre Oriental (Figura 1.2).

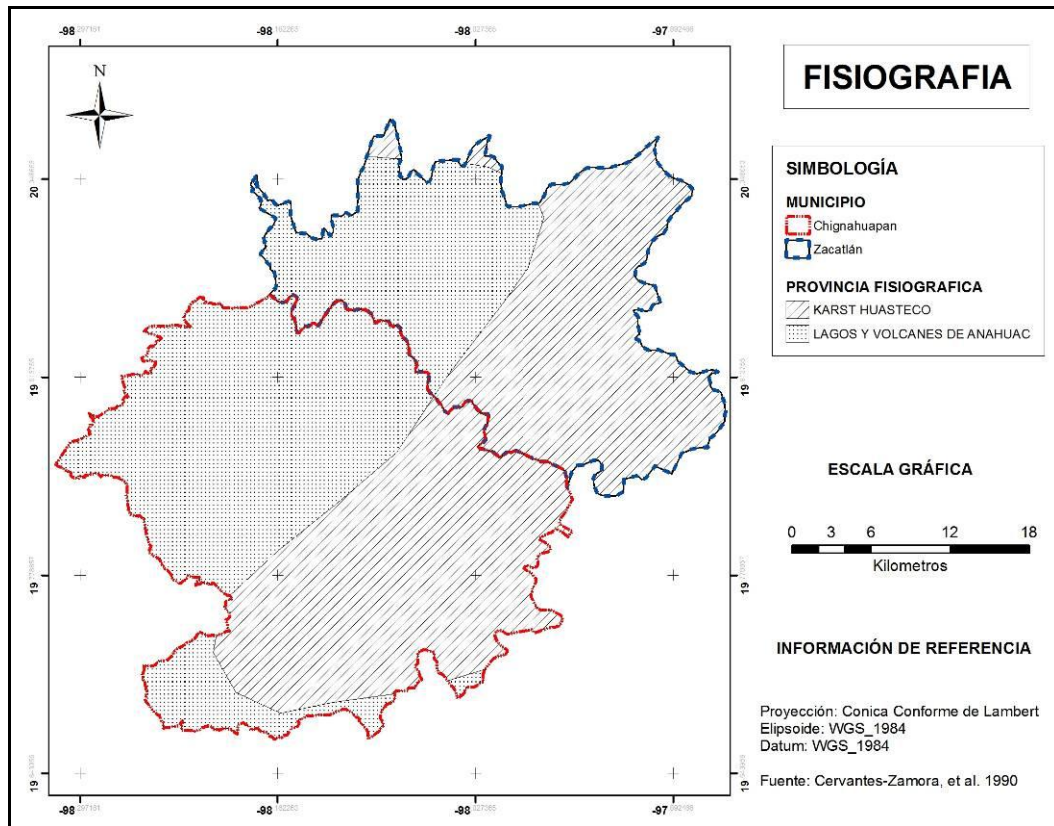


Figura 1.2. Fisiografía de los municipios de estudio.

Clima

La Figura 1.3 muestra la distribución de los tipos de clima presentes en los municipios de estudio, además del porcentaje de la superficie que abarca cada tipo de clima. Estos son:

C (w1), templado subhúmedo: Temperatura media anual entre 12 y 18 °C. La temperatura del mes más frío varía de -3 °C a 18 °C y la del mes más caliente es de 22 °C. La precipitación total anual varía de 600 a 1000 mm; el porcentaje de lluvia invernal es menor a 5. Este tipo de clima es predominante en el municipio de Chignahuapan (SMRN, 2007; García, 1998).

C(w2), templado subhúmedo: Temperatura media anual entre 12 y 18 °C; la temperatura del mes más frío fluctúa entre -3 °C y 18 °C y la del mes más caliente asciende hasta 22 °C; la precipitación total anual va de 700 a 1,500 mm y el porcentaje de lluvia invernal varía entre 5 y 10. Este clima cubre el sur de Chignahuapan y los límites de los dos municipios (García, 1998; SMRN, 2007).

C(m)(f), templado húmedo: Temperatura media anual entre 12 y 18 °C, con una temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C y la temperatura del mes más caliente alrededor de 22 °C. La precipitación total anual va de 1,000 a más de 2,000 mm anuales y el porcentaje de lluvia invernal es mayor de 5 (SMRN, 2007; García, 1998).

Otros tipos de climas presentes son: A(fm) semicálido húmedo, Cb'(w1) semifrío subhúmedo, Cb'(w2) semifrío subhúmedo, los cuales cubren en menor proporción la superficie de los municipios de estudio (García, 1998).

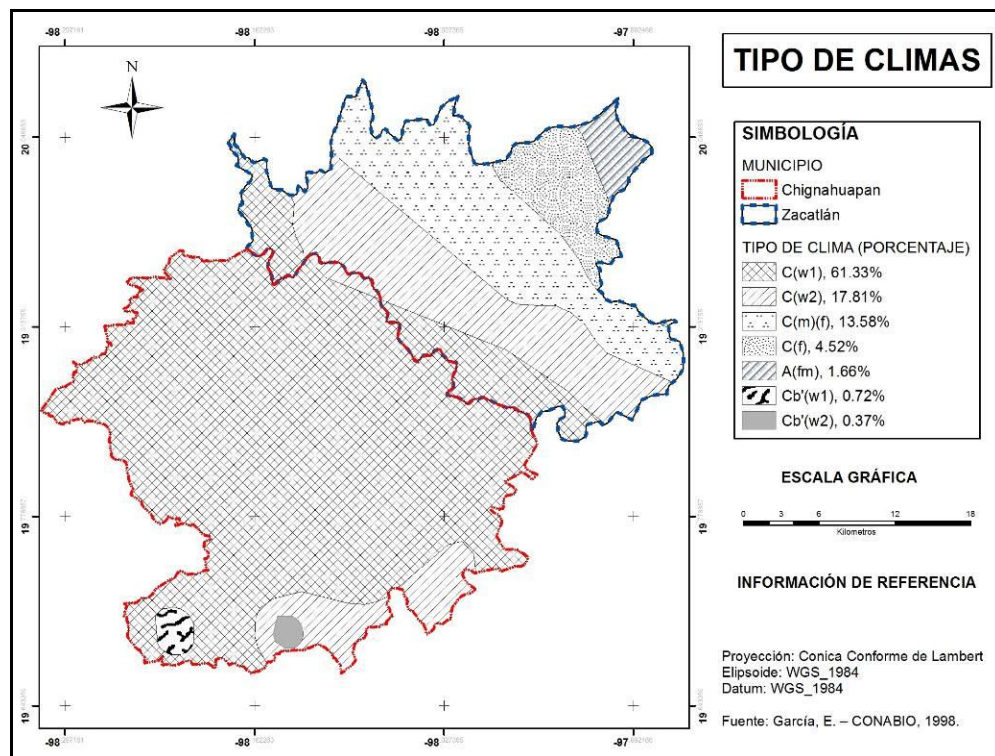


Figura 1.3. Climas de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla

Hidrología

La fracción oeste y noroeste del municipio de Chignahuapan está dentro la Región Hidrológica “RH26” Pánuco en la Cuenca del Río Moctezuma. El resto de la superficie se encuentra en la Región Hidrológica “RH27” Tuxpan-Nautla, dentro de la cuenca del Río Tecolutla (Figura 1.4).

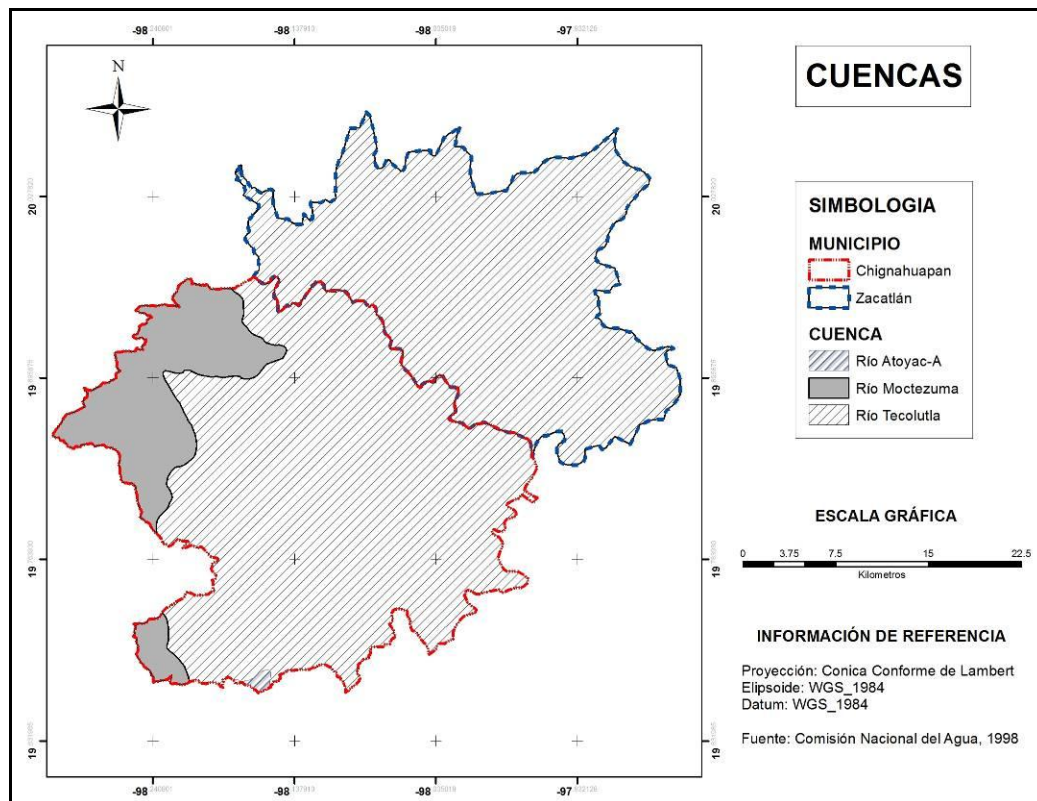


Figura 1.4. Cuencas de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.

Los municipios de Chignahuapan y Zacatlán son irrigados por corrientes intermitentes superficiales donde destacan los ríos: Blanco, Agrio, San Pedro Tulimán, Hueyapan, Tlixtaca, Canautla y Atotonilco, quienes depositan sus aguas en la subcuenca del Río Ajajalpa perteneciente a la cuenca del Río Tecolutla. En la parte norte y noreste de Chignahuapan hay corrientes temporales que nutren al arroyo Atotonilco, afluente del Río Necaxa (SMRN, 2007).

Edafología

Las unidades de suelo presentes en el área de estudio de acuerdo a la Clasificación FAO-UNESCO (1998) son: Andosol luvisol, feozem, vertisol, regosol, rendzina, cambisol, planosol, litosol y acrisol. La distribución de los suelos se presenta en la Figura 1.5.

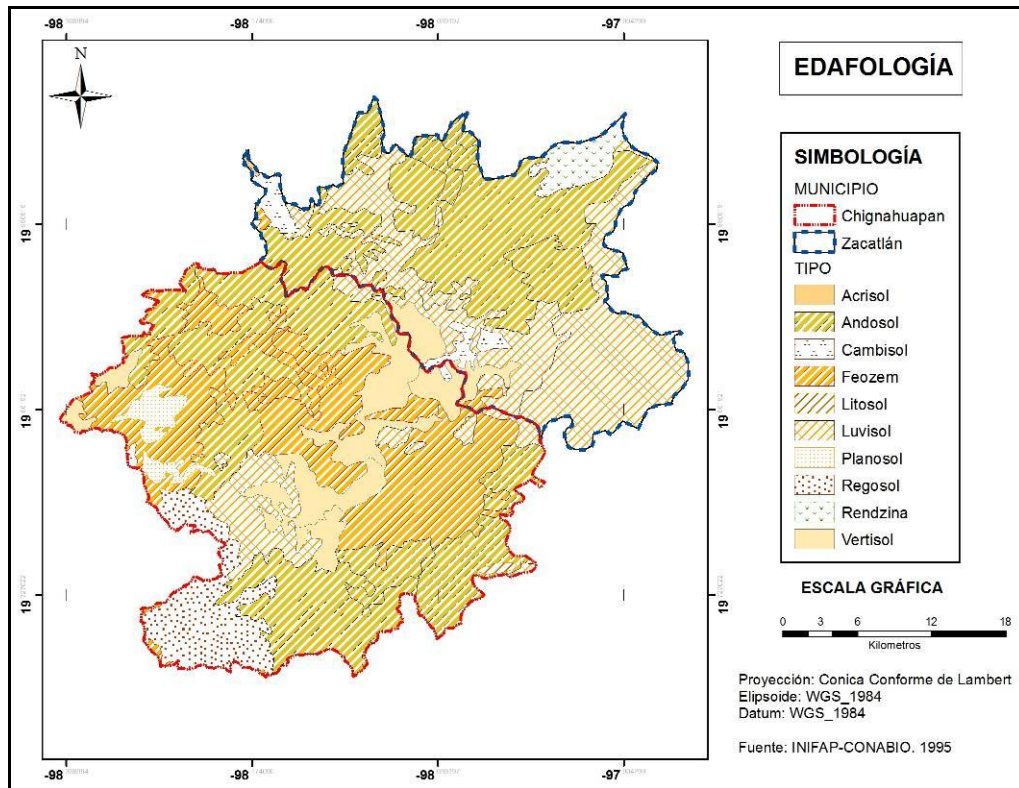


Figura 1.5. Tipo de suelos presentes en el área de estudio.

A continuación se describen brevemente los diferentes tipos de suelo encontrados en el área de estudio (Figura 1.5):

Acrisol: Del latín *acris*, 'agrio', 'ácido', y *solum*, 'suelo'; literalmente, *suelo ácido*. Es un suelo pobre en nutrientes, fácilmente erosionable y arcilloso en su parte inferior (FitzPatrick, 1984). Este tipo de suelo ocupa solo el 0.071% de la superficie total del área de estudio (Figura 1.5).

Regosol: Proviene del griego *rhegos*, ‘manto’, ‘cobija’; se denomina así por ser la capa de material suelto que cubre la roca. Son suelos someros y claros similares a la roca que les dio origen. Se presentan en diferentes climas y asociados a vegetación muy diversa. Poseen una alta susceptibilidad a la erosión. Sus características de poca profundidad y alta pedregosidad los hacen poco atractivos para el desarrollo de la agricultura (FitzPatrick, 1984). Específicamente, en el área de estudio se trata del tipo de suelo Regosol dístico, el área que ocupa representa el 5.60% de la superficie de los municipios de estudio (Figura 1.5).

Andosol: Son suelos que se han formado a partir de cenizas volcánicas. En condiciones normales se encuentran asociados con el bosque templado. Su textura es muy suelta y por lo mismo poseen una alta susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica. Su uso en la agricultura y ganadería (pastizales) es poco redituable (FitzPatrick, 1984). En el área de estudio se encuentran los tipos Andosol húmico y ocrico, es el tipo de suelo que se localiza en mayor parte del área de estudio y son fértiles con la cobertura forestal (39.69% de la superficie) (Figura 1.5).

Planosol: Del latín *planus*, ‘plano’, ‘llano’, significa *suelo plano*. Son suelos viejos que han sufrido lavados continuos de sus sales y minerales, lo que ha propiciado la formación de capas inferiores duras de color claro, conocidas como “tepetate”. Se localizan principalmente en climas semiáridos o templados, asociados con pastizales, por ello muy erosionables. Sus rendimientos en la agricultura y ganadería son moderados (FitzPatrick, 1984). El tipo de suelo presente es el planosol molico, ocupando solo 1.48% de la superficie de estudio (Figura 1.5).

Feozem: Proviene de las raíces griegas *Phaeo*, ‘pardo’ y del ruso *Zemljá*, ‘tierra’, es decir, *tierra parda*. Son suelos ricos en materia orgánica y en nutrientes, con una amplia distribución ya que se les localiza desde zonas semiáridas, hasta templadas o tropicales. En condiciones normales mantienen casi cualquier tipo de vegetación, desarrollándose tanto en los terrenos planos como en los montañosos; su susceptibilidad a la erosión está relacionada con el terreno donde se encuentran.

Cuando estos suelos son especialmente profundos, se utilizan con éxito en el desarrollo de actividades agrícolas de riego y de temporal. Se localizan en laderas o pendientes y se emplean en actividades pecuarias con resultados aceptables (FitzPatrick, 1984). Se encuentran en el área de estudio el Feozem luvico y haplico, representado en 19.47% de la superficie (Figura 1.5).

Cambisol: Proviene de la raíz latina *cambiare*, ‘cambiar’; por lo que se le conoce como *suelo que cambia*. Es un suelo joven, poco desarrollado, de distribución amplia, se localiza en todos los climas, con excepción de los secos; la vegetación asociada es muy variada. La principal característica de este tipo de suelos es que no presenta diferencias significativas entre el suelo y la roca que le dio origen; son moderadamente susceptibles a la erosión (FitzPatrick, 1984). Hay tres tipos presentes en los municipios bajo estudio: Cambisol eutrico, dístico y húmico; ocupando el 1.59% de la superficie (Figura 1.5).

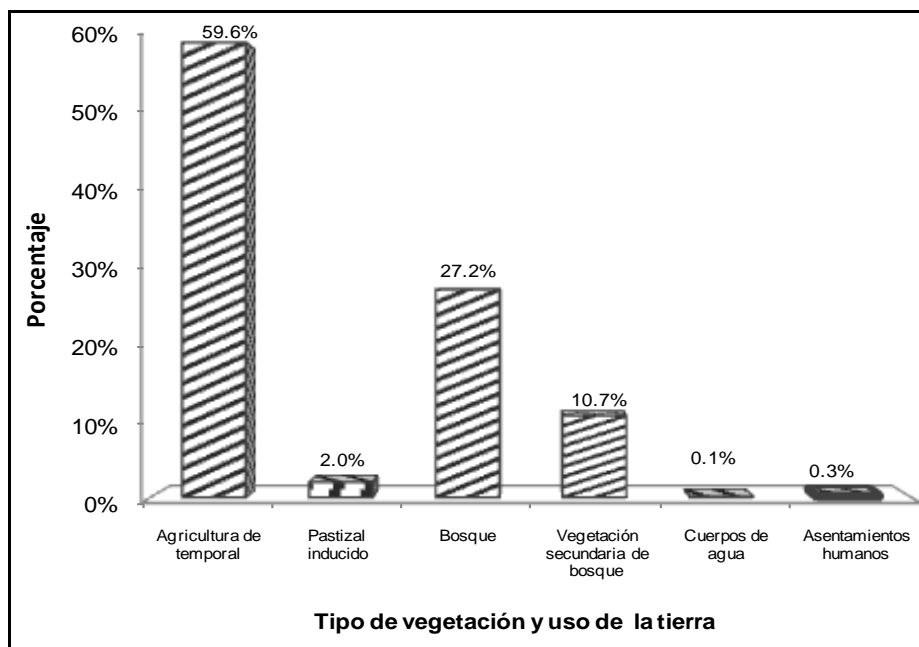
Vertisol: Procede del latín *Verto*, ‘voltear’; se denominan *suelos que se revuelven o voltean*. Se localizan principalmente en climas templados y cálidos, por lo que la vegetación asociada es muy variada. Son suelos arcillosos, frecuentemente de color negro, gris o rojizo; pegajosos cuando el grado de humedad es alto, duros y agrietados, bajo condiciones de sequía. Se erosionan difícilmente y en ocasiones presentan sales (FitzPatrick, 1984). Los tipos existentes son: Vertisol crómico y pélico, el área que ocupan representa el 9.20% de la superficie de los municipios bajo estudio (Figura 1.5).

Tipos de vegetación y uso de la tierra

La superficie forestal de Puebla es de 1,700,000 ha, que representa el 50% de la superficie total del estado (3,400,000 ha), la agricultura y pastizal ocupa 1,400,000 ha (41%), la de uso urbano es de 100,000 ha (3%) y otros usos 200,000 ha (6%)¹.

¹ <http://www.puebla.gob.mx/puebla/ambiente>

La Figura 1.6 muestra el porcentaje de la superficie ocupada por cada tipo de vegetación presente en los municipios de estudio, el uso de la tierra predominante es la agricultura de temporal, ocupando el (59.61%), los tipos de vegetación presentes son: Bosque de pino (20.23%), vegetación secundaria (10.71%), entre otros (INEGI, 2003).



Fuente: INEGI (2003). Carta de Uso de la tierra y Vegetación escala 1:250 000 Serie III.

Figura 1.6. Tipos de vegetación y uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.

A continuación se describen brevemente los tipos de vegetación encontrados en el área de estudio.

Bosque de pino: Ocupa las áreas de altitudes superiores a los 2,500 m. Las especies más destacadas son: *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. pseudostrobus* (dos subespecies), *P. rudis*, y *P. teocote* (SMRN, 2007).

En el estrato arbustivo se encuentran las especies: *Arbutus xalapensis* y *Baccharis conferta*; y en el estrato herbáceo a: *Pteridium aquilinum* y *Eupatorium petiolare*;

Lepechinia aff. caulescens, *Lythrum acinifolium*, *Chimaphila umbellata* y *Alchemilla pectinata* (SMRN, 2007).

Vegetación Secundaria: Son comunidades naturales de plantas que se han establecido como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax.

De acuerdo al Estudio Regional Forestal (ERF) de la UMAFOR 2102-Zacatlán, la superficie con vegetación secundaria es sumamente alta y cada vez se incrementa más (SMRN, 2007).

Bosque de oyamel: Se localiza en el municipio de Chignahuapan entre los 2,500 y 3,200 m de altitud, conformando masas puras de *Abies religiosa*, las cuales cubren áreas de laderas o barrancas profundas en los cerros (SMRN, 2007).

Bosque de Encino: Las especies más representativas son: *Quercus. saororia*, *Q. furfuracea*, *Q. excelsa*, *Q. calophylla*, *Q. pandolleana* y *Q. polymorpha*.

Las asociaciones de encinos se encuentran en alturas menores a los bosques de pino-encino y pino, en barrancas húmedas o en laderas invadiendo gradualmente las superficies abandonadas de pinos.

Bosque de pino-encino: Los géneros predominantes son *Pinus* y *Quercus*. La distribución de algunas especies de esta comunidad se ve muy influenciada por los factores: Exposición, humedad, temperatura y vientos; en exposición noreste con mayor humedad y temperatura domina *Pinus patula* en el estrato superior. En la misma exposición, aunque en un piso altitudinal más bajo se observa *Cornus disciflora*, *Garrya laurifolia*, *Clethra mexicana* y gran abundancia de helechos en el estrato más bajo. En exposición Este, donde hay menor humedad y mayor temperatura domina *Pinus leiophylla*. En las laderas de las sierras de la región se encuentra bosque de pino-encino a más de 2,500 m de altitud, algunas especies

reportadas son: *Pinus patula* acompañada de *Pinus teocote*, *Quercus scytophylla* y *Q. conglomerata* (SMRN, 2007).

Fauna silvestre

En las comunidades vegetales de bosque de pino y pino-encino, las especies de fauna que se presentan en el área de estudio son: Paloma morada (*Columba flavirostris*), musaraña (*Sorex saussurei*), ratón (*Reithrodontomys* sp.), ratón (*Peromyscus aztecus*), rata (*Sigmodon leucotis*), tuza (*Pappogeomys merriami*), ardilla arbórea (*Sciurus aureogaster*), moto (*Sciurus oculatus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorrillo espalda blanca (*Conepatus leuconotus*), teyapatzin (*Phrynosoma orbiculare*), cincuate (*Pituopis deppei*), varias especies de lagartijas (*Sceloporus aeneus*, *Sceloporus mucronatus*, *Sceloporus torquatus*), entre otras (SMRN, 2007).

Las especies presentes en las corrientes de agua son: *Gambusia* sp. (guayacón) y *Cichlasoma* sp. (mojarra), cerca de las corrientes de agua, culebras de agua: *Thamnophis melanogaster* y *Thamnophis scalaris*, las especies ligadas a los cuerpos de agua son: Zanate (*Quiscalus mexicanus*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), mapache (*Procyon lotor*), tejón (*Nasua narica*) (SMRN, 2007).

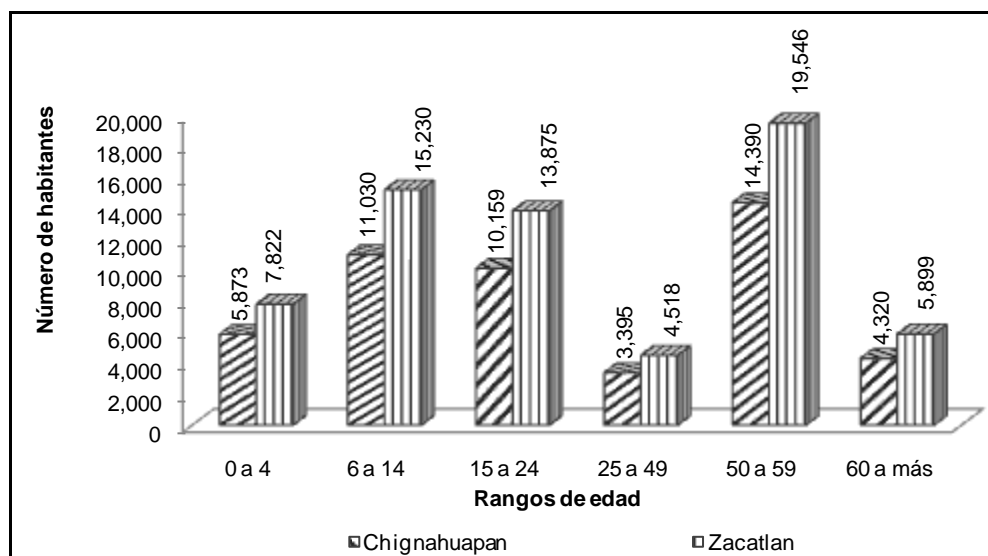
1.2.3 Aspectos socioeconómicos

Población

De acuerdo a los datos del II Censo de Población y Vivienda del 2005, la población total de los dos municipios es 121,369 habitantes, de los cuales 51,536 pertenecen a Chignahuapan y 69,833 al municipio de Zacatlán. De la población total de ambos municipios, 58,309 corresponde a hombres y 63,060 a mujeres, el número de mujeres es mayor para cada uno de los municipios (INEGI, 2005). La densidad de la

población es de 87 habitantes por km² en Chignahuapan y de 136 hab/km² en Zacatlán.

La estructura de la población en los dos municipios se muestra en la Figura 1.7, el 29% de la población total se concentra en las edades de 50 a 59 años, seguido por el rango de edad de 6 a 14 años que representa el 23% de la población, el 21% por las edades de 15 a 24 años, el rango de edad de 0 a 4 años representa el 12%, de 60 años y más es el 9%, finalmente el 7% de la población se encuentra en el rango de edad de 25 a 49 años (INEGI, 2005).



Fuente: INEGI (2005).

Figura 1.7. Estructura de la población en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla

La tasa de crecimiento promedio de la población en el municipio de Chignahuapan en el periodo comprendido entre 1980-1990 fue de 2.19%, de 1990 a 2005 fue de 1.35, mientras que en el municipio de Zacatlán fue de 2.32 y 1.20, respectivamente (INEGI, 2008).

La proyección de la población 2005-2030 realizada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) indica que para 2030 la población para estos municipios será

de 136,771 habitantes, lo que representará un aumento del 12.7% con respecto a la población actual (CONAPO, 2000).

Los índices de marginación, a nivel municipal son de -0.02126 para Chignahuapan y de -0.24286 para Zacatlán, ocupando los lugares nacionales 1201 y 1398, respectivamente. El índice de marginación es una medida que permite medir las condiciones de pobreza y el rezago social (CONAPO, 2000).

Localidades

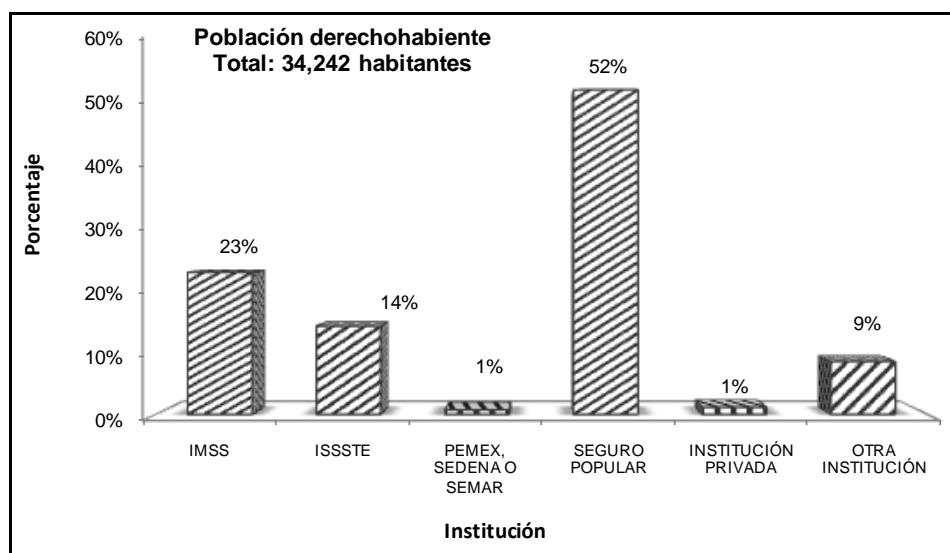
Ambos municipios contienen 260 localidades, de las cuales 162 pertenecen a Chignahuapan y 98 a Zacatlán (INEGI, 2005). Los núcleos agrarios existentes en el municipio de Chignahuapan son 43 ocupando una superficie de 47,813.09 ha y en Zacatlán 18 con una superficie de 11,424.15 ha (INEGI, 2007b).

Salud y Seguridad Social

De acuerdo al II Censo de Población y Vivienda, la población no derechohabiente en los municipios de estudio es de 85,974 habitantes, mientras que 34,126 son derechohabientes, el 53% de esta población pertenece al seguro popular, solo el 2% de los derechohabientes pertenece a Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) o a la Secretaría de Marina (SEMAR) o a una institución privada (Figura 1.8) (INEGI, 2005).

Existen 49 unidades médicas en el área de estudio, de las cuales 27 pertenecen a la Secretaría de Salud (24 unidades de consulta externa, 1 unidad de hospitalización y 2 establecimientos de apoyo), 19 a IMSS-Oportunidades (18 unidades de consulta externa y 1 unidad de hospitalización), 1 unidad de consulta externa del IMSS que se

localiza en el municipio de Zacatlán y 2 unidades de consulta externa del ISSSTE (SINAIS, 2006²).



Fuente: INEGI (2005).

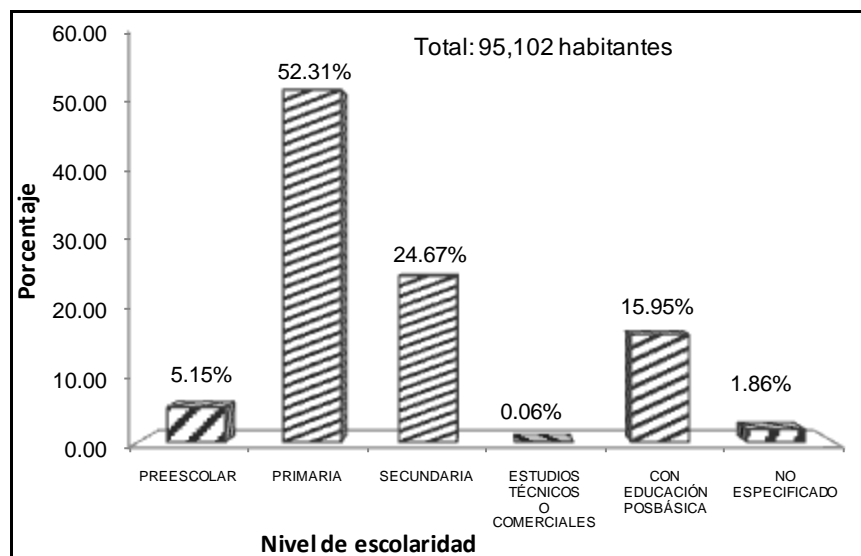
Figura 1.8. Población derechohabiente en Chignahuapan y Zacatlán, Puebla

Educación

La población de 6 años y más es de 104,225 habitantes de la cual 44,270 corresponden al municipio de Chignahuapan y 59,955 a Zacatlán. La población de 5 años y más que asiste a la escuela es de 36,347, mientras que 69,805 no asiste (INEGI, 2007b).

La Figura 1.9 presenta el nivel de escolaridad de la población de 5 años y más, correspondiente a 95,102 habitantes.

² <http://www.sinais.salud.gob.mx/>



Fuente: INEGI (2005).

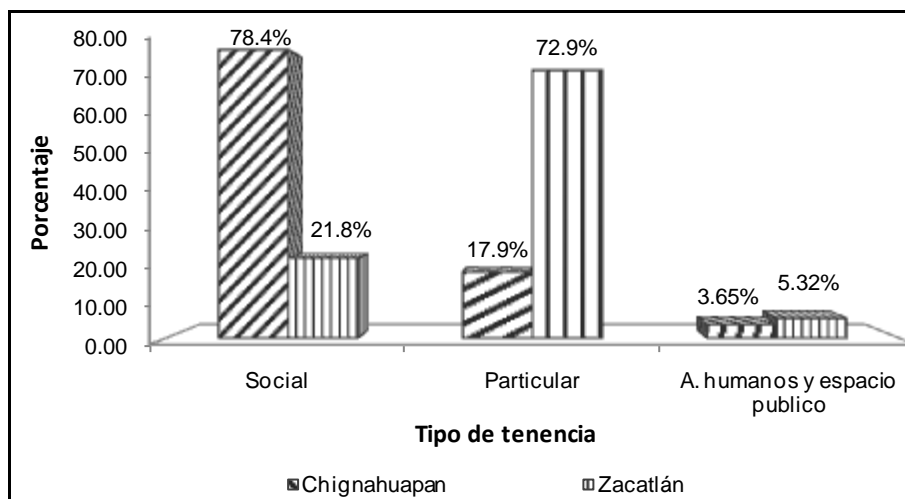
Figura 1.9. Nivel de escolaridad de la población de 5 años y más en Chignahuapan y Zacatlán

Vivienda

El número total de viviendas en el municipio de Chignahuapan es de 11,596, con 51,487 ocupantes; 72% de las viviendas tiene piso de cemento firme, 83% dispone de energía eléctrica y el 70% de drenaje. En el municipio de Zacatlán existen 5,454 viviendas con 69,657 ocupantes, el material de piso del 62% de las viviendas es de cemento firme, el 85% tiene energía eléctrica y el 67% dispone de drenaje (INEGI, 2005).

Tenencia de la tierra

La Figura 1.10 presenta la distribución de la tenencia de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán; para el primer municipio, el 78.4% de la superficie es social, correspondiente a ejidos y comunidades, el 17.9% es propiedad privada y 3.65% es espacio público o de asentamientos humanos. En el municipio de Zacatlán los porcentajes son: 21.8%, 72.9% y 5.32%, respectivamente.



Fuente: INEGI (2005).

Figura 1.10. Tipos de tenencia de la tierra en los municipios de estudio.

Población económicamente activa

La población de 12 años y de más edad en los dos municipios es de 78,761 habitantes, de los cuales 35,839 son económicamente activos; los hombres representan el 70% de esta población, en ambos municipios. La población ocupada es de 35,460 habitantes y el sector con mayor ocupación es el primario en Chignahuapan y el terciario en Zacatlán (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Población económicamente activa y ocupada por sector en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Característica	Chignahuapan		Zacatlán		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
Población de 12 años y más	32,591	41.38	46,170	58.62	78,761
Población Económicamente activa	14,451	40.32	21,388	59.68	35,839
Hombres	11,098	76.8	15,121	70.70	26,220
Mujeres	3,353	23.20	4,431	29.30	7,783
Población ocupada	14,231	40.13	21,229	59.87	35,460
Primario	5,607	39.40	6,772	31.90	12,379
Secundario	3,914	27.50	4,756	22.40	8,670
Terciario	4,497	31.60	9,256	43.60	13,753
No especificado	213	1.50	425	2.00	638

Fuente: INEGI (2000).

Actividades productivas

Los municipios de estudio pertenecen al Distrito de Desarrollo Rural número 2 – Zacatlán y a la UMAFOR 2102 (Zacatlán). La economía de la “Sierra Norte” de Puebla se basa principalmente en actividades primarias. En los municipios de estudio, las principales actividades económicas que se realizan en el área son la agricultura, ganadería, pesca y el aprovechamiento forestal (Centro Nacional de Desarrollo Municipal, 1999).

Agricultura

La superficie destinada a la agricultura en los dos municipios es de 74,480.054 ha (59.61% del total) (Figura 6). Los principales cultivos agrícolas en ambos municipios son: Maíz, haba, avena, cacahuate, alberjón, trigo, papa, ajo, chícharo y los frutales: Manzana, durazno y pera³. El Cuadro 1.2 presenta los datos de los cultivos agrícolas en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Cuadro 1.2 Superficie sembrada y cosechada de maíz en los municipios de estudio.

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Volumen de producción (ton)	Valor de la producción (Miles de pesos)
Chignahuapan	12,941.00	10,759.00	19,711.00	29,566.00
Zacatlán	11,290.00	11,290.00	20,285.00	30,427.00
Total	24,231.00	22,049.00	39,996.00	33,915.00

Fuente: INEGI (2007a).

Respecto al cultivo de chícharo en el mismo año, en Chignahuapan la superficie sembrada fue de 635 ha, cosechada 614 ha con una producción de 2,272 toneladas y un valor de \$10.22 millones de pesos (INEGI, 2007a).

³ <http://www.puebla.gob.mx/segob/municipios>

Ganadería

Los Cuadros 1.3, 1.4 y 1.5 presentan información referente a la producción de ganado bovino, porcino, ovino, equino, caprino y aves en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Cuadro 1.3. Población ganadera y avícola, en los municipios de estudio.

Municipio	Población ganadera y avícola (número de cabezas)					
	Bovino	Porcino	Ovino	Equino	Caprino	Aves
Chignahuapan	2,936	12,788	64,325	19,188	7,324	172,779
Zacatlán	2,724	13,892	31,184	15,170	6,152	148,874
Total	5,660	26,680	95,509	34,358	13,476	321,653

Fuente: INEGI (2007a).

Cuadro 1.4. Volumen de producción anual de carne en canal de ganado y aves en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Municipio	Volumen de producción anual de carne en canal (toneladas)				
	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Aves
Chignahuapan	362.0	553.6	215.0	97.2	739.0
Zacatlán	336.8	602.9	188.4	82.3	586.3
Total	698.8	1,156.5	403.4	179.5	1,325.3

Fuente: INEGI (2007a).

El valor total de la producción de carne en canal, en ambos municipios es de \$117,208,600.00, de los cuales \$61,086,900 corresponden a la producción en Chignahuapan y \$56,121,700 al municipio de Zacatlán (INEGI, 2007a).

Otros productos son: Leche, lana y huevo para consumo directo (Cuadro 1.5).

Cuadro 1.5. Producción de otros productos pecuarios en los municipios de estudio.

Municipio	Leche de Bovino		Lana sucia		Huevo para consumo directo	
	Producción (litros)	Valor (Miles de pesos)	Producción (toneladas)	Valor (Miles de pesos)	Producción (toneladas)	Valor (Miles de pesos)
Chingnahuapan	3,183,000.0	14,474.9	49.0	98.0	73.1	769.1
Zacatlán	2,423,100.0	11,017.8	31.7	63.4	79.6	838.5
Total	5,606,100.0	25,492.7	80.7	161.4	152.7	1,607.6

Fuente: INEGI (2007a).

Forestal

De la superficie del estado de Puebla, 190,000 ha tienen potencial para aprovechamiento y de éstas 113,537 se encuentran bajo manejo forestal⁴.

Como parte del Estudio Regional Forestal que se realizó para la UMAFOR 2102 en el año 2007, se obtuvieron los datos de existencias maderables por tipo de vegetación a nivel regional. A partir del análisis de los programas de manejo vigentes en la región, Chignahuapan se identificó como el municipio de mayor importancia (SMRN, 2007).

Las existencias maderables (metros cúbicos rollo total árbol, m³rta) en los municipios de interés se presentan en el Cuadro 1.6. En el municipio de Chignahuapan hay una existencia maderable que asciende a 4,433,325 m³rta, mientras que en Zacatlán es de 2,452,151 m³rta.

⁴ <http://www.puebla.gob.mx/puebla/ambiente>

Cuadro 1.6. Existencias maderables (m³rta) en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Tipo de vegetación	Existencias maderables (m ³ rta)	
	Chignahuapan	Zacatlán
Bosque de coníferas muy cerrado	1,842,367	992,564
Bosque de coníferas cerrado	1,131,220	369,983
Bosque de coníferas abierto	97,283	48,824
Bosque de coníferas con regeneración	121,917	158,212
Bosque de coníferas y latifoliadas muy cerrado	795,598	312,151
Bosque de coníferas y latifoliadas cerrado	83,617	286,357
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	37,855	6,895
Bosque de latifoliadas cerrado	62,583	37,777
Bosque de latifoliadas abierto	7,130	45,584
Bosque mesófilo con vegetación secundaria	190,673	193,804
Acahuales	63,082	0
Total	4,433,325	2,452,151

Fuente: SMRN (2007).

El volumen de la producción forestal maderable anual en ambos municipios es de 90,140 m³ de madera en rollo. El Cuadro 1.7 presenta los datos por municipio y especies.

Cuadro 1.7. Volumen de la producción forestal maderable por municipio.

Municipio	Producción (m ³ /rollo)				
	Total	Coníferas		Latifoliadas	
		Pino	Oyamel	Encino	Otras*
Chignahuapan	73,386	52,539	13,737	6,502	608
Zacatlán	16,754	15,407	18	1,082	247
Total	90,140	67,946	13,755	7,584	855

* Comprende: Aile (*Alnus* spp), Madroño (*Arbutus* spp), Carboncillo (*Calliandra* spp) y Liquidambar (*Liquidambar* spp). Fuente: INEGI (2007a).

Con respecto al valor de la producción señalada anteriormente, el Cuadro 1.8 muestra que el valor total es de \$84,008,000 (INEGI, 2007a).

Cuadro 1.8. Valor de la producción forestal maderable por municipio de estudio.

Municipio	Valor de la producción (miles de pesos)				
	Total	Coníferas		Latifoliadas	
		Pino	Oyamel	Encino	Otras*
Chignahuapan	68,130	52,592	13,188	2,149	201
Zacatlán	15,878	15,422	17	357	82
Total	84,008	68,014	13,205	2,506	283

* Comprende: Aile (*Alnus* spp), Madroño (*Arbutus* spp), Carboncillo (*Calliandra* spp) y Liquidambar (*Liquidambar* spp). Fuente: INEGI (2007a).

Solo en el municipio de Zacatlán hay aprovechamiento de productos forestales no maderables, que consiste en la extracción de musgo con una producción total anual de 70 ton y un valor de \$140,000 (INEGI, 2007a).

En 2006, en el municipio de Chignahuapan había 152 permisos vigentes para el aprovechamiento forestal maderable con un volumen autorizado de 112,198 m³/rollo, en Zacatlán, 182 permisos y un volumen de 27,705 m³/rollo (INEGI, 2007a).

Pesca

En las lagunas de Ajolotla y Almoga, municipio de Chignahuapan existe cría de especies nativas como carpa, cangrejo, rana, carpa, lobina y trucha arcoíris. En Zacatlán, hay captura de carpa y trucha en varias localidades, principalmente en Xoxanacatla, Tepeixco, Ayotla, Jicolapa, Tlalixtlipa y Quetzalapa.

1.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL DESARROLLO POBLACIONAL EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

La Figura 1.11 presenta la población de 1980 a 2005 para los municipios del área de estudio. De 1980 a 1990 hubo un incremento de 12,129 habitantes en Chignahuapan y de 8,184 en Zacatlán; sin embargo, en el periodo de 1990 al 2000 se presentó un incremento de 10,641 habitantes en Chignahuapan y 7,370 en Zacatlán. Finalmente

en el periodo 2000 a 2005, el incremento fue de 135 habitantes para Chignahuapan y 2,270 para Zacatlán⁵.

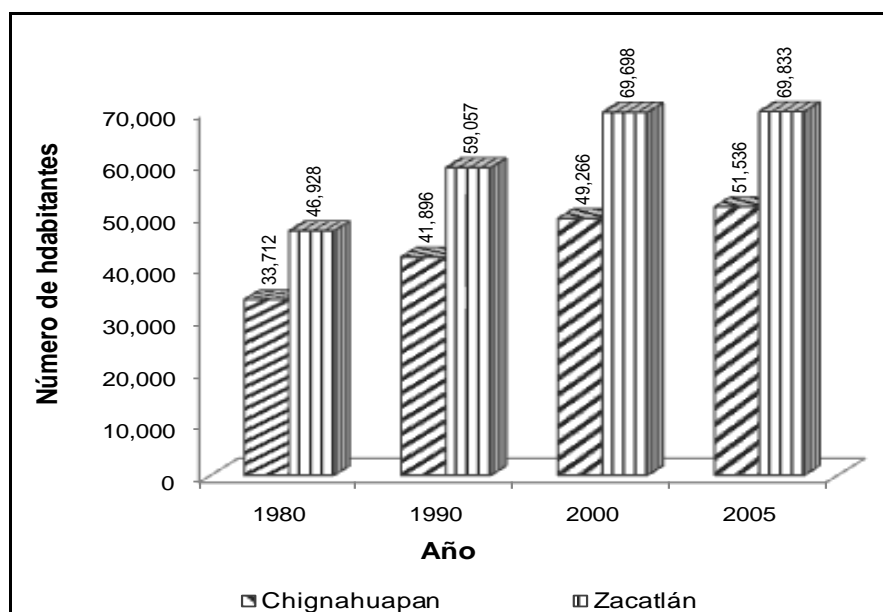


Figura 1.11. Población de 1980 a 2005 en los municipios de estudio.
Fuente: INEGI (2005).

Los municipios de Zacatlán y Chignahuapan tienen un proceso de urbanización más acentuado que los demás municipios de la Sierra Norte de Puebla, reflejado, principalmente en el crecimiento territorial de sus capitales. Este crecimiento se ha dado por el aumento normal de la población local y la migración de la población rural o de otras entidades del país.

La Ciudad de Zacatlán es un núcleo urbano importante por su ubicación estratégica en la región, ya que se conecta con la sierra norte: Por el norte, a través de Huauchinango, hacia la costa veracruzana, y por el noroeste hacia el centro y norte del país. Desde diferentes rumbos del municipio llegan los productos que se producen en la zona rural para su comercialización y consumo. Los conjuntos habitacionales en la capital se han diseñado para satisfacer la demanda de espacios

⁵ Gobierno del estado de Puebla. Estadísticas. <http://www.puebla.gob.mx/puebla/estadisticas>

que han ocupado gran parte de las superficies de la zona noreste de la ciudad (Figura 1.12).

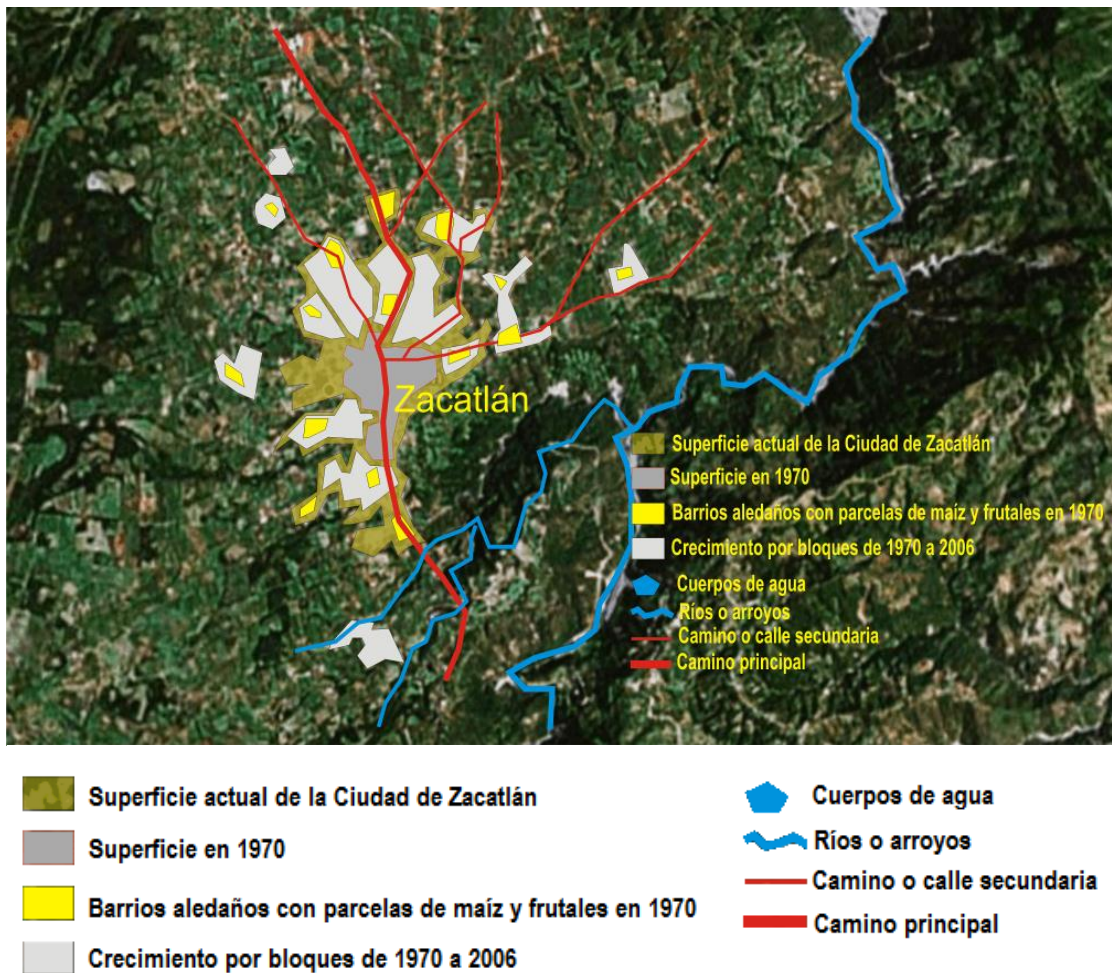


Figura 1.12. Crecimiento espacial de Zacatlán (1970-2006)
Tomado de SMRN (2007).

El desarrollo del municipio de Chignahuapan se ha debido al desarrollo industrial maderable derivado de la silvicultura, manufactura de esferas y su creciente mercado externo, al desarrollo de un comercio interno establecido, principalmente de comestibles y enseres domésticos, que abastece a las localidades del interior municipal, incluso de otros municipios.

En la cabecera municipal de Chignahuapan, el crecimiento habitacional ha seguido

un patrón más tradicional de construcción y ha dependido del gusto particular de cada migrante (Figura 1.13).

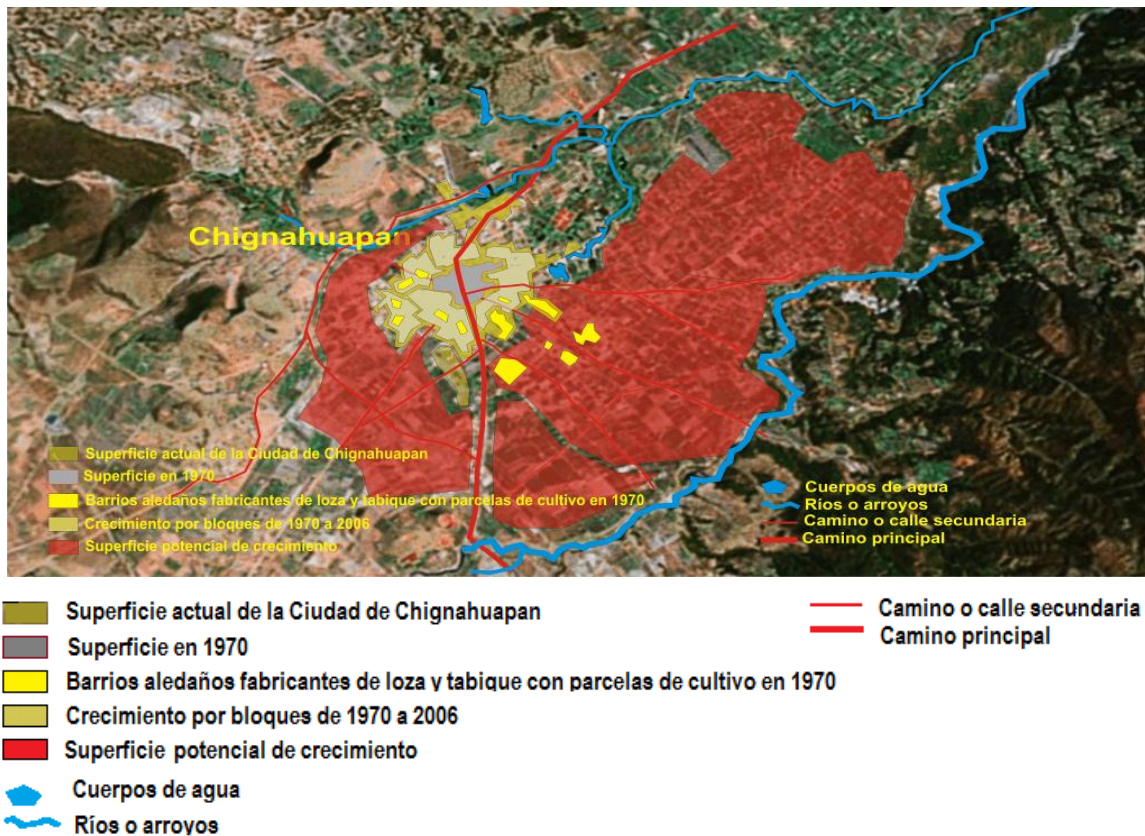


Figura 1.13. Crecimiento espacial de Chignahuapan (1970-2006).
Tomado de SMRN (2007).

En general la dinámica del crecimiento poblacional de los centros urbanos de los municipios de interés se ha generado por los siguientes aspectos (SMRN, 2007):

- Exclusión de un amplio sector rural del desarrollo social y económico.
- Carencia de tierra productiva en relación al crecimiento poblacional.
- Crecimiento poblacional no proporcional a la superficie productiva y a la oferta de empleos en las localidades.
- Migración a las ciudades en busca de mejores opciones.
- Desarrollo del comercio establecido en los núcleos urbanos por la demanda de bienes y servicios de la población rural.
- Administración municipal que ofrece bienes y servicios para atrapar la afluencia

de la población rural que antes se dirigían a otros estados.

- Desarrollo de la producción agropecuaria y manufacturas en la región.

1.4 CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SERVICIOS AMBIENTALES

1.4.1 Cambio de uso de la tierra en México

La deforestación es un proceso que afecta de manera negativa la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas por la fragmentación que implica. Además, de que modifica el ciclo hídrico, al evitar la recarga de los acuíferos y altera los procesos de formación y mantenimiento de los suelos.

En el Cuadro 1.9 se presentan las tasas anuales estimadas de deforestación en México. De acuerdo a los datos del Inventario Forestal 2000, la tasa anual de deforestación es de 1,076,000 ha, de las cuales 259 mil corresponden a bosques de clima templado-frío, 510 mil a selvas y 307 mil a zonas áridas.

Cuadro 1.9. Tasas estimadas de deforestación según tipo de vegetación en México.

Año	Fuente	Tasa de deforestación (miles de hectáreas/año)			
		Bosques	Selvas	Zonas Áridas	Total
1988	FAO	125	470	20	615
	Repetto	nd	460	nd	460
1989	Castillo <i>et al.</i>	273	473	nd	746
	Myers	nd	700	nd	700
	Toledo	nd	nd	nd	1,500
1990	SARH	127	202	41	370
1991	SARH	127	189	54	370
1992	Masera <i>et al.</i>	167	501	nd	668
	WRI	nd	nd	nd	615
1994	WRI	nd	nd	nd	678
1995	FAO	nd	nd	nd	678
2000	SEMARNAT	259	510	307	1,076

Fuente: Compendio de Estadísticas Ambientales 2006. Sistema Nacional de Información Forestal. En: http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/secciones/demas/compendio2006/Reportes/D3_FORESTAL/D3_RFORESTA08/D3_RFORESTA08_01.htm

Las actividades agropecuarias están identificadas como las que mayormente contribuyen a la deforestación en México. Los desmontes ilegales son la segunda causa, seguido por los incendios forestales, las plagas y enfermedades, los cambios autorizados y otros (Figura 1.14).

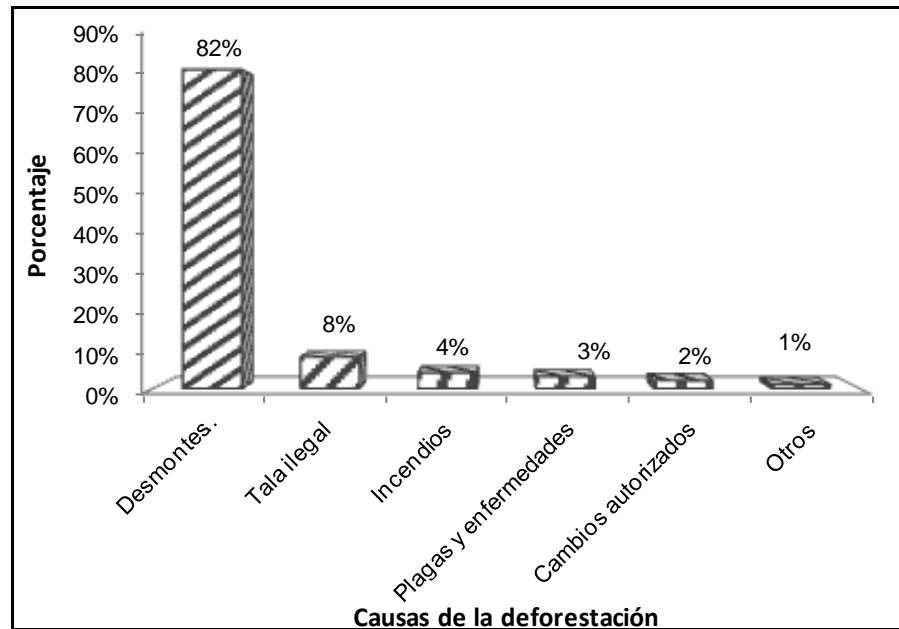


Figura 1.14. Causas de la deforestación en México.

Fuente: Informe de la situación del Medio Ambiente en México. (2002).

http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/indice.shtml

Velázquez *et al.* (2002) realizaron un estudio sobre los patrones y cambio de uso de la tierra en México mediante el uso de la Serie I de INEGI y las imágenes 2000 utilizadas para el Inventario Nacional Forestal 2000. De acuerdo a este estudio en el periodo 1993 a 2000 se deforestaron 938 mil ha, de las cuales 226 pertenecen a bosques, 549 a selvas y 162 a vegetación de zonas áridas.

Las tasas de cambio (%) son negativas para los tipos de vegetación: Bosques, selvas, matorral, vegetación hidrófila y pastizales naturales, mientras que para pastizales inducidos y cultivados, cultivos y otras coberturas son positivas (Velázquez *et al.*, 2002).

1.4.2 Cambio de uso de la tierra en la Sierra Norte de Puebla

La deforestación y degradación de los ecosistemas forestales en el estado de Puebla, ha sido uno de los problemas más graves de los municipios con marginación alta y muy alta. Entre 1970 y 1990 se registraron pérdidas significativas de superficie de bosques y selvas en la mayoría de los municipios debido al cambio de uso de la tierra de forestal a uso agrícola, principalmente (CONAPO, 1998).

Como parte del Estudio Regional Forestal de la UMAFOR Zacatlán, se generó una matriz de cambio de uso de la tierra, para el periodo 1986 a 2000, mediante el uso de la cartografía de INEGI (Series I y II), de acuerdo a los datos, la deforestación ocurrió en 24,076 ha a una tasa anual de 1,720 ha.

La superficie con degradación en el municipio de Chignahuapan es de 7,779 ha y la erosionada de 1,876 ha. Sin embargo, en Zacatlán la superficie degradada es de 15,072 ha (SMNR, 2007).

En el estado de Puebla, la tasa de deforestación tiende a bajar en los terrenos de propiedad ejidal y comunal que están y han estado sometidos a esquemas de manejo forestal autorizado en los últimos 20 años y en donde la silvicultura se ha convertido en una alternativa de desarrollo regional lo que ha permitido incrementar los niveles de ingreso y empleo de estas comunidades.

En algunas de estas regiones no solamente se ha detenido el avance de la frontera agropecuaria, sino que se ha empezado a dar una recuperación de la cobertura forestal al reforestarse áreas abandonadas de agricultura que son incorporadas al uso forestal.

La fragmentación por uso agrícola tiene una frecuencia reducida sobre todo en bosques de uso común como sucede en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán. Esta situación es especial debido a la inercia producto del Plan Forestal Puebla, en

donde se han mantenido las parcelas originales agrícolas sin autorización de nuevas (SMRN, 2007).

En los municipios de Chignahuapan y Zacatlán hay una tendencia al cuidado y preservación del recurso forestal dejando las partes bajas para la agricultura; en parcelas agrícolas y abandonadas por sus bajos rendimientos dentro de los bosques se ha generalizado el interés por reforestar estas superficies (SMRN, 2007).

1.4.3 El Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) en México

El concepto de pago por servicios ambientales (PSA) está entre los enfoques que promueven directamente la conservación. La idea central del PSA es que los beneficiarios externos de los SA paguen de manera directa, contractual y condicionada a los propietarios y usuarios locales por adoptar prácticas que aseguren la conservación y restauración de ecosistemas (Wunder, 2006). En la década pasada, el uso de esquemas de PSA ha ganado popularidad para cuencas hídricas, diversidad biológica, secuestro de carbono y belleza de paisaje (Mayrand, 2004).

En México, se publicaron las Reglas de Operación del Programa de PSAH en 2003, estableciendo como objetivo del programa, proteger la capacidad de provisión de los servicios ambientales hidrológicos que presta el buen estado de conservación de los bosques y selvas, mediante el pago que se hace a los beneficiarios, dueños y/o legítimos poseedores de terrenos con recursos forestales (SEMARNAT, 2003).

El PSAH inició bajo la operación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y los recursos provienen del Fondo Forestal Mexicano cuyos montos de apoyo consisten en \$300 ha⁻¹año⁻¹ en bosques y selvas y \$400 ha⁻¹año⁻¹ en bosques mesófilos de montaña, durante cinco años consecutivos. Estos montos se definieron de acuerdo a la investigación realizada por Jaramillo (2004), que concluye que con un pago de

\$200 ha⁻¹año⁻¹ más de dos quintas partes (43%) de los propietarios forestales que tuvieran pensado cambiar a un uso agrícola preferirían participar en un programa de PSAH. Si el pago por hectárea fuera de \$400 pesos, el 20% de ganaderos pensaría en participar en el programa que convertir su bosque o selva en potreros para cría de ganado.

Los predios forestales sujetos de pago son los que inciden directamente en la regulación del ciclo hidrológico y se evalúan bajo los siguientes criterios, de acuerdo a las reglas de operación actuales (SEMARNAT, 2003; SEMARNAT, 2010):

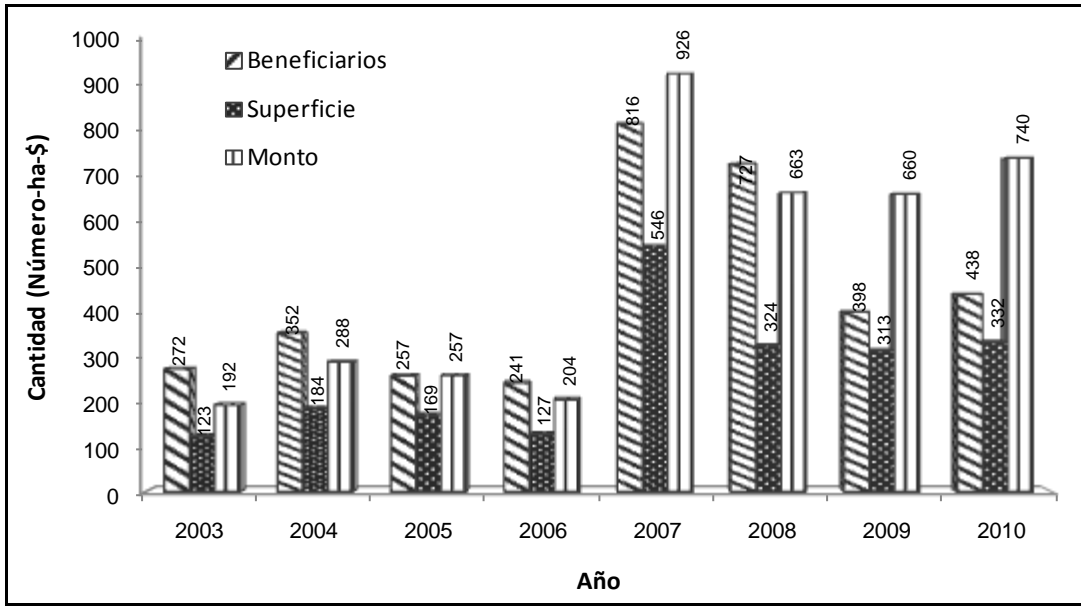
- Inicialmente la cobertura forestal arbórea del predio a apoyar debía ser mayor o igual al 80% de la superficie, sin embargo, en los últimos años, el criterio cambió a tener mayor o igual al 50% de cobertura arbórea;
- Ubicación en los acuíferos decretados como “sobre explotados” por la Comisión Nacional del Agua (CNA);
- Polígono dentro de una cuenca con un promedio de disponibilidad de agua superficial de acuerdo a la clasificación de CNA, asignada a las áreas funcionales de la cuenca por el INE;
- Ubicación del polígono respecto a la degradación de suelos de acuerdo a la Evaluación de la degradación de suelo causada por el hombre, elaborada por la SEMARNAT y COLPOS;
- Ubicado dentro de un Área Natural Protegida de carácter federal, estatal, municipal o privada reconocidas por la CONANP, INE ó la ONG *The Nature Conservancy*;
- Predio dentro de una microcuenca donde existen otros predios beneficiados con pago de servicios ambientales, de conformidad a la clasificación de las microcuencas de FIRCO;
- Si se trata de ejido o comunidad si se ha conformado un comité de vigilancia ambiental acreditado por PROFEPA;
- Polígono ubicado en el área de influencia de una iniciativa de desarrollo de un mecanismo local de PSA, de acuerdo a la CONAFOR;

- Si se cuenta con un ordenamiento territorial comunitario aprobado por él o los propietarios, registrado en el listado de la CONAFOR;
- Predio dentro de las zonas consideradas de riesgo de deforestación de acuerdo al Índice de Presión Económica a la Deforestación, determinado por el Instituto Nacional de Ecología (INE);
- Polígono dentro de las zonas de riesgo de desastre natural, clasificado por la CONAFOR, en base a la información proporcionada por el CENAPRED;
- Si se encuentra en las zonas estratégicas de restauración o atención, determinadas por la CONAFOR; y
- Ubicación del polígono propuesto, respecto a la densidad de biomasa determinada por ECOSUR, a partir de los datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

La Figura 1.15 presenta el número de solicitudes aprobadas, la superficie en miles de ha aprobadas y el monto invertido en millones de pesos, para el período 2003 a 2010.

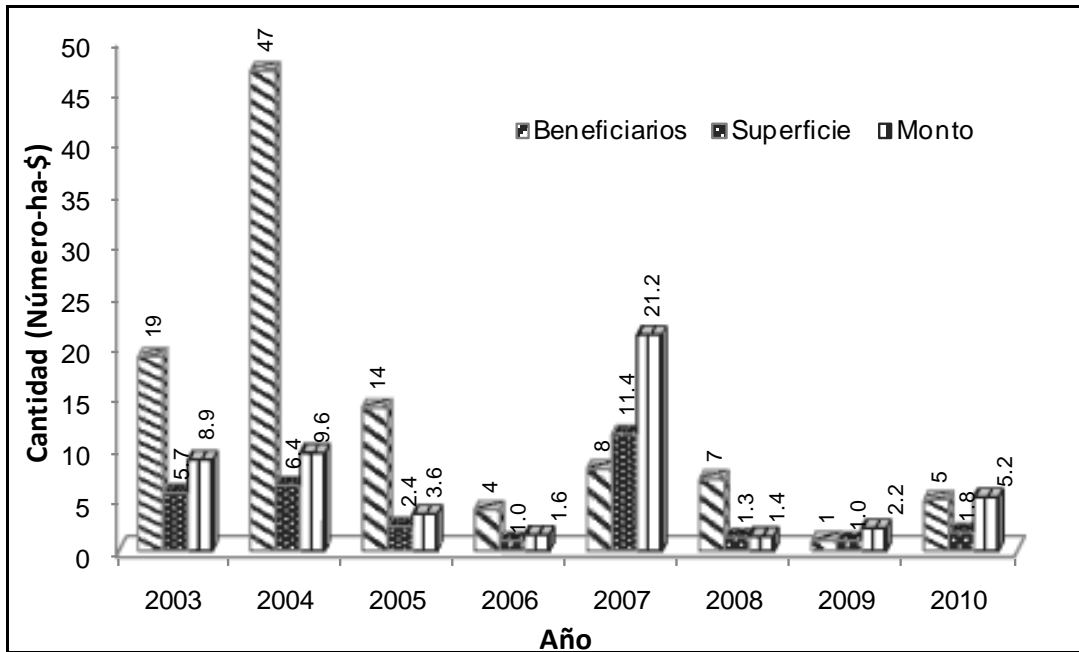
En 2003, el estado de Puebla ocupó el sexto lugar de los 15 estados apoyados dentro del PSAH en número de solicitudes, pero el noveno por la superficie beneficiada y el monto otorgado (CP Y CONAFOR, 2004).

La Figura 1.16 presenta el número de solicitudes apoyadas por el PSAH desde el año 2003, así como la superficie señalada en miles de hectáreas y el monto de apoyo a cinco años en millones de pesos.



Fuente: Elaboración propia basado en CP y CONAFOR, 2004; CP y CONAFOR, 2005; UACH y CONAFOR, 2006 y publicación de resultados CONAFOR 2006 a 2010.

Figura 1.15. Número de solicitudes, superficie y monto aprobado del 2003 a 2010 a nivel nacional por el PSAH.



Fuente: Elaboración propia basado en CP y CONAFOR, 2004; CP y CONAFOR, 2005; UACH y CONAFOR, 2006 y publicación de resultados CONAFOR 2006 a 2010.

Figura 1.16. Número de solicitudes, superficie y monto aprobado del 2003 a 2010 en el estado de Puebla por el PSAH.

En los municipios de Chignahuapan y Zacatlán se han apoyado 28 proyectos de PSAH durante el periodo 2004-2006 con una superficie de 2,369.12 ha y un monto de apoyo de \$3,559,411.48 (Cuadro 1.10). A nivel general, las solicitudes aprobadas, para ambos municipios, la superficie beneficiada y los montos destinados del programa han disminuido en el área de estudio. A partir del 2007 al 2010 no se han aprobado solicitudes para dichos municipios.

Cuadro 1.10. Solicitudes aprobadas del PSAH en Chignahuapan y Zacatlán.

Municipio	Proyectos aprobados	Superficie (ha)	Monto aprobado a 5 años (\$)
Chignahuapan	26	2,256.49	3,390,459.31
Zacatlán	2	112.63	168,952.17
Total	28	2,369.12	3,559,411.48

Fuente: Bases de datos de beneficiarios del PSAH 2003-2010. CONAFOR.

El PSAH a nivel nacional tuvo una rápida aceptación y un gran número de solicitudes. Sin embargo, se destaca que algunos predios que han recibido pago por este concepto, en su mayoría, se encuentran fuera de las zonas críticas para la recarga de acuíferos. Asimismo, la creación de mercados por medio del PSAH es aún incipiente por lo que existe el riesgo de que al finalizar los cinco años de apoyo se cambie el uso de la tierra (CP Y CONAFOR, 2004; CP Y CONAFOR, 2005 y UACH Y CONAFOR, 2006).

Además de los problemas anteriores, se identifica que los sitios elegidos para la implementación del programa no han sido científicamente valorados a fin de establecer la eficacia del pago; se carece de criterios de evaluación de la efectividad del pago, ya que se desconoce con certeza a quien realmente aporta agua la zona de recarga que se protege; y no se incorporan zonas de descarga (García, 2005).

En el año 2006, se incluyó en las Reglas de Operación del PSAH, un requisito para los predios beneficiados, el cual consistió en elaborar un Programa de Mejores Prácticas de Manejo (PMPM), que incluyera las actividades a realizar en el predio

para continuar con la provisión del servicio ambiental. La iniciativa fue buena ya que se pretendía que los PMPM fueran una herramienta de planificación; sin embargo, en realidad dicho programa se vio como un mero requisito.

Las Reglas de Operación del programa (RDO) han sido modificadas en los diferentes años. Por ejemplo, en 2007, con la creación del Programa ProÁrbol de la CONAFOR, se integra el pago por servicios ambientales como una sola categoría de apoyo. En conjunto, esta categoría de apoyo con las demás categorías se rigen por las mismas RDO de ProÁrbol, por lo que ahí se señala y especifican los principales aspectos y condiciones para cada categoría de apoyo.

Actualmente en 2011, los montos de apoyo se otorgan de manera diferenciada dependiendo de los ecosistemas forestales y el riesgo de deforestación. Para el caso de servicios ambientales hidrológicos existen 3 áreas de pago: Área I con \$1,100 ha⁻¹año⁻¹ (bosque mesófilo de montaña), Área II \$700 ha⁻¹año⁻¹ (bosques) y Área III con \$382 ha⁻¹año⁻¹ (selvas) (SEMARNAT, 2011).

1.5 OBJETIVOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tuvo como objetivos los siguientes:

- a) Generar cartografía del uso actual y potencial de los suelos en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla;
- b) Estimar la renta de uso de la tierra bajo el uso forestal, pecuario y agrícola en la Sierra Norte de Puebla.
- c) Determinar las características químicas de los suelos con potencial forestal y compararlo con los suelos bajo otros usos.
- d) Generar una estrategia útil para la asignación de apoyos para el PSAH en la región, específicamente en los montos de apoyo.

1.6 HIPÓTESIS

El Programa de Pago de Servicios Ambientales de la CONAFOR no alcanza a cubrir la renta de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.

El cambio del uso potencial de la tierra trae como consecuencia alteraciones en las propiedades químicas del suelo.

1.7 LITERATURA CITADA

Centro Nacional de Desarrollo Municipal. 1999. Enciclopedia de los Municipios de México: Los Municipios de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla.

Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA) y Fondo para la Comunicación y de Educación Ambiental (FEA). 2006. El agua en México: Lo que todos y todas debemos saber. México, D.F. 93 p.

Cervantes, Z. Y., S.L. Cornejo O., R. Lucero M., J.M. Espinoza R., E. Miranda V., y A. Pineda V. 1990. Provincias Fisiográficas de México. Extraído de Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Colegio de Postgraduados (CP) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2004. Valuación del Programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). Reporte final. Ejercicio fiscal 2003. Colegio de Postgraduados, México. 88 p.

_____ 2005.
Evaluación del Programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). Reporte final. Ejercicio fiscal 2004. Colegio de Postgraduados, México. 123 p.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 1998. Cuencas Hidrológicas. Escala: 1:250000. México.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). 1998. La situación demográfica de México. Secretaría de Gobernación. pp. 105-114.

-
- _____ . 2000. Indicadores demográficos básicos. En <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/00indicadores.htm>
- Fao - Unesco. 1998. Revised legend of the FAO – UNESCO soil map of the world. International soil reference and information centre. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- FitzPatrick, E. A. 1984. Suelos; su formación, Clasificación y Distribución. 1ª Edición en español. CIA. Editorial Continental. México, D.F.
- Franquis, F. R. 2003. Los bosques y su importancia para el suministro de servicios ambientales. *Revista Forestal Latinoamericana* (34): 17-30.
- García, A. J.; A. Janvry, E. Sadoulet y J. M. Torres. 2005. An assessment of Mexico's payment for environmental services program. University of California at Berkeley. 79 p.
- García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Climas (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2003. Conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Serie III.
2005. II Censo de población y vivienda. Base de datos digital en línea.
-
- _____ . 2007a. Anuario Estadístico del Estado de Puebla. En línea: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee07/estatal/pue/index.htm>
-
- _____ . 2007b. Núcleos agrarios: Tabulados básicos por municipio. Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares PROCEDE. Puebla. 164 p.
- Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1995. Edafología. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México.

- Jaramillo, L. A. 2004. Estimación del costo de oportunidad del uso de la tierra forestal en ejidos a nivel nacional. Reporte de investigación. Instituto Nacional de Ecología-Dirección General de Investigación en Economía y Política Ambiental. 13 p.
- Mayrand, K. 2004. Pago de servicios ambientales: estudio y evaluación de esquemas vigentes. Informe presentado por Unisféra International Center. 65 p.
- Pagiola, S.; J. Bishop y N. Landell-Mills eds. 2003. La venta de servicios ambientales forestales: Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología-Comisión Nacional Forestal. Primera edición. 459 p.
- Sanjurjo R. E. e I. Islas. 2007. Las experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. Gaceta ecológica INE-SEMARNAT. Número especial 84-85. pp. 93 -105.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2003. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Diario Oficial de la federación. 3 de octubre de 2003. 10 p.
-
2010.
Reglas de Operación del Programa ProÁrbol 2011. Diario Oficial de la federación. 29 de diciembre de 2010. 91 p
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SMRN). 2007. Diagnóstico Socioeconómico y de Manejo Forestal Unidad de Manejo Forestal Zacatlán. Asociación Regional de Silvicultores Chignahuapan-Zacatlán A. C. 281 p.
- Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2006. Evaluación del Programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). Ejercicio fiscal 2005. Universidad Autónoma Chapingo, México, México. 143 p.
- Velázquez, A.; J. F. Mas; J. R. Díaz G.; R. Mayorga S.; P. C. Alcántara; R. Castro; T. Fernández; G. Bocco; E. Ezcurra y J. L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso de la tierra en México. Instituto Nacional de Ecología, D. F., México. Gaceta Ecológica (2): 31.37.

Wunder, S. 2000. Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales. Centro de Internacional de Investigación Forestal (CIFOR). Bogor, Indonesia. 24 p.

CAPÍTULO II. RENTA DE LA TIERRA DE USO FORESTAL: ALGUNOS MÉTODOS PARA SU DETERMINACIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

La superficie forestal en México es amplia y diversa. Ocupa el 70.4% del territorio nacional con una superficie aproximada de 138 millones de hectáreas (CONAFOR–INEGI, 2009) y los ecosistemas que incluye son: Matorrales xerófilos (41.2%), bosques templados (24.2%), selvas (22.8%) y variadas asociaciones de vegetación forestal (11.8%). Sin embargo, el cambio en el uso forestal de la tierra a otros usos como la agricultura y ganadería han afectado la superficie de tales ecosistemas; además de incrementar la deforestación (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y Presidencia de la República, 2007-2012; FAO, 2005) cuya cantidad neta anual en los ecosistemas de bosques y selvas fue de 348 mil ha⁻¹ año⁻¹ durante el periodo 1990-2000 (INEGI, 2007).

Diversos estudios han planteado algunas razones del cambio del uso de la tierra. Por ejemplo, Palacios y Sánchez (2003) proponen que la primera causa de la degradación de la tierra es debido al arrendamiento de ésta, ya que el interés es obtener el mayor provecho del suelo sin emplear prácticas productivas que lo conserven o mejoren. Al respecto, existen dos formas de introducir el valor de la renta forestal de la tierra (Rodríguez y Díaz, 2006): La primera supone la existencia de una cadena infinita de ciclos de corta (maximización del valor esperado de uso de suelo, VES) y la segunda, es la introducción explícita de la renta de la tierra (Faustmann, 1849).

Sin embargo, Navarro (2007) lleva a cabo una investigación en la que analiza una serie de problemas de carácter teórico que corresponde al cálculo del valor de la tierra forestal como activo. En dicha investigación propone un marco conceptual unificado de tres fórmulas analizadas: De Faustmann, de König y de Ostwald; el

problema que encontró al aplicar estos tres modelos fue la obtención de resultados diferentes del activo tierra para el mismo problema de manejo forestal.

Dixon *et al.* (1999) y Foley *et al.*, (2005) mencionan que la pobreza rural y el crecimiento poblacional se combinan para causar un desbalance en los sistemas productivos naturales como la degradación de áreas verdes y el uso de tierras para el pastoreo; estos autores señalan que la pérdida de los suelos productivos y fértiles se debe a las prácticas agrícolas inapropiadas, así como a la implementación de la agricultura, ganadería y deforestación incontrolada.

En este contexto, en la Sierra Norte de Puebla, la deforestación ha sido promovida por la agricultura y ganadería. Un ejemplo específico lo constituye el Municipio de Chignahuapan en donde se han presentado procesos de disminución y deterioro de los recursos naturales como la desaparición y disminución de superficies forestales, pérdida de suelos (2.3 ton/ha/año), baja fertilidad y reducción de la diversidad biológica (Bray y Merino, 2004).

Otro factor importante en el deterioro de los bosques de la Sierra Norte de Puebla son los incendios forestales los cuales son provocados por la práctica de quemas agrícolas y la falta de interés económico en la preservación de los recursos forestales. Por esta razón, en la zona noroeste de la sierra se pierden entre 1,500 y 1,560 ha por año de bosques (Bray y Merino, 2004); debido a esta situación, es necesario evaluar y valorar el cambio dinámico de uso de la tierra forestal de esta región para promover políticas e instrumentos que consideren el costo o la renta de la tierra para conservar, proteger y recuperar los suelos y superficies forestales. En este contexto, los tomadores de decisiones deberán conocer cómo estimar el costo de la renta de la tierra bajo diferentes usos a través de distintos métodos.

Este trabajo realiza una revisión y análisis de algunos métodos para determinar la renta de la tierra de uso forestal en caso de que se pretenda conservar su uso o reconvertirlo.

2.2 MÉTODOS PARA VALORAR LA TIERRA DE USO FORESTAL

2.2.1 Métodos de valoración

El valor de las cosas está determinado por el ser humano ya que se considera que la naturaleza tiene una serie de valores instrumentales para el mismo, incluyendo las generaciones futuras, concepción que por cierto, comparten algunas propuestas institucionalistas que buscan garantizar una equidad intergeneracional (Azqueta, 1994).

La necesidad de contar con un valor monetario del recurso tierra aparece en forma más directa en la determinación de pagos por perjuicios asociados a la explotación o uso irracional de su base de recursos. Por esa razón, la valoración económica debe proveer información que permita al tomador de decisiones incorporar los cambios producidos en la base de los recursos naturales (que sean identificados y medidos) (Dixon y Pagiola, 1998). En este caso, para estimar el valor del uso o de la renta de la tierra forestal se han desarrollado diversas técnicas que permitan determinar su valor económico a través de estimaciones directas (por ej., mediante encuestas) o experimentales (por ej., de contingencia) (Barzev, 2002).

Un primer paso para incorporar medidas de costo eficacia para restablecer entornos con cambios en uso de la tierra, proteger sistemas naturales y mantener la calidad ambiental, es necesario recurrir a una evaluación ambiental que incluya los factores físicos, naturales, sociales y económicos, y de esta manera identificar y cuantificar los impactos ocasionados en el entorno (Barzev, 2002). Por su parte, la valoración del uso de la tierra está enfocado al análisis de las modificaciones en los ecosistemas y servicios que resultan del cambio de uso de la misma lo que permite una importante retroalimentación de las causas ante tal cambio; además, la valoración evalúa cómo los cambios en los ecosistemas afectan la disponibilidad y

calidad de algunas fuentes naturales que son esenciales para subsistir, crear oportunidades y construir nuevos usos de la tierra.

Los cambios institucionales inducen en la percepción y degradación anticipada del recurso, modifican la capacidad adaptativa de suelo y proporcionan un aumento hacia los cambios sociales en forma de ingresos o incrementan la complejidad social (relación entre los sistemas urbanos y rurales). De esta forma, el uso de la tierra estará en función de: Oportunidades (por ej., precios de mercado, costos de producción, costos de transporte y tecnología), recursos de los usuarios (disponibilidad de mano de obra, cantidad y susceptibilidad de los recursos), políticas (subsidios, impuestos, derechos de propiedad y gobierno), vulnerabilidad a factores externos y la organización social relacionada con los accesos a los recursos, distribución de ingresos, características del hogar y las interacciones de las zonas urbano-rural (Lambin *et al.*, 2003).

Los métodos de medición del valor económico de los recursos se pueden agrupar de acuerdo al enfoque que utilizan para su estimación. Por ejemplo, Munasinghe (1992) propone llevarla a cabo de acuerdo al método analítico usado; es decir, métodos basados en comportamientos observados y potenciales. Otra clasificación es la propuesta por Dixon *et al.* (1999) la cual está relacionada con los enfoques de valoración objetiva (EVO) y de valoración subjetiva (EVS). Un enfoque más es el propuesto por CONABIO (1998), cuya propuesta clasifica a los métodos de valoración a partir de: (a) mercado real; (b) mercado sustituto; y (c) mercado simulado. El Cuadro 2.1 agrupa estas dos últimas propuestas las cuales son analizadas en los apartados siguientes.

Cuadro 2.1. Métodos y técnicas de medición del valor económico de los recursos (cambios de uso de la tierra).

Tipo de mercado y método de valoración	Técnica	Ventaja	Desventaja
Mercado real	Cambio en la productividad	Técnica de análisis Beneficio-Costo, usada en proyectos de desarrollo que afectan bosques, humedales, arrecifes, etc.	Se complica en sistemas de usos múltiples. Si existen distorsiones el ajuste de los precios de mercado, no es tarea sencilla y se necesitan muchos datos.
	Costo de oportunidad	Determina el costo de preservación de un recurso natural a través del costo del proyecto propuesto. Un beneficio no aprovechado se transforma en un costo. Es una técnica fácil y directa.	La opción alternativa puede tener beneficios menos tangibles que no son medidos con esta técnica.
Mercado sustituto	Costo del viaje	Usados para valorar los bienes y servicios recreativos, componentes ambientales de un proyecto mayor y sitios históricos o culturales.	El valor estimado no es igual al valor del bien o servicio natural. No mide los valores de opción y existencia, valores significativos para áreas, hábitat y especies únicas.
	Métodos hedónicos	Separa el bien ambiental y se compara el precio de mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales. Descubre los atributos involucrados en los precios implícitos en un bien.	Asume que los compradores revelaran sus preferencias por un conjunto de atributos a través de su disposición a pagar.
	Gastos preventivos o mitigatorios	Cuidadosamente utilizados pueden proveer datos útiles, y es un método que se puede explicar fácilmente a los tomadores de decisiones.	Proporciona una estimación mínima porque el gasto puede ser restringido por el ingreso de los individuos o puede haber una cantidad adicional de excedente del consumidor.
	Costos de reemplazo	Brinda una mayor estimación del límite del daño. Puede ser útil para introducir externalidades positivos y negativos en los análisis.	No mide realmente los beneficios de la protección ambiental sino los verdaderos costos de reposición del daño.
	Costos de reubicación	Estima los beneficios potenciales y costos asociados de reinstalar una instalación física o una población a causa de cambios en el ambiente.	En algunos casos los costos reportados en el nuevo sitio probablemente no equivalgan a los del sitio original (Ej. reubicación de poblaciones)
Método simulado	Valoración contingente	Usado cuando no existe información de mercado ni valores subrogados acerca de las preferencias de los individuos.	Cabe la posibilidad de que la respuesta ofrecida por el entrevistado no refleje la verdadera valoración que le confiere el recurso analizado.

Fuente: CONABIO (1998) y Dixon *et al.* (1999).

2.2.2 Enfoques de mercado

(a) Mercado real

El mercado real se refiere a la demanda que se registra en términos estadísticos de acuerdo a las condiciones del entorno que rigen en el mercado; es la cantidad del bien que realmente está siendo colocado o adquirido en el mercado. Desde otro enfoque, es la demanda constituida por ciertos consumidores que tienen las condiciones tangibles necesarias para consumir cierto producto (Porlles *et al.*, 2006). Así mismo, CONABIO (1998) menciona que en los mercados reales, las técnicas utilizan la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico (suelo), al suponer que este precio describe razonablemente su valor.

Dixon *et al.* (1999) señalan que las técnicas basadas en precios de mercado para determinar los valores económicos se rigen por el supuesto de que esos precios reflejan escasez económica o indican precios de eficiencia económica; por ejemplo, las técnicas en los cambios de la productividad y costos de oportunidad utilizan precios de mercado para valorar impactos (Cuadro 2.1).

(b) Mercado sustituto

El mercado sustituto agrupa a métodos que utilizan una valoración indirecta. Estos métodos hacen uso de los precios de mercado y son usados cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o servicios ambientales no tienen precios reflejados (Barzev, 2002); Claro *et al.* (1996) señalan que los métodos que usan un mercado sustituto (Cuadro 2.1), obtienen una curva de demanda; para ello se emplea la información de precios basados en mercados reales para calcular de manera indirecta los beneficios de los bienes o servicios de cambio de uso para los cuales no existen mercados. Por ejemplo, se pueden utilizar algunas

técnicas de valoración para evaluar el cambio de uso de la tierra, como: Los costos de viaje, métodos hedónicos y gastos preventivos (Claro *et al.*, 1996).

(c) Mercado simulado

Los métodos de valoración que utilizan un mercado simulado o construido, lo hacen en su aplicación cuando no existe un mercado real, y es frecuente su uso para valores de no uso y para los servicios ambientales. Para la recolección de los datos, es necesario diseñar y aplicar una encuesta mediante la cual se construye una situación o escenario similar a como operaría un mercado real. Las técnicas empleadas son la valoración contingente y el grado de contingencia (CONABIO, 1998) (Cuadro 2.1).

2.2.2 Métodos de valoración

A continuación se describe cada uno de los métodos encontrados en los diferentes tipos de mercado mostrados en el Cuadro 2.1.

(a) Métodos de valoración basados en precios de mercado real

Las técnicas relacionadas al *cambio de productividad* revelan que la pérdida de los bosques puede disminuir la productividad agrícola al degradarse los servicios ambientales prestados por éstos como la conservación del suelo y el agua, el control de inundaciones o la protección contra el viento. Una aplicación muy común del método es en el caso de la calidad del agua y la producción agrícola; si la calidad del agua disminuye debido a la contaminación, existirá una disminución en los rendimientos, lo que se traducirá en mayores costos de producción y, por ende, en un mayor precio del producto (Osorio y Correa, 2004) (Cuadro 2.1).

El método de *cambio de productividad* se limita a valorar los recursos que se utilizan como insumos en la producción de bienes o servicios valorados en el

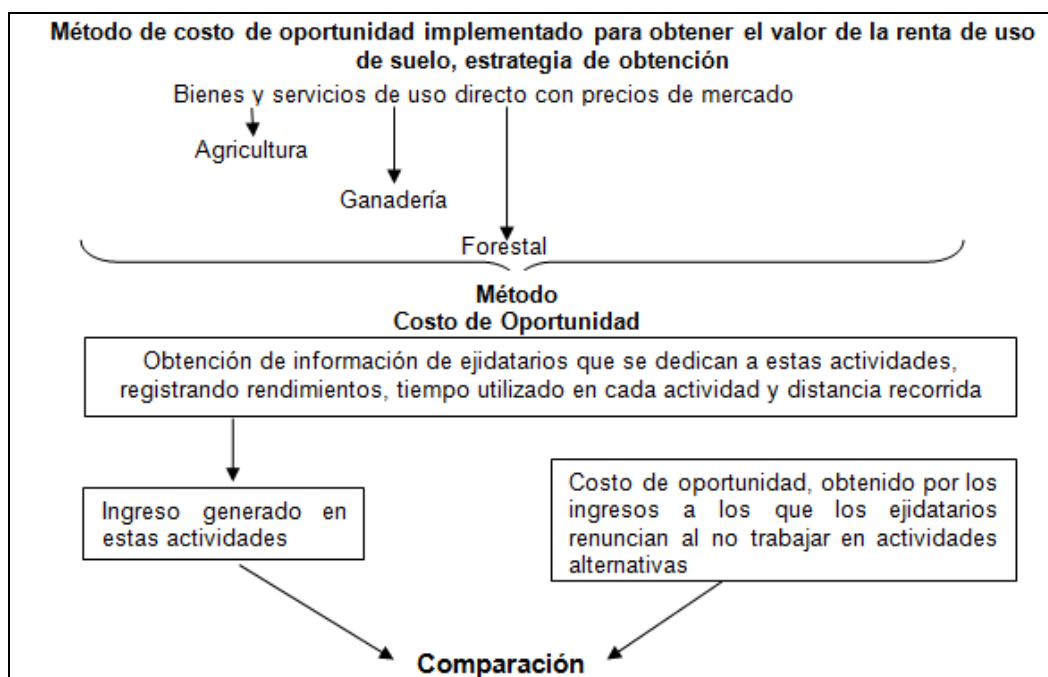
mercado; sin embargo, no todos los servicios podrán ser relacionados con la producción de bienes y servicios valorados en el mercado. Así, el valor estimado puede ser menor a la valoración que realmente significa para la sociedad. También, si los cambios en el recurso natural afectan el precio de mercado, el método llega a ser mucho más complicado y difícil de aplicarse, situación que hace necesaria una función del daño.

Por otro lado, el *costo de oportunidad* tiene como fundamento el principio de la escasa selección de una alternativa de entre dos o más posibles (Azqueta, 1994). Se renuncia a una opción diferente a la seleccionada cuyo valor representa el costo a pagar; el costo de oportunidad estará en función de la primera mejor alternativa que se rechazó. Así mismo, Kido y Kido (2007) mencionan que el método adoptado por los sistemas de pago por servicios ambientales es efectuar un pago anual a los usuarios de las tierras participantes donde la cantidad a pagar no debe ser menor al costo de oportunidad del usuario de la tierra ni mayor al valor del beneficio ofrecido (Cuadro 2.1).

De acuerdo a Castro y Barrantes (1998), el cambio de uso de la tierra se justifica solo si la nueva actividad a realizar iguala o supera el costo de oportunidad del valor que generan los recursos naturales. Por ejemplo, si los ingresos por el aprovechamiento de madera superan a los ingresos generados por los servicios ambientales del bosque, no se justificaría un cambio de uso a la conservación; Sin embargo, una hectárea de bosque se protegerá o conservará cuando el valor de la conservación iguale o sea mayor al costo de oportunidad de la madera aprovechada.

La Figura 2.1 presenta el método de costo de oportunidad y su utilidad para obtener el valor de la renta de la tierra. Este enfoque se basa en el concepto de que el costo de utilizar recursos para otros propósitos puede aproximarse usando el ingreso dejado de percibir por usos alternativos. Dixon *et al.* (1999) señalan que, más que tratar de medir directamente los beneficios logrados por la preservación,

es necesario cuantificar el ingreso que debe sacrificarse para satisfacer los propósitos de preservación; un primer paso es cuantificar los beneficios netos positivos del proyecto propuesto y confrontarlo con los beneficios del proyecto alternativo de preservación.



Fuente: Torres (2001).

Figura 2.1. Método de costo de oportunidad

(b) Métodos basados en mercado sustituto

El *método de costo de viaje* consiste en analizar la relación entre bienes (suelo) y ambientes complementarios; por ejemplo, el consumo de los servicios ambientales que puede proveer un bosque, un parque o reserva natural y el consumo de otros bienes como el costo de viaje, costo de entrada al lugar, tiempo de viaje y estancia. Se usa como una aproximación para valorar sitios ante un cambio de uso de la tierra a través del gasto que efectúan los visitantes (Cuadro 2.1).

El método de los *precios hedónicos* permite estimar el valor de una característica de un bien a partir del precio de mercado del bien utilizando técnicas de regresión;

es usado para calcular el valor económico de bienes y servicios del ecosistema que afectan de manera directa a los precios de mercado. Por ejemplo, el valor adicional de un inmueble encontrado en un bosque (suelo forestal) o en un sitio con paisaje natural excepcional (Dixon *et al.*, 1999; Cristeche y Penna, 2008) (Cuadro 2.1).

El método de *precios hedónicos* puede utilizarse para estimar los beneficios y los costos asociados con calidad ambiental, los servicios ambientales estéticos y de recreación; por ejemplo, un área arbolada puede tener un valor mayor debido a su paisaje, protección y hábitats de recursos asociados y por los servicios que la cubierta arbolada genera, en comparación a otra área que se encuentre deforestada. Por tanto, en un terreno de uso forestal que ha cambiado de uso, sería posible aplicar este método.

La hipótesis hedónica se fundamenta en que el agente económico discrimina entre productos o entre variedades de un producto o tipos de uso de la tierra, en base a sus características físicas; de esta hipótesis se desprende que las variantes de un mismo bien son homólogos a partir de sus atributos o bien que las nuevas versiones de un producto son nuevas combinaciones de los atributos ya existentes (Guerrero y Pérez, 2002).

Al tomar como fundamento la hipótesis hedónica se puede considerar que detrás de los precios de mercado de ciertos bienes se pueden identificar los precios sombra (precio de referencia que se establece para cualquier bien en condiciones de competencia perfecta) de otros bienes como los espacios verdes, la pureza del aire, entre otros (Cristeche y Penna, 2008).

El método de los *gastos preventivos* se basa en el valor del bien ambiental estimado por lo que se paga por protegerlo contra degradaciones previsibles; cuando la utilidad de un bien natural es su preservación en sí, entonces su valor equivaldría a los costos preventivos para preservarlo; por ejemplo, los costos de

prevención de incendios de bosques y la degradación de la tierra. Este método se usa para medir los gastos de gobiernos, empresas y particulares para reducir los efectos ambientales no deseados. Sin embargo, se recomienda tener discreción pues toda discrepancia entre los beneficios de las inversiones con fines preventivos y el nivel original de los beneficios puede redundar en estimaciones subvaluadas de la disposición a pagar (Dixon *et al.*, 1999) (Cuadro 2.1).

El método de *costos de remplazo* se usa fundamentalmente para estimar los costos de la contaminación y se basa en la medición de los costos potenciales del daño, medidos por estimadores ingenieriles o contables ex-ante de los costos de reposición o restauración de un activo físico o recurso natural si la contaminación tuviera lugar. Asume que es posible predecir la naturaleza y extensión del daño físico esperado y que los costos de reposición o restauración pueden ser estimados con un nivel razonable de precisión y ser usados como proxy de los costos del daño ambiental. Estos supuestos le imponen algunas restricciones al método ya que generalmente cuesta más reponer un determinado activo que su valor original; además, pueden existir formas más eficientes para compensar el daño que restaurar o reponer el recurso natural o la función ambiental original. De esta manera, en caso de existir substitutos adecuados, el método tiende a sobreestimar el valor del daño (Cuadro 2.1).

Finalmente el método de *costos de relocalización* se basa en los costos estimados necesarios para reubicar un determinado recurso natural, comunidad o activo físico debido a daños ambientales. Constituye una cota superior de costo ambiental y es, por tanto, una medida indirecta del beneficio derivado de prevenir un daño.

Los costos de reubicación de asentamientos humanos, de zonas peligrosas (centros de energía nuclear) a áreas más seguras, constituyen medidas indirectas del beneficio de evitar que un daño ocurra; en la práctica, es improbable que los

beneficios reportados por el nuevo sitio equivalgan a los del sitio original (Barzev, 2002).

(c) Métodos de valoración con un mercado simulado

El método de *valoración contingente* tiene su base analítica en la teoría de la elección racional del consumidor; es decir, se supone que los individuos realizan decisiones de consumo que maximizan su nivel de bienestar y se asume que las preferencias de los consumidores se definen tanto para bienes privados como públicos (Del Saz y Suárez, 1998). Mediante encuestas se realizan preguntas sobre cuánto estarían dispuestos a pagar para conservar una especie, un área natural, o un tipo de uso de la tierra, o cuánto estarían dispuestos a recibir por la destrucción o desaparición de una especie o área natural. Su objetivo radica en que las personas declaren sus preferencias con relación a un determinado bien o servicio ambiental, en lugar de realizar estimaciones sobre la base de conductas que se observan en el mercado (CONABIO, 1998; Cristeche y Penna, 2008). El pago puede ser en forma de contribución voluntaria, cargo fiscal, mayor precio por los productos y los servicios asociados; por esta razón, al entrevistado se le proporcionan los antecedentes sobre la cantidad, calidad y cambios que pueden ocurrir en el bien, se elige el instrumento de pago y por último, se le pide seleccionar de entre varias opciones su respuesta. A partir de las respuestas, se deriva la disponibilidad de los individuos a pagar y con esto se calcula el valor actual neto del recurso (Cristeche y Penna, 2008).

Por ejemplo, Carson (1999) menciona que la elección en la disposición a pagar y a aceptar dependen de los derechos de propiedad que exista o se asuman sobre el bien o servicio en estudio; la disposición a aceptar es más difícil de aplicar con éxito por la necesidad de convencer a los encuestados de la legitimidad de renunciar a los beneficios provistos por un bien ambiental. También, señala que si el encuestado no posee el bien o servicio ambiental o si no cuenta con derechos legales, el instrumento de medición correcto debe ser la disposición a pagar.

2.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS MÉTODOS DE VALORACIÓN PARA DETERMINAR LA RENTA DE LA TIERRA

El método de *cambio en productividad*, se ha utilizado en estudios de conservación y para valorar el incremento en la producción por conservación y mejoramiento del suelo (Barzev, 2002). Para su aplicación solo debe considerar los efectos atribuibles al proyecto, para lo cual se debe proyectar las situaciones con y sin proyecto y evaluar el efecto. Por ejemplo, la deforestación puede disminuir la productividad agropecuaria al degradarse los servicios ambientales que brindan los bosques, el valor neto de la producción perdida se convierte en una medida del valor del servicio ambiental del bosque para la actividad agropecuaria, la ganancia perdida se puede considerar como la máxima disposición a pagar de los productores agropecuarios a los propietarios forestales para evitar el daño.

Por otra parte, para valorar los impactos ambientales, es necesario llevar a cabo un análisis de equilibrio general que tome en cuenta todos los factores productivos, no debe limitarse solo a los pequeños productores y considerar los costos de las medidas defensivas que el productor ponga en práctica (Farrén y Balestri, 2001), la ventaja de aplicar el método, es que se basa en el análisis de beneficios costos, que se utiliza en proyectos de desarrollo que afectan los recursos naturales y las funciones de dosis-respuesta están generalmente disponibles, su desventaja es que pueden existir funciones ecológicas importantes que no son valoradas práctica (CONABIO, 1998; Dixon *et al.*, 1999 y Farrén y Balestri, 2001).

El *costo de oportunidad* ha sido utilizado en algunos estudios con la finalidad de determinar un pago por conservación del bosque. Por ejemplo, Kido y Kido (2007) analizaron la implementación de los sistemas de pago por servicios ambientales que generan las zonas forestales en México, con el pago por la conservación de estas áreas y esquemas de pago por reforestación. Su estudio calcula el costo de

reconversión forestal de una hectárea a la producción de maíz en la zona alta de la Cuenca de Cacaluta en el Estado de Oaxaca. El autor calculó un costo de reforestación de \$1,337 pesos $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ a través de un análisis de costo eficiente al comparar los costos de actividades alternativas para determinar cuál es el de menor costo, calculando el costo/beneficio para mantener cinco años el sistema agrícola convencional. Concluyó que el pago potencial por un contrato de reforestación en la zona alta de Cacaluta sería de \$1,337 pesos $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$. Lo anterior justifica la reconversión del uso de la tierra (cultivo de maíz) hacia un sistema forestal.

Con respecto al método de *costo de oportunidad*, se considera que las estimaciones ayudan a entender mejor los factores que motivan la deforestación y por lo tanto pueden ayudar a los responsables de elaborar políticas a identificar y desarrollar respuestas apropiadas para la conservación, por otra parte, ayuda identificar cual es la compensación justa para quienes cambian su uso de la tierra.

Al estimar el costo de oportunidad, deben considerarse factores tanto biofísicos como socioeconómicos (White *et al.*, 2011). Es una técnica relativamente rápida y directa, puede ser utilizado en situaciones como: Evaluar la alteración del flujo u calidad de las aguas en una cuenca importante, el establecimiento y la protección de reservas de vida silvestre, sitios culturales o históricos, relacionados con grupos étnicos, entre otros (Dixon *et al.* 1999).

Los métodos revisados anteriormente, se basan en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad, y se aplican cuando un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso afecta la producción (Barzev, 2002). Los impactos en la calidad ambiental o en la sostenibilidad de los recursos renovables, pueden reflejarse en cambios de la productividad del sistema involucrado. Son aplicables para valorar el cambio de uso de la tierra, considerando sus limitantes y las consideraciones que deban

tomarse para su aplicación, las estimaciones se derivaran de los precios existentes en el mercado.

El método de *costo de viaje* se puede utilizar para estimar los costos y los beneficios resultantes de: Cambios en los costos de acceso a un sitio donde se desarrollan actividades recreativas, la eliminación de un determinado espacio natural que provee servicios de recreación, la creación de un nuevo sitio recreativo y cambios en la calidad del ambiente de un sitio recreativo.

Una limitación importante del método *de costo de viaje* consiste en el carácter del sitio específico que presenta el método; éste permite estimar el cambio en el bienestar asociado al cierre o la desaparición de una espacio natural (por ej., cambio de uso de tierra) con relativa fertilidad, pero resulta más complejo estimar el cambio en el bienestar que se produce por un mejoramiento o empeoramiento de los cambios del mismo. Este método aun cuando intenta hacer una valoración de un recurso, encarnan valores históricos, culturales, antropológicos de un sitio, cuya pérdida puede considerarse de carácter irreversible, por lo anterior este método es más aplicable para valorar los beneficios recreativos (Cristeche y Penna, 2008). El inconveniente del método es que el valor estimado no es igual al valor del bien o servicio natural (CONABIO, 1998; Dixon *et al.*, 1999 y Farrén y Balestri, 2001).

El método de los *precios hedónicos* puede utilizarse para estimar los beneficios y los costos asociados con: la calidad ambiental (como la contaminación del aire y del agua, el ruido, etc.) y servicios ambientales estéticos (paisaje) y de recreación (Cristeche y Penna, 2008). Este método ha sido utilizado principalmente para determinar el valor de una propiedad (bien inmueble), considerando entre otras las variables: Tamaño, ubicación, construcción y calidad del ambiente disponible (Farrén y Balestri, 2001); sin embargo, se ha aplicado para explicar los factores determinantes en el precio de las tierras, tales como: Tamaño, clase agrologica,

productividad, distancia a la capital, distancia al centro del poblado más cercano (Lozano *et al.*, 2008).

El único inconveniente de aplicar el método de *precios hedónicos* se presenta en el caso de distorsión de los mercados o de que los ingresos condicionen las posibilidades de elegir, o también en el caso de que la información sobre las condiciones ambientales no se difunda ampliamente o escaseen los datos. En resumen, se puede afirmar que al comprar un bien no se hace únicamente para satisfacer una necesidad básica sino para obtener un determinado nivel de calidad de vida (Cristeche y Penna, 2008) (Cuadro 2.1) y por otra parte, para su aplicación se requiere de mucha información que no siempre está disponible (Farrén y Balestri, 2001).

Con respecto al método de *gastos preventivos*, los gastos de mitigación del daño ambiental al que incurren las personas, pueden ser vistos como una demanda sustituta para la protección ambiental (conservación), basado en la premisa que una percepción individual del costo impuesto por daño guarda una relación con lo que la persona paga para impedir el daño. Sin embargo, este enfoque proporciona una estimación mínima por dos razones: El gasto puede ser restringido por el ingreso, o puede haber una cantidad adicional de excedentes del consumidor, incluso después de que se ha hecho el gasto preventivo (Farrén y Balestri, 2001).

Los *costos de reemplazo* se basan en los costos que se incurren al reemplazar activos productivos dañados por un proyecto y pueden ser medidos e interpretados como una estimación de los beneficios que se presume fluyen de medidas adoptadas para prevenir el daño que ocurra (Barzev, 2002); por ejemplo, se aplica cuando por ausencia de trabajos de conservación y restauración de un área forestal, determina la aparición anual y continua de una serie de daños sobre otros terrenos, lo que conlleva a una inversión anual para corregir los mismos, la estimación de estos gastos es una medida apropiada del beneficio de la inversión en la conservación y restauración. El enfoque puede ser interpretado como un

“procedimiento contable”, utilizado para determinar si es más eficiente dejar que el daño suceda y entonces repararlo, o bien, ante todo prevenir que suceda, esto brinda una mayor estimación del límite, pero no mide realmente los beneficios de la protección ambiental *per se* (Farrén y Balestri, 2001).

La técnica de los *costos de reubicación* puede resultar de especial utilidad para evaluar planes de ordenamiento territorial (Cristeche y Penna, 2008). Los costos para relocalizar una instalación física o una comunidad amenazada a causa de cambios en la calidad del ambiente, son utilizados para valorar los beneficios potenciales (y costos asociados) de prevenir el cambio ambiental (Farrén y Balestri, 2011), la desventaja del método es que en algunos casos los costos reportados en el nuevo sitio probablemente no equivalgan a los del sitio original (CONABIO, 1998; Dixon *et al.*, 1999 y Farrén y Balestri, 2001).

En el análisis de costo-beneficio, el método de valoración contingente (del mercado simulado) (Cuadro 2.1) permite determinar el valor social de los beneficios netos externos que no pueden observarse en el mercado. Con este técnica, los costos sociales externos al proyecto quedarían reflejados en la determinación de los beneficios netos, estimándose los costos internos de forma convencional (Farrén y Balestri, 2001); la técnica evalúa componentes de un proyecto de desarrollo que no pueden ser medidos utilizando otros métodos. Sin embargo, como inconveniente en su aplicación es que es sensible a muchos factores, que redundan en sesgos de concepción y aplicación de la técnica. La existencia de estos sesgos puede afectar la confiabilidad de los resultados (CONABIO, 1998; Dixon *et al.*, 1999 y Farrén y Balestri, 2001).

La mayoría de las técnicas establecidas anteriormente (con excepción del método de costo de viaje), examinan cambios en la calidad del ambiente en forma agregada y entonces dan un valor al cambio; en contraste, las técnicas de los métodos de valoración contingente comienzan con la persona y la percepción del cambio. Una vez que los valores de una parte representativa del pueblo han sido

determinados, son agregados a un valor total directamente dependiente del número de individuos afectados. Ya sea que un individuo sea beneficiado o dañado por el cambio propuesto en la calidad ambiental, habrá un impacto sobre las valoraciones reportadas en un método de valoración contingente. Las técnicas de valoración que se agrupan en los tipos de mercado: Sustituto y simulado (Cuadro 2.1) brindan la opción de obtener información cercana a los precios de mercado; el mercado sustituto es un segmento en el cual puede no existir información de los beneficios o éstos son difíciles de medir.

Finalmente, los métodos que usan en un mercado simulado, sin lugar a dudas que presentan mayores dificultades para la obtención de información; primeramente, la dificultad se presenta para valorar bienes y servicios que no tienen precio de mercado, razón por la cual optan por emplear técnicas que puedan aproximarse a los valores de sus componentes, dejando en claro que dicha aproximación puede sobrevalorar o subestimar los precios, además de la eminente dificultad para determinar en qué grado los bienes comercializados son sustitutos ambientales aceptables.

Existe una gran cantidad de métodos de valoración basados en precios de diferentes tipos de mercados los cuales pueden ser utilizados para determinar la renta de la tierra o bien el cambio de uso de la misma. Sin embargo, los métodos basados en un enfoque de mercado real, ofrecen ventajas al basar sus estimaciones en los precios de mercado de los bienes que se están evaluando y considerando como el valor de los mismos, a diferencia de los otros métodos basados en mercados sustitutos o simulados.

2.4 CONCLUSIONES

El método Costo de oportunidad es el que mejor cumple con la función de estimar valores que apoyan la toma de decisiones sobre la gestión de protección, conservación y explotación de los recursos naturales, incluyendo la estimación de

la renta de la tierra. El logro de una valoración más completa y precisa dependerá del manejo adecuado de los métodos y de la información con que se cuente. Cada uno de los métodos analizados puede medir aspectos ligeramente diferentes, razón por la cual se destaca la necesidad de establecer el campo de acción para poder definir la metodología a seguir.

2.5 LITERATURA CITADA

Azqueta, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Universidad de Alcalá. Ed. McGraw Hill. España. 299 p.

Barzev, R. 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Managua Nicaragua. Pp. 151.

Bray, D. B. y P.L. Merino. 2004. La experiencia de las comunidades forestales en México, "Veinticinco años de silvicultura y construcción de empresas forestales comunitarias". Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México D.F. 269 p.

Carson, R. T. 1999. Contingent Valuation: A user's guide. University of California, San Diego. Department of Economics. Discussion Paper 99-26.

Castro, E. y Barrantes, g. 1998. Valoración económico-ecológico del recurso hídrico en la cuenca Arenal: El agua un flujo permanente de ingreso. Informe final de proyecto de conservación y desarrollo Arenal II. Etapa. San José. Costa Rica.

Claro, E., F. Fillion, Muñoz, C. 1996. Valoración económica de la diversidad biológica en América Latina y el Caribe. Informestécnicos del Taller Regional, PNUMA/Cepal.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. La diversidad biológica de México: estudio de País. CONABIO. México, D.F. pp 212-234.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Estudio de la dinámica de cambio de los Recursos

Forestales del país, realizado mediante la comparación (polígono a polígono) de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie III vs Serie IV a escala 1:250,000 del INEGI. México.

Cristeche, E. y Penna, J. A. 2008. Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Buenos Aires, Argentina. pp. 58.

Del Saz, S. S. y Suárez, B. C. 1998. El valor de uso recreativo de espacios naturales protegidos: Aplicación del método de valoración contingente al Parque Natural de L'Albufera. Economía Agraria. 182: 239-272.

Dixon, J. y Pagiola, S. 1998. Análisis económico y evaluación ambiental. Environmental Assessment Sourcebook. 23:1-17

Dixon, J. A.; F.L. Scura, R.A. Carpenter, P. B. Sherman. 1999. Análisis económico de impactos ambientales. CATIE. Ed. Mario Piedra, Robert Hearne. Costa Rica. 251p.

Farré n A.M. y L. A. Balestri. 2001. Evaluación económica de impactos ambientales: Bases teóricas y técnicas de valoración más utilizadas. Ciencia Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires Argentina. 18 p.

Foley, J. A., R. Defries, P. Asner. 2005. Global consequences of land use. Science. 309: 570-574.

Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y Presidencia de la República, 2007-2012. Presidencia de la República. México.

Guerrero, de L. C. y Pérez, G. J. 2002. Comparación del precio de los ordenadores en Estados Unidos y España 1990-2000: un enfoque hedónico. Cuadernos de Investigación del Fondo de Investigación Richard Stone. N°5. L. R Klein. Centro Stone.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2007. Cartas de uso actual del suelo y vegetación, Serie I, II y III, citada en el "Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007-2012". SEMARNAT, México. pp.19-20.

- Kido, C., y A. Kido. 2007. Análisis comparativo para el manejo y uso de suelo en la cuenca alta del Río Cacaluta en Oaxaca, México. *Agrociencia*. 41(003):355-362.
- Lambin, E.F., H. J. Geist y E. Lepers. 2003. Dynamics of land-use and land-coverchange in tropical regions. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28: 205-241.
- Lozano, B. R y L. Santos P. 2008. Factores que inciden en el precio de las tierras de uso agrícola en la provincia de Mares, departamento de Santander. *Revista CIFE* 13: 161-172.
- Munashinge, M. 1992. Biodiversity protection policy: Environmental valuation and distribution issues. *Ambio* 21(3): 227-236.
- Navarro, G.A. 2007. Distorsiones de la teoría de la economía clásica en relación al cálculo del valor del activo forestal y la escogencia de rotaciones óptimas. *Tierra Tropical*. 3 (2): 261-272.
- Osorio, M. J. D. y F. Correa R. 2004. Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre Económico* 7(13): 159-193.
- Porlles, L. J, J. Yenque D. y A. Lavado S. 2006. Modelo de evaluación de mercado: Herramienta para decisiones de negocios. *Industrial Data* 9(001): 23-39.
- Palacios, M. V. H. y D. Sánchez D. 2003. Teoría de la renta y recursos naturales. Programa de Integración Agricultura Industria (IPAI) CUESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Rodríguez, C. E. y Díaz B. L. 2006. Régimen óptimo para plantaciones de eucaliptos en Brasil: un análisis no determinista. *Interciencia*. 31(10): 739-744.
- Torres, P., J. A. 2001. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de un bosque tropical. Tesis Doctoral, Especialidad de Economía. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. Estado de México. 124 p.
- White D. y P. Minang. 2011. Estimación de los costos de oportunidad de REDD+: Manual de capacitación. Banco Mundial. Washington, D.C. 292 p..

CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RENTA DE LA TIERRA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

3.1 INTRODUCCIÓN

En México los mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) son relativamente recientes. En 2003, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) publicó formalmente una convocatoria abierta a todos los propietarios de terrenos forestales para compensarles por los servicios ambientales hidrológicos (PSAH) provistos (SEMARNAT, 2003). A pesar de que el programa basó sus montos de apoyo en un estudio realizado por Jaramillo *et al* (2004), las evaluaciones realizadas al PSAH concluyen que los montos otorgados por el mismo no son adecuados para los propietarios y por tanto, el riesgo de deforestación persiste al finalizar el periodo de apoyo del Programa (CP y CONAFOR, 2004; CP y CONAFOR, 2005; García, 2005; UACH y CONAFOR, 2006) o incluso, el desinterés de los propietarios a pertenecer al mismo.

En efecto, actualmente existen varios aspectos a mejorar en el PSAH. Un componente crucial es la determinación de los montos de pago adecuados a los productores forestales por la renta de sus terrenos (Muñoz *et al.*, 2008). Estos montos deben ser significativos para los propietarios, representando al menos una ganancia equivalente a la renta de sus terrenos por el uso de la tierra bajo la actividad más productiva (Scott *et al.*, 1998; Sanjurjo e Islas, 2007).

Uno de los métodos utilizados para estimar la renta de la tierra con un uso forestal, es el Costo de Oportunidad, el cual se refiere al ingreso al que se renuncia por tomar una decisión entre varias opciones, o bien al costo en el que se incurre por esta decisión (Azqueta, 1994). En esta investigación, el costo de oportunidad se basa en estimar el ingreso que el productor perdería al mantener el uso forestal o de conservación de su tierra -y por ende su funcionalidad- y no destinarlo a otros

usos que podrían ser económicamente más rentables y que tal vez comprometerían la generación de los servicios ambientales (Machín, 2006).

El Método de Costo de Oportunidad ha sido utilizado en algunos estudios; por ejemplo, para determinar el pago compensatorio por la conservación del bosque en la Cuenca Cacalutla, Oaxaca (Kido y Kido, 2007); para valorar el cambio de uso de la tierra obtenido a través del ingreso hipotético generado por la venta de los terrenos (Gutiérrez, 2003), y para valorar económicamente las actividades de extracción de madera rolliza para palapas, palma de guano, semilla de pimienta, cacería y pesca en el ejido Noh-Bec, Quintana Roo (Torres, 2001).

La presente investigación pretende estimar la renta de la tierra bajo los usos agrícola, pecuario y forestal a través del costo de oportunidad en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla; además de caracterizar el impacto del cambio de uso de la tierra sobre las propiedades de la misma.

3.2 MÉTODOS Y MATERIALES

La presente investigación incluyó tres fases que fueron: (a) Generación de un mapa de conflictos de uso de la tierra; (b) Estimación de la renta de la tierra con usos agrícola, forestal y pecuario; y (c) Determinación de las características químicas de los suelos de aptitud forestal bajo diferentes usos. A continuación se describe cada una de las etapas mencionadas.

(a) Generación de un mapa de conflictos de uso de la tierra

Un trabajo indispensable para los fines del estudio fue realizar un análisis comparativo espacial entre el uso actual de la tierra y la aptitud que éste debería presentar. Es decir, identificar aquellos suelos cuya aptitud es forestal, pero que en la actualidad presentan otro uso. Para ello se sobrepuso la capa de uso actual

de la tierra y la capa del uso potencial obteniéndose un mapa de conflictos de uso de la tierra para los municipios estudiados.

Para el caso de la información de uso actual de la tierra, se adquirió el conjunto vectorial de la Carta de Uso de la tierra y Vegetación Serie III del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), específicamente las cartas F14-11 (Pachuca), F14-12 (Poza Rica), E14-2 (Cd. de México) y E14-3 (Veracruz), que corresponden a los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla. Posteriormente, se procedió a trabajar con el programa ArcGis® 9-ArcMapTM Versión 9.2, donde se realizó el corte de la capa de uso de la tierra con base al polígono que corresponde a ambos municipios de estudio. Se realizó una recategorización de los tipos de vegetación y uso de la tierra en tres grupos: Agrícola, forestal y pecuario.

Con respecto al uso potencial de la tierra, se obtuvieron los mapas potenciales de uso de la tierra: Forestal, agrícola y pecuario generados por el Gobierno del Estado de Puebla en formato JPG. Las imágenes de uso potencial se georeferenciaron y digitalizaron obteniendo de esta forma tres capas de información vectorial referentes al uso potencial forestal, agrícola y pecuario de los municipios estudiados. A cada una de las capas se les agregó sus atributos referentes al tipo de potencialidad. Finalmente, se añadió un campo que indicó el grado potencial del área, para ello se utilizaron los dígitos: 1, 2 y 3 que se refieren a potencial bajo, medio y alto, respectivamente.

Para generar un solo mapa potencial de uso de la tierra, se unieron las tres capas de información en el orden siguiente: Forestal, agrícola y pecuario. Con esta acción se obtuvo un campo con tres dígitos correspondiente al grado potencial de cada área y ordenados en la forma en que se unieron las capas. Por ejemplo, el valor de "113", indica que el potencial del área es pecuario debido a que el valor del dígito mayor: (3), representa potencial alto y los dos dígitos restantes: (1), representan un potencial agrícola y forestal, bajo. Cuando se encontraron dígitos

que indicaban alto potencial para dos usos, se recurrió a la información de la condición potencial para cada uso que contienen las imágenes, para definir que nivel de potencial era el más alto.

Con ambos mapas -uso actual de suelo y uso potencial-, se procedió a sobreponerlos (intersección) obteniendo un mapa que muestra las áreas con y sin conflicto de uso (por ej., Uso actual y potencial correcto) (Figura 3.1).

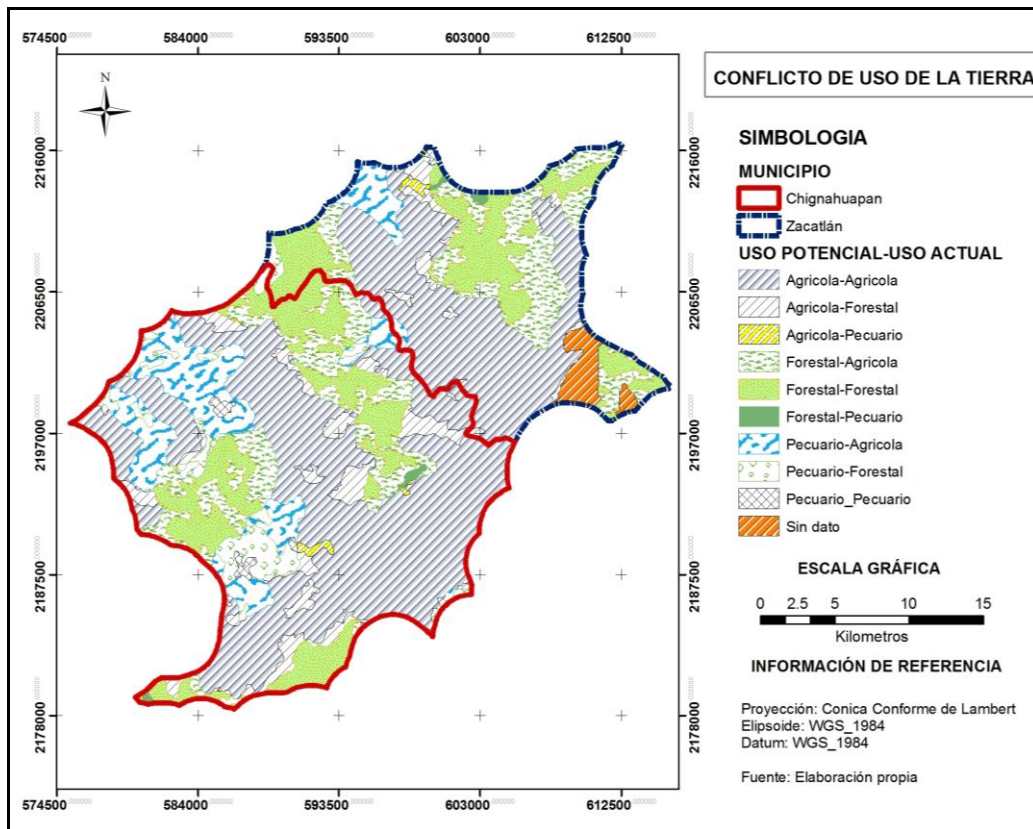


Figura 3.1. Mapa conflicto de uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.

Para facilitar la generación del mapa de conflicto de uso, se realizó un buffer de 2.5 km al interior de cada una de las capas de información (uso actual de la tierra y uso potencial), reduciéndose el municipio de Chignahuapan a 51,099.12 ha y Zacatlán a 27,454.18 ha (Figura 3.1).

(b) Estimación de la renta del uso de la tierra forestal en el área de estudio

(b1) Diseño, construcción, calibración y aplicación de encuestas

Con la finalidad de obtener datos e información para estimar la renta de la tierra con los diferentes usos se diseñaron, construyeron, validaron y aplicaron siete tipos de encuestas, de las cuales cuatro fueron aplicadas a tres grupos de productores: Agricultores, forestales y pecuarios (propiedad privada y social) (Anexos I a IV). Adicionalmente, para determinar la percepción que los productores tienen del PSAH, se aplicaron dos encuestas a los beneficiarios del Programa (Anexos V y VI). Finalmente, también se aplicó una encuesta a los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales (PSTF) en el área de estudio (Anexo VII).

(b2) Determinación del tamaño de muestra

Para determinar el universo de los grupos de interés, se obtuvo información de las oficinas del Distrito de Desarrollo Rural (02) Zacatlán, la cual consistió en un listado de productores agrícolas y pecuarios de los municipios estudiados. Los productores forestales (ejidos y particulares) se obtuvieron de la base de datos de los predios bajo manejo forestal inscritos en el Registro Forestal Nacional. Los beneficiarios del PSAH se obtuvieron de los resultados publicados por la CONAFOR, a partir del año 2003 cuando inició el Programa⁶.

La determinación del tamaño de muestra para aplicar las encuestas, se realizó mediante la Ecuación (1) (González, 2005):

$$n = \frac{Nt_{(\alpha,n)}^2 pq}{(N-1)B^2 + t_{(\alpha,n)}^2 pq} \quad (\text{Ec. 1})$$

⁶ www.conafor.gob.mx

Donde:

n = tamaño de la muestra;

N = tamaño de la población;

$t_{(\alpha,n)}^2$ = valor de la distribución t, con nivel de confiabilidad del 95%;

p = proporción de la población de interés;

q = proporción complementaria (1-p); y

B = error máximo deseado (precisión).

El Cuadro 3.1 indica el número de encuestas a aplicar de acuerdo al grupo de interés, dando un total de 156 encuestas.

Cuadro 3.1. Unidades muestrales (n) por grupo a encuestar.

Grupo	n
Agricultores	58
Pecuarios	45
Forestales	29
Beneficiarios PSAH	15
PSTF	9
Total	156

La ubicación de los sitios a encuestar (Figura 3.2) se realizó con base al mapa de conflictos generado en la fase (a) (Figura 3.1). Posteriormente, y con el apoyo de los Padrones de Productores se realizó la selección de los encuestados.

Finalmente, las encuestas se validaron y aplicaron en campo. Para el caso de los productores forestales y beneficiarios del programa PSAH, correspondientes a ejidos y comunidades, se entrevistó al Presidente del Comisariado Ejidal (Figura 3.3).

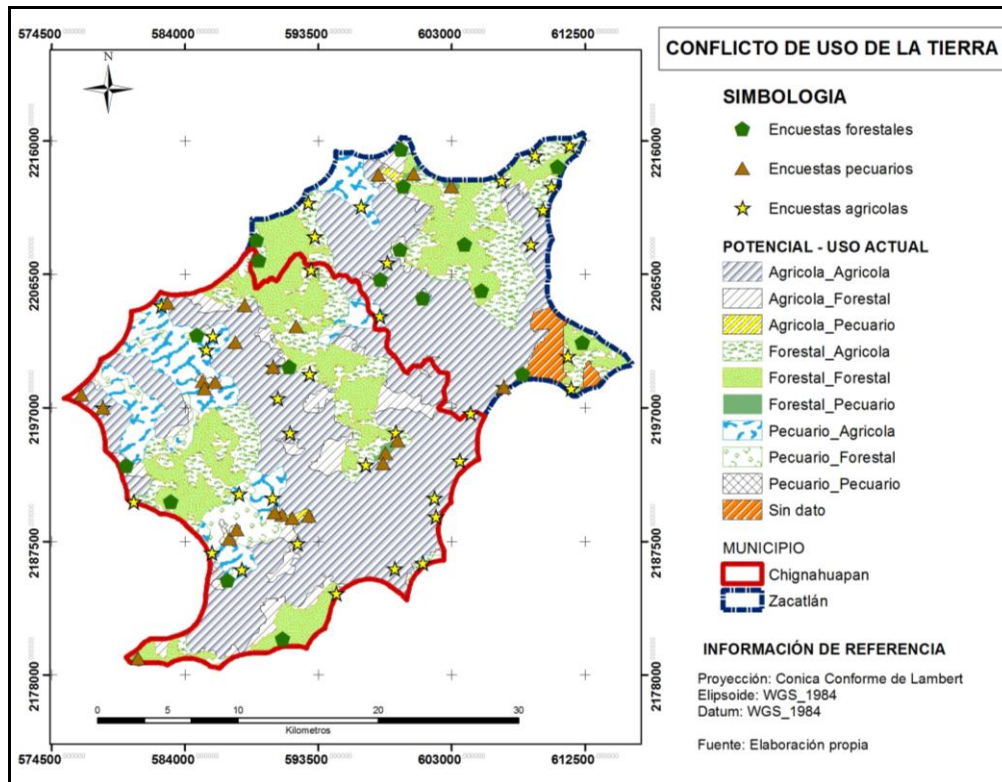


Figura 3.2. Distribución de las encuestas a productores forestales, agrícolas y pecuarios en los municipios de estudio.



Figura 3.3. Levantamiento de encuestas a productores en el área de estudio

(b3) Estimación de la renta del uso de la tierra forestal

La información obtenida como resultado de la aplicación de encuestas se capturó en una plantilla en MICROSOFT OFFICE EXCEL® por tipo de productor, incluyendo los datos referentes a ingresos y costos obtenidos. Con esta

información se estimó la renta de la tierra para los usos agrícola, forestal y pecuario.

(c) Determinación de las características básicas de los suelos de aptitud forestal bajo diferentes usos

Un cambio del uso forestal de la tierra a otros usos, implica un cambio en las características biofísicas de la misma. Con la finalidad de obtener información sobre tales cambios en las propiedades o características del suelo, se obtuvieron muestras del mismo, en las condiciones: De no cambio (mismo uso actual que el potencial); cambio de uso de potencial forestal a uso agrícola; y cambio de uso de potencial forestal a uso pecuario.

De acuerdo al mapa de conflictos (Figura 3.1), en el Ejido Michac del municipio de Chignahuapan se encontraron las tres condiciones seleccionadas, por lo que se decidió tomar las muestras en este lugar, para validar estadísticamente las similitudes o diferencias de las propiedades del suelo bajo diferentes usos y mostrar datos comparativos. El Cuadro 3.2 presenta las características generales de los sitios seleccionados y en la Figura 3.4 se muestra una vista general de los mismos.

Cuadro 3.2. Características generales por condición seleccionada para las muestras de suelo.

Aspecto	Cambio de uso de potencial forestal a uso agrícola	Cambio de uso de potencial a uso ganadero	Sin Cambio
Coordenadas geográficas	19°51'41" LN 98°04'8.0" LO	19°51'19" LN 98°03'20" LO	19°52'45" LN 98°05'22" LO
Vegetación presente	La vegetación natural entre las parcelas destinadas a uso agrícola se representa por especies de encino.	Sin presencia de vegetación	Bosque de pino, con <i>Pinus patula</i> y <i>P. montezumae</i> , en estrato arbustivo <i>Baccharis conferta</i> y <i>Muhlenbergia macroura</i>
Profundidad promedio del suelo (cm)	55	40	100



Figura 3.4. Vista general de la condiciones de uso para la toma de muestras de suelo: (a) Terrenos con uso forestal; (b) Tierras con cambio de potencial forestal a uso agrícola; (c) Terrenos con cambio de potencial forestal a uso pecuario.

Para cada condición de uso de la tierra, se obtuvieron cuatro muestras sobre un transecto con una separación de 50 m entre cada estación o sitio. En cada estación se midió la profundidad de la capa de materia orgánica u horizonte "O", compuesta por hojarasca. Se consideró la profundidad del material orgánico fresco, horizonte Oi y la del material en estado de descomposición Oa. En el suelo mineral se tomaron muestras inalteradas con un muestreador de núcleos de suelo para estimar la densidad aparente, en profundidades de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm (Figura 3.5) (O'Neill, 2005). Adicionalmente, se obtuvieron muestras en las mismas profundidades para realizar análisis de laboratorio de las características básicas del suelo. Todas las muestras se guardaron en bolsas de plástico y se etiquetaron.



Figura 3.5. Obtención de muestras de suelo a diferentes profundidades.

Las muestras obtenidas en campo se pesaron con una báscula analítica y se secaron en una estufa a una temperatura constante de 105 °C para las muestras de densidad aparente, y de 70 °C para las muestras enviadas al laboratorio. Estas últimas, previamente se tamizaron a 2 mm y se enviaron al laboratorio para las determinaciones siguientes: pH, materia orgánica, nitratos, Amonio, Fósforo, capacidad de intercambio de cationes, cationes intercambiables (Calcio, Magnesio y Potasio), y conductividad eléctrica. En las muestras para densidad aparente se estimó la masa seca del suelo y con el volumen del cilindro del muestreador se estimó la densidad aparente en Mg m^{-3} .

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 Mapa de conflictos de uso de la tierra

Las superficies y el porcentaje para cada uso de la tierra en el área de estudio se presentan en el Cuadro 3.3 y su distribución espacial en la Figura 3.6. Del total de la superficie (51,099.12 ha) de Chignahuapan, el 71% lo ocupa el uso agrícola, seguido por el uso forestal (27%), el uso pecuario (1%) y por último, el uso urbano (0.37%). A pesar de que la superficie total (27,454.18 ha) de Zacatlán es 1.86 veces menor con respecto a la de Chignahuapan, los porcentajes para el uso actual de la tierra casi son similares a los encontrados en dicho municipio (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Superficie y porcentaje por tipo de uso actual de la tierra en los municipios estudiados.

Uso actual de la tierra	Chignahuapan		Zacatlán	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Agrícola	35,915.00	70.28	18,688.00	71.37
Forestal	14,192.00	27.77	6,938.30	26.50
Pecuario	650.30	1.28	326.21	1.25
Zona urbana	177.02	0.35	231.67	0.88
Cuerpos de agua	164.80	0.32	0.00	0.00
Total	51,099.12	100.00	26,184.18*	100.00

Nota: *La diferencia con la superficie señalada del municipio (27,454.18 ha), se debe a que 1,270 ha se encontraron como indefinidas.

Fuente: INEGI (2003). Serie III. Conjunto vectorial de uso de la tierra y vegetación.

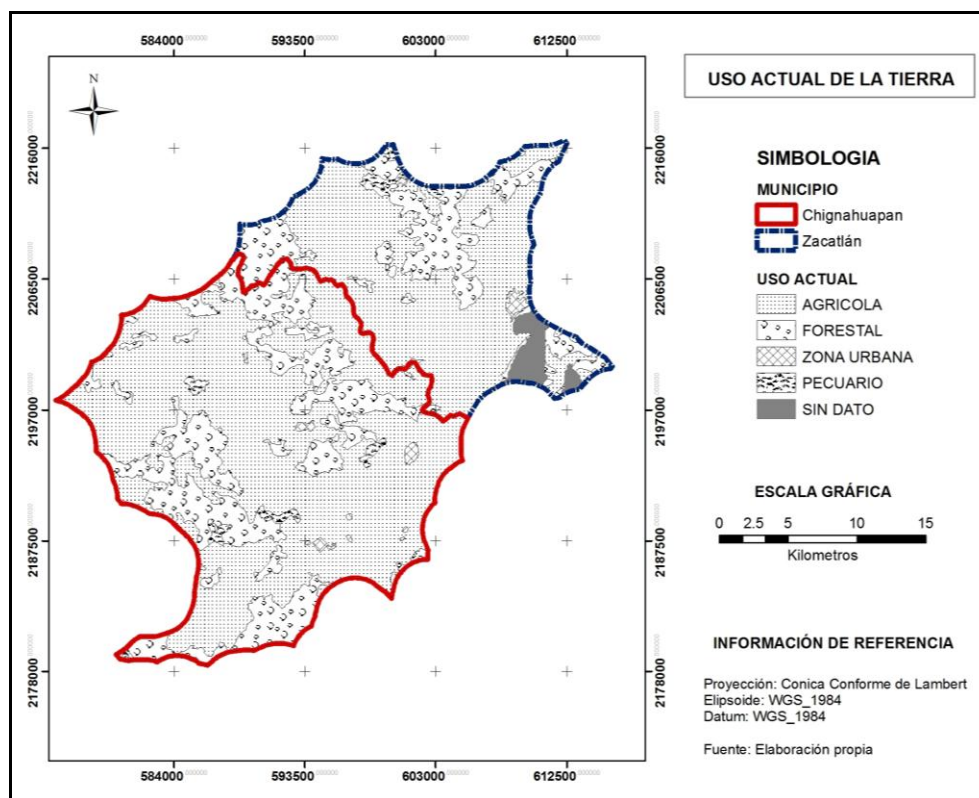


Figura 3.6. Uso actual de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla.

El uso potencial de la tierra en los municipios bajo estudio se señala en el Cuadro 3.4 en donde se observa que el uso potencial predominante en Chignahuapan es el agrícola ocupando el 55% de su superficie, seguido por el uso potencial forestal (27%) y el pecuario (18%). En el municipio de Zacatlán, el 51% de su superficie

tiene potencial agrícola, 43% forestal y solo el 6% pecuario (Cuadro 3.4). La Figura 3.7 muestra la distribución espacial de uso potencial en los municipios de estudio.

Cuadro 3.4. Superficie y porcentaje por tipo de uso potencial de la tierra en los municipios estudiados

Uso potencial de la tierra	Chignahuapan		Zacatlán	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Agrícola	28,044.90	55.25	13,138.40	50.62
Forestal	13,761.70	27.12	11,202.90	43.17
Pecuario	8,950.70	17.63	1,611.21	6.21
Total	50,757.30	100.00	25,952.51	100.00

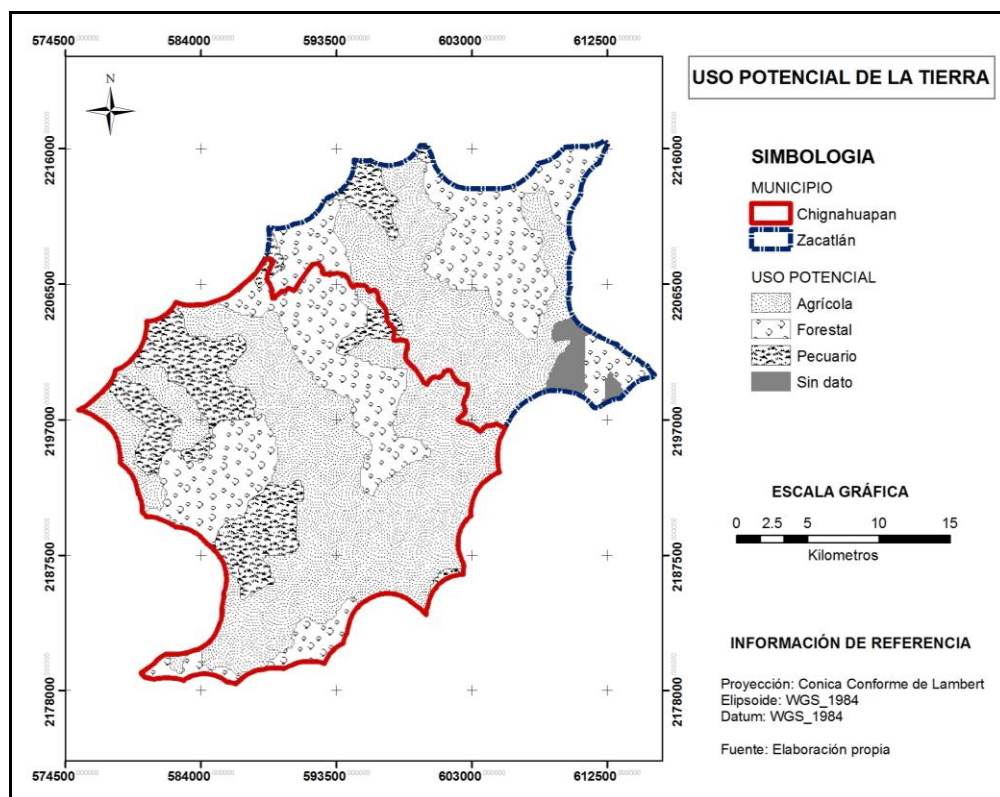


Figura 3.7. Uso potencial de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Después de sobreponer las capas de información del uso de la tierra y vegetación (Figura 3.6) y del uso potencial (Figura 3.7), se obtuvo el mapa de conflictos mostrado en la Figura 3.1, el cual muestra espacialmente el uso correcto e

incorrecto o de conflicto presente en los terrenos de los municipios estudiados. El Cuadro 3.5 describe las diferentes condiciones encontradas.

Cuadro 3.5. Condiciones identificadas en el mapa de conflicto de uso de la tierra en los municipios de estudio

Conflicto de uso de la tierra	Condición de potencialidad	Descripción
Sin conflicto	Agrícola, con uso agrícola	Área con potencial agrícola, bajo uso actual agrícola
	Pecuario, con uso pecuario	Área con potencial pecuario, bajo uso actual pecuario
	Forestal, con uso forestal	Área con potencial forestal, bajo uso actual forestal
Por uso agrícola	Forestal, con uso agrícola	Área con potencial forestal, bajo uso actual agrícola
	Pecuario, con uso agrícola	Área con potencial pecuario, bajo uso actual agrícola
Por uso pecuario	Agrícola, con uso pecuario	Área con potencial agrícola, bajo uso actual pecuario
	Forestal, con uso pecuario	Área con potencial forestal, bajo uso actual pecuario
Por uso forestal	Agrícola, con uso forestal	Área con potencial agrícola, bajo uso actual forestal
	Pecuario, con uso forestal	Área con potencial pecuario, bajo uso actual forestal

Fuente: Elaboración propia.

Las áreas de Chignahuapan sin y con conflicto son de 32,573.70 ha y 18,183.60 ha, correspondiente al 64.18% y 35.82% de la superficie total, respectivamente. Del área con conflicto, el 23.24% es agrícola, 11.94% forestal y 0.64% pecuario. En contraste, las áreas sin y con conflicto de Zacatlán, ascienden a 17,581.91 ha y 8,370.60 ha, correspondientes a un 67.75% y 32.25% del área total, respectivamente (Cuadro 3.6).

El área con conflicto en Zacatlán se distribuye en 26.12% en uso agrícola, 5.14% en forestal y 1.00% en un uso pecuario (Cuadro 3.6).

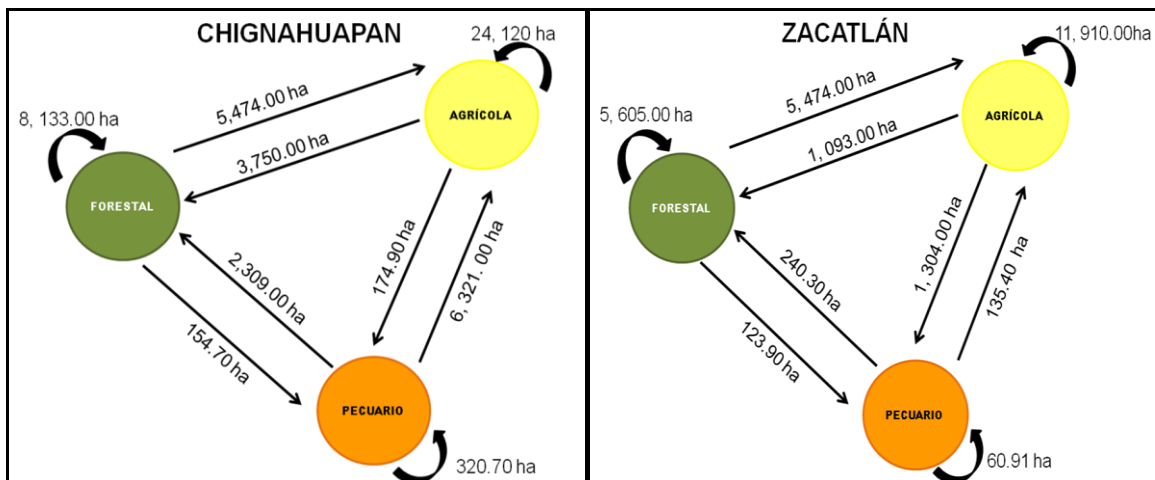
La Figura 3.8 muestra de manera esquemática los cambios del uso de la tierra en el área de estudio. Por ejemplo, de las 13,761.60 ha de superficie de uso potencial

forestal para Chignahuapan (Cuadro 3.4), 8,133.00 ha (59% del total) están bajo un uso actual correcto (forestal); sin embargo, 5,474.00 ha (40%) se han convertido a un uso agrícola y 154.70 ha (1%) a un uso pecuario. Por otro lado, 3,750 ha de uso agrícola y 2,309 ha de uso pecuario han pasado a ser de uso forestal (Figura 3.8).

Cuadro 3.6. Condición de conflicto de uso, por municipio estudiado.

Conflicto de uso de la tierra	Condición de potencialidad	Chignahuapan		Zacatlán	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)
Sin conflicto	Agrícola, con uso agrícola	24,120.00	47.52	11,910.00	45.89
	Forestal, con uso forestal	8,133.00	16.03	5,605.00	21.60
	Pecuario, con uso pecuario	320.70	0.63	66.91	0.26
Subtotal (SIN CONFLICTO)		32,573.70	64.18	17,581.91	67.75
Por uso agrícola	Forestal, con uso agrícola	5,474.00	10.79	5,474.00	21.09
	Pecuario, con uso agrícola	6,321.00	12.45	1,304.00	5.02
Subtotal (a)		11,795.00	23.24	6,778.00	26.12
Por uso forestal	Agrícola, con uso forestal	3,750.00	7.39	1,093.00	4.21
	Pecuario, con uso forestal	2,309.00	4.55	240.3	0.93
Subtotal (f)		6,059.00	11.94	1,333.30	5.14
Por uso pecuario	Forestal, con uso pecuario	154.70	0.30	123.90	0.48
	Agrícola, con uso pecuario	174.90	0.34	135.40	0.52
Subtotal (p)		329.60	0.64	259.30	1.00
Subtotal (CON CONFLICTO)		18,183.60	35.82	8,370.60	32.25
Total		50,757.30	100.00	25,952.51	100.00

Fuente: Elaboración propia.



Nota: Las flechas indican la dirección del cambio, los círculos los grupos de uso actual y potencial de la tierra y las cantidades se refieren a las superficies en hectáreas.

Figura 3.8. Diagramas por municipio de la transición del uso potencial al uso actual de la tierra.

3.3.2 Probabilidades de cambios de uso de la tierra

Con el fin de conocer las probabilidades de cambio de uso de la tierra respecto a su potencialidad, se realizó una matriz de transición basada en el modelo de Cadenas de Markov, el cual describe la tasa de cambio entre diferentes formaciones (uso de la tierra) en un periodo equiparable (Briseño, 2005).

En el municipio de Chignahuapan, la probabilidad de que una hectárea de uso potencial forestal se mantenga en este uso es del 59%; que cambie a un uso agrícola es del 40%; y a un uso pecuario del 1% (Cuadro 3.7). Sin embargo, para el municipio de Zacatlán, se tiene una probabilidad del 50% de que una hectárea de suelo de uso potencial mantenga su uso. Tal probabilidad se ve disminuida a un 49% de cambio de uso de potencial forestal a uso agrícola y de un 1% de probabilidad de cambio hacia un uso pecuario (Cuadro 3.7). En este mismo contexto se puede interpretar las probabilidades de cambio para los usos potenciales agrícola y pecuario (Cuadro 3.7).

Cuadro 3.7. Matriz de probabilidades del cambio de uso potencial al uso actual de la tierra.

Uso potencial de la tierra	Uso actual de la tierra							
	Chignahuapan				Zacatlán			
	Forestal	Agrícola	Pecuario	Total	Forestal	Agrícola	Pecuario	Total
Forestal	0.5910	0.3978	0.0112	1.0000	0.5003	0.4886	0.0111	1.0000
Agrícola	0.1337	0.8601	0.0062	1.0000	0.0832	0.9065	0.0103	1.0000
Pecuario	0.2580	0.7062	0.0358	1.0000	0.1491	0.8093	0.0416	1.0000

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar una proyección del cambio de uso de la tierra en un tiempo futuro, se deberá hacer el análisis del uso actual de la misma en dos tiempos diferentes y así obtener las probabilidades y superficies de cambio entre los diferentes usos. La presente investigación no realizó esta actividad debido a que no era el objetivo y además a lo difícil que fue conseguir el uso actual de la tierra en otro tiempo pasado.

3.3.3 Usos de la tierra y sus costos de oportunidad

De acuerdo a la información que se obtuvo mediante las encuestas a los productores agrícolas encuestados, el cultivo más importante es el maíz, por tanto, las preguntas sobre ingresos y costos de la producción se respondieron con base a este cultivo. De la misma forma, para la actividad forestal, los ingresos y costos se basaron en los productos forestales maderables derivados del crecimiento de la masa forestal y que son aprovechados por los propietarios. Finalmente, los productores pecuarios se refirieron solo al ganado ovino que tienen bajo manejo.

Los precios de los productos agrícolas (maíz) y pecuarios (carne en canal) para los municipios bajo estudio, obtenidos en las encuestas se revisaron y corroboraron en el sistema del Servicio de Información Agroalimentaria y

Pesquera de la SAGARPA⁷, disponible en internet, así como del Anuario Estadístico del Estado de Puebla (INEGI, 2007).

Se obtuvo el ingreso neto de cada actividad (agrícola, forestal y pecuaria) para cada condición de conflicto. Lo anterior se hizo con los datos recolectados en las encuestas referentes a los ingresos obtenidos y los costos de producción por hectárea y año (Cuadro 3.8).

Los ingresos en el uso forestal de la tierra se obtuvieron del valor promedio del crecimiento de los bosques, que correspondió a $2.5 \text{ m}^3 \text{ rollo ha}^{-1}\text{año}^{-1}$; a este volumen se le aplicó la distribución de productos: 70% medidas comerciales, 20% cortas y 10% brazuelos (leña) y se valoró cada uno a precios del mercado regional: $\$1200 \text{ m}^{-3}$, $\$750 \text{ m}^{-3}$ y $\$450\text{m}^{-3}$, respectivamente. Asimismo, se descontaron los precios de abastecimiento ($\$695.66 \text{ m}^{-3}$) y de servicios técnicos ($\$62.50 \text{ m}^{-3}$), los cuales totalizaron $\$758.16 \text{ m}^{-3}$.

Cuadro 3.8. Ingresos netos obtenidos por actividad en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Condición de uso potencial	Ingresos netos ($\$ha^{-1}\text{año}^{-1}$)
Agrícola, con uso agrícola	\$1,026.25
Agrícola, con uso pecuario	\$1,351.70
Agrícola, con uso forestal	\$1,829.34
Pecuario, con uso agrícola	\$1,006.43
Pecuario, con uso pecuario	\$1,795.00
Pecuario, con uso forestal	\$1,829.34
Forestal, con uso agrícola	\$1,344.00
Forestal, con uso pecuario	\$1,516.50
Forestal, con uso forestal	\$1,829.34

El costo de oportunidad de los usos potenciales agrícola y pecuario corresponde a $\$1,829.34$, que representa la mejor alternativa de uso de la tierra y que

⁷ <http://www.siap.gob.mx/>

corresponde a los ingresos netos más altos obtenidos bajo el uso actual forestal. Finalmente, para el uso potencial forestal con uso actual pecuario, el costo de oportunidad más alto obtenido es de \$1,516.50 ha⁻¹ año⁻¹. Estos costos de oportunidad reflejan la renta de la tierra bajo diferentes usos (Cuadro 3.9).

Cuadro 3.9. Renta del uso de la tierra, en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Uso de la tierra	Renta del uso de la tierra (\$ ha ⁻¹ año ⁻¹)
Agrícola	\$1,829.34
Pecuario	\$1,829.34
Forestal	\$1,516.50

Los datos obtenidos para los usos potenciales agrícola y pecuario sugieren que la actividad más rentable es la forestal. Sin embargo, para el uso potencial forestal es el uso pecuario.

Derivado de la información anterior, se puede inferir que para evitar la deforestación promovida por un cambio de uso de la tierra, un programa de Pago por Servicios Ambientales debería pagar a los productores forestales un monto mínimo promedio de \$1,516.50 ha⁻¹ año⁻¹, cantidad obtenida actualmente por el uso pecuario.

Por otro lado, en el caso que se deseara reconvertir los suelos que actualmente presentan otro uso a su aptitud original (*i.e.*, forestal, agrícola y pecuario) sería conveniente pagar la renta que los productores están obteniendo actualmente bajo determinado uso (Cuadro 3.9) más los costos que conllevan realizar las actividades de reconversión; por ejemplo, para reconvertir suelos a un uso forestal, se requiere preparar y rehabilitar el terreno, plantar, proteger y mantener la reforestación, para los propietarios forestales, los costos de las actividades de

apertura y mantenimiento de brechas cortafuego, integración y equipamiento de brigadas, y creación de infraestructura para la vigilancia de los bosques.

La estimación de los costos para cada una de las actividades productivas realizadas por los productores se vuelve complicada. Lo anterior debido a que ellos no llevan un registro contable de sus costos a través del tiempo y al momento de ser encuestados tuvieron que recurrir a la memoria. Por tanto, las estimaciones pudieran reflejar un sesgo de los costos reales. Sin embargo, este aspecto se trató de minimizar al realizar las preguntas lo más simple y realistas posibles.

Dentro de los cuestionarios aplicados a los productores agrícolas, pecuarios y forestales se contemplaron preguntas sobre el monto anual al que rentarían una hectárea de su terreno, el precio al que se vende una hectárea en la región y el valor que ellos aceptarían (Disponibilidad a Aceptar) al vender una hectárea de su terreno. La información obtenida sugiere que los productores forestales mencionaron valores más altos que los otros dos grupos (Figura 3.9). Sin embargo, los valores promedio obtenidos para la renta de una hectárea de tierra de uso forestal fueron muy por arriba de la estimada por el método de costo de oportunidad (Cuadro 3.9). Lo anterior, quizás se deba al valor del vuelo (bosque) que los terrenos forestales sustentan, además de su productividad y de los servicios ambientales que tales ecosistemas producen.

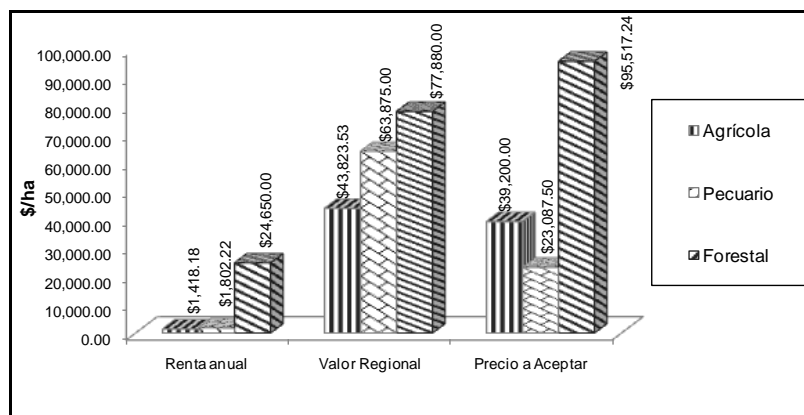


Figura 3.9. Monto de la renta anual, valor regional y precio a aceptar una ha de terreno por tipo de productor en Chignahuapan y Zacatlán.

Con respecto a la opinión de los productores pecuarios, la renta anual promedio de una hectárea de su terreno es de \$1,802.22, su valor regional en \$63,875.00 y el precio a aceptar de \$23,087.50. La razón por la que la cantidad a aceptar es menor al valor regional, quizás pueda deberse porque para dar una respuesta se basan en el monto de la renta anual de una hectárea en la región y por otra parte esta la tendencia de subestimar el valor que posee su terreno, debido a las condiciones que las tierras presentan, debido principalmente por el paso y estancia del ganado, lo que se refleja en un cambio en las propiedades físicas y químicas del suelo, que pueden reducir la productividad del mismo.

3.3.4 Expectativas de la producción y de las ganancias

Con la finalidad de conocer las expectativas que tienen los productores con respecto a su actividad productiva y a las ganancias obtenidas, en la encuesta se incluyeron preguntas relacionadas a este aspecto. Los agricultores opinan que sus ganancias presentan una tendencia decreciente debido a las fluctuaciones e inestabilidad de los precios del maíz, el clima (sequía, retraso de lluvias), a la falta de equipo e infraestructura adecuada, baja productividad de los suelos, y a los recursos económicos disponibles para el establecimiento y mantenimiento de los cultivos. Lo anterior implica que la superficie sembrada es cada vez menor.

Por otro lado, un 38% de los productores pecuarios opina que la producción será decreciente, mientras que para un 34% opina que es constante principalmente debido a que la producción se destina al autoconsumo para la mayoría de ellos.

Finalmente, para un 55% de los productores forestales (privados y ejidos), la expectativa de su producción es constante. Este valor se supone refleja la percepción de los productores de que los terrenos forestales continúan con la provisión de los bienes que son aprovechados, con la aplicación de técnicas de manejo adecuadas, y que mantienen la capacidad para la provisión de servicios ambientales (Figura 3.10).

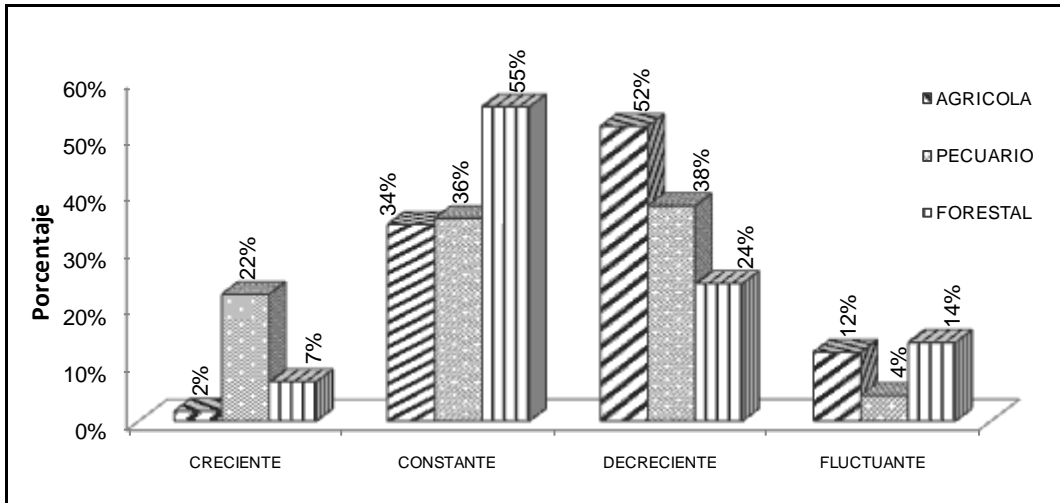


Figura 3.10. Expectativas de la producción futura por tipo de productor en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán

Respecto a las expectativas de la generación de ganancias por la actividad productiva que realiza cada tipo de productor, un 53% de los agricultores opina que será decreciente, al igual que la percepción de la producción, debido a que las cosechas obtenidas se destinan más para el autoconsumo que para la comercialización. De los productores pecuarios encuestados, 40% opina que las ganancias serán constantes, mientras que un 45% de los productores forestales también opinan lo mismo (Figura 3.11).

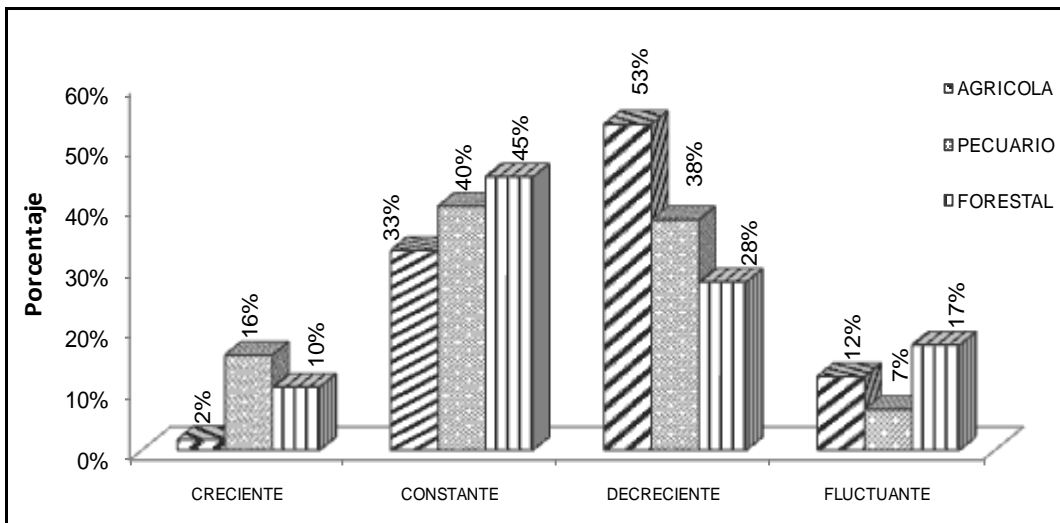


Figura 3.11. Expectativas de las ganancias futuras por tipo de productor en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán.

Desde la experiencia de los productores agrícolas y pecuarios, la producción y ganancias de sus actividades correspondientes tienden a ser decrecientes. Algunos factores que influyen en esta tendencia incluyen:

- a) Condiciones fluctuantes del clima como la sequia y lluvias que afectan el rendimiento de los cultivos.
- b) La falta de asistencia técnica y capacitación de manera continua y cuando ésta se otorga se hace de manera esporádica.
- c) Poca infraestructura disponible para realizar las actividades productivas.
- d) Dificil accesibilidad a los apoyos que otorga el gobierno por los requisitos y condiciones que establecen las reglas de operación de los programas.
- e) Disminución del potencial productivo del suelo para sustentar los cultivos, ya sea para venta, autoconsumo y para alimento del ganado.
- f) En el caso de la actividad pecuaria, no se da un manejo adecuado a las áreas de pastoreo, al no realizar una rotación del ganado para disminuir el impacto a los recursos.

Por lo anterior, es importante ofrecer a los productores agrícolas y pecuarios, alternativas para mejorar las condiciones de sus actividades o bien dar un apoyo para realizar la conversión de uso de la tierra a otro uso que genere mayores ganancias e ingresos.

Respecto a la actividad forestal, los productores observan una tendencia constante en su producción y ganancias; sin embargo, al preguntarles sobre el destino de sus tierras, 58% de los propietarios particulares opina que realizarían el cambio de uso de la tierra a agrícola, debido a que desde su percepción, las cosechas obtenidas de los cultivos agrícolas pueden ser canalizadas a su venta, además de destinarlas al consumo familiar. Y por otro lado, el 80% de los

representantes ejidales encuestados, manifestaron que los terrenos del ejido bajo aprovechamiento, los dejarían sin aprovechar.

Por otro lado, se obtuvo información por parte de los encuestados sobre el cambio de uso de la tierra observado en sus comunidades. 15% de los encuestados respondió que ha ocurrido un cambio, principalmente de uso forestal a uso agrícola. Ellos opinan que este cambio se observa más en las comunidades de Cuautelolulco, Acolihua, Pueblo Nuevo, San José Atzintlimeya, Acoculco y San Antonio Matlahuacales, en el municipio de Chignahuapan; mientras que en el municipio de Zacatlán han ocurrido en las comunidades de: Las Lajas, Matlahuacala, San Miguel Tenango, Tepaxco, Tepeixco, Xilotzingo, Jicolapa, Metlaxistla. De los que contestaron afirmativamente sobre el cambio de uso de la tierra, un 14% del total opinó que se realizó con la finalidad de obtener mayores ingresos.

A nivel municipio, 82% de los encuestados indicó que ha visto una disminución en los bosques en los últimos 10 años, entre las principales causas, en orden de importancia, fueron: Tala clandestina, cambio de uso de la tierra, incendios, entre otros (Figura 3.12). La tala clandestina y el cambio de uso de la tierra son influenciados por la acción del hombre al buscar alternativas para obtener mayores ingresos y mejorar su calidad de vida. En el caso de incendios, puede deberse a causas naturales o a causas provocadas por el hombre.

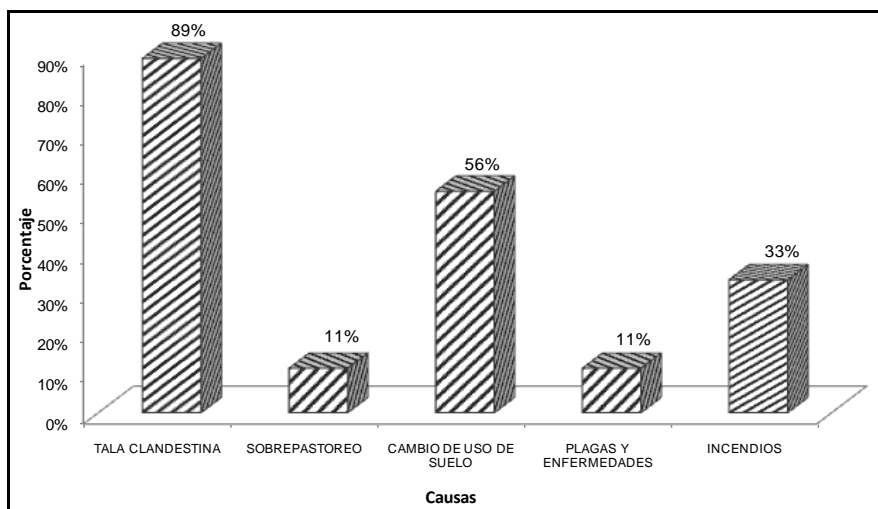


Figura 3.12. Causas de la disminución de los bosques en Chignahuapan y Zacatlán.

3.3.5 Conservación de los bosques

A todos los grupos encuestados se les preguntó sobre sus propuestas para combatir las causas de la disminución de los bosques en su municipio, y de esta forma mantener los terrenos forestales y no comprometer la provisión de los servicios ambientales. Las respuestas principales fueron: Mayor vigilancia en las áreas forestales para disminuir la tala clandestina y los incendios provocados por el hombre (50.52% del total), reforestación de áreas forestales que se encuentren en algún grado de degradación (16.49%) y mayor apoyo a los productores forestales para que realicen sus actividades de manejo, aprovechamiento, conservación de forma adecuada (8.25%).

Lo anterior implica que deba invertirse en acciones para conformar y equipar brigadas que se encarguen de vigilar las áreas forestales, crear infraestructura, como casetas, torres de control, campamentos, entre otros; así también destinar recursos para apoyar a las comunidades, ejidos y pequeños propietarios forestales para que realicen reforestaciones u obras de conservación de suelos en sus terrenos degradados. Además de invertir en equipo e infraestructura para realizar actividades de aprovechamiento y manejo de los recursos forestales.

Por otro lado, a los encuestados se les preguntó sobre las acciones para lograr la conservación de los bosques. Un 51% mencionó que sería mediante la asesoría técnica y capacitación a los propietarios de los recursos forestales para realizar el manejo y aprovechamiento; 26% de ellos opinó sobre el otorgamiento de un pago compensatorio a los propietarios de terrenos forestales para que no realicen el cambio del uso de la tierra, y por tanto, se mantenga la funcionalidad de los bosques y continúen con la provisión de bienes y servicios ambientales; 23% de los encuestados opinó que se deben establecer áreas naturales protegidas.

Finalmente, entre los actores principales que deben participar para realizar las acciones arriba señaladas, 25% del total de encuestados mencionó al gobierno en sus tres niveles: Federal, estatal y municipal, mediante la aplicación de apoyos y recursos económicos para los productores; 22% se refirió a los ejidatarios/comuneros como dueños y poseedores de los bosques; y un 19% a la sociedad en general.

3.3.6 Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH)

Se aplicaron encuestas a los productores forestales y a los beneficiarios del programa para obtener información de la percepción del PSAH como beneficiarios del Programa y como posibles solicitantes. También se obtuvo información de los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales (PSTF), de su experiencia otorgando asistencia técnica a los productores.

De los beneficiarios que fueron encuestados, 73% correspondió a ejidos y el 27% a propietarios privados. Por otra parte, 80% de los encuestados fueron apoyados por el PSAH en el año 2004 y el 20% en el 2005.

De acuerdo al 80% de los encuestados, de no haber sido apoyados por el PSAH, el predio beneficiado lo dedicarían al aprovechamiento forestal, principalmente por que los beneficios son mayores al apoyo otorgado por el PSAH.

Entre las razones principales por las que se decidió participar en el Programa, un 67% de los encuestados indicó que entró al mismo por la conservación del bosque, al otorgar un pago compensatorio para no cambiar de uso de la tierra y realizar actividades de mantenimiento del predio beneficiado; 20% indicó que fue para darle un uso al predio que previo al apoyo se encontraba sin ningún uso. Al respecto, 78% de los PSTF señaló que los beneficiarios que atienden han manifestado que la conservación del bosque es el motivo por el que ingresaron al Programa y un 22% por el ingreso adicional que les representa el monto del apoyo.

En el cuestionario se integraron preguntas para identificar los aspectos que diferencian a los predios apoyados por el programa y los predios forestales sin apoyo. La mayoría de los encuestados tiene la percepción que las condiciones de conservación, estado fitosanitario, protección contra incendios y cobertura boscosa son mejores en los predios beneficiados que en los predios sin apoyo (Cuadro 3.10); se considera que el apoyo recibido si mejora las condiciones de los predios por las actividades de mantenimiento y conservación que se realizan para cumplir con la normatividad del PSAH.

Cuadro 3.10. Opinión de los beneficiarios y PSTF respecto a la condición de los predios beneficiados con respecto a otros predios forestales sin el apoyo del PSAH.

Aspecto	Porcentaje de mención (%)				
	Mucho mejor	Mejor	Regular	Mal	Peor
Conservación	38	50	12	0	0
Estado fitosanitario	46	50	4	0	0
Protección contra incendios	58	42	0	0	0
Vigilancia	25	62	13	0	0
Cobertura boscosa	46	33	21	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

En relación a la distribución de recursos que otorga el PSAH, los ejidos beneficiados destinan el 65% del apoyo para las actividades de mantenimiento y restauración del predio apoyado, el 32% para repartir entre los ejidatarios y solo el 3% se destina a obras de beneficio social para el ejido.

Cuando se realiza el reparto del recurso del Programa a los ejidatarios, en promedio a cada uno le correspondió \$542.00; de esta cantidad recibida, un 75% lo destinaron para cubrir las necesidades de la familia y el 25% a la inversión.

Con respecto a los propietarios privados, el 75% de ellos mencionó que el recurso que reciben por el PSAH lo destinaron en su totalidad a invertir en el predio beneficiado y el 25% lo canalizaron al consumo familiar.

Por lo anterior, es importante señalar que la razón principal por la que los beneficiarios destinan los recursos de Programa en mayor proporción para el mantenimiento del predio, es para dar cumplimiento a las actividades que el PSAH ha definido y establecido para continuar con el apoyo durante los cinco años mediante un Programa de Mejores Prácticas de Manejo (PMPM) el cual debe elaborarse por el PSTF al primer año de aprobada la solicitud.

Sin embargo, de acuerdo a las respuestas de los encuestados, las actividades que se realizan en el predio tienen un costo promedio de \$1,362.89 ha⁻¹año⁻¹, cantidad superior al monto que otorga el PSAH (\$382 ha⁻¹año⁻¹). De este costo promedio, \$386.50 (28% del total) lo destinan a actividades de vigilancia (brigada comunitaria, recorridos de vigilancia, colocación de letreros) y \$335.78 (25%) para actividades de protección contra incendios (apertura y mantenimiento de brechas corta fuego) (Figura 3.13).

Los costos anteriores no los tiene contemplados el PSAH. De acuerdo al esquema de PSA, el pago debe representar un ingreso al propietario o a los ejidatarios, por no dedicar su tierra a otra actividad productiva o mantenerlos sin

aprovechamiento. Es decir, por la renta de sus terrenos. Por tanto, al destinar una cantidad mayor de recursos al apoyo obtenido para el mantenimiento de sus predios, los ejidatarios o propietarios particulares realmente no ven el beneficio de pertenecer al Programa. Por tanto, para que el Programa fuera atractivo, éste debería reconocer la multifuncionalidad de los ecosistemas en los bienes y servicios que ellos producen. Asimismo, predios bajo manejo también deberían ser admitidos al Programa.

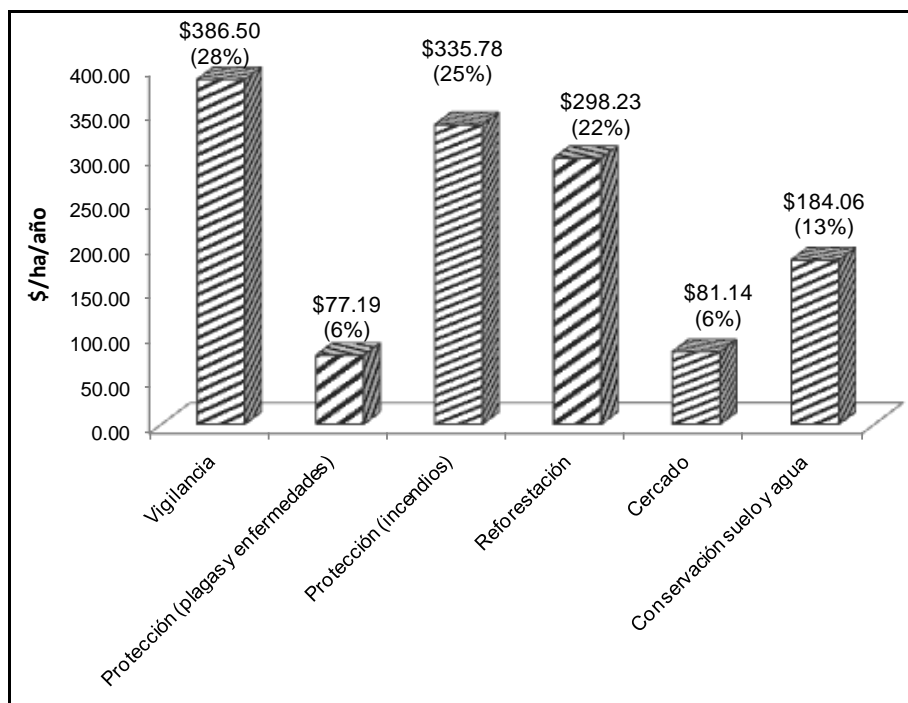


Figura 3.13. Distribución de los costos por ha⁻¹año⁻¹ del mantenimiento al predio apoyado por el PSAH.

Aunado a lo anterior, de acuerdo a las evaluaciones externas realizadas al PSAH para los ejercicios fiscales 2003 a 2007 (para los años 2008 a 2010 no se han realizado evaluaciones al programa), se concluye que aun cuando el apoyo es una fuente de ingreso y una forma de conservación efectiva de los terrenos forestales, a la fecha no se detonado de manera efectiva un mercado de servicios ambientales. Por lo anterior, al término del apoyo, los predios podrían dedicarse al aprovechamiento o a un cambio de uso agropecuario (CP y CONAFOR, 2008). Lo

anterior podría comprometer los servicios ambientales que proveen los bosques y selvas.

Dicha situación se confirma con las respuestas dadas por los encuestados, cuando se les preguntó sobre el destino que darían a sus predios al finalizar el periodo de los cinco años. Un 93% de ellos mencionó que lo dedicaría al aprovechamiento forestal.

Finalmente, a los beneficiarios se les cuestionó si volverían a solicitar los apoyos del Programa, un 80% señaló que si por que fomenta la conservación del bosque y un 20% opinó que no volverían a solicitarlo debido principalmente a las condiciones del Programa y a que el monto de apoyo es bajo. Sin embargo, aun con estas opiniones, para algunos beneficiarios se ha terminado el apoyo y no se cuenta a la fecha con registros de que hayan vuelto a refrendar sus solicitudes y tampoco existen nuevas solicitudes aprobadas desde el año 2007 a la fecha, para los municipios de estudio. Por tanto, se concluye que el PSAH no ha sido exitoso en los municipios estudiados.

Lo anterior quizás se deba a que hay desconocimiento del PSAH. En efecto, 83% de los encuestados mencionó no conocer el programa operado por la CONAFOR y a la vez tienen desconocimiento de los montos. Al plantearles de manera general la forma de operación del programa y los montos de apoyo otorgados por $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$, un 52% de los encuestados respondió que el pago lo considera justo, 45% bajo y 3% insignificante. Para aquellos que opinaron que el pago es bajo e insignificante, señalan que el programa debería dar un pago promedio de $\$5,178.95 \text{ ha}^{-1} \text{año}^{-1}$.

Finalmente, un 66% de los encuestados opina que el pago promedio que debería otorgarse a los propietarios forestales es de $\$2,326.32 \text{ ha}^{-1} \text{año}^{-1}$. Asimismo, un 63% manifestó que deben ser los mismos silvicultores los que realicen la gestión ante el Programa y un 36% opinó que le corresponde al gobierno municipal.

3.3.7 Caracterización química de los suelos de aptitud forestal bajo diferentes usos

Las muestras de suelo enviadas al laboratorio y la estimación del valor de densidad en las tres condiciones estudiadas (Usos agrícola, forestal y pecuario) arrojaron los resultados siguientes:

Densidad aparente

La densidad aparente del suelo bajo uso forestal es de 0.54 Mg m^{-3} (Cuadro 3.11), el cual es un valor esperado en suelos forestales sin alterar y ricos en materia orgánica. Los suelos con densidades bajas tienen mejores propiedades hidrológicas ya que el proceso de infiltración y los flujos de oxígeno son altos. Es decir, el suelo bajo uso forestal ofrece más potencial para los servicios hidrológicos, de filtración y de captura de carbono al favorecer las condiciones de un buen crecimiento de las raíces de la vegetación. Bajo los usos agrícola y pecuario, la densidad aparente aumenta, lo que puede deberse a la menor cantidad de materia orgánica del suelo y a los efectos de manejo que implican las prácticas de labranza. Con la remoción constante del suelo se acelera la respiración y por lo tanto la pérdida de carbono. Por otra parte, los suelos de uso pecuario, con textura más fina y sujetos al paso de ganado, se degradan físicamente lo que se manifiesta en mayor densidad aparente.

Cuadro 3.11. Valores de densidad aparente (Mg m^{-3}) en las tres condiciones de estudio.

Condición de conflicto	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Sin conflicto de uso	0.54	0.36	0.66	0.10
Conflicto por uso agrícola	1.00	0.87	1.10	0.07
Conflicto por uso pecuario	1.10	0.94	1.24	0.11

Fuente: Datos obtenidos de las muestras de suelo.

Variables químicas del suelo

El Cuadro 3.12 presenta los resultados de las variables que fueron medidas en el laboratorio para las tres condiciones. Las diferencias en pH son relativamente bajas en todos los usos de la tierra. En el uso forestal y agrícola, el pH se considera ligeramente ácido mientras que en el uso pecuario, el suelo presenta un pH neutro.

Los nitratos son relativamente diferentes en todos los casos y el amonio rebasa las 10 ppm en el caso del suelo forestal. Debido a que en el suelo forestal no se usa fertilización, esta cantidad posiblemente se debe a un nivel alto de descomposición de materia orgánica. En este sentido, el uso forestal también muestra mayor potencial para dar un servicio ambiental de buena dinámica en la circulación de nutrientes.

Para el caso del Fósforo (P), se muestran diferencias más amplias, mientras la disponibilidad de P en el suelo forestal es media; en el suelo agrícola es baja y extremadamente baja en el suelo de uso pecuario. Estos resultados muestran que para el ciclo de P, el uso pecuario compromete más la sustentabilidad del suelo.

En términos de carga del suelo (CIC), que se refiere al número total de cationes intercambiables que el suelo puede retener (O'Neill *et al.*, 2005), el uso forestal muestra mejores condiciones con 48 Cmol (-) kg⁻¹ suelo. Los suelos de mayor fertilidad presentan CIC de 60 Cmol (-) kg⁻¹ mientras que los suelos más pobres (como los del trópico), presentan valores de 5 Cmol (-) kg⁻¹ suelo. Empleando la CIC como indicador de fertilidad, el orden de mayor a menor calidad de uso es: Forestal>Agrícola>Pecuario.

El calcio es suficientemente bajo en los usos agrícola y pecuario ya que es mayor a 1000 ppm, mientras que en el suelo forestal es alto al superar las 2000 ppm. Para Potasio (K), el orden de la evaluación es Forestal>Pecuario>Agrícola. Los

usos pecuario y agrícola se califican como medio mientras que el uso forestal es alto al rebasar las 250 ppm (Marx, 1996).

El contenido de materia orgánica encontrado en las tres condiciones sin conflicto es de mayor porcentaje que en los otros usos de la tierra, principalmente por la hojarasca que se encuentra en el suelo forestal en diferente estado de descomposición. Lo anterior ofrece a la vegetación una constante fuente de nutrientes y por tanto que se conserve la dinámica de la provisión de servicios ambientales, a diferencia de los suelos de uso agrícola, debido a que en ellos se realizan labores de preparación del suelo, incorporando la materia orgánica existente para que esté disponible para los cultivos.

Con los resultados obtenidos, se observa que los suelos que se encuentran bajo un uso de la tierra de acuerdo a su potencialidad (forestal), son más fértiles y ofrecen mayores oportunidades para el desarrollo de la vegetación y por tanto de la generación de servicios ambientales, a diferencia de los suelos que se encuentran en conflicto entre su uso actual y su uso potencial.

Por otro lado, los ingresos netos por el uso actual forestal (\$1,829.34) son mayores al obtenido en el uso pecuario (\$1,516.50) y al uso agrícola (\$1,344.00), además de los beneficios observados en la caracterización de los suelos. Por tanto, un uso correcto del suelo tiene mayores beneficios tanto económicos como naturales (particularmente el suelo) en comparación a aquellos terrenos que presentan un uso incorrecto. Además de las pérdidas económicas por la cubierta forestal, también se tendrá un impacto en las propiedades del suelo debido a que cambian sus propiedades y por tanto su fertilidad.

Finalmente, si un programa de PSA busca la reconversión de las parcelas agrícolas y pecuarias al uso forestal, debe considerar el costo que conlleva esta acción y de las actividades necesarias para devolver al suelo sus propiedades.

Cuadro 3.12. Variables medidas en las condiciones de uso de la tierra bajo estudio.

Variable	Sin conflicto				Conflicto por uso agrícola				Conflicto por uso pecuario			
	Media	Mínimo	Máximo	Desv Est	Media	Mínimo	Máximo	Desv Est	Media	Mínimo	Máximo	Desv Est
pH	6.34	5.77	6.68	0.29	6.48	6.04	6.73	0.27	6.64	6.33	7.12	0.31
CE (dS m ⁻¹)	0.13	0.08	0.19	0.04	0.09	0.07	0.13	0.02	0.11	0.06	0.16	0.04
Nitratos (mg Kg ⁻¹)	0.99	0.55	1.31	0.23	1.22	0.25	2.19	0.75	1.79	0.30	3.57	1.02
Amonio (mg Kg ⁻¹)	10.76	5.62	16.80	4.52	6.77	4.89	9.30	1.63	9.73	4.24	17.70	5.08
MO (%)	3.53	1.54	6.33	1.53	2.55	2.09	3.04	0.38	1.42	1.15	1.62	0.16
Fósforo (mg Kg ⁻¹)	40.33	22.91	61.68	14.55	10.95	4.17	21.00	5.37	2.44	0.93	6.22	1.67
Calcio (mg Kg ⁻¹)	2,275.15	1,251.90	3,566.59	824.92	1,641.75	1,453.64	1,843.19	132.32	1,555.04	878.59	3,262.62	863.55
Magnesio (mg Kg ⁻¹)	288.85	207.64	396.54	63.12	313.70	231.06	366.96	50.73	398.25	189.63	806.38	227.39
Potasio (mg Kg ⁻¹)	265.81	161.34	309.02	50.75	154.40	125.35	196.12	23.68	230.52	155.81	381.34	84.66
Capacidad de Intercambio Catiónico (cmol(+) Kg ⁻¹)	45.79	40.71	52.86	4.16	31.80	27.29	34.86	2.74	28.46	15.29	45.57	12.41
Porcentaje de saturación de bases	31.04	21.19	21.19	7.18	35.34	31.72	37.34	2.27	40.23	34.82	59.67	8.21

Fuente: Resultados del análisis en laboratorio de las muestras de suelo en las tres condiciones estudiadas.

3.4 CONCLUSIONES

- (1) La renta de la tierra en Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, estimada a través del costo de oportunidad para los usos potenciales agrícola y pecuario, fue de \$1,829.34 ha⁻¹año⁻¹ definida por el uso forestal. Sin embargo, para el uso potencial forestal fue de \$1,515.50 ha⁻¹año⁻¹ obtenida a través del uso pecuario. Por tanto, para evitar la deforestación por cambio de uso de la tierra a través del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), éste debería pagar a los productores forestales un monto mínimo de \$1,516.50 ha⁻¹ año⁻¹ por la renta de sus tierras de conservación. Además, el Programa debería considerar los beneficios netos obtenidos por la actividad que las tierras sustentan, incluyendo los costos de los impactos derivados de un posible cambio de uso de la tierra.

- (2) De acuerdo a los propietarios forestales encuestados en el área de estudio, el monto que debería pagar el PSAH es de \$5,178.95 ha⁻¹ año⁻¹. Por otra parte, los entrevistados comentaron que los usuarios de los servicios ambientales deberían dar un pago compensatorio de \$2,326.32 ha⁻¹año⁻¹ a los dueños del recurso por dedicar sus terrenos a la captura de agua.

- (3) Los suelos de uso forestal que no presentan conflicto de uso presentan características que los hacen más fértiles y productivos y por tanto favorecen que se mantenga la funcionalidad de los bosques para la provisión de los servicios ambientales. Al existir un cambio de uso de la tierra forestal a otros usos, el impacto sobre las propiedades del suelo es evidente, puesto que se pierde la productividad y fertilidad del mismo.

3.5 LITERATURA CITADA

Azqueta, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Universidad de Alcalá. Ed. McGraw Hill. España. 299 p.

Briseño, V. F. 2005. Las cadenas de Markov en el análisis de cambios y asignación de usos de la tierra. *Revista Geográfica Venezolana*. 46(1): 35:45.

Colegio de Postgraduados (CP) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2004. Valuación del Programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). Reporte final. Ejercicio fiscal 2003. Colegio de Postgraduados, México. 88 p.

_____. 2005. Evaluación del Programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). Reporte final. Ejercicio fiscal 2004. Colegio de Postgraduados, México. 123 p.

_____. 2008. Evaluación externa de los apoyos de los servicios ambientales, ejercicio 2007. Reporte final. Colegio de Postgraduados, México. 205 p.

García, A. J.; A. Janvry, E. Sadoulet y J. M. Torres. 2005. An assessment of Mexico's payment for environmental services program. University of California at Berkeley. 79 p.

González R. V. 2005. Apuntes del curso de introducción al muestreo. Programa de Estadística y Cómputo aplicado. Colegio de Postgraduados. Estado de México, México.

Gutiérrez A., R. 2003. Valoración, cambio de uso de la tierra y pago de servicios ambientales, en áreas naturales protegidas: Estudio de caso Cañada de Contreras, Distrito Federal, México. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados. Programa en Economía. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 119 pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2007. Anuario Estadístico del Estado de Puebla. En línea:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee07/estatal/pue/index.htm>

- Jaramillo, L. A. 2004. Estimación del costo de oportunidad del uso de la tierra forestal en ejidos a nivel nacional. Reporte de investigación. Instituto Nacional de Ecología-Dirección General de Investigación en Economía y Política Ambiental. 13 p.
- Kido, C., y A. Kido. 2007. Análisis comparativo para el manejo y uso de la tierra en la cuenca alta del Río Cacaluta en Oaxaca, México. *Agrociencia*. 41(003):355-362.
- Machín, H. M. y V. M. Casas. 2006. Valoración económica de los recursos naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques de mercado. *Revista Futuros* 4(13). 9 p.
- Marx, E. S., J. Hart y R.G. Stevens. 1996. Soil test interpretation guide. U.S. Department of Agriculture. Oregon State University. Oregón. 7 p.
- Muñoz, P. C., A. Guevara, J. M. Torres R. y J. Braña. 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*. (65): 725-736.
- O'Neill, K. P; M. C. Amacher; C.H. Perry. 2005. Soils as an indicator of forest health: A Guide to the Collection, Analysis, and Interpretation of Soil Indicator Data in the Forest Inventory and Analysis Program. Forest Service. United States Department of Agriculture. Washington D.C. USA. 53 p.
- Sanjurjo R. E. e I. Islas. 2007. Las experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. *Gaceta ecológica INE-SEMARNAT*. Número especial 84-85. 93 -105
- Scott, M. J; G. R. Bilyard; S. O. Link; C. A. Ulibarri y H. E. Westerdahl. 1998 Valuation of ecological resources and functions. *Environmental Management* 22(1). 49-68.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2003. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. *Diario Oficial de la federación*. 3 de octubre de 2003. 10 p.

Torres P., J. A. 2001. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de un bosque tropical. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Especialidad en Economía. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 120 p.

Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2006. Evaluación del Programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). Ejercicio fiscal 2005. Universidad Autónoma Chapingo, México, México. 143 p

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES

4.1 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En México, como en otros países, el crecimiento acelerado poblacional no planificado y las crecientes expectativas de desarrollo constituyen una enorme presión de uso sobre los recursos naturales. Lo anterior se traduce en una intensificación del uso de la tierra para los cultivos en zonas agrícolas, la extracción intensiva de productos de las áreas forestales, la deforestación como mecanismo de expansión agrícola, y la construcción de infraestructura para la urbanización (Cotler *et al.*, 2007).

El patrón anterior se presenta también en la Sierra Norte de Puebla, específicamente en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, los cuales presentan un proceso de urbanización más acentuado que los demás municipios de la región. Por ejemplo, entre 1970 y 1990 se han registrado pérdidas significativas de superficie de bosques y selvas por el cambio de uso de la tierra (CONAPO, 1998). Aunque ambos municipios presentan una probabilidad mayor del 50% de que la tierra permanezca bajo un uso forestal, existe una probabilidad alta de un cambio de uso forestal a uso agrícola y en menor proporción de forestal a pecuario. Por tal motivo, es importante desarrollar herramientas que permitan a los tomadores de decisión desarrollar una planificación más adecuada del uso de la tierra y de los demás recursos.

En este contexto, aparte de generar cartografía del uso actual y potencial de la tierra y realizar una caracterización del área, la presente investigación se planteó como objetivos estimar la renta de la tierra bajo los usos: Forestal, agrícola y pecuario en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla y caracterizar los suelos de aptitud forestal y comparar sus características cuando ellos cambian a otros usos.

El estudio se integró en cuatro capítulos: (I) Introducción general; (II) Renta de la tierra forestal: algunos métodos para su determinación; (III) Análisis comparativo de la renta de la tierra en la Sierra Norte de Puebla; y IV) Conclusiones generales.

El Capítulo I tuvo el propósito de dar una descripción del marco de referencia de la investigación. Contiene un diagnóstico de las características biofísicas, socioeconómicas y los antecedentes del desarrollo poblacional en los municipios estudiados, así como una revisión del cambio de uso de la tierra y el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH); tales aspectos se abordaron a nivel nacional y en el área de estudio.

Se encontró que los municipios de Chignahuapan y Zacatlán presentan un crecimiento acelerado, principalmente en sus cabeceras municipales, por la demanda de espacios e infraestructura urbana. Las principales actividades productivas que se desarrollan en estos municipios son la agricultura, ganadería y forestal. De hecho, las actividades agrícolas y pecuarias constituyen una de las principales causas de los cambios de uso de la tierra y la consecuente deforestación.

Para revertir el problema de la deforestación a nivel nacional y regional, fue creado el Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) el cual ha beneficiado, a nivel nacional, alrededor de 2,118,00 ha con un monto invertido de 3,930 millones de pesos desde su creación (2003) hasta el 2010. Específicamente, en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, el PSAH ha apoyado solo 28 proyectos durante el periodo 2004 a 2006 con un monto de apoyo aproximado de 3.5 millones de pesos; sin embargo, en los siguientes años no han existido nuevos proyectos beneficiados por el mismo.

Lo anterior, hace suponer que el esquema de PSA de la CONAFOR, no ha sido atractivo para los propietarios forestales en estos dos municipios de estudio. Esto se

confirma con los resultados de las evaluaciones al PSAH en los ejercicios fiscales 2003 a 2007 en donde se indica que al término del apoyo existe la incertidumbre y el riesgo de que el predio se dedique a otros usos o bien al aprovechamiento forestal (CP y CONAFOR, 2008). Por otra parte, de acuerdo a la opinión de la mayoría de los propietarios forestales encuestados existe un desconocimiento del PSAH en estos municipios. Razón por la cual debería intensificarse la difusión del Programa en la región.

Asimismo, ante el poco impacto de PSAH en la región, el Programa debería reconocer la multifuncionalidad de los ecosistemas en los bienes y servicios que ellos producen, compensando a los productores forestales con montos de pago adecuados por la renta de sus terrenos (Muñoz *et al.*, 1998).

El Capítulo II hace una revisión de las metodologías que existen para valorar la renta de la tierra, describiendo el objetivo, el campo de aplicación de cada uno de ellos, sus ventajas y desventajas. Producto de esta revisión, se sugiere que el Costo de oportunidad podría ser el método más conveniente para la estimación de la renta de la tierra. Este método se basa en cuantificar el ingreso que debe sacrificarse por mantener el uso de la tierra para propósitos de preservación; es decir, en caso de querer cambiar el uso de la tierra debería determinarse los beneficios netos positivos del proyecto propuesto y confrontarlo con los beneficios obtenidos por el uso de conservación de la tierra (Dixon *et al.*, 1999). Además, permite estimar valores que apoyan la toma de decisiones sobre la gestión de protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales incluyendo la estimación de la renta de la tierra.

Por otro lado, el Capítulo III aborda la aplicación del método costo de oportunidad, como un estudio de caso, para estimar la renta de la tierra de usos forestal, agrícola

y pecuaria, además de determinar las características químicas de los suelos de aptitud forestal bajo diferentes usos.

Los resultados sugieren que la actividad más rentable para los terrenos con potencial agrícola y pecuario es la forestal de la cual se obtiene \$1,829.34 ha⁻¹año⁻¹. Además, se puede inferir que para evitar la deforestación promovida por un cambio de uso de la tierra, un programa de Pago por Servicios Ambientales como el PSAH debería pagar a los productores forestales un monto mínimo promedio de \$1,516.50 ha⁻¹ año⁻¹, cantidad obtenida actualmente por el uso pecuario.

Por lo anterior, en el caso que se deseara reconvertir los suelos que actualmente presentan otro uso o conflicto a su aptitud original (por ej., forestal, agrícola y pecuario) sería conveniente pagar la renta que los productores están obteniendo actualmente bajo ese uso, más los costos que conllevan realizar las actividades de reconversión; por ejemplo, para reconvertir suelos a un uso forestal, se requiere preparar y rehabilitar el terreno, plantar, proteger y mantener la reforestación, entre otras.

Con respecto a la caracterización química de los suelos de aptitud forestal bajo diferentes usos, se obtuvieron muestras del suelo, en las condiciones: De no cambio (mismo uso forestal potencial y actual), cambio de uso de potencial forestal a uso agrícola; y cambio de uso de potencial forestal a uso pecuario, concluyendo que los suelos con potencialidad forestal son más fértiles y ofrecen mayores oportunidades para el desarrollo de la vegetación y producción de servicios ambientales que aquellos suelos que presentan un uso conflictivo o incorrecto.

Ante un cambio de uso de la tierra de forestal a otros usos, además de las pérdidas económicas que pudieran existir en la eliminación de la cubierta forestal, también se tendrán pérdidas producto del impacto en las propiedades del suelo debido a que

cambian sus propiedades y por tanto su fertilidad. Tales costos directos e indirectos deberían ser considerados por un programa de PSA que pretende la conservación de los recursos.

Por otro lado, este capítulo también abordó el impacto del PSAH en el área de estudio a través de la información recopilada en las encuestas a los beneficiarios del Programa. Los resultados sugieren que el programa puede ser una herramienta efectiva para la conservación de los bosques en la región debido a que de los recursos recibidos del Programa, parte de ellos se destinan a las actividades de mantenimiento del predio beneficiado. Por ejemplo, los montos promedio invertidos en actividades de vigilancia (conformación de una brigada comunitaria, recorridos de vigilancia, colocación de letreros), protección contra incendios (apertura y mantenimiento de brechas cortafuego), reforestación y mantenimiento de la misma, obras de conservación de suelo y agua, entre otras ascendieron a \$1,362.89 ha⁻¹año⁻¹. Lo anterior demuestra que el recurso del Programa se reinvierte en cuidados y manutención de los ecosistemas.

En suma, para que un programa de PSA sea exitoso es necesario proporcionar una compensación adecuada a los propietarios de las tierras forestales. Esta compensación debería incluir la renta de la tierra, los beneficios obtenidos por la cubierta forestal y los impactos evitados ante un cambio de uso de la tierra.

4.2 FORTALEZAS Y DEBILIDADES

4.2.1 Fortalezas

En la investigación fue de primordial importancia contar con una herramienta de análisis para analizar espacialmente el uso actual de la tierra y su aptitud para identificar aquellas tierras cuya aptitud es forestal y que se encuentran bajo otro uso. Para tal propósito, se generó un mapa de conflictos de uso de la tierra a partir de la

sobreposición de los mapas de uso actual y uso potencial de la tierra de los municipios de estudio. En el mapa de conflictos se realizaron las actividades desarrolladas, tales como la selección de los sitios para encuestar a los grupos de productores (forestales, agrícolas y pecuarios), la estimación de la renta del uso de la tierra a través del costo de oportunidad, construcción de la matriz de probabilidades de cambio de uso potencial a uso actual y la evaluación de los cambios ocurridos en las propiedades del suelo debido al cambio de uso.

El mapa de conflictos permitió conocer a nivel de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, la superficie que se encuentra bajo un uso actual correcto de la tierra de acuerdo a su potencialidad y las áreas que se encuentran bajo una condición de conflicto.

La matriz de probabilidades de cambio de uso potencial a un uso actual constituye una herramienta de apoyo para realizar un estudio futuro sobre la dinámica del cambio de uso de la tierra en los municipios de estudio.

El estudio del impacto del cambio de uso de la tierra sobre los ingresos netos obtenidos de cada actividad aquí referida, se fortalece con el estudio de las propiedades del suelo, lo que afirma que la deforestación no solo implica un cambio o pérdida en la cobertura vegetal, también en el suelo y en sus propiedades físicas y químicas, ambos aspectos implican impactos que deben valorarse.

Por cada condición de uso de la tierra se estimó un costo de oportunidad, obteniendo montos que apoyarían a un programa que busque la conversión de los terrenos agrícolas y pecuarios a un uso forestal, o bien un monto de pago a los propietarios forestales para evitar la deforestación de sus predios en la región.

El método de costo de oportunidad para obtener la renta económica del uso de la tierra, es una forma fácil y efectiva para conocer los montos que un PSA debe otorgar como mínimo a los propietarios forestales para evitar la deforestación, y por otra parte, el monto mínimo que los productores agrícolas y pecuarios, deberían recibir para realizar actividades de conversión a un uso forestal.

Finalmente, el estudio realizó un diagnóstico del impacto del PSAH en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, referente a la conservación de los bosques y al mejoramiento de los ingresos de los propietarios forestales, cuyos resultados permite reafirmar los estudios y evaluaciones que se han realizado a nivel nacional del programa.

4.2.2 Debilidades

Las imágenes de uso potencial forestal, agrícola y pecuario que se utilizaron para generar un solo mapa potencial, a pesar de georeferenciarlos, al sobreponerlos entre sí con los polígonos de los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, no coincidieron los límites. Por lo anterior, se tuvo que realizar un buffer hacia el interior del área de estudio de 2.5 km, lo que implicó una disminución de la superficie de estudio de los municipios. Sin embargo, se aumentó la precisión del área bajo estudio a costa de sacrificar área útil.

En la aplicación de las encuestas, los datos referentes a los costos e ingresos por actividad se sobre o subestimaron, lo que implica que los ingresos netos estimados por cada actividad estén por arriba o por debajo del monto real. Lo anterior, debido a que los encuestados recurren a la memoria para contestar las preguntas, puesto que no llevan un registro de sus costos e ingresos. Al no recordar estos datos sobre algunos conceptos, ellos no contestaron a las preguntas. Lo anterior se trató de corregir al revisar los rendimientos y precios en las bases de datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a

través del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) o bien de los Anuarios Estadísticos.

4.3 RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS

Durante el proceso de la realización de esta investigación, muchas oportunidades de investigación fueron detectadas. Por ejemplo, se debería incluir un estudio sobre la renta de la tierra de usos residenciales urbanos y rurales. Ellos también compiten con los usos agrícola, forestal y pecuario. Determinar la dinámica del cambio de las tierras de uso residenciales es importante para efectos de planificación municipal.

Realizar una proyección del cambio de uso de suelo en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán para conocer la dinámica del cambio que apoye a la generación de propuestas que promuevan la conservación de los recursos forestales, se evite la deforestación y se ofrezcan alternativas de producción que generen beneficios e ingresos a los dueños de los predios, entre otras acciones.

Los análisis de las propiedades del suelo se dirigieron a aquellos suelos que tienen un uso potencial forestal y se encuentran bajo el uso agrícola o pecuario. Sin embargo, sería importante incluir las demás áreas que se definieron en el mapa de conflictos de uso de suelo, para conocer las implicaciones en la productividad del mismo cuando éste es dedicado a un uso distinto a su potencial.

Sería importante realizar un estudio sobre los costos que implica el cambio de uso en las propiedades del suelo; por ejemplo, en los suelos agrícolas se realiza la fertilización o incorporación de materia orgánica para que se brinden mejores condiciones para el sustento de los cultivos.

Otro aspecto importante a considerar, además del impacto del cambio de uso de la tierra sobre la cobertura y dentro del suelo, es el impacto que tales cambios producen sobre otros recursos naturales asociados al bosque para contemplarse en la definición de políticas que apoyen a la detención y control de la deforestación.

Para fortalecer los resultados obtenidos en la presente investigación, se debería realizar un estudio de valoración económica de los servicios ambientales en los mismos municipios para conocer la Disponibilidad a Aceptar (DAA) por parte de los propietarios de los terrenos forestales y la Disponibilidad a Pagar (DAP) por los habitantes de las comunidades por los servicios ambientales que brindan los bosques. Lo anterior con miras a determinar la potencialidad de la creación de mercados locales de PSA.

Finalmente, es urgente y necesaria la intervención del gobierno para crear mercados de servicios ambientales en lugares donde se demuestre mayor potencialidad. Lo anterior, como una alternativa para que tanto usuarios como propietarios de los bosques se concienticen sobre la importancia de la provisión de servicios ambientales.

4.4 LITERATURA CITADA

- Colegio de Postgraduados (CP) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2008. Evaluación externa de los apoyos de los servicios ambientales, ejercicio 2007. Reporte final. Colegio de Postgraduados, México. 205 p.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 1998. La situación demográfica de México. Secretaría de Gobernación. pp. 105-114.
- Cotler, H., E. Sotelo, J. Domínguez, M. Zorrilla, S. Cortina, L. Quiñones. 2007. La conservación de suelos: un asunto de interés público. Gaceta ecológica INE-SEMARNAT. (83): 5-71.

Dixon, J. A.; F.L. Scura, R.A. Carpenter, P. B. Sherman. 1999. Análisis económico de impactos ambientales. CATIE. Ed. Mario Piedra, Robert Hearne. Costa Rica. 251p.

Muñoz, P. C., A. Guevara, J. M. Torres R. y J. Braña. 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*. (65): 725-736.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2003. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Diario Oficial de la federación. 3 de octubre de 2003. 10 p.

ANEXOS
(Cuestionarios por grupo)



ANEXO I. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES AGRÍCOLAS

Para proponer estrategias para el otorgamiento de apoyos del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la CONAFOR, se está realizando un estudio para estimar el costo de la renta del uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, por parte del Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados a través de una estudiante de Maestría. Los datos que se manejen en la presente encuesta serán confidenciales y la información obtenida será únicamente para los fines señalados. Gracias.

No. de cuestionario: _____ ID1

Nombre _____ ID2

Localidad: _____ ID3

Municipio: _____ ID4

Tipo de productor: _____ Y1

a) Particular b) Ejido/comunidad c) Otro: _____

Fecha de la aplicación: _____ ID5

DATOS GENERALES

1. Edad: _____ años _____ X1

2. Sexo: 1) Hombre 2) Mujer _____ Y2

3. ¿Sabe leer y escribir? 1) Si 2) No _____ Y3

4. Escolaridad: _____ años _____ X2
(Indicar el grado máximo de estudios)

5. ¿Cuál es su principal actividad económica? _____ Y4

- 1) Agricultor
- 2) Silvicultor
- 3) Ganadero
- 4) Obrero
- 5) Comerciante
- 6) Otro (*especifique*): _____

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS (Costos de Producción e ingresos/ha)

6. De sus tierras, ¿cuánta superficie (*ha*) destina a las siguientes actividades?



ANEXO I. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES AGRÍCOLAS

Actividad	Ejidal	Comunal	Pequeña Propiedad	Otro	Total
Agrícola	X3	X4	X5	X6	X7
Pecuaría	X8	X9	X10	X11	X12
Forestal	X13	X14	X15	X16	X17
Otra	X18	X19	X20	X21	X22
Total	X23	X24	X25	X26	X27

7. Su terreno es: Y5
- a) Propio
- b) Rentado (Indique: \$ _____ ha) X28
- c) Prestado
- d) Otro: _____

Actividad agrícola

8. ¿Cuál es la superficie sembrada, tipos de cultivos, y ciclo y régimen de humedad al que corresponden?

Cultivo	Ciclo*	Superficie sembrada (ha)		Producción (ton/ha)	Precio del producto (\$/Ton)
		Riego	Temporal		
Maíz	Y6	X29	X30	X31	X32
Frijol	Y7	X33	X34	X35	X36
Papa	Y8	X37	X38	X39	X40
Chícharo	Y9	X41	X42	X43	X44
Otro:	Y10	X45	X46	X47	X48

*1) Primavera-Verano 2) Otoño-Invierno

9. ¿Cuál fue el destino de la producción que obtuvo de su último ciclo (%)?

Cultivo	Autoconsumo (%)	Venta (%)	Precio de venta promedio (\$/ton)
Maíz	X49	X50	X51
Frijol	X52	X53	X54
Papa	X55	X56	X57
Chícharo	X58	X59	X60
Otro:	X61	X62	X63

10. Indique los costos/ha que tiene por establecer y mantener sus cultivos (del último ciclo)

Cultivo	Insumos (\$)	Equipo y herramientas (\$)	Mano de obra (\$)	Otros
Maíz	X64	X65	X66	X67
Frijol	X68	X69	X70	X71
Papa	X72	X73	X74	X75
Chícharo	X76	X77	X78	X79
Otro:	X80	X81	X82	X83



ANEXO I. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES AGRÍCOLAS

11. Indique los costos/ha que implicó cosechar la producción del último ciclo (*incluya los costos de mano de obra, equipo, herramientas*)

Cultivo	Pizca (\$)	Transporte a almacén (\$)	Otros
Maíz	X84	X85	X86
Frijol	X87	X88	X89
Papa	X90	X91	X92
Chícharo	X93	X94	X95
Otro:	X96	X97	X98

12. ¿Cuánto obtuvo de ingresos netos (\$/ha) por la venta de los cultivos en el último ciclo?

Cultivo	Ingresos netos (\$/ha)
Maíz	X99
Frijol	X100
Papa	X101
Chícharo	X102
Otro:	X103

13. Señale el destino de los ingresos netos obtenidos (%) en el último ciclo.

- 1) Consumo directo familiar X104
- 2) Inversión X105
- 3) Ahorro X106
- 4) Otro: _____ X107

14. ¿Recibe asesoría de un prestador de servicios profesionales? Y11

- 1) Si (*pase a la pregunta 15*) 2) No (*pase a la pregunta 16*)

15. ¿Cuál es el costo del servicio profesional (anual)? \$ _____
 X108

16. De acuerdo a su experiencia, ¿cuál ha sido la tendencia que ha observado con respecto a?

- 1) Producción _____ a) Creciente Y12
- 2) Ganancias _____ b) Constante Y13
- c) Decreciente
- d) Fluctuante

17. ¿Pertenece Usted a alguna organización de productores? Y14

- 1) Si (*pase a la pregunta 18*) 2) No (*pase a la pregunta 20*)

18. ¿De qué tipo de organización se trata y como se llama?

Tipo	Nombre
Sociedad de Producción Rural (S.P.R.)	A1
Asociación Rural de Interés Colectivo	A2
Sociedad de Solidaridad Social	A3



ANEXO I. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES AGRÍCOLAS

Sociedad cooperativa	A4
Asociación Civil	A5
Sociedad Civil	A6
Otro (esp):	A7

19. ¿Qué beneficios ha obtenido en el último año de la organización?

- 1) Acceso a herramientas y equipo agrícola **Y15**
 2) Mejor precio de venta de sus productos **Y16**
 3) Facilidad para acceder a los apoyos del gobierno **Y17**
 4) Capacitación y asesoría **Y18**
 5) Económico **Y19**
 6) Otro (esp.): _____ **Y20**

20. Si usted rentara una hectárea de su terreno, ¿cuál sería el monto anual que cobraría?

_____ **X109**

21. ¿Cuál es el precio promedio de 1 ha en su región?

_____ **X110**

22. ¿Cuál es el valor promedio que le da Usted a 1 ha de su terreno? _____ **X111**

23. Si no dedicara su terreno a la agricultura, ¿qué destino le daría a esas tierras? **Y21**

- 1) Reconversión forestal
 2) Uso pecuario
 3) Uso habitacional
 4) Sin uso
 5) Otro: _____

24. ¿Cuáles son sus expectativas de uso con respecto a la actividad agrícola que realiza en su terreno?

_____ **A8**

CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y CONSERVACIÓN

25. En su predio/ejido o comunidad, en los últimos 10 años, ¿han realizado un cambio de uso de la tierra de sus terrenos forestales? **Y22**

- 1) Si (pase a la pregunta 26) 2) No (pase a la pregunta 28) 3) No sabe

26. Indique los cambios realizados y la superficie

Tipo de cambio	Superficie (ha)
Forestal a agrícola	X112
Forestal a pecuario	X113
Forestal a asentamientos humanos	X114
Otro:	X115



ANEXO I. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES AGRÍCOLAS

27. ¿Cuál fue la principal razón por la que realizó el cambio de uso de la tierra? Y23
- 1) Obtener mayores ingresos
 - 2) Para obtener apoyos gubernamentales
 - 3) Otro: _____
28. ¿Ha observado en su municipio o comunidad la disminución de los bosques en los últimos 10 años?
- 1) Si (pase a la pregunta 29)
 - 2) No (pase a la pregunta 30) Y24
29. ¿Cuáles considera que son las causas de dicha disminución?
- 1) Tala clandestina Y25
 - 2) Sobrepastoreo Y26
 - 3) Cambio de uso de la tierra Y27
 - 4) Plagas y enfermedades Y28
 - 5) Incendios Y29
 - 6) Otro: _____ Y30
 - 7) No sabe Y31
30. ¿Qué acciones propone para disminuir las causas de la disminución de la superficie forestal?
- _____
- A9**
31. Para lograr la conservación de los bosques de su municipio, ¿qué acciones propone?
- 1) Creación de más áreas naturales protegidas Y32
 - 2) Pago compensatorio a propietarios de terrenos forestales para evitar el cambio de uso de la tierra Y33
 - 3) Asesoría y capacitación para el manejo forestal Y34
 - 4) Otro: _____ Y35
32. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas arriba?
- 1) Ejidatarios/comuneros Y36
 - 2) Propietarios de terrenos forestales Y37
 - 3) Sociedad en general Y38
 - 4) Gobierno (federal, estatal municipal) Y39
 - 5) Instituciones de investigación, enseñanza y educación Y40
 - 6) Organizaciones no gubernamentales Y41
 - 7) Otros: _____ Y42
33. De realizarse las acciones que propone, ¿Cómo visualiza la situación de los bosques en un futuro?
- _____
- _____
- _____
- A10**

-GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN-



ANEXO II. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES PECUARIOS

Para conocer la renta de uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, se están aplicando encuestas por parte de una estudiante de Maestría del Postgrado Forestal, Colegio de Postgraduados. Los datos obtenidos y la información generada serán confidenciales y utilizados únicamente para los fines señalados. Muchas gracias por su colaboración.

No. de cuestionario: _____ ID1

Nombre _____ ID2

Localidad: _____ ID3

Municipio: _____ ID4

Fecha de la aplicación: _____ ID5

DATOS GENERALES

1. Edad: _____ años X116

2. Sexo: 1) Hombre Y43 2) Mujer

3. Estado civil: Y44

1) Casado 2) Soltero 3) Unión libre 4) Divorciado 5) Viudo 6) Otro

1) ¿Sabe leer y escribir? 1) Si Y45 2) No

4. Escolaridad: _____ años X117
(Indicar el grado máximo de estudios)

5. ¿Cuántas personas dependen económicamente de usted? _____ X118

6. ¿Cuál es su ingreso promedio anual? \$ _____ X119

7. ¿Cuál es su principal actividad económica? Y46

7) Agricultor

8) Silvicultor

9) Ganadero

10) Obrero

11) Comerciante

12) Otro *(especifique)*: _____

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS (Costos de Producción e ingresos/ha)

8. De sus tierras, ¿cuánta superficie (ha) destina a las siguientes actividades?

Actividad	Ejidal	Comunal	Pequeña	Otro	Total
-----------	--------	---------	---------	------	-------



ANEXO II. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES PECUARIOS

			propiedad			
Agrícola	X120	X121	X122	X123	X124	
Pecuaria	X125	X126	X127	X128	X129	
Forestal						
Otra	X130	X131	X132	X133	X134	
Total	X135	X136	X137	X138	X139	

Ganadera

9. ¿Cuántas cabezas de ganado (*adultos*) tiene actualmente en explotación y cuál fue su producción en el último año?

Especie	No. de cabezas	Producción anual			
		Carne (ton)	Leche/miel (l)	Huevo (ton)	Lana (ton)
Bovino	X140	X141	X142		
Porcino	X143	X144			
Ovino	X145	X146			X147
Caprino	X148	X149	X150		
Equino	X151	X152			
Gallinas	X153	X154		X155	
Guajolotes	X156	X157		X158	
Colmenas	X159		X160		
Otros	X161	X162	X163	X164	X165

10. Indique (*en porcentaje*) el destino de la producción señalada anteriormente

Especie	Autoconsumo (%)	Venta (%)	Precio de venta promedio (\$/u. m.*)
Bovino	X166	X167	X168
Porcino	X169	X170	X171
Ovino	X172	X173	X174
Caprino	X175	X176	X177
Equino	X178	X179	X180
Gallinas	X181	X182	X183
Guajolotes	X184	X185	X186
Colmenas	X187	X188	X189
Otros	X190	X191	X192

*Precio por unidad de producción de acuerdo a la tabla de la pregunta 9

11. Señale los gastos que tuvo en el último año para mantener al ganado en explotación (*incluya mano de obra*)

Especie	Insumos (alimentación, vacunas, medicamentos) \$	Mantenimiento de instalaciones (\$)	Maquinaria y equipo (\$)
Bovino	X193	X194	X195
Porcino	X196	X197	X198
Ovino	X199	X200	X201
Caprino	X202	X203	X204



ANEXO II. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES PECUARIOS

29. Indique los cambios realizados y la superficie

Tipo de cambio	Superficie (ha)
Forestal a agrícola	X229
Forestal a pecuario	X230
Forestal a asentamientos humanos	X231
Otro:	X232

30. ¿Cuál fue la principal razón por la que realizó el cambio de uso de la tierra? Y67

- 4) Obtener mayores ingresos
- 5) Para obtener apoyos gubernamentales
- 6) Otro: _____

31. Para lograr la conservación de los bosques de su municipio, ¿qué acciones propone?

- 5) Creación de áreas naturales protegidas Y68
- 6) Pago a propietarios de terrenos forestales Y69
- 7) Asesoría y capacitación para el manejo forestal Y70
- 8) Otro: _____ Y71

32. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas?

- 8) Ejidatarios/comuneros Y72
- 9) Propietarios de terrenos forestales Y73
- 10) Sociedad en general Y74
- 11) Gobierno (federal, estatal municipal) Y75
- 12) Instituciones de investigación, enseñanza y educación Y76
- 13) Organizaciones no gubernamentales Y77
- 14) Otros: _____ Y78

33. De realizarse las acciones que propone, ¿Cómo visualiza la situación de los bosques de su municipio en un futuro?

A20

-GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN-



ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES EJIDOS

Para proponer estrategias para el otorgamiento de apoyos del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la CONAFOR, se está realizando un estudio para estimar el costo de la renta del uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, por parte del Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados a través de una estudiante de Maestría. Los datos que se manejen en la presente encuesta serán confidenciales y la información obtenida será únicamente para los fines señalados. Gracias.

No. de cuestionario: _____ ID1

Nombre _____ ID2

Localidad: _____ ID3

Municipio: _____ ID4

Fecha de la aplicación: _____ ID5

DATOS GENERALES

1. Edad: _____ años _____
X233

34. Sexo: 1) Hombre _____ 2) Mujer _____
 Y79

35. Estado civil: _____ **Y80**

1) Casado 2) Soltero 3) Unión libre 4) Divorciado 5) Viudo 6) Otro

36. ¿Sabe leer y escribir? 1) Si _____ 2) No _____ **Y81**

37. Escolaridad: _____ años _____
X234
(Indicar el grado máximo de estudios)

38. ¿Cuántas personas dependen económicamente de Usted? _____
X235

39. ¿Cuál es su ingreso promedio anual? \$ _____
X236

40. ¿Cuál es su principal actividad económica? _____ **Y82**
1) Agricultor
2) Silvicultor
3) Ganadero
4) Obrero
5) Comerciante



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

6) Otro (especifique): _____

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

41. De sus tierras, ¿cuánta superficie (ha) destina a las siguientes actividades?

Actividad	Ejidal	Comunal	Pequeña propiedad	Otro	Total
Agrícola	X237	X238	X239	X240	X241
Pecuaría	X242	X243	X244	X245	X246
Otra	X247	X248	X249	X250	X251
Total	X252	X253	X254	X255	X256

Actividad forestal en el ejido/comunidad

42. ¿El ejido/comunidad recibe asesoría de un prestador de servicios técnicos forestales (PSTF)? Y83

1) Si (pase a la pregunta 11) 2) No (pase a la pregunta 12)

43. ¿Cuál es el pago anual del PSTF (anual)? _____ X257

44. Indique los tipos de aprovechamientos que realiza y la superficie (ha) destinada

Tipo de aprovechamiento	Superficie (ha)
Maderable	X258
No maderable	X259
Otro:	X260
Total	X261

Forestal maderable

45. ¿El predio bajo manejo cuenta con un programa de manejo forestal? Y84

1) Si 2) No 3) No sabe

46. ¿Existe un permiso vigente para el aprovechamiento forestal? Y85

1) Si (pase a la pregunta 15) 2) No 3) No sabe

47. ¿Cuál es la vigencia del permiso? (indique el año)

Desde: _____ _____ X262

Hasta: _____ _____ X263

1) No sabe Y86

48. ¿Cuál es el volumen de aprovechamiento autorizado (m³/rollo/año)? _____ X264

1) No sabe Y87

49. ¿Qué especies aprovechó y en qué cantidades en el último año (m³/rollo)? (de acuerdo a la autorización del aprovechamiento forestal)

Genero	Cantidad (m ³ /rollo)
Pino	X265



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

Oyamel	X266
Encino	X267
Otro:	X268

1) No sabe Y88

50. ¿Cuándo se realizó la última corta de aprovechamiento? (indique año) **X269**

51. Indique los gastos que realizó en esa última corta

Mano de obra: \$ _____ **X270**
 Maquinaria: \$ _____ **X271**
 Equipo: \$ _____ **X272**
 Otro: \$ _____ **X273**

52. ¿Los árboles derribados los llevó a un aserradero? Y89

- 1) Si (pase a la pregunta 21)
- 2) No, la venta es a pie de monte (pase a la pregunta 27)

53. Nombre del (los) aserradero (s):

- 1) _____
A21
- 2) _____
A22

54. ¿Cuál es la distancia del predio al aserradero?: _____ km **X274**

55. ¿El transporte que utilizó es? Y90

- 1) Camión propio
- 2) Camión rentado
- 3) Animales
- 4) Otro: _____

56. ¿Cuántos viajes realizó para transportar la madera en la última corta? **X275**

57. Si el camión es propio, indique los costos incluidos por cada viaje realizado

Gasolina: \$ _____ **X276**
 Mano de obra: \$ _____ **X277**
 Peajes: \$ _____ **X278**
 Otros: \$ _____ **X279**

58. Si el camión es rentado, ¿cuánto pagó por cada viaje?: \$ _____ **X280**

59. Mencione los tipos de productos obtuvo en el último año y el precio promedio de venta

Producto	Cantidad anual (m ³ /rollo)	Precio promedio de venta (\$)
Medidas comerciales	X281	X282
Trocería	X283	X284
Leña	X285	X286
Durmientes	X287	X288



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

Otros	X289	X290
-------	-------------	-------------

1) No sabe Y91

60. ¿A quién vende los productos que aprovecha? **A23**

61. ¿Qué actividades realiza después de cada corta y cuál es el costo de cada una de ellas (incluya los costos de mano de obra)?

- Limpieza: \$ _____ **X291**
 Reforestación: \$ _____ **X292**
 Rehabilitación de caminos forestales: \$ _____ **X293**
 Apertura/rehabilitación de brechas cortafuego **X294**
 Cercado de los predios bajo aprovechamiento **X295**
 Protección contra plagas y enfermedades **X296**
 Otros: \$ _____ **X297**
 1) No sabe **Y92**

Forestal no maderable

62. ¿Cuenta con el programa de manejo para el aprovechamiento forestal no maderable?
 1) Si 2) No 3) No sabe **Y93**

63. ¿Tiene Usted permiso vigente para el aprovechamiento forestal? **Y94**
 2) Si 2) No 3) No sabe

64. ¿Cuál es la vigencia del permiso? (indique el año)
 Desde: _____ **X298**
 Hasta: _____ **X299**

65. ¿Qué productos forestales no maderables aprovechó en su predio y cantidad en el último año (kg)? (de acuerdo al permiso de aprovechamiento)

Producto	Cantidad (kg/año)	Frecuencia de colecta (veces al año)
Resina	X300	X301
Hongos	X302	X303
Heno	X304	X305
Musgo	X306	X307
Otros	X308	X309

66. ¿Cuál es el destino de los productos que aprovechó en la última colecta? (en porcentajes)

Producto	Autoconsumo	Venta	Precio promedio de venta (\$)
Resina	X310	X311	X312
Hongos	X313	X314	X315
Heno	X316	X317	X318
Musgo	X319	X320	X321



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

Otros	X322	X323	X324
-------	-------------	-------------	-------------

67. ¿A quién vendió los productos que aprovechó?

_____ **A24**

68. Indique los costos que tuvo en la última colecta

Producto	Transporte (\$)	Equipo (\$)	Mano de obra (\$)	Otro (\$)
Resina	X325	X326	X327	X328
Hongos	X329	X330	X331	X332
Heno	X333	X334	X335	X336
Musgo	X337	X338	X339	X340
Otros	X341	X342	X343	X344

Destino de las ganancias obtenidas del aprovechamiento forestal

69. Indique el destino (*en porcentaje*) de los recursos obtenidos del aprovechamiento forestal del ejido/comunidad (maderable/no maderable) en el último año

- 1) Obras de beneficio social para el ejido/comunidad _____ **X345**
- 2) Reparto a los ejidatarios (*pase a la pregunta 38*) _____ **X346**
- 3) Compra de infraestructura productiva _____ **X347**
- 4) Mantenimiento del área en aprovechamiento _____ **X348**
- 5) Rehabilitación de áreas degradadas dentro del ejido _____ **X349**
- 6) Otro: _____ _____ **X350**

70. Señale el destino (en general) de lo que reciben los ejidatarios/comuneros por el aprovechamiento forestal (%) en el último año

- 9) Consumo directo familiar _____ **X351**
- 10) Inversión _____ **X352**
- 11) Ahorro _____ **X353**
- 12) Otro: _____ _____ **X354**

Situación del manejo forestal

71. ¿Usted considera que existen limitantes para el desarrollo de la actividad forestal en su municipio? _____ **Y95**

- 1) Si (*pase a la pregunta 40*) 2) No (*pase a la pregunta 42*)

72. Señale los problemas que considera existen en su municipio

- 1) Infraestructura forestal _____ **Y96**
- 2) Asesoría y Capacitación _____ **Y97**
- 3) Recursos económicos _____ **Y98**
- 4) Recursos humanos _____ **Y99**
- 5) Integración de cadenas productivas _____ **Y100**
- 6) Otro (esp): _____ _____ **Y101**



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

73. ¿Qué medidas propone Usted para solucionar la problemática que ha detectado con respecto a la actividad forestal?

A25

74. De acuerdo a su experiencia, ¿cuál ha sido la tendencia que ha observado con respecto a?

- | | | |
|---------------------|----------------|--------------------------------------|
| 1) Producción _____ | i) Creciente | <input type="checkbox"/> Y102 |
| 2) Ganancias _____ | j) Constante | <input type="checkbox"/> Y103 |
| | k) Decreciente | |
| | l) Fluctuante | |

75. Si usted rentara una hectárea de su terreno, ¿cuál sería el monto anual que cobraría?

_____ **X355**

76. ¿Cuál es el precio de 1 ha en su municipio? _____ **X356**

77. ¿Cuál es el valor promedio que le da Usted a 1 ha de su terreno? _____ **X357**

78. Si no dedicara su terreno al aprovechamiento forestal, ¿qué destino le daría a esas tierras?

Y104

- 1) Uso agrícola
- 2) Uso pecuario
- 3) Uso habitacional
- 4) Sin uso
- 5) Otro: _____

79. ¿Cuáles son sus expectativas con respecto a la actividad agrícola que realiza en su terreno?

A26

VALORACIÓN DEL SERVICIO AMBIENTAL

80. ¿Qué comunidades cree Usted que se benefician con el agua que captan los bosques de su propiedad?

A27



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

81. ¿Cree Usted que los habitantes de esas comunidades deberían de pagar por la captación del agua por los bosques de su propiedad?

Y105

1) Si (*pase a la pregunta 50*)

2) No (*pase a la pregunta 52*)

82. ¿Cuánto considera que le deberían de pagar por ha/año?

X358

83. ¿A quién cree que corresponde realizar la negociación entre los beneficiarios de la captación de agua y los propietarios de bosques?

Y106

1) Gobierno municipal

2) Gobierno estatal

3) Gobierno federal

4) A los mismos silvicultores

5) Otros: _____

84. Conoce Usted el programa federal de la CONAFOR denominado: Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH)

Y107

1) Si (*pase a la pregunta 53*)

2) No (*pase a la pregunta 54*)

85. Conoce los montos otorgados por el programa por ha y año

Y108

1) Si

2) No

Información para quienes no conocen el programa y los montos de apoyo: El PSAH compensa con \$1,110, \$700, \$550, \$382 por ha/año (montos diferenciados por tipo de zona al año 2010), a los dueños de terrenos forestales por los servicios ambientales hidrológicos que proporcionan los bosques y selvas.

86. ¿Cómo considera que es el pago por ha/año que proporciona el programa?

Y109

1) Excesivo

2) Alto

3) Justo

4) Bajo

5) Insignificante

87. Si la respuesta es diferente a justo, ¿cuánto considera que debe pagar el programa por ha/año?

X359

88. ¿Usted realizaría la solicitud para ingresar al programa?

Y110

1) Si

2) No

89. ¿Por qué?:

_____ **A28**

CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y CONSERVACIÓN



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

90. ¿Ha observado en su municipio la disminución de los bosques en los últimos 10 años?
 1) Si (pase a la pregunta 59) Y111 2) No (pase a la pregunta 60)
91. ¿Cuáles considera que son las causas de dicha disminución?
 1) Tala clandestina Y112
 2) Sobrepastoreo Y113
 3) Cambio de uso de la tierra Y114
 4) Plagas y enfermedades Y115
 5) Incendios Y116
 6) Otro: _____ Y117
 7) No sabe Y118
92. ¿Qué acciones propone para disminuir las causas de la eliminación de la superficie forestal?

A29

93. En su ejido o comunidad, en los últimos 10 años, ¿han realizado el cambio de uso de la tierra de sus terrenos forestales? Y119
 1) Si (pregunta 61) 2) No (pregunta 64) 3) No sabe (pregunta 64)

94. Indique los cambios realizados y la superficie

Tipo de cambio	Superficie (ha)
Forestal a agrícola	X360
Forestal a pecuario	X361
Forestal a asentamientos humanos	X362
Otro:	X363

95. ¿Cuál fue la principal razón por la que se realizó el cambio de uso de la tierra? Y120
 1) Obtener mayores ingresos
 2) Para obtener apoyos gubernamentales
 3) Otro: _____
96. Para lograr la conservación de los bosques de su municipio, ¿qué acciones propone?
 1) Creación de áreas naturales protegidas Y121
 2) Pago a propietarios de terrenos forestales Y122
 3) Asesoría y capacitación para el manejo forestal Y123
 4) Otro: _____ Y124
97. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas?
 1) Ejidatarios/comuneros Y125
 2) Propietarios de terrenos forestales Y126
 3) Sociedad en general Y127
 4) Gobierno (federal, estatal municipal) Y128
 5) Instituciones de investigación, enseñanza y educación Y129



**ANEXO III. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES
EJIDOS**

- 6) Organizaciones no gubernamentales Y130
7) Otros: _____ Y131

98. De realizarse las acciones que propone, ¿Cómo visualiza la situación de los bosques en un futuro?

A30

-GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN-



ANEXO IV. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES PARTICULARES

Para proponer estrategias para el otorgamiento de apoyos del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la CONAFOR, se está realizando un estudio para estimar el costo de la renta del uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, por parte del Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados a través de un estudiante de maestría. Los datos que se manejen en la presente encuesta serán confidenciales y la información obtenida será únicamente para los fines señalados. Gracias.

No. de cuestionario: _____ ID1

Nombre _____ ID2

Localidad: _____ ID3

Municipio: _____ ID4

Fecha de aplicación: _____ ID5

DATOS GENERALES

1. Edad: _____ años _____

X364

2. Sexo: 1) Hombre _____ 2) Mujer _____ **Y132**

3. Estado civil: _____ **Y133**

1) Casado 2) Soltero 3) Unión libre 4) Divorciado 5) Viudo 6) Otro

4. ¿Sabe leer y escribir? 1) Si _____ 2) No _____ **Y134**

5. Escolaridad: _____ años _____

X365

(Indicar el grado máximo de estudios)

6. ¿Cuántas personas dependen económicamente de Usted? _____ _____

X366

7. ¿Cuál es su ingreso promedio anual? \$ _____ _____ **X367**

8. ¿Cuál es su principal actividad económica? _____ **Y135**

- 1) Agricultor
- 2) Silvicultor
- 3) Ganadero
- 4) Obrero
- 5) Comerciante
- 6) Otro (*especifique*): _____



ANEXO IV. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES PARTICULARES

Oyamel	X397
Encino	X398
Otro:	X399

- 1) No sabe Y141
18. ¿Cuándo realizó la última corta de aprovechamiento? (indique año) X400
19. Indique los gastos que realizó en esa última corta
- Mano de obra: \$ _____ X401
- Maquinaria: \$ _____ X402
- Equipo: \$ _____ X403
- Otro: \$ _____ X404
20. ¿Los árboles derribados fueron enviados al aserradero? Y142
- 1) Si (pase a la pregunta 21)
- 2) No, la venta es a pie de monte (pase a la pregunta 27)
21. Nombre del (los) aserradero (s):
- 1) _____ A31
- 2) _____
_____ A32
22. ¿Cuál es la distancia del predio al aserradero?: _____ km X405
23. ¿El transporte que utilizó es? Y143
- 1) Camión propio
- 2) Camión rentado
- 3) Animales
- 4) Otro: _____
24. ¿Cuántos viajes realizó para transportar la madera en la última corta? X406
25. Si el camión es propio, indique los costos incluidos por cada viaje realizado
- Gasolina: \$ _____ X407
- Mano de obra: \$ _____ X408
- Peajes: \$ _____ X409
- Otros: \$ _____ X410
26. Si el camión es rentado, ¿cuánto pagó por cada viaje?: \$ _____ X411
27. Mencione los tipos de productos obtuvo en el último año y el precio promedio de venta

Producto	Cantidad anual (m ³ /rollo)	Precio promedio de venta (\$)
Medidas comerciales	X412	X413
Trocería	X414	X415
Leña	X416	X417



ANEXO IV. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES PARTICULARES

Durmientes	X418	X419
Otros	X420	X421

1) No sabe Y144

28. ¿A quién vende los productos que aprovecha? **A33**

29. ¿Qué actividades realiza después de cada corta y cuál es el costo de cada una de ellas (incluya los costos de mano de obra)?

- Limpieza: \$ _____ **X422**
 Reforestación: \$ _____ **X423**
 Rehabilitación de caminos forestales: \$ _____ **X424**
 Apertura/rehabilitación de brechas cortafuego **X425**
 Cercado de los predios bajo aprovechamiento **X426**
 Protección contra plagas y enfermedades **X427**
 Otros: \$ _____ **X428**
 2) No sabe Y145

Forestal no maderable

30. ¿Cuenta con el programa de manejo para el aprovechamiento forestal no maderable?
 1) Si 2) No Y146

31. ¿Tiene Usted permiso vigente para el aprovechamiento forestal?
 1) Si 2) No Y147

32. ¿Cuál es la vigencia del permiso? (indique el año)
 Desde: _____ **X429**
 Hasta: _____ **X430**

33. ¿Qué productos forestales no maderables aprovechó en su predio y cantidad en el último año (kg)? (de acuerdo al permiso de aprovechamiento)

Producto	Cantidad (kg/año)	Frecuencia de colecta (veces al año)
Resina	X431	X432
Hongos	X433	X434
Semillas	X435	X436
Heno	X437	X438
Musgo	X439	X440
Otros	X441	X442

34. ¿Cuál es el destino de los productos que aprovechó en la última colecta? (en porcentajes)

Producto	Autoconsumo	Venta	Precio promedio de venta (\$)
Resina	X443	X444	X445
Hongos	X446	X447	X448
Semillas	X449	X450	X451



ANEXO IV. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES PARTICULARES

Heno	X452	X453	X454
Musgo	X455	X456	X457
Otros	X458	X459	X460

35. ¿A quién vendió los productos que aprovechó?

_____ A34

36. Indique los costos que tuvo en la última colecta

Producto	Transporte (\$)	Equipo (\$)	Mano de obra (\$)	Otro (\$)
Resina	X461	X462	X463	X464
Hongos	X465	X466	X467	X468
Semillas	X469	X470	X471	X472
Heno	X473	X474	X475	X476
Musgo	X477	X478	X479	X480
Otros	X481	X482	X483	X484

Destino de las ganancias obtenidas del aprovechamiento forestal

37. Señale el destino de lo que recibió por el aprovechamiento forestal (%) en el último año

- 1) Consumo directo familiar X485
- 2) Inversión X486
- 3) Ahorro X487
- 4) Otro: _____ X488

Situación del manejo forestal

38. ¿Usted considera que existen limitantes para el desarrollo de la actividad forestal en su municipio? Y148

- 1) Si (pase a la pregunta 39)
- 2) No (pase a la pregunta 41)

39. Señale los problemas que considera existen en su municipio

- 1) Infraestructura forestal Y149
- 2) Asesoría y Capacitación Y150
- 3) Recursos económicos Y151
- 4) Recursos humanos Y152
- 5) Integración de cadenas productivas Y153
- 6) Otro (esp): _____ Y154

40. ¿Qué medidas propone Usted para solucionar la problemática que ha detectado con respecto a la actividad forestal?

_____ A3



ANEXO IV. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES PARTICULARES

41. De acuerdo a su experiencia, ¿cuál ha sido la tendencia que ha observado con respecto a?

1) Producción _____ m) Creciente Y155

2) Ganancias _____ n) Constante Y156

42. ¿Cuál es el precio de una hectárea en _____ o) Decreciente 489

p) Fluctuante

43. ¿Cuál es el valor promedio que le da Usted a 1 ha de su terreno? _____ X490

44. Si usted rentara una hectárea de su terreno, ¿cuál sería el monto anual que cobraría? _____ X491

45. Si no dedicara su terreno al aprovechamiento forestal, ¿qué destino le daría a esas tierras? _____

Y157

- 1) Uso agrícola
- 2) Uso pecuario
- 3) Uso habitacional
- 4) Sin uso
- 5) Otro: _____

46. ¿Cuáles son sus expectativas con respecto a la actividad agrícola que realiza en su terreno?

_____ A36

VALORACIÓN DEL SERVICIO AMBIENTAL

47. ¿Qué comunidades cree Usted que se benefician con el agua que captan los bosques de su propiedad?

_____ A37

48. ¿Cree Usted que los habitantes de esas comunidades deberían de pagar por la captación del agua por los bosques de su propiedad? Y158

2) Si (pase a la pregunta 49)

2) No (pase a la pregunta 51)

49. ¿Cuánto considera que le deberían de pagar por ha/año? _____ X492

50. ¿A quién cree que corresponde realizar la negociación entre los beneficiarios de la captación de agua y los propietarios de bosques? Y159

- 6) Gobierno municipal
- 7) Gobierno estatal
- 8) Gobierno federal



ANEXO IV. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES PARTICULARES

- 9) A los mismos silvicultores
10) Otros: _____

51. Conoce Usted el programa federal de la CONAFOR denominado: Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) Y160
2) Si (pase a la pregunta 52) 2) No (pase a la pregunta 53)

52. Conoce los montos otorgados por el programa por ha y año Y161
2) Si 2) No

Información para quienes no conocen el programa y los montos de apoyo: El PSAH compensa con \$1,110, \$700, \$550, \$382 por ha/año (montos diferenciados por tipo de zona al año 2010), a los dueños de terrenos forestales por los servicios ambientales hidrológicos que proporcionan los bosques y selvas.

53. ¿Cómo considera que es el pago por ha/año que proporciona el programa? Y162
1) Excesivo 2) Alto 3) Justo 4) Bajo 5) Insignificante

54. Si la respuesta es diferente a justo, ¿cuánto considera que debe pagar el programa por ha/año? X493

55. ¿Usted realizaría la solicitud para ingresar al programa? Y163
1) Si 2) No

56. ¿Por qué?:

_____ A38

CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y CONSERVACIÓN

57. ¿Ha observado en su municipio la disminución de los bosques en los últimos 10 años? Y164
2) Si (pase a la pregunta 58) 2) No (pase a la pregunta 60)

58. ¿Cuáles considera que son las causas de dicha disminución? Y165
8) Tala clandestina Y166
9) Sobrepastoreo Y167
10) Cambio de uso de la tierra Y168
11) Plagas y enfermedades Y169
12) Incendios Y170
13) Otro: _____ Y171
14) No sabe

59. ¿Qué acciones propone para disminuir las causas de la eliminación de la superficie forestal?

_____ A39



ANEXO IV. CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES FORESTALES PARTICULARES

60. En su predio o localidad, en los últimos 10 años, ¿han realizado el cambio de uso de la tierra de sus terrenos forestales? Y172

- 1) Si (pase a la pregunta 61) 2) No (pase a la pregunta 63) 3) No sabe (pase a la pregunta 63)

61. Indique los cambios realizados y la superficie

Tipo de cambio	Superficie (ha)
Forestal a agrícola	X494
Forestal a pecuario	X495
Forestal a asentamientos humanos	X496
Otro:	X497

62. ¿Cuál fue la principal razón por la que se realizó el cambio de uso de la tierra? Y173

- 1) Obtener mayores ingresos
2) Para obtener apoyos gubernamentales
3) Otro: _____

63. Para lograr la conservación de los bosques de su municipio, ¿qué acciones propone?

- 1) Creación de áreas naturales protegidas Y174
2) Pago a propietarios de terrenos forestales Y175
3) Asesoría y capacitación para el manejo forestal Y176
4) Otro: _____ Y177

64. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas?

- 1) Ejidatarios/comuneros Y178
2) Propietarios de terrenos forestales Y179
3) Sociedad en general Y180
4) Gobierno (federal, estatal municipal) Y181
5) Instituciones de investigación, enseñanza y educación Y182
6) Organizaciones no gubernamentales Y183
7) Otros: _____ Y184

65. De realizarse las acciones que propone, ¿Cómo visualiza la situación de los bosques de su región en un futuro?

A40

-GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN-



ANEXO V. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH EJIDOS

Para proponer estrategias para el otorgamiento de apoyos del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la CONAFOR, se está realizando un estudio para estimar el costo de la renta del uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, por parte del Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados a través de una estudiante de maestría. Los datos que se manejen en la presente encuesta serán confidenciales y la información obtenida será únicamente para los fines señalados. Gracias.

No. de cuestionario: _____ ID1

Nombre _____ ID2

Localidad: _____ ID3

Municipio: _____ ID4

Nombre del encuestador: _____ ID5

Fecha de la aplicación: _____ ID6

DATOS GENERALES

1. Edad: _____ años _____

X498

2. Sexo: 1) Hombre _____ 2) Mujer _____ **Y185**

3. Estado civil: _____ **Y186**

1) Casado 2) Soltero 3) Unión libre 4) Divorciado 5) Viudo 6) Otro

4. ¿Sabe leer y escribir? 1) Si _____ 2) No _____ **Y187**

5. Escolaridad: _____ años _____

X499

(Indicar el grado máximo de estudios)

6. ¿Cuántas personas dependen económicamente de usted? _____

X500

7. ¿Cuál es su ingreso promedio anual? \$ _____ **X501**

8. ¿Cuál es su principal actividad económica? _____ **Y188**

- 1) Agricultor
- 2) Silvicultor
- 3) Ganadero
- 4) Obrero
- 5) Comerciante
- 6) Otro (*especifique*): _____



ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

9. De sus tierras, ¿cuánta superficie (ha) destina a las siguientes actividades?

Actividad	Ejidal	Comunal	Pequeña Propiedad	Otro	Total
Agrícola	X502	X503	X504	X505	X506
Pecuaría	X507	X508	X509	X510	X511
Otra	X512	X513	X514	X515	X516
Total	X517	X518	X519	X520	X521

PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS

10. ¿Desde cuándo el ejido/comunidad es beneficiario del PSAH? (indique año)

_____ X522

11. ¿Cuál es la superficie beneficiada y el monto de apoyo otorgado por el programa?

Superficie: _____ ha _____ X523

Monto: \$: _____ ha/año _____ X524

1) No sabe _____ Y189

12. ¿Cómo considera que es el pago por ha/año que proporciona el programa? _____ Y190

1) Excesivo 2) Alto 3) Justo 4) Bajo 5) Insignificante

13. Si la respuesta es diferente a justo, ¿cuánto considera que debe pagar el programa por ha/año? _____ X525

14. ¿Quién decidió la participación del ejido o comunidad en el programa? _____ Y191

- 1) Comisariado ejidal o comunal (presidente, secretario, tesorero)
- 2) Asamblea de ejidatarios o comuneros
- 3) Prestador de servicios técnicos
- 4) Otro: _____

15. ¿Cuál fue la principal razón de la participación del ejido/comunidad en el programa? _____ Y192

- 1) Ingreso adicional para los ejidatarios o comuneros
- 2) Dar un uso a las tierras que no se estaban utilizando
- 3) Conservación de la tierra para detener la deforestación
- 4) Otro: _____

16. ¿Quiénes toman las decisiones sobre el destino de los recursos aportados por el programa? _____ Y193

- 1) Comisariado ejidal (Presidente, secretario, tesorero)
- 2) Todos los ejidatarios o comuneros en una asamblea
- 3) Otro: _____



ANEXO V. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH EJIDOS

17. Del último pago anual del programa, indique (*en porcentajes*) el destino del recurso
- 1) Obras de beneficio social (*pase a pregunta 17*) **X526**
 2) Reparto a todos los ejidatarios/comuneros (*pase a la pregunta 18*) **X527**
 3) Mantenimiento o restauración del predio apoyado **X528**
 4) Infraestructura productiva **X529**
 5) Ahorro **X530**
 6) Otro: _____ **X531**
 7) No sabe **Y194**
18. ¿Qué tan importante considera la construcción de las obras de beneficio social para su comunidad? (*en el último año*) **Y195**
 1) Muy importante 2) Importante 3) Poco importante 4) Sin importancia
19. ¿Lo que se repartió fue de manera equitativa entre los ejidatarios/comuneros? **Y196**
 1) Si 2) No 3) No sabe
20. ¿Cuánto recibió usted en el último reparto? **X532**
21. ¿De qué manera contribuyó el pago en mejorar las condiciones económicas de su familia? **Y197**
 1) Bastante 2) Mucho 3) Regular 4) Poco 5) Nada
22. Del último pago recibido, indique el destino (*porcentajes*)
- 1) Consumo **X533**
 2) Inversión **X534**
 3) Ahorro **X535**
 4) Otro: _____ **X536**
23. Señale los gastos que generó en el último año el mantenimiento del predio apoyado por el programa

Concepto	Costo (\$)
Vigilancia	X537
Protección (plagas y enfermedades)	X538
Protección (incendios)	X539
Reforestación	X540
Cercado	X541
Obras de conservación de suelo y agua	X542
Otro	X543

1) No sabe **Y198**

24. ¿Ha habido algún siniestro o eventualidad que afecte la masa forestal del predio beneficiado a partir del otorgamiento del apoyo? **Y199**
 1) Si 2) No 3) No sabe

25. Antes de ingresar al programa el predio beneficiado se dedicaba a:



ANEXO V. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH EJIDOS

31. ¿Cuáles considera que son las causas de dicha disminución?
- 1) Tala clandestina Y209
 - 2) Sobrepastoreo Y210
 - 3) Cambio de uso de la tierra Y211
 - 4) Plagas y enfermedades Y212
 - 5) Incendios Y213
 - 6) Otro: _____ Y214
 - 7) No sabe Y215

32. ¿Qué acciones propone para disminuir las causas de la disminución de la superficie forestal?

A43

33. En su predio/ejido o comunidad, en los últimos 10 años, ¿han realizado un cambio de uso de la tierra de sus terrenos forestales? Y216

- 1) Si (pase a la pregunta 34) 2) No (pase a la pregunta 36) 3) No sabe

34. Indique los cambios realizados y la superficie

Tipo de cambio	Superficie (ha)
Forestal a agrícola	X544
Forestal a pecuario	X545
Forestal a asentamientos humanos	X546
Otro:	X547

35. ¿Cuál fue la principal razón por la que se realizó el cambio de uso de la tierra? Y217

- 1) Obtener mayores ingresos
- 2) Para obtener apoyos gubernamentales
- 3) Otro: _____

36. Para lograr la conservación de los bosques de su municipio o comunidad, ¿qué acciones propone?

- 1) Creación de áreas naturales protegidas Y218
- 2) Pago a propietarios de terrenos forestales Y219
- 3) Asesoría y capacitación para el manejo forestal Y220
- 4) Otro: _____ Y221

37. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas?

- 1) Ejidatarios/comuneros Y222
- 2) Propietarios de terrenos forestales Y223
- 3) Sociedad en general Y224
- 4) Gobierno (federal, estatal municipal) Y225
- 5) Instituciones de investigación, enseñanza y educación Y226
- 6) Organizaciones no gubernamentales Y227
- 7) Otros: _____ Y228

38. De realizarse las acciones que propone, ¿Cómo visualiza la situación de los bosques en un futuro?

A44

-GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN-



ANEXO VI. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH PARTICULARES

Para proponer estrategias para el otorgamiento de apoyos del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la CONAFOR, se está realizando un estudio para estimar el costo de la renta del uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, por parte del Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados a través de una estudiante de Maestría. Los datos que se manejen en la presente encuesta serán confidenciales y la información obtenida será únicamente para los fines señalados. Gracias.

No. de cuestionario: _____ ID1

Nombre _____ ID2

Localidad: _____ ID3

Municipio: _____ ID4

Fecha de la aplicación: _____ ID5

DATOS GENERALES

1. Edad: _____ años ___
X548
2. Sexo: 1) Hombre 2) Mujer ___ Y229
3. Estado civil: ___ Y230
2) Casado 2) Soltero 3) Unión libre 4) Divorciado 5) Viudo 6) Otro
4. ¿Sabe leer y escribir? 1) Si 2) No ___ Y231
5. Escolaridad: _____ años ___
X549
(Indicar el grado máximo de estudios)
6. ¿Cuántas personas dependen económicamente de usted? _____ ___
X550
7. ¿Cuál es su ingreso promedio anual? \$ _____ _____ X551
8. ¿Cuál es su principal actividad económica? ___ Y232
1) Agricultor
2) Silvicultor
3) Ganadero
4) Obrero
5) Comerciante
6) Otro (*especifique*): _____

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

9. De sus tierras, ¿cuánta superficie (*ha*) destina a las siguientes actividades?

Actividad	Comunal	Pequeña propiedad	Otro	Total
Agrícola	X552	X553	X554	X555
Pecuaria	X556	X557	X558	X559
Otra	X560	X561	X562	X563
Total	X564	X565	X566	X567



ANEXO VI. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH
PARTICULARES

PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS

10. ¿Desde cuándo es beneficiario del PSAH? (*indique año*) **X568**
11. Indique la superficie apoyada por el programa y monto otorgado
Superficie: _____ ha **X569**
Monto: \$ _____ ha/año **X570**
12. ¿Cómo considera que es el pago por ha/año que proporciona el programa? **Y233**
1) Excesivo 2) Alto 3) Justo 4) Bajo 5) Insignificante
13. Si la respuesta es diferente a justo, ¿cuánto considera que debe pagar el programa por ha/año? **X571**
14. ¿Cuál fue la razón principal por la que decidió participar en el Programa? **Y234**
1) Tener un ingreso adicional
2) Dar un uso a las tierras que no utilizaba
3) Conservación del bosque
4) Otro: _____
15. ¿De qué manera ha contribuido el programa en mejorar las condiciones económicas de su familia? **Y235**
1) Bastante 2) Mucho 3) Regular 4) Poco 5) Nada
16. De lo que recibió del programa en el último año, indique su destino (%)
1) Consumo directo familiar **X572**
2) Inversión (pase a la pregunta) **X573**
3) Ahorro **X574**
4) Otro: _____ **X575**
17. El dinero destinado a inversión, lo utilizó principalmente en: **Y236**
1) Educación
2) Infraestructura productiva
3) Compra de insumos para su producción agrícola, ganadera y/o forestal
4) El predio apoyado por el PSAH
5) Otro: _____
18. Indique los gastos que le ha generado el mantenimiento del predio (*por ha*) apoyado por el PSAH (*en el último año*)

Concepto	Costo (\$)
Vigilancia	X576
Protección (plagas y enfermedades)	X577
Protección (incendios)	X578
Reforestación	X579
Cercado	X580
Obras de conservación de suelo y agua	X581
Otro	X582



ANEXO VI. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH PARTICULARES

19. ¿Ha habido algún siniestro o eventualidad que afecte la masa forestal del predio beneficiado a partir del otorgamiento del apoyo? Y237

- 1) Si 2) No

20. Antes de ingresar al programa el predio beneficiado se dedicaba a:

A45

21. De no recibir los apoyos por el programa, ¿a qué dedicaría el predio beneficiado? Y238

- 1) Aprovechamiento forestal
2) Uso agrícola
3) Uso pecuario
4) Uso habitacional
5) Sin uso
6) Otro: _____

22. ¿Cómo considera que está su predio beneficiado con respecto a los predios (forestales) sin apoyo, en los siguientes aspectos?

Aspecto	Estado*
Conservación	Y239
Estado fitosanitario	Y240
Protección contra incendios	Y241
Vigilancia	Y242
Cobertura boscosa	Y243

*1) Mucho mejor 2) Mejor 3) Regular 4) Mal 5) Peor

23. Al término del apoyo, a que destinará el predio ahora beneficiado: Y244

- 1) Aprovechamiento forestal
2) Uso agrícola
3) Uso pecuario
4) Uso habitacional
5) Conservación
6) Otro: _____

24. ¿Piensa volver a solicitar los apoyos del programa, cuando finalice el apoyo? Y245

- 1) Si 2) No

25. ¿Por qué?

A46

CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y CONSERVACIÓN

25. ¿Ha observado en su municipio la disminución de los bosques en los últimos 10 años? Y246

- 1) Si (pase a la pregunta 25) 2) No (pase a la pregunta 27)

26. ¿Cuáles considera que son las causas de dicha disminución?

- 1) Tala clandestina Y247



ANEXO VI. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH PARTICULARES

- 2) Sobrepastoreo Y248
3) Cambio de uso de la tierra Y249
4) Plagas y enfermedades Y250
5) Incendios Y251
6) Otro: _____ Y252
7) No sabe Y253

27. ¿Qué acciones propone para disminuir las causas de la disminución de la superficie forestal?

A47

28. En su predio/ejido o comunidad, en los últimos 10 años, ¿han realizado un cambio de uso de la tierra de sus terrenos forestales?

Y254

- 1) Si (pase a la pregunta 28) 2) No (pase a la pregunta 30) 3) No sabe

29. Indique los cambios realizados y la superficie

Tipo de cambio	Superficie (ha)
Forestal a agrícola	X583
Forestal a pecuario	X584
Forestal a asentamientos humanos	X585
Otro:	X586

30. ¿Cuál fue la principal razón por la que realizó el cambio de uso de la tierra? Y255

- 1) Obtener mayores ingresos
2) Para obtener apoyos gubernamentales
3) Otro: _____

31. Para lograr la conservación de los bosques de su municipio, ¿qué acciones propone?

- 1) Creación de áreas naturales protegidas Y256
2) Pago a propietarios de terrenos forestales Y257
3) Asesoría y capacitación para el manejo forestal Y258
4) Otro: _____ Y259

32. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas?

- 1) Ejidatarios/comuneros Y260
2) Propietarios de terrenos forestales Y261
3) Sociedad en general Y262
4) Gobierno (federal, estatal municipal) Y263
5) Instituciones de investigación, enseñanza y educación Y264
6) Organizaciones no gubernamentales Y265
7) Otros: _____ Y266

33. De realizarse las acciones que propone, ¿Cómo visualiza la situación de los bosques en un futuro?

A48

-GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN-



ANEXO VI. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH PARTICULARES

Para proponer estrategias para el otorgamiento de apoyos del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de la CONAFOR, se está realizando un estudio para estimar el costo de la renta del uso de la tierra en los municipios de Chignahuapan y Zacatlán, Puebla, por parte del Postgrado Forestal del Colegio de Postgraduados a través de un estudiante de Maestría. Los datos que se manejen en la presente encuesta serán confidenciales y la información obtenida será únicamente para los fines señalados. Gracias.

No. de cuestionario: _____ ID1

Nombre _____ ID2

Localidad: _____ ID3

Municipio: _____ ID4

Fecha de la aplicación: _____ ID5

DATOS GENERALES

1. Edad: _____ años X587

2. Sexo: 1) Hombre Y267 2) Mujer Y267

3. Nivel de estudios y especialidad: Y268

- 1) Nivel medio (bachillerato o nivel técnico) en: _____
- 2) Superior en: _____
- 3) Postgrado en: _____
- 4) Otro: _____

4. ¿En cuál de los siguientes temas cuenta con más experiencia? Y269

- 1) Elaboración y evaluación de proyectos
- 2) Planes de negocios forestales
- 3) Diagnósticos participativos
- 4) Mercado de servicios ambientales
- 5) Elaboración de programas de manejo
- 6) Otros: _____

PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS

5. ¿Desde cuándo ha asesorado a beneficiarios del programa PSAH? X588

6. Indique el número de beneficiarios que ha atendido:

1) Actualmente atiende _____ beneficiarios X589

2) Número de beneficiarios que han terminado su apoyo: _____ X590

7. Señale el interés que tuvo el (los) beneficiario (s) que ha asesorado, en ingresar al PSAH



ANEXO VI. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH PARTICULARES

1) Mucho 2) Mas o menos 3) Poco 4) Nada Y270

8. ¿Cuáles fueron las principales razones que le manifestó el (los) beneficiario (s) para ingresar al PSAH? Y271

- 1) Tener un ingreso adicional
- 2) Dar un uso a las tierras que no utilizaba
- 3) Conservación del bosque
- 4) Otro: _____

9. ¿Cuántos de los beneficiarios que actualmente atiende han manifestado interés de ingresar nuevamente al programa, al terminar su periodo de apoyo? X591

10. ¿Cuántos de los beneficiarios que han terminado su apoyo le han externado el interés de volver a ingresar al programa? X592

11. Cuáles son los motivos que le han manifestado para no solicitar los apoyos del PSAH? Y272

- 1) Dedicaran el predio a otras actividades
- 2) Los pagos otorgados por el programa no son atractivos
- 3) Solicitaran el apoyo a otras instituciones
- 4) Otros: _____

12. ¿Los beneficiarios le han preguntado sobre la existencia de otros apoyos o esquemas de pagos compensatorios por la provisión de servicios ambientales, distintos a los de la CONAFOR? Y273

1) Si 2) No 3) Han investigado por su cuenta

13. ¿Han mostrado interés en acceder a esos apoyos o esquemas de pagos compensatorios? Y274

1) Si 2) No 3) No se

14. ¿Se le han acercado propietarios forestales (ejido, comunidad o privados) para solicitarle información sobre el programa de pago por servicios ambientales? Y275

1) Si 2) No (pase a la pregunta 16)

15. Alguno de ellos, ¿ha iniciado las gestiones para solicitar el apoyo del programa? Y276

1) Si 2) No

16. De acuerdo a su experiencia, ¿cómo considera que se encuentran los predios beneficiados por el programa con respecto a los predios (forestales) sin apoyo, en los siguientes aspectos?

Aspecto	Estado*
Conservación	Y277
Estado fitosanitario	Y278
Protección contra incendios	Y279
Vigilancia	Y280
Cobertura boscosa	Y281

*1) Mucho mejor 2) Mejor 3) Regular 4) Mal 5) Peor



**ANEXO VI. CUESTIONARIO PARA BENEFICIARIOS DEL PSAH
PARTICULARES**

CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y CONSERVACIÓN

17. ¿Ha observado en el municipio la disminución de los bosques en los últimos 10 años?
1) Si (pase a la pregunta 18) 2) No (pase a la pregunta 19) **Y282**

18. ¿Cuáles considera que son las causas de dicha disminución?

1) Tala clandestina **Y283**
2) Sobrepastoreo **Y284**
3) Cambio de uso de la tierra **Y285**
4) Plagas y enfermedades **Y286**
5) Incendios **Y287**
6) Otro: _____ **Y288**
7) No sabe **Y289**

19. ¿Qué acciones propone para disminuir las causas de la eliminación de la superficie forestal?

A49

20. Para lograr la conservación de los bosques de su municipio, ¿qué acciones propone?

1) Creación de áreas naturales protegidas **Y290**
2) Pago a propietarios de terrenos forestales **Y291**
3) Asesoría y capacitación para el manejo forestal **Y292**
4) Otro: _____ **Y293**

21. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas?

1) Ejidatarios/comuneros **Y294**
2) Propietarios de terrenos forestales **Y295**
3) Sociedad en general **Y296**
4) Gobierno (federal, estatal municipal) **Y297**
5) Instituciones de investigación, enseñanza y educación **Y298**
6) Organizaciones no gubernamentales **Y299**
7) Otros: _____ **Y300**

22. De realizarse las acciones que propone, ¿Cómo visualiza la situación de los bosques en un futuro?

A50

-GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN-