

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA

ECONOMÍA

Elementos de política pública para la valoración de los servicios ambientales en México

ANTONIO FRAGOSO OLIVARES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2014

La presente tesis titulada: **Elementos de política pública para la valoración de los servicios ambientales en México**, realizada por el alumno: **Antonio Fragoso Olivares**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

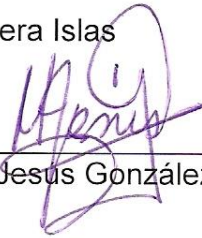
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. Daniel Barrera Islas

ASESOR



Dr. Manuel de Jesús González Guillén

ASESOR



Dr. José de Jesús Brambila Paz

Febrero del 2014

Elementos de política pública para la valoración de los servicios ambientales en México

Antonio Fragoso Olivares. M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2014

Se identificaron tendencias sobre el cambio de uso de suelo en la región Chinantla de Oaxaca a través de la aplicación de Matrices de Markov, se determinó un valor económico aproximado a los servicios ambientales aplicando el método de costos de oportunidad y se identificaron las características socioeconómicas determinantes en la disponibilidad a aceptar un pago (DAA) en relación a la conservación de los servicios ambientales por parte de los titulares de parcelas en una localidad de la región. Se determinó a través de los costos de oportunidad que el valor por hectárea para la conservación de servicios ambientales es de \$20,740.00. (1,537 dólares.), y que incrementos en escolaridad influyen de manera negativa en la disposición de los propietarios a aceptar un pago, mientras que el nivel de ingreso y distancia al centro urbano tienen una relación incremental sobre la DAA. El análisis integrado de los resultados anteriores permitió proponer algunos elementos hacia la definición de una política pública sobre los servicios ambientales. Por un lado el análisis de resultados de las Matrices de Markov permitió identificar que en un periodo de 5 años no se observaron cambios significativos para áreas con cobertura de selva y bosque mesófilo en la región, lo cual descarta el argumento de un proceso de deforestación y cambio de uso de suelo acelerado en el corto plazo. Asimismo, dado los altos costos de oportunidad, se descarta la posibilidad de poder garantizar la permanencia de los servicios ambientales a través de transferencias económicas directas como promueve la actual política sobre conservación de servicios ambientales, ya que el monto de los costos de oportunidad hace imposible que algún programa gubernamental dirija de manera sostenible subsidios para garantizar la conservación de áreas cubiertas con selva o bosque mesófilo. En contraparte, se propone el diseño de una política integral que contemple como un elemento para la conservación de las áreas de selva y bosque mesófilo el mejoramiento en la productividad de las áreas agropecuarias aledañas, lo que reduciría el riesgo de una transformación del uso de suelo de superficies forestales en el mediano plazo, así como el diseño de acciones específicas a nivel de región o estado, aprovechando el marco legal existente en México y potenciando el enfoque denominado REDD+.

Palabras clave: Cambio de uso de suelo, Chinantla, REDD+.

Elements of public politics for the valuation of the environmental services in Mexico

Antonio Fragoso Olivares. M.C.
Colegio de Postgraduados, 2014

Tendencies were identified on the change of use of soil in the region Chinantla, Oaxaca through the application of Markov Matrices. Economic value approximate environmental services was determined by applying a method of opportunity costs and determining the socio-economic characteristics of availability were identified to accept a payment (DDA) in relation to the preservation of environmental services by holders of plots in a town of the region. It was determined through the opportunity costs that the value per hectare for the preservation of environmental services is \$20,740.00 (1,537 dlrs.), and that schooling increases influences negatively at the disposal of the owners to accept a payment, while the level of income and distance to the city centre has an incremental relationship on the DAA. The integrated analysis of previous results allowed proposing some elements to the definition of a public policy on environmental services. The analysis of results of Markov Matrices identified that in a period of 5 years no significant changes were observed for areas covered by rainforest and cloud forest in the region forest, which dismisses the argument of a deforestation process and land-use change accelerated in the short term. Likewise, given the high opportunity costs, discarded the possibility to guarantee the permanence of the environmental services through direct economic transfers, as it promotes the current policy on conservation of environmental services, since the amount of the opportunity costs makes it impossible that any government program directed, in a sustainable way, subsidies to guarantee the conservation of the areas covered with rainforest and cloud forest. In contrast, intends to design a comprehensive policy that includes, as an element for the conservation of the forest areas, improvement in the productivity of the surrounding agricultural areas; which would reduce the risk of a transformation of land use of forests in the medium term, as well as the design of specific actions at the level of region or state, taking advantage of the legal framework existing in Mexico and enhancing the approach called REDD+.

Key words: change of use of soil, Chinantla, REDD+.

Esta investigación se realizó gracias al apoyo de CONACYT y del Programa de Coinversión Social de la SEDESOP del estado de Oaxaca, Convocatoria 2013.

Agradecimientos.

*Al Estado Mexicano, su pueblo y sus instituciones,
porque permiten que miles de personas como yo
tengan la oportunidad de cumplir con el sueño de acceder a educación
y a mejores oportunidades de vida.*

*A mi Consejo Asesor,
con su experiencia y paciencia me acompañaron en este logro.*

A mis compañeros de generación en el COLPOS, por recordarme la aventura de aprender.

*A mis socios y amigos de ECOPRODES S.C. por creer que siempre puede ser mejor el mañana para las
comunidades rurales.*

A mi familia, por los que están y los que me esperan.

*Principalmente...
A ti Señor, por la gracia inmerecida de una vida nueva.*

Dedico este esfuerzo a la compañera de mi vida, Mix, y a mis princesas Za y Zo,
que son la luz de mis días.

y a las comunidades campesinas e indígenas de mi país,
por todo lo que me han enseñado.

INDICE

Capítulo	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2. MARCO TEORICO.....	4
2.1 Cambio climático y su relación con los servicios ambientales.....	4
2.1.1 Cambio climático	4
2.1.2 Servicios Ambientales	6
2.1.3 Cambio de uso de suelo y su relación con los servicios ambientales y el cambio climático	8
2.2 Instrumentos económicos.....	10
2.2.1 Los recursos naturales y su valoración económica.....	10
2.2.2 Valor económico total	13
2.2.3 Métodos económicos para la valoración de los servicios ambientales	15
2.3 Las políticas públicas sobre servicios ambientales y cambio climático en México.....	25
2.3.1 Problemática ambiental y modelos de aprovechamiento de recursos naturales en México.....	25
2.3.2 Protocolo de Kyoto para el cambio climático y su relación con los servicios ambientales.....	26
2.3.3 Cambios en el uso de suelo en México y en Oaxaca	30
2.4 La región de estudio	38
2.4.1 La región Chinantla de Oaxaca	38
2.4.2 El Ejido Valle Nacional.....	44
3. METODOS Y MATERIALES	50
3.1. Análisis del cambio de uso de suelo en la región Chinantla media	52
3.1.1 Análisis de uso de suelo	53
3.1.2 Tendencias y pronósticos sobre cambio de uso de suelo.....	55
3.2 Análisis de conflictos de uso de suelo en el Ejido Valle Nacional	55
3.3 Estimación de renta de la superficie agrícola en relación con la distancia a las áreas urbanas.....	56
3.3.1 Determinación de la muestra y diseño de modelo	56
3.4 Análisis de costos de oportunidad.....	58
3.5 Determinación de las variables determinantes en la disponibilidad a aceptar un pago (DAA) con la aplicación de Método de Valoración Contingente (MVC).....	59
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1 Uso de suelo en la región Chinantla y sus cambios	60
4.1.2 Tendencias y pronósticos sobre cambio de uso de suelo.....	62
4.2 Análisis de conflictos de uso de suelo a nivel microrregional y comunitario. El Ejido Valle Nacional.....	73
4.4 Análisis de costos de oportunidad en el Ejido Valle Nacional.....	80
4.5 Determinación de factores que definen la disponibilidad a aceptar un pago con la aplicación de Método de Valoración Contingente. (MVC).....	84
4.6. Integración de resultados y recomendaciones sobre políticas públicas	86
5. CONCLUSIONES.....	89
6. LITERATURA CITADA.....	93
ANEXOS.....	98

Índice de Tablas

Tabla	Título	Página
1	Emisiones de GEI por fuente	6
2	Caracterización de los servicios ambientales por su origen	7
3	Método de precios de mercado	17
4	Método de mercados sustitutos	19
5	Métodos de mercados simulados	22
6	Métodos de consenso	24
7	Modelos de aprovechamiento de los recursos naturales en México	25
8	Efectos del cambio climático en los ecosistemas de México	28
9	Pérdida de superficie forestal en México. 1993, 2002 y 2007	31
10	Síntesis de cambios en la cobertura vegetal 1985 vs 2010	31
11	Participación de emisiones GEI en México 2006	36
12	Participación de emisiones GEI en México 2010	37
13	Esquema metodológico del análisis de cambio de uso de suelo, Comportamiento de la renta en relación a rangos de distancia y definición de valor contingente.	52
14	Imágenes satelitales Landsat con mediana resolución usadas	53
15	Parámetros del diseño de muestra	57
16	Comparación de superficies por categoría de uso de suelo. 2000- 2005. Región Chinantla	61
17	Matriz de superficies con cambio de uso de suelo por categoría. Región Chinantla, Oaxaca. 2000-2005.	62
18	Matriz de probabilidad de cambio por categoría de uso de suelo. Región Chinantla, Oaxaca. 200-2005.	63
19	Uso potencial <i>versus</i> uso actual de suelo en el Ejido Valle Nacional	74
20	Conflicto de usos de suelo en el Ejido en el Ejido Valle Nacional. Oaxaca, 2010.	75
21	Valores de renta estimada	79
22	Distribución de superficie de selva por gradiente de distancia	81
23	Nivel de renta por superficie sustituyendo uso forestal por agrícola	82
24	Costos anuales por conservación. Ejido Valle Nacional	83
25	Resumen análisis de regresión múltiple con todas las variables	84
26	Resumen análisis de regresión múltiple con variables discriminadas	85

Índice de Figuras

Figura	Título	Página
1	Esquema del Valor Económico Total	14
2	Metodologías de valoración de los servicios ambientales	16
3	Áreas más vulnerables al Cambio Climático en América Latina y el Caribe	28
4	Análisis causal de cambio de uso de suelo en México	34
5	Uso de suelo 2000. Región Chinantla, Oaxaca	65
6	Uso de suelo 2005. Región Chinantla, Oaxaca	66
7	Cambio de uso de suelo 2000-2005. Región Chinantla, Oaxaca	67
8	Probabilidad de cambio de uso de suelo a agricultura. Región Chinantla, Oaxaca	68
9	Probabilidad de cambio de uso de suelo a pastizal. Región Chinantla, Oaxaca	69
10	Probabilidad de cambio de uso de suelo a desarrollo antrópico. (infraestructura, caminos y asentamientos humanos). Región Chinantla, Oaxaca	70
11	Diagrama de transición, superficie con cambio de uso de suelo región Chinantla, Oaxaca	71
12	Diagrama de transición, probabilidades de cambio de uso de suelo región Chinantla, Oaxaca	72
13	Uso potencial Ejido Valle Nacional. Oaxaca	76
14	Mapa de conflictos de uso de suelo. Ejido Valle Nacional. Oaxaca	77
15	Comportamiento de la renta de parcelas en relación a la distancia del núcleo urbano	78

Anexos

	Título	Página
1	Encuesta realizada a titulares de parcelas en Ejido Valle Nacional	98

1. INTRODUCCIÓN

El sector rural de México atraviesa por una crisis estructural. La migración, la falta de una política eficaz de fomento a las actividades agropecuarias, el poco valor económico de las actividades productivas, la reducción en la mano de obra dispuesta a trabajar en estas actividades, la transformación de las relaciones organizativas comunitarias y la migración acelerada de la población rural hacia los Estados Unidos de América, son algunos de los problemas en la sociedad rural.

Aunado a lo anterior, el problema emergente del cambio climático cuestiona los modelos de desarrollo económico aplicados en el mundo al poner en una contradicción el crecimiento de la economía mundial basado en la energía fósil y la misma permanencia de los servicios ambientales, y los equilibrios ecológicos necesarios para el funcionamiento del planeta.

Es este sentido, es indispensable proponer y desarrollar alternativas capaces de ofrecer soluciones a una problemática en la cual se conjugan tanto debilidades internas de México como riesgos de coyuntura externa. Es necesario construir alternativas para mejorar las condiciones económicas de la población rural, la cual paradójicamente es poseedora, bajo los diferentes tipos de propiedad, de mucha de la riqueza natural y biológica que mantiene el funcionamiento de los servicios ambientales.

La conservación de los servicios ambientales representa potencialmente una alternativa para desarrollar actividades económicas no agrícolas y fortalecer el desarrollo sustentable de los territorios rurales. En este marco, el diseño de instrumentos de política eficaces es una condición necesaria para su aplicación amplia y consensuada en las diferentes regiones del país.

México es un país privilegiado al contar con una superficie territorial significativa cubierta de bosques y selvas, sobre la cual descansa un importante reservorio de biodiversidad y se genera una enorme fijación y reciclamiento de carbono y agua para uso humano. Específicamente, el estado de Oaxaca representa el de mayor riqueza natural del país. Por ello, es muy importante la conservación de los recursos naturales y los servicios ambientales generados en su territorio. Así mismo, es coincidente que un porcentaje importante de esta superficie se encuentra bajo la titularidad de ejidos y comunidades agrarias, poblados en su mayoría por campesinos e indígenas. Resulta contradictorio que en zonas de alta biodiversidad, generadoras de bienes y servicios derivados de la conservación del ambiente, las condiciones de vida de la población son en extremo marginales.

La presente investigación pretende describir el proceso de cambio de uso de suelo, en la región Chinantla del estado de Oaxaca, transformando su uso forestal original a actividades agropecuarias de subsistencia como estrategia económica en las unidades de producción familiar. Para ello, se realiza un análisis de sistemas de información geográfica a través del modelo de Markov. Con base a probabilidades de

cambio de usos del suelo, se genera un pronóstico de cambio de usos a corto plazo, bajo el supuesto de que se mantengan las condiciones actuales.

Se evalúa la existencia de una relación entre las distancias a los núcleos de población y los niveles de rentabilidad de la superficie agrícola, a fin de identificar en qué gradientes de distancia, la actividad agropecuaria deja de ser atractiva para los titulares de la tierra y la relación de esta situación con el cambio de uso de suelo.

Aplicando el método de costos de oportunidad y la evaluación de los niveles de renta por los diferentes usos de suelo, se propone una estimación sobre el valor aproximado de los servicios ambientales generados en una comunidad representativa de la región. En este caso el Ejido Valle Nacional que forma parte de la región Chinantla de Oaxaca.

Finalmente, se identifican los factores determinantes de la disponibilidad a aceptar un pago por parte de los propietarios del ejido, especialmente aquellos que realizan actividades agrícolas en zonas de aptitud forestal.

En un análisis integrado de los resultados de los ejercicios anteriores, se plantean algunas líneas de acción en torno a una política pública sobre los servicios ambientales a nivel regional, en el marco de las medidas de atención al cambio climático operadas en el país.

1.1 Objetivos

General

Proponer lineamientos generales para la readecuación de una política pública sobre servicios ambientales y el cambio de uso de suelo en la región Chinantla de Oaxaca que fortalezcan el marco de política a aplicar en áreas rurales del país.

Particulares

1. Identificar el comportamiento y las tendencias sobre el proceso de cambio de uso de suelo a nivel de la región Chinantla de Oaxaca y establecer pronósticos en el marco de la conservación de servicios ambientales e identificar a nivel microrregional conflictos en el uso de suelo.
2. Determinar un valor económico y las características socioeconómicas que determinan la disponibilidad a aceptar un pago, de la conservación de la biodiversidad a partir de la relación entre la renta de la superficie productiva y la distancia a las áreas urbanas, y los costos de oportunidad por los cambios de usos de la tierra.
3. Proponer criterios de acción sobre la conservación de los servicios ambientales tales como la conservación de biodiversidad, en la región de estudio, que contribuyan al rediseño de una política pública para su conservación.

1.2 Hipótesis

Aparte de los biofísicos, existen patrones sobre el cambio de uso de suelo que son incentivados por condiciones sociales y económicas específicas, por lo que su análisis a niveles de región y micro región contribuye en la definición de políticas y programas para reducir el proceso de cambio de uso de suelo y fomentar la conservación de los servicios ambientales.

2. MARCO TEORICO

2.1 Cambio climático y su relación con los servicios ambientales

2.1.1 Cambio climático

El cambio climático es sin duda un problema emergente de importancia mayor ante su alcance global y su enorme impacto en casi todos los ámbitos de la vida de la población del planeta. El IPCC (1992) lo define como: *“La modificación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”*.

Este proceso se ha observado a lo largo de toda la vida terrestre (IPCC, 2007). Sin embargo, ésta es una de las etapas de la historia del planeta en la cual se ha realizado de manera más acelerada, lo cual ha tenido notables efectos al provocar fenómenos meteorológicos más extremos y constantes, tales como cambios en los ciclos de lluvias y de temperatura. Por otra parte, identificar patrones de predicción es aún relativamente complejo, debido a que los efectos tienen una alta incertidumbre.

Se han establecido dos posibles grupos de acciones en respuesta a esta situación, una relacionada con las medidas de mitigación y otras las medidas de adaptación. Las medidas de adaptación están enfocadas a definir pronósticos y cursos de acción ante los posibles efectos provocados en el clima, los ciclos ecológicos, la producción de alimentos, los cambios en la generación de productos y servicios, la conflictividad geopolítica y muchos otros temas. Las medidas de mitigación buscan revertir a través de estrategias y acciones la generación de gases de efecto invernadero.

En este contexto, cabe señalar que la importancia de las zonas forestales, radica en el papel de regulador ante el proceso de cambio climático. La pérdida de la riqueza y la diversidad biológica es un factor colateral de enorme importancia en este proceso.

El IPCC afirma que existe suficiente evidencia científica para poder establecer las conclusiones siguientes y líneas de tendencia sobre el cambio climático (Galindo, 2009):

- El calentamiento del sistema climático mundial es un fenómeno inequívoco.
- El aumento de los gases de efecto invernadero (GEI) ha registrado un incremento importante desde 1750 asociado al proceso de industrialización y a otras actividades humanas.
- El calentamiento global significará, en este siglo, un aumento en la temperatura del planeta de entre 0.3°C a 6.4°C (todo el horizonte de posibilidades) con una media de entre 0.6°C a 4.0°C., cambios en los patrones de precipitación y de eventos extremos y un incremento en el nivel del mar de entre 18 a 59 centímetros.

- El fenómeno del calentamiento global, provocado por el hombre está teniendo una influencia discernible sobre muchos de los sistemas físicos y biológicos.

A su vez, los efectos del cambio climático se verán reflejados en efectos observables como los patrones siguientes: Incremento de la temperatura global en forma heterogénea por regiones; intensificación del ciclo hidrológico, por un lado incremento en precipitaciones fuertes en algunas zonas del planeta y por otro, sequías intensas; derretimiento de las capas de hielo en las partes más frías del planeta con la consecuente disminución de la superficie de hielo en el planeta; ello provocará un aumento del nivel del mar y la inundación y destrucción de algunas costas; incremento en la temperatura oceánica; aumento de la acidez de la superficie oceánica y aumento de eventos extremos tales como tormentas tropicales (Galindo, 2009).

La concentración actual de CO₂ no ha sido superada en los últimos 420,000 años y probablemente tampoco en los últimos 20 millones de años. Sin embargo, a partir de 1750 esta concentración aumentó aproximadamente 100 ppm pasando de 280 a 370 ppm. Asimismo, el CO₂e que combina al conjunto de gases de efecto invernadero (GEI) pasó de un nivel, aproximado, de 290 ppm antes de la revolución industrial a 430 ppm actualmente y aumenta a un ritmo aproximado de 2.3 ppm por año.

Obviamente este impacto a nivel mundial tendrá repercusiones específicas para México. De acuerdo a las mismas predicciones del IPCC, alrededor del 2050, el incremento podría ubicarse entre 0.2°C a 1.0°C respecto a la temperatura observada de 1990 a 2007, en tanto que hacia el 2100 el aumento en temperatura podría alcanzar hasta 1.6°C respecto al periodo base.

Diferentes escenarios planteados con datos climáticos analizados en series de tiempo, establecen que en ciertas regiones estas variaciones se ubicarán entre 2.0 a 4.7°C. Prácticamente todas las predicciones indican un aumento de la temperatura, siendo en el norte y noroeste de México el mayor calentamiento. De esta forma, las regiones que experimentarán una tendencia a mayores aumentos de temperatura serán el noroeste de México, así como en el sureste, aunque con menor magnitud.

Los escenarios de precipitación, considerando los modelos de series de tiempo, indican que la precipitación tenderá a disminuir en 4% hacia el 2100, tomando como base la precipitación promedio de 1980 a 2007, con un intervalo de variación de -11 a 3%.

Los antecedentes anteriores enmarcan la afirmación de que el cambio climático es un proceso real, con repercusiones importantes en diferentes dimensiones de espacio para las cuales es necesario establecer medidas de acción en torno a la mitigación y la adaptación a sus efectos. Los servicios ambientales son un elemento importante en

torno al cambio climático ya que representan en una medida un indicador de proceso de degradación y deforestación de áreas con cobertura arbórea, que a su vez representan la generación de gases de efecto invernadero (GEI).

La Tabla 1 muestra que el cambio de uso de suelo es la segunda fuente de generación de GEI. Aunque la diferencia entre el porcentaje de emisiones relacionadas con el uso de combustible fósil es muy amplia, su importancia reside en que es una opción más viable social y económicamente para la reducción de GEI, además de que medidas para su intervención, no comprometen de manera inmediata el crecimiento económico de países como México los cuales no basan su crecimiento económico en el crecimiento industrial.

Tabla 1. Emisiones de GEI por fuente.

Fuente	Porcentaje
Uso de combustible fósil	56.6
Deforestación, degradación forestal y cambio de uso de suelo	17.3
Generación de metano	14.3
Óxido nitroso (N ₂ O)	7.9
Gases fluorados y fluorocarbonos	1.1
Otros gases y fuentes	2.8
TOTAL	100.0

Fuente: IPCC (2007).

Tomando en cuenta la relación que existe en entre el cambio de uso de suelo y los servicios ambientales se revisarán algunos elementos de dicha relación.

2.1.2 Servicios Ambientales

Los servicios ambientales son aquellas funciones de los ecosistemas que generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades (Huetting *et al.* 1998).

Algunos de los servicios ambientales que se reconocen son los siguientes (Forest Trends, 2010):

- Purificación del aire y agua
- Regulación de los flujos hidrológicos
- Eliminación de sustancias tóxicas y
- descomposición de residuos
- Generación, renovación y fertilidad de la tierra
- Polinización de cultivos y vegetación natural

- Control de plagas agrícolas
- Dispersión de semillas y translocación de nutrientes
- Mantenimiento de la biodiversidad
- Estabilización parcial del clima
- Moderación de temperaturas extremas
- Barreras contra el viento
- Soporte para diversas culturas humanas
- Belleza estética y riqueza del paisaje

La caracterización anterior puede distinguir como bienes ambientales a aquellos susceptibles de generar intercambios de mercado al ser considerados materias primas. Los servicios de regulación y de soporte se refieren a aquellos cuya existencia determina procesos ecológicos necesarios para el funcionamiento equilibrado de un ecosistema. Finalmente, los servicios culturales están referidos a la relación que por cuestiones étnicas, sociales o espirituales algunas sociedades reconocen en los recursos naturales.

Una caracterización de los servicios ambientales por su origen se propone en la tabla siguiente:

Tabla 2. Caracterización de los servicios ambientales por su origen

	Bosques	Tierras cultivadas agrícolas
Bienes ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Comida • Agua • Combustible • Fibra 	<ul style="list-style-type: none"> • Comida • Combustible • Fibra
Servicios de regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del clima • Regulación de inundaciones • Regulación de enfermedades • Purificación del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del clima • Purificación del agua
Servicios de soporte	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclamiento de nutrientes • Creación de tierra 	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclamiento de nutrientes • Creación de tierra
Servicios culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Estético • Espiritual • Didáctico • Recreativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Estético • Didáctico

Fuente: Forest Trends (2008).

Parte del esfuerzo para lograr una caracterización acerca de los servicios ambientales corresponde al interés de asignarles un valor para promover transacciones y poder establecer las bases para un mercado formal. Por ejemplo, la valoración de la captura o reducción de emisiones de carbono, se generó en el marco de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), los cuales pretendían establecer bases para un mercadeo de emisiones entre países generadores y países susceptibles de reducir emisiones a través del establecimiento de proyectos o acciones específicas. Otro tipo de estrategia a las que se denomina de manera genérica Pagos por Servicios Ambientales, promueve la colocación de subsidios como una forma de incentivar su conservación.

Actualmente, una de las consideraciones más importantes para la valoración de los servicios ambientales es una condición denominada **adicionalidad**. Esta se refiere a la condición de que los pagos que se apliquen entre quien oferta y quien paga estos servicios deben garantizar que los servicios ambientales existen en tanto se realizan pagos y que si se deja de pagar estos servicios ambientales, los beneficios dejan de realizarse. Esta definición implica que los servicios ambientales no se mantienen de manera independiente a los pagos.

Al respecto, en México existe una Ley General de Cambio Climático. En ella se define que en su carácter de un bien público, corresponde a la sociedad, al Estado Mexicano y a sus instituciones, la obligación de fomentar los servicios ambientales a través de un marco legal adecuado y una serie de instrumentos económicos pertinentes que garanticen su permanencia (Artículos 26, 30 y 34. Ley General de Cambio Climático).

2.1.3 Cambio de uso de suelo y su relación con los servicios ambientales y el cambio climático

Uno de los ámbitos que relacionan el cambio climático y los servicios ambientales corresponde al proceso de cambio de uso de suelo y la deforestación que influye de manera directa en la provisión de dichos servicios y que en el mediano plazo representa una causa de la aceleración del cambio climático y el calentamiento global.

La existencia del Panel de Expertos denominado IPCC ha determinado que una gran cantidad del carbono generado corresponde a la existencia de un proceso constante de deforestación y degradación de suelo, el cual no únicamente genera CO₂ al liberar los depósitos de carbono del suelo y la biomasa, sino que el cambio de uso de suelo genera el establecimiento de sistemas productivos intensivos que en diferente medida utilizan insumos derivados del petróleo, lo que genera una notoria huella de carbono.

El Panel de Cambio Climático estima que la generación de gases de efecto invernadero por concepto de cambio de uso de suelo corresponde al 18% de las emisiones mundiales. El análisis de la dinámica en las coberturas vegetales así como del uso del suelo permite conocer las principales tendencias de procesos de amplia relevancia como la deforestación, y degradación vegetal, así como la desertificación y la pérdida de biodiversidad.

Esta información también resulta fundamental para estimar la dinámica de procesos asociados tales como la captura de carbono, el ciclo de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno, la erosión, la degradación y la fragmentación ecológica, así como cambios en la productividad de suelo, la regulación hidrológica y la dinámica de poblaciones de fauna silvestre.

A lo largo de diferentes estudios a nivel mundial se ha hecho evidente la relación entre las características económicas de un país y su proceso de cambio de usos de suelo. Las decisiones de los agentes causales de la deforestación incluyen

preferencias, recursos disponibles, precios relativos en los mercados de bienes y servicios, tecnología, accesibilidad, estructura de gobierno e institucionalidad, cultura e información. La evidencia empírica sugiere entonces que existe una relación importante entre los distintos cambios de uso de suelo y las condiciones económicas, los modelos productivos y el marco legal existente.

La influencia de las actividades humanas en los ecosistemas es relevante modificando su disponibilidad, su estructura y sus comportamientos sistémicos. En la actualidad existe una gran cantidad de especies y ecosistemas en peligro de extinción y además se observa que la recuperación natural, sin influencia humana, de estos ecosistemas no parece una opción viable ya que la capacidad natural de adaptación o resiliencia se ha reducido notablemente en los últimos décadas (IPCC, 2007). Los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad son, en su mayoría negativos, y tienden a intensificar las tendencias actuales a la destrucción de los ecosistemas (IPCC, 2007).

Las estimaciones de cambio de uso del suelo en México son consistentes en señalar que existe una pérdida importante de selva y bosque en las últimas décadas y que la pérdida de selvas es proporcionalmente mayor que aquella de bosques. En 1992 el “*Forest Global Assessment*” (Galindo, 2009) clasificó a México como el país con la tasa anual de deforestación más alta a nivel mundial (1.3%) y cuarto de acuerdo a su superficie deforestada (FAO, 1993). Los agentes causales de la deforestación de mayor impacto son los productores agrícolas y ganaderos y se reconoce que los productores forestales ejercen un menor impacto en este proceso.

La matriz de transición es una herramienta útil para representar el cambio entre diversas formaciones en periodos consecutivos. Como un insumo para la Quinta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de México (SEMARNAT, 2012) se elaboró dicha matriz, con base en los inventarios de 1976 y 2000. Sus resultados muestran que la transformación de la vegetación primaria de bosques y selvas a pastizales es la principal causa de deforestación, seguida de la transformación de cobertura arbórea a cultivos.

Uno de los resultados del mencionado estudio de país identificó una relación inversa entre el crecimiento del PIB y el cambio de uso de suelo, lo que *a priori* muestra que las condiciones de crecimiento económico son determinantes en la transformación del paisaje y la degradación del territorio. Ello se relaciona a la existencia de otras alternativas económicas en las regiones diferentes a la producción primaria.

El conjunto de estos bienes y servicios ambientales contribuyen, de diversas formas, a los procesos de producción, distribución y consumo y en este sentido tiene un valor económico incuestionable. Sin embargo, este valor no se refleja completamente en sus precios de mercado, e incluso en muchos casos no existe un valor disponible asignado a ellos.

Por ejemplo, la biodiversidad es un activo fundamental que contribuye al bienestar de la humanidad a través de los diversos bienes y servicios ambientales o ecosistémicos

que provee y además tiene un valor intrínseco. La valuación económica de la biodiversidad permite identificar sus posibles externalidades negativas o positivas y por tanto internalizar sus costos lo que contribuye además a una mejor asignación de los recursos escasos y a preservar, de mejor manera, los ecosistemas al reconocerse su valor de mercado y a una toma de decisiones de política pública mejor informada, sin embargo los métodos también tienen limitaciones en cuanto a su uso ya que requieren de series de información en diferentes dimensiones temporales o regionales que casi nunca se encuentran disponibles. Algunas de las metodologías más utilizadas se revisan a continuación.

2.2 Instrumentos económicos

2.2.1 Los recursos naturales y su valoración económica

a) Definición de recursos naturales

El concepto de recursos naturales, se refiere a una connotación antropocéntrica, ya que se reconoce que la base física o material del planeta es un recurso en tanto tiene una utilización actual o potencial en beneficio de la sociedad. En este marco, recursos naturales se puede definir como *“factores que afectan a las actividades productivas, pero que no han sido hechos por el hombre”* (Romero, 1997), lo anterior hace referencia a que su existencia es el resultado de procesos naturales derivados de los ciclos ecológicos naturales (geológicos, hidrológicos, del carbono, erosivos, otros).

En este sentido, los recursos naturales existen dentro de la base de un territorio. El territorio, y en un sentido más preciso un territorio rural representado por el núcleo agrario, completa una serie de sistemas y subsistemas (productivos, ambientales, económicos, sociales, etc.) en los que existen insumos, productos, flujos y relaciones, y que a su vez tiene límites y una jerarquía que permite diferenciarlos de otros sistemas. Es en el marco de estos subsistemas donde existen los recursos naturales y donde se generan los servicios ambientales que son motivo del presente análisis.

Para fines de desarrollo de la investigación, se definirá a los servicios ambientales como *“aquellas funciones de los ecosistemas que generan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades”* (Huetting, 1998). Por ello y a diferencia de los recursos naturales, los servicios ambientales ni se transforman ni se gastan en el proceso de utilización del consumidor, ésta es su característica principal que los distingue de los primeros que generalmente son utilizados como insumos en los sistemas productivos, en cuyo proceso se transforman y se agotan.

En sentido complementario, la economía como ciencia se ha encargado a lo largo de su historia de responder en forma adecuada al problema que la valoración de recursos naturales y servicios ambientales representan. En términos generales, la teoría microeconómica neoclásica establece para su abordaje una distinción entre *“costos privados”* y *“costos sociales”* (Romero, 1997).

En la economía clásica, el funcionamiento del mercado garantizaba la asignación eficiente de los factores de producción desde el punto de vista individual y social, de tal forma que, a pesar de la influencia mutua de los individuos en su bienestar, todos los efectos se transmitían a través de los cambios en los precios del mercado y la nueva asignación seguía siendo eficiente, independientemente de que fuera más o menos deseable o equitativa desde el punto de vista de la distribución, según los juicios éticos de la sociedad.

Sin embargo, el sistema de precios no siempre es eficiente en la asignación de los factores del medio ambiente, ya que las empresas, al intentar maximizar beneficios generan efectos adversos que afectan al bienestar de otras personas (como la contaminación del medio ambiente), que se transforman en costes reales soportados por la sociedad y no son transmitidos a través de los precios del mercado. En estos casos, el mecanismo del mercado no es eficiente y los costes y beneficios adicionales de una transacción no se reflejan totalmente en el precio del mercado. Los costes internos o privados de las empresas difieren notablemente de los costes sociales (Azqueta, 2007).

Cuando la actividad de una empresa o persona afecta al bienestar de otra u otras y ese efecto no se transmite a través del mercado, se dice que se constituyen externalidades. Según los principios de Pareto, una situación eficiente es aquella en que es posible aumentar el bienestar de una persona sin perjudicar a otra, y el equilibrio en un mercado perfectamente competitivo sin externalidades es eficiente, cuando los precios de todos los bienes igualan los costes marginales de producción. Por tanto, la ausencia de externalidades es sólo una de las condiciones necesarias para que un mercado perfectamente competitivo sea eficiente, y si se vulnera este principio se puede afirmar que el precio de mercado no refleja correctamente el beneficio de consumir la unidad marginal y los costes no miden correctamente el coste de oportunidad de producirlo.

Pigou (1932) describe tal situación como una divergencia entre beneficio social marginal y beneficio privado marginal, de una parte, y coste social marginal y coste privado marginal, de otra. La eficiencia requiere igualdad entre costes y beneficios sociales. De lo contrario, se identifican externalidades que representan una falla del mercado.

Estas externalidades son el objeto de los aportes de la economía de los recursos naturales, y han sido el motor del establecimiento de diferentes modelos para su internalización.

Una base conceptual para la internalización de las externalidades se conoce como el *Teorema de Coase* (Coase, 1960). Ya se ha expuesto que las externalidades pueden dar lugar a ineficiencia si nadie es propietario del factor de producción, porque se puede abusar de su utilización y no se puede obligar a los individuos a pagar por su uso. Si la causa de la externalidad es la ausencia de derechos de propiedad, la forma más directa de resolver el problema es asignar el recurso como una propiedad privada y, cualquiera que sea la reasignación de los derechos de propiedad, el

resultado es eficiente siempre que los costes de la eliminación de la externalidad sean inferiores al valor del bien que sufre el daño. Sin embargo, un problema que plantea la aplicación del teorema de Coase es la dificultad que puede existir para identificar el origen de los daños, y la información asimétrica entre las partes implicadas en la negociación.

b) Antecedentes en la aplicación de métodos de evaluación económica: Casos de estudio

En México, existen algunos antecedentes de la aplicación de métodos de evaluación económica tanto de recursos naturales como de servicios ambientales, utilizando diferentes modelos y técnicas económicas en su valoración. Sin duda los estudios con un enfoque forestal han generado una cantidad importante de información, principalmente derivada de la existencia de un marco institucional apropiado para el desarrollo de un mercado de servicios ambientales promovido por la Comisión Nacional Forestal. Por ejemplo, Torres (2001) asignó el valor económico total a los servicios ambientales de un Ejido de bosque tropical, mientras que Téllez *et al.*(2008), aplicaron un modelo para evaluar captura de carbono en combinación con madera en plantaciones de eucalipto, y su valoración económica en Oaxaca.

A través del diseño de modelos de equilibrio parcial se realizó una asignación de costos por la contaminación de agua en Guanajuato, identificando a través de la asignación de precios sombra y elasticidades el cambio en el bienestar del consumidor a partir de la aplicación de diferentes políticas (Guzmán Soria, 2009). Gutiérrez, Venegas y Bravo (2005) desarrollaron la aplicación de un modelo de equilibrio general para evaluar la aplicación de políticas fiscales en el sector hidráulico. Respecto al uso de métodos de valoración contingente, López (2007) identificó valores monetarios para los servicios hidrológicos en Tapalpa, Jalisco y algunos factores antropogénicos relacionados con la asignación de valor tales como la edad y el ingreso de los usuarios.

En lo que respecta a la evaluación espacial de cambio de usos de suelo, Jiménez (2010) realizó una evaluación para la región de Mezquitlan, estado de Hidalgo, para lo cual utilizó un modelo de regresión logística en el cual sus variables independientes correspondían a distancia de caminos y otros rasgos antropogénicos. Wallace y Lozano (2010) realizaron un análisis econométrico completo de costos públicos, costos sociales y bienestar derivados de la conservación de los mangles en Quintana Roo.

Como los anteriores, existen varios equipos de investigación en las diferentes universidades e institutos públicos y privados que están desarrollando aplicaciones de la economía de recursos naturales y la economía ambiental. Por parte del sector institucional, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y la Comisión Nacional del Agua (CNA) cuentan con áreas específicas para el desarrollo de métodos y su aplicación, lo cual se ha fortalecido por la existencia de un marco legal que promueve la valoración de los servicios ambientales y el diseño de

instrumentos para su integración al mercado. Este marco legal está representado por la publicación de la Ley General de Cambio Climático publicada en junio del 2012.

2.2.2 Valor económico total

La base de la conceptualización de los métodos económicos corresponde a la cuantificación del Valor Económico Total (VET). El VET se define como la suma de los valores de uso más los de no uso de un recursos natural o ambiental.

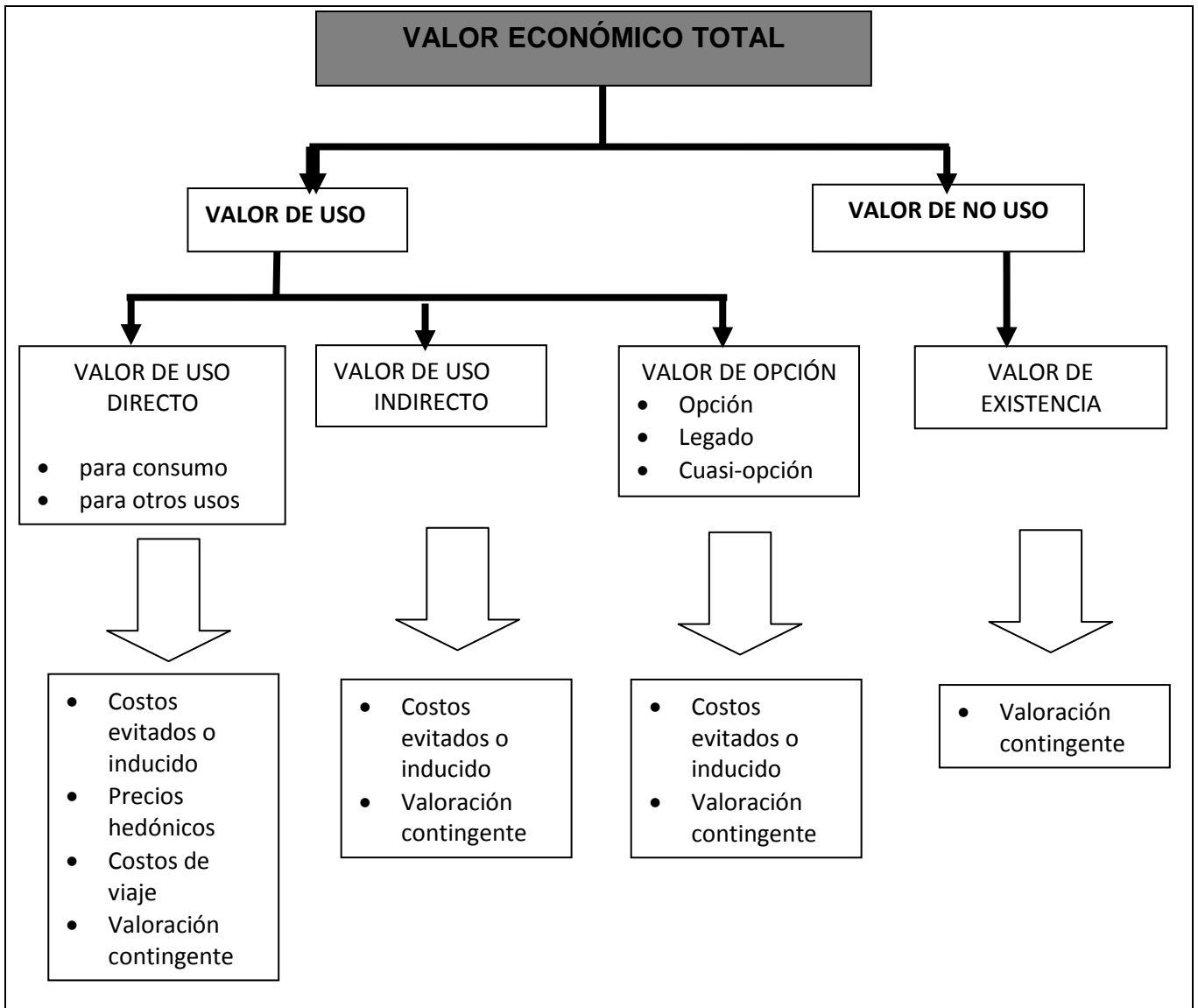
En la Figura 1 aparecen tres conceptos básicos para entender la asignación de valor. El valor de uso, el valor de no uso y el valor de opción (Millenium Ecosystem Assesment, 2003; Azqueta, 2007).

Los **valores de uso** corresponden a los beneficios que las personas obtienen de un producto o servicio adquirido en el presente y futuro. Tienen una importancia utilitaria e instrumental. Cualquier cambio o riesgo en su existencia, provoca una afectación directa a los usuarios –actuales o potenciales- que los aprovechan. Un bosque templado con madera de pino tiene una importancia para aquel individuo o grupo que puede aprovechar su madera u otro bien tangible que ahí se genera.

Se clasifican en *valores de uso directo*, -como sería el caso de la madera del ejemplo anterior- y *valores de uso indirecto* (funcionales), como podría ser la presencia de agua o fauna derivada de la presencia del bosque. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones (Sanjurjo, 2007).

Los **valores de no uso** se definen como aquellos relativos a la existencia de un bien o servicio, independiente de la utilización del mismo por un individuo o un grupo. Es decir, el valor del bien estriba en su existencia, de manera independiente del uso. La protección de la biodiversidad es un buen ejemplo de este caso.

Los **valores de opción**, en cambio, se refieren a aquellos bienes o servicios que actualmente no se encuentran en utilización, pero se busca contar en el futuro con la opción de poder usarlos.



Fuente: Millenium Ecosystem Assesment, 2003

Figura 1. Esquema del Valor Económico Total

A su vez, este tipo de valor es posible dividirlo en dos subcategorías; el valor de *opción*, derivado de la incertidumbre sobre la permanencia futura del bien. Y el valor de *cuasi-opción*, el cual se refiere a la incertidumbre de los resultados de las decisiones acerca del uso de un bien, derivado a su vez de la complejidad y la cantidad infinita de información necesaria para conocer todos los efectos de una decisión acerca del uso del bien. Por ello, se plantea diferir la decisión de uso de un bien hasta en tanto se cuente con mejores insumos para la toma de decisiones, dejando abierta la opción de su uso.

Este último concepto representa la base de un profundo cuestionamiento sobre la capacidad predictiva de los modelos en el manejo de recursos naturales y la economía ambiental.

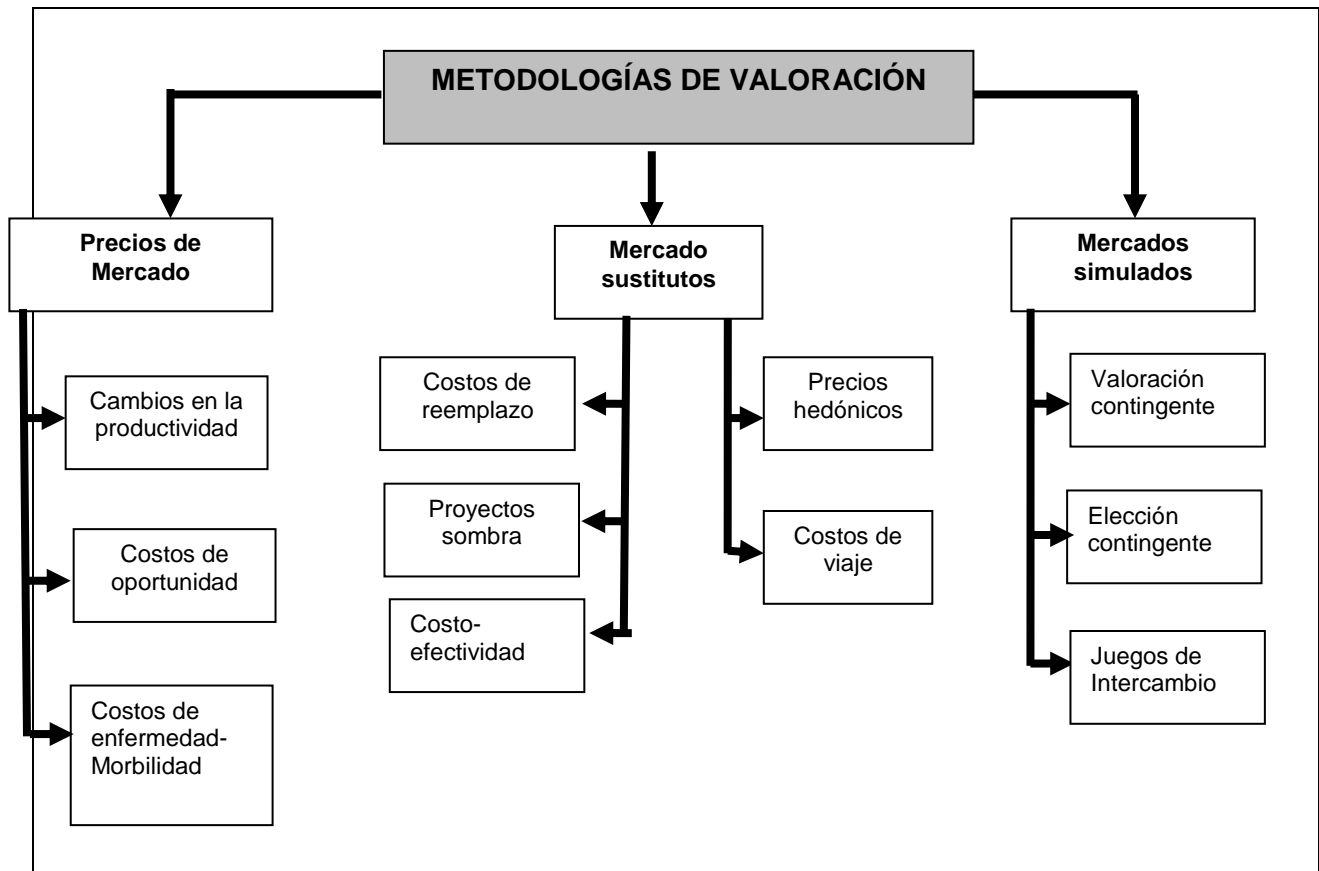
El valor económico total puede ser revelado tanto por personas usuarias y no usuarias de los recursos, por usos actuales y potenciales, y establecer una equivalencia monetaria. Parte de la información para definir el VET se puede obtener de los mercados para los recursos o servicios que tengan un valor de mercado, sin embargo otra parte de este VET deberá ser revelado a través de métodos indirectos de asignación de valor o precio o de simulación de un mercado.

La importancia del VET como concepto de valor se centra en el hecho de que cualquier tipo de recurso natural y ambiental se caracteriza por tener otros valores diferentes al valor de uso directo. Si solo se estiman valores de uso, se subestimarán los verdaderos beneficios y costos ambientales, y esto generaría un gran sesgo en los estudios de análisis costo-beneficio ambiental. La inclusión de los valores de uso y no uso evitan la subestimación del verdadero valor del sistema ambiental o de los recursos. Con lo anterior se evita llegar a patrones de uso o aprovechamiento no eficientes de estos recursos por problemas de subvaloración.

Es pertinente aclarar que los diferentes valores del VET muchas veces no son aditivos. Es decir, el cálculo de VET no necesariamente corresponde a la suma directa de cada uno de los valores considerados en un bien (Sanjurjo, 2007), entre otras cosas, debido a que a veces los usos son excluyentes o competitivos. Uno de los ejemplos más claros corresponde al valor de una cobertura forestal representado en la captura de carbono y su valor como combustible potencial al ser usado como leña.

2.2.3 Métodos económicos para la valoración de los servicios ambientales

La Figura 2 esquematiza una clasificación de algunas de las metodologías de valoración de los servicios ambientales. También describe algunos de los métodos señalados de acuerdo a la caracterización hecha por Dixon (1988).



Fuente: Sanajurio, (2007), Dixon (1988).

Figura 2. Metodologías de valoración de los servicios ambientales.

a) Métodos de precios de mercado

Esta serie de métodos, también denominados de valoración directa (Barzev, 2002), se basan en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad.

Se aplican cuando un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso afecta la producción o la productividad. La fuente de información se basa en parámetros observados y definidos, tales como los precios pagados anteriormente o gastos efectuados por el bien o servicio reflejados en los mercados en los que se concurre.

Entre los métodos específicos de este grupo se encuentran los descritos en la Tabla 3.

Tabla 3. Métodos de precios de mercado

Nombre del método	Características, variables o requerimientos	Ventajas o usos	Desventajas	Fuente
Cambio en productividad	Se basa en el análisis típico de costo/beneficio, ya que al modificarse la productividad o producción a partir de un proyecto o actividad es posible asignar un valor a dichos cambios utilizando precios observados en los mercados	Puede usarse para estudios relacionados a la erosión o la aplicación de medidas correctivas para la conservación de suelos.	No todos los procesos de degradación se les pueden asignar precios de mercado.	Barzev, (2002) (Cotler, 2011)
Costos de enfermedad-morbilidad (Coste de tratamiento)	Mide los cambios que en la productividad, salarios o gastos médicos se tiene, debido a efectos negativos sobre la salud por la comercialización de un producto, la contaminación o degradación ambiental o cambios en la disponibilidad de recursos naturales	Se ha usado en proyectos relacionados al uso del tabaco, así como al gasto que por enfermedades se tiene como producto de impactos en la calidad del aire. Su uso ha sido como instrumento para justificar propuesta de impuestos a productos como los cigarrillos, los refrescos y el establecimiento de los denominados impuestos verdes a vehículos y actividades productivas contaminantes.	En ocasiones los efectos de un proceso de degradación no presentan efectos medibles en el corto o mediano plazo.	Azqueta, (2007), Aguilar, (2011)
Costos de oportunidad	El método se basa en la idea de que los costos de usar un recurso para propósitos que no tienen precio en el mercado o no son comercializados, pueden ser estimados usando el ingreso perdido por no usar el recurso en otros usos como variable proxy. Representa la comparación entre aplicar un recurso (en este caso el territorio) en una actividad "A" renunciado a realizar una actividad "B". Los beneficios que dejan de percibirse se denominan <i>Costos de Oportunidad</i> .	Cordero y Castro (2002) diseñaron un modelo, en el cual definieron los valores económicos de la captación de agua en una microcuenca, a través de la sumatoria ponderada de los costos de la actividad ganadera versus conservación, más los costos por la preservación y conservación de la superficie. Asimismo asignaron un ponderador a la importancia del recurso hídrico utilizando el método <i>Delphi</i> .	Existen beneficios o externalidades cuyo valor es subjetivo debido a que la importancia varía entre grupos de usuarios o quienes generan servicio o beneficios ambientales.	Barzev, (2002). Cordero y Castro (2002)
Valores directos de gastos Costo- efectividad	Centra su análisis en los costos generados por las acciones realizadas al revertir los efectos de la degradación. Busca estimar el costo de la protección ambiental en relación del costo de formas alternativas de lograr una situación determinada o un escenario deseable.	Su uso requiere análisis financieros de aplicación generalizada, ayuda a definir si la acción o proyecto es viable de acuerdo al nivel de costos que son necesarios en su aplicación. Un ejemplo de estos escenarios son los estándares de calidad del agua o del aire.	En ocasiones los efectos de un proceso de degradación no presenta efectos medibles en el corto o mediano plazo y los beneficios pueden subvalorarse o sobredimensionarse.	Barzev, (2002).

Fuente: Elaboración propia, con base en Barzev (2002); Azqueta (2007); Aguilar (2011); y Cotler (2011).

b) Métodos de mercados sustitutos

Al igual que los métodos del apartado anterior, los métodos de mercados sustitutos hacen uso de los precios de mercado en forma indirecta. Estos métodos se usan cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o servicios ambientales no tienen precios reflejados en un mercado establecido, pero entran como insumos en una función de producción de bienes o servicios, o una función de utilidad. Debido a lo anterior, teóricamente pueden ser sustituidos por otros insumos que pueden tener valores de mercado, lo que permite tener un acercamiento a su valor económico (Azqueta, 2007).

Algunos ejemplos de estos bienes o servicios ambientales son el aire limpio, la belleza escénica o áreas habitacionales con vistas agradables, que son generalmente bienes de carácter público y que no se transan explícitamente en los mercados. Sin embargo, es posible estimar su valor implícito a través de precios pagados por otros bienes o servicios (subrogados) en mercados establecidos. La base conceptual de estos métodos es que el diferencial de precio obtenido después de que todas las variables han sido consideradas, refleja la valoración que los individuos hacen del bien o servicio en cuestión (Barzev, 2002). También pueden recibir el nombre de mercados subrogados. Entre los métodos agrupados bajo este criterio se tiene los definidos en la Tabla 4.

c) Métodos de mercados simulados

Estos métodos son usados cuando no existe información sobre mercado ni valores sustitutos posibles para la valoración de un bien, ni existe información clara acerca de las preferencias de los individuos respecto a su disposición a pagar o aceptar un pago relativo al uso de ciertos recursos naturales o servicios ambientales. Por ello, este conjunto de métodos tratan de revelar o descubrir la valoración que un individuo otorga a dichos recursos o servicios y de esta manera establecer cuantitativamente dicho valor (Azqueta, 2007).

Consiste en presentar a los individuos situaciones hipotéticas también denominadas **contingentes** y preguntarles sobre su posible decisión ante una situación propuesta, como puede ser la conservación de un lugar, la construcción de obras o el establecimiento de infraestructura para la protección de los recursos.

Para ordenar y sistematizar las respuestas, estos métodos se auxilian de instrumentos como las encuestas en diferentes formatos, aunque también se utilizan diferentes tipos de censos y entrevistas. Generalmente, estos instrumentos están diseñados para que los individuos respondan los cuestionamientos presentados bajo condiciones controladas. Se busca, por tanto, conocer las valoraciones que los individuos hacen de aumentos o disminuciones en cantidad o calidad de un recurso o servicio ambiental, bajo condiciones simuladas de mercados hipotéticos.

Tabla 4. Métodos de mercados sustitutos

Nombre del método	Características, variables o requerimientos	Ventajas o usos	Desventajas	Fuente
Precios hedónicos o valores de propiedad	Internaliza el valor de un bien público, como la belleza escénica y la calidad ambiental de una zona, a través del valor de un bien privado como son los bienes inmuebles. Su principio es determinar los precios implícitos de ciertas características de una propiedad que determinan su valor.	Se contemplan en el valor de un inmueble variables como tipo de construcción, tamaño, ubicación se establece un diferencial de precios con propiedades similares en otras localidades. Lo anterior representa una aproximación válida al valor del entorno o calidad ambiental. Permite revelar un valor al comparar dos situaciones similares, en las que se diferencia una variable.	Depende de la existencia de un mercado competitivo entre las situaciones comparadas y de que exista por parte del comprador una disposición a pagar por los cambios en la variable evaluada (belleza escénica o calidad ambiental, etc.).	Azqueta, (2007)
Diferencial de salarios	Este método se basa en estimar el diferencial de salario requerido por un trabajador para aceptar laborar en condiciones ambientales distintas a las que habitualmente tiene.	El supuesto es que se requerirá un mayor salario para atraer mano de obra a lugares más contaminados o degradados para realizar un trabajo similar, en el marco de un mercado competitivo.	Necesita la existencia de un mercado de trabajo competitivo y de la posibilidad del trabajador a negarse a trabajar en condiciones que no le agraden.	Barzev, (2002).
Costo de viaje	La premisa es que el tiempo y el dinero empleados para realizar el viaje al sitio bajo estudio representa el valor que se le asigna. Se revela la disposición a pagar para visitar el sitio al estimar a partir del número de visitas que realiza la gente incurriendo en diversos costos de viaje.	La base de la valoración son los gastos en los que la gente incurre de manera real y no en la identificación de disposición o posibilidad de hacerlos. A través de encuestas se determinan los costos incurridos por los visitantes según distancia, medio de transporte y condiciones de uso. Se determinan así precios implícitos para el uso de un lugar o de sus amenidades	Requiere recabar de manera sistematizada de datos a través de encuestas lo que implica costos y capacidades.	Cristeche, (2008), Kido (2004)
Costo de reposición	Cuantifica los costos en los que se incurriría para restaurar un recurso natural ante un efecto negativo derivado de la aplicación de acciones o proyectos. Existe el principio implícito de que es posible medir y reponer los daños con cierta precisión y eso representa el valor aproximado de los servicios ambientales perdidos.	Las estimaciones pueden realizarse a partir de indicadores de ingeniería y asignándole a la reparación o restauración del medio ambiente un valor a precio de mercado.	Entre sus limitantes se encuentra la poca posibilidad de predecir complejidades o contingencias que no son observables y la posible sobreestimación del servicio ambiental.	Barzev, (2002).
Costo de relocalización	Este método se basa en los costos estimados necesarios para reubicar un determinado recurso natural, comunidad o activo físico debido a daños ambientales.	Su utilización podría ser eficaz en el caso de reubicación de centros urbanos, construcción de obras de gran envergadura como presas, termoelectricas o hidroelectricas.	No es posible valorar con este método externalidades intangibles relativas a cuestiones sociales y culturales.	Barzev, (2002).

Fuente: Elaboración propia, con base en Barzev (2002); Kido (2004); Azqueta (2007); Cristeche (2008).

(continuación).Tabla 4. Métodos de mercados sustitutos.

Nombre del método	Características, variables o requerimientos	Ventajas o usos	Desventajas	Fuente
Precios sombra	Se basa en los costos de reponer o sustituir los servicios ambientales perdidos por un daño ambiental o recurso natural, en lugar de reponer el recurso o activo perdido	Se diseña y determinar los costos de un proyecto "sombra" o equivalente que ofrezca un servicio ambiental sustituto de manera de compensar la pérdida de los bienes o servicios de los recursos naturales o la calidad ambiental	El método no es capaz de cuantificar otras externalidades generadas a mediano y largo plazo, que no son evidentes en el momento de la definición del proyecto.	Barzev, (2002).

Fuente: Elaboración propia, con base en Barzev, (2002), Kido (2004), Azqueta, (2007), Cristeche, (2008).

La base teórica de estos modelos es el principio de agregación de las respuestas al buscar que los consumidores determinen rangos dimensionales para la valoración de un servicio ambiental. Por ello, es muy probable la existencia de sesgos, dentro de los cuales se puede mencionar que la definición de una oferta inicial no sigue necesariamente criterios objetivos y que muchas veces el entrevistado va validando las ofertas de acuerdo a escenarios o posibilidades desde su perspectiva, su historia personal o su posición sociocultural, (posibilidades de regresar, interés de beneficiar al medio ambiente, nivel de satisfacción que intuye, etc.)

Cuando no existen mercados para bienes y servicios ambientales, o éstos mercados no están bien desarrollados, o en el caso donde no hay mercados alternativos, es poco probable usar métodos de mercados simulados. Éstos pueden usarse para valorar bienes públicos –en los que el consumo de una persona no afecta la cantidad del bien disponible para el disfrute de otra persona-. Aire limpio, agua limpia, la defensa nacional, son ejemplos concretos de bienes públicos susceptibles de ser valorados a través de estos métodos.

Existe una amplia gama de técnicas contingentes específicas, basadas principalmente en la teoría de las decisiones y juego y que persiguen “auscultar” el comportamiento de los individuos ante situaciones concretas, entre las que destacan las que se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Métodos de mercados simulados

Nombre del método	Características, variables o requerimientos	Ventajas o usos	Desventajas	Fuente
Valoración contingente	Revela un conjunto de valores a partir de preguntas en una encuesta. Para poder manejar un valor representativo para el conjunto de la población, se opta por la media o por la mediana del valor obtenido en la muestra; a continuación se multiplica el valor de la media o mediana por el número de personas que componen la población relevante.	Versatilidad y aplicación relativamente sencilla. Adaptable a diferentes tipos de poblaciones.	Necesidad de definición de una muestra estadísticamente válida. El diseño de la encuesta debe ser específico al estudio aplicado.	Azqueta, (2007)
Juegos de licitación	El juego consta de un listado de preguntas, encuesta o test que pregunta la disponibilidad a pagar (DAP) de un individuo por preservar un bien ambiental o en cuánto está dispuesto a ser compensado a cambio que se efectúe un daño ambiental. La pregunta se efectúa en forma iterativa y si el encuestado responde afirmativamente, entonces se repite la pregunta pero con un precio mayor hasta que ésta se vuelva negativa. Si la respuesta inicial es negativa, entonces se repite el ejercicio hasta que la respuesta sea afirmativa.	Se basa en la creación hipotética de un mercado para estos bienes o servicios, por lo que puede usarse indistintamente para diferentes bienes o servicios ambientales.	Presenta la posibilidad de sesgos derivados del momento de la realización de la prueba, las condiciones o la información previa que tenga el entrevistado.	(Barzev, 2002).
Tómalo o déjalo	El fundamento del método es hacer una sola pregunta a los encuestados, para determinar si están o no dispuestos a recibir o realizar una compensación a cambio de un daño. La forma dual de la pregunta es si están o no dispuestos a pagar cierta cantidad a cambio de preservar un bien ambiental.	Permite identificar en una curva el excedente del consumidor y modelarla, las respuestas se refieren al ofrecimiento de un paquete completo de beneficios o daños. De esta forma, si el encuestado acepta recibir por el paquete el valor ofrecido, su excedente es positivo, mientras que, si no acepta, entonces su excedente neto por el paquete es negativo.	Su principio origina una enorme cantidad de sesgos, principalmente en países en desarrollo, en los cuales la sobrevaloración o subvaloración puede ser una estrategia para buscar beneficios individuales.	(Barzev, 2002).
Juegos de intercambio	Se pide a una muestra de individuos valorar una situación hipotética y expresar su disposición a pagar (DAP) o a aceptar en compensación (DAA) por un cierto cambio en la calidad o en la provisión de un bien ambiental. Al encuestado se le da una situación con un nivel base de un bien ambiental. Luego se le ofrece una alternativa en la cual el bien ambiental se incrementa, pero a la condición de cierto incremento de precio y selecciona entre ambas situaciones. Posteriormente, se ofrecen incrementos de cantidad o calidad del servicio, asimismo el precio varía o incrementa, hasta que el encuestado no ve ventaja entre una alternativa u otra.	En esta técnica se ofrece a los participantes la posibilidad de definir una opción que relaciona cantidades de dinero (DAA o DAP) y distintos niveles o cantidades de un bien, en el cual se revelan los valores.	Por lo abierto del método, se corre el riesgo de generar situaciones totalmente ajenas a la realidad, tanto en la posibilidad de aplicar pagos como en la capacidad de mantener la calidad de los servicios ambientales.	

Fuente: Elaboración propia, con base en Barzev (2002) y Azqueta (2007).

d) Métodos de consenso

Estos métodos no corresponden propiamente a la economía de recursos naturales, pero son métodos cualitativos que en ocasiones se utilizan para validar los resultados de los métodos anteriores a través de la reflexión y el consenso entre grupos. Entre los que se han utilizado en estudios relacionados a la valoración de los servicios ambientales están los que aparecen en la Tabla 6.

e) Los modelos de equilibrio

Estos modelos se basan en el uso de matrices para el establecimiento de ecuaciones que reflejan la economía de una región. La matriz insumo–producto, que fue elaborada por Leontieff, Isard y otros, supone factores de producción fijos para todos los sectores. Otra forma de uso es a través del diseño de modelos de equilibrio parcial.

Los métodos de equilibrio hacen uso de manera general técnicas de programación matemática en sus diversas formas (lineal, no lineal, por objetivos, dinámica), como medio para integrar los diferentes componentes del valor en una función objetivo (función de beneficio social neto) y poder incorporar los diferentes factores exógenos (restricciones ambientales, biológicas, socioculturales, tecnológicas, etc.). El planteamiento, bajo un esquema de optimización (programación matemática), permite, además, determinar el valor de los recursos naturales bajo su mejor uso alternativo y, por tanto, identificar el nivel de las actividades (en el contexto de programación) que pueden constituir trabas o cuellos de botella al logro del máximo valor de éste.

Por otro lado, el vector de precio sombra se obtiene al resolver el problema de programación matemática y constituye un valioso aporte al valor del recurso “in-situ” para el caso de los recursos no renovables, e inter-temporal para el caso de los recursos renovables. Por definición, el precio sombra muestra el valor que asume la función objetivo o el beneficio social neto, ante la posibilidad de disponer de una unidad adicional del bien restrictivo como pueden ser la tierra, especies animales o vegetales, el agua y otros (Barzev, 2002).

En México se han realizado entre otros, estudios para identificar el impacto de la aplicación de medidas fiscales sobre el agua en diferentes cuencas (Gutiérrez, Vanegas y Bravo. 2005) a través de un modelo de equilibrio general y para definir diferentes impactos regionales ante el cambio en demanda y precios de insumos en regiones específicas como La Laguna (García, 2006).

Tabla 6. Métodos de consenso

Nombre del método	Características, variables o requerimientos	Ventajas o usos	Desventajas	Fuente
Método de elección del menor costo	En la aplicación de este método se solicita a las personas que elijan entre varios grupos hipotéticos de recursos naturales, como forma de confeccionar una curva de indiferencia que permita establecer un ordenamiento de las alternativas, de las más preferidas a las menos preferidas. Una vez que éstas se determinan se opta por preservar el grupo de bienes que implique menor costo para la sociedad, según las preferencias de los encuestados.	Dado que la valoración no está establecida en términos monetarios, el método puede ser utilizado como un método de consenso social, en el cual los recursos hacia la protección o conservación de servicios ambientales o recursos naturales pueden asignarse según el criterio que los tomadores de decisiones definan como una política de desarrollo y que sea validado por sus sociedades.	Implica el riesgo de una excesiva subjetividad en su aplicación.	(Barzev, 2002).
Técnica Delphi	Esta técnica no representa en sentido estricto un método de valoración, antes bien es un método de generación de consenso. Básicamente se busca establecer una jerarquía de importancia, - que puede representarse a través de una valoración económica- preguntado en forma impersonal a expertos que tienen una perspectiva calificada, respecto del valor de un bien o servicio de los recursos naturales.	Las dos mayores ventajas que ésta tiene es que pone la opinión experta por sobre la individual y, por otra, mantiene el anonimato de los que contestan, ya que las respuestas son grupales, sin olvidar el hecho de que la aplicación de esta técnica es de bajo costo y bastante rápida en cuanto a la obtención de resultados, comparada con otros métodos de valoración contingente.	Análisis empíricos muestran diferencias importantes entre la perspectiva de valoración de los expertos versus el sentir de un grupo de usuarios. Asimismo, no en todos los casos es posible contar con expertos para todos los recursos naturales y las cuestiones que no tienen importancia para la racionalidad de los expertos –tales como el arraigo, el sentido de pertenencia, los valores culturales y religiosos- que pueden tener los grupos sociales generalmente no son tomadas en cuenta.	Barzev, (2002). Cordero y Castro (2002) Miklos (1999)

Fuente: Elaboración propia, con base en Barzev (2002); Cordero y Castro (2002); Miklos (1999).

En Europa existe una Matriz de Contabilidad Social y Ambiental (SAMEA) que evalúa los impactos económicos de los Gases de Efecto Invernadero en el agregado económico de España y forma parte de su sistema de contabilidad nacional (Rodríguez, 2002). En México en el 2009, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó el estudio Distribución de los costos del cambio climático entre los sectores de la economía mexicana. Un enfoque de insumo producto, el cual corresponde a la aplicación de un modelo de equilibrio general en la identificación de los impactos económicos del cambio climático a nivel global.

2.3 Las políticas públicas sobre servicios ambientales y cambio climático en México

2.3.1 Problemática ambiental y modelos de aprovechamiento de recursos naturales en México

A lo largo de la historia de México, se han aplicado diferentes modelos de aprovechamiento de los recursos naturales, los cuales corresponden con modelos de aprovechamiento a nivel mundial. La Tabla 7 caracteriza diferentes modelos o paradigmas de aprovechamiento de los recursos naturales en el país.

Tabla 7. Modelos de aprovechamiento de los recursos naturales en México

Modelo de manejo y aprovechamiento.	Periodo	Características
Utilitarista	Hasta 1940	Los recursos naturales son una base de beneficio social y económico para la generación de riqueza.
Preservacionista	1950-1970	Se establecen medidas para evitar el aprovechamiento de los recursos bajo el supuesto de los límites de la base de recursos y el riesgo de su desaparición.
Enfoque de uso múltiple.	1971-1980	Los recursos son valorados por las relaciones ecológicas y sociales descubiertas recientemente.
Manejo sustentable	1980-actual	Existe una integralidad en la importancia de los recursos desde una perspectiva ambiental, social y económica.

Fuente: Apuntes de clase. González (2011).

La síntesis anterior, refleja que los recursos naturales y los servicios ambientales por ellos generados no han tenido una forma de valoración única y que a lo largo de décadas ha cambiando la perspectiva de utilización. El momento histórico actual, en el cual los recursos naturales y sus servicios son entendidos como una parte de un complejo de relaciones ecológicas, sociales y económicas que representan la base de la estabilidad del planeta, también se ve reflejado en la valoración que estos recursos tienen para la sociedad.

México es uno de los países que a nivel mundial encabezan de manera desafortunada en indicadores como la generación de basura per-cápita, la contaminación de cuerpos de agua, la contaminación atmosférica y reducida calidad del aire en sus principales ciudades (SEMARNAT, 2009). Algunos de ellos pueden clasificarse en problemática de tipo urbano, otra en problemas relacionados a las áreas rurales. De estas últimas, una de la que más importa a México y cuyo objeto se relaciona con la presente investigación corresponde al acelerado proceso de cambio de uso de suelo, con la colateral baja en la calidad y disposición de servicios ambientales y su efecto directo sobre el cambio climático.

En contrapartida, México es un actor de vanguardia en lo concerniente a la participación en acciones de planeación y normativas en torno a la protección de los servicios ambientales y el medio ambiente. De tal manera que es firmante de instrumentos internacionales tales como la Convención de Cartagena sobre la protección a la biodiversidad, el Protocolo de Nagoya sobre recursos genéticos, el Acuerdo 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los derechos de los pueblos indígenas sobre los recursos de sus territorios y muy especialmente los instrumentos relativos al cambio climático tales como el Protocolo de Kyoto.

2.3.2 Protocolo de Kyoto para el cambio climático y su relación con los servicios ambientales

La emergencia del Cambio Climático como una problemática global, ha promovido desde hace por lo menos 20 años la reflexión por parte de organismos como Naciones Unidas y sectores de la sociedad civil internacional, cuyos resultados se han visto traducidos en diferentes acuerdos internacionales, de los cuales es sin duda el Protocolo de Kyoto el que tiene mayor resonancia a nivel internacional.

A partir de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 (Cumbre de Río), los resultados de estudios elaborados por diferentes instancias de la ONU apuntaban sobre la necesidad de revertir un proceso de deterioro impresionantemente acelerado en el mundo.

Una de las opciones exploradas se refería a la reducción radical de la cantidad de gases de efecto invernadero generados por los países de economías industrializadas. El IPCC estableció que la necesidad de reducciones tendría que ser mínimamente de 60% de la cantidad de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, CFC, otros) que se generaron en 1990. Desafortunadamente, este planteamiento representa una situación imposible de lograr en el contexto actual de la economía global, ya que el uso de combustibles fósiles es un insumo indispensable para el crecimiento industrial de un país y la limitación de su uso implica también una contracción de su crecimiento económico, sin embargo, representó la base para que la comercialización de los servicios ambientales comenzara a tomar forma como una alternativa real.

Como una consecuencia natural de este proceso, en 1997 la Convención de las Partes¹ en Japón propuso un esquema de reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, en el cual los países industrializados podrían comprar la captura, fijación o secuestro de este tipo de gases en países con economías menos desarrolladas o emergentes. Esta serie de acuerdos se denomina Protocolo de Kyoto. Para ello, a lo largo de casi ocho años se han definido una serie de reglas de aplicación internacional.

Un análisis crítico de las reglas generadas a partir de esta convención permite observar que éstas ofrecen pocas posibilidades para que los núcleos agrarios de México aprovechen esta coyuntura en las condiciones actuales, ya que su diseño respondía más a la posibilidad de reducir o comercializar emisiones de origen industrial que de tipo forestal. Sin embargo, el valor de esta iniciativa radica en que se puso sobre la mesa a nivel internacional la importancia que tasar económicamente los servicios ambientales tiene tanto para garantizar la permanencia de un estado de equilibrio ecológico para el mundo, a la vez que representa una alternativa para mejorar las condiciones de vida en los núcleos agrarios más pobres de México.

Por otra parte, la existencia de una serie de reglas internacionales para la comercialización de un servicio ambiental tan importante como el carbono representado por el Protocolo de Kyoto, reviste a su vez una discusión ideológica y utilitaria amplia. Probablemente las reglas presentan un importante sesgo que beneficia a la parte demandante en perjuicio de la parte oferente.

Actualmente, el Protocolo de Kyoto se ha visto complementado por otros instrumentos internacionales tales como los acuerdos para el establecimiento de Fondos Verdes –Cumbre de Cancún, 2010-, el Protocolo de Nagoya sobre beneficios y aprovechamiento de patentes sobre Biodiversidad. Asimismo, México ha generado acciones como la Ley General de Cambio Climático, el establecimiento de mercados locales de Servicios Ambientales y la participación en la Estrategia REDD+, lo que en los aspectos normativos ha colocado al país como un actor de vanguardia mundial en este tema.

La relación entre el cambio climático y los servicios ecosistémicos representan una cuestión sinérgica y sistémica, ya que la existencia de servicios como la captura de carbono, la conservación de biodiversidad o la regulación del ciclo del agua representan a su vez medidas de adaptación al cambio climático.

Al respecto, existen países y regiones globales en los cuales el riesgo y la vulnerabilidad relacionados al cambio climático son mayores, tales como el caso de México y en general, la región de América Latina (CEPAL, 2010).

¹ Reunión de países firmantes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992 en el marco de la Cumbre de Río, reconocida como máximo espacio de decisión en este sentido.

Los escenarios elaborados establecen que debido a la localización de esta región en el planeta, el riesgo es que se incremente el número de eventos extremos como huracanes y sequías, mientras que sus efectos sean más impredecibles. Este efecto tiene una serie de implicaciones ambientales y económicas como es el riesgo en la conservación de la biodiversidad, una producción de alimentos errática y poco predecible así como un desequilibrio de precios tan solo en este rubro.



Fuente: CEPAL (2010).

Figura 3. Áreas más vulnerables al Cambio Climático en América Latina y el Caribe.

El escenario de no realizar ninguna actividad podría tener enormes repercusiones ambientales, sociales y económicas en México. La Tabla 8 ilustra algunos de los escenarios por tipos de vegetación identificados en un documento oficial de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en México (Galindo, 2009).

Tabla 8. Efectos del cambio climático en los ecosistemas de México.

Ecosistema	Efecto	Región	Referencia
Zonas templadas	Aumento de 1.3 a 3 grados: 2-18% de los mamíferos, 2-8% de las aves y 1-11% de las mariposas tienden a la extinción Aumento de 2.2 a 4 grados: 2-20% de mamíferos, 3-8% de aves y 3-15% de mariposas tienden a la extinción		Thomas <i>et al.</i> , (2004 ^a) Erasmus (2002)

Tabla 8. Efectos del cambio climático en los ecosistemas de México. Continuación.

Ecosistema	Efecto	Región	Referencia
Zonas áridas	Desertificación, por cambio en los patrones de lluvia y aumento de temperatura	Norte del país	Lozano, 2004
Zonas áridas	Sequía extrema	Baja California, Sonora, Costas de Oaxaca y Guerrero, Michoacán, Campeche y Yucatán	Magaña et al., 2004
Bosques	Disminución de la superficie de bosques de coníferas.		Villers y Trejo, 2004
Bosques	Pérdida de bosques tropicales		Peterson, et al., 2002,
	Destrucción de fauna de hasta 40 por ciento por el desequilibrio ecológico		1999, 2001
Costeros	46.2% de la costa es susceptible al ascenso del nivel del mar	Golfo de México	Ortiz y Méndez , 1999
Costeros	Aumento en el nivel de mar erosión, inundación y salinización de tierras, de aguas superficiales y freáticas		Ortiz y Méndez, 2000
Costeros	Invasión salina a mantos freáticos		Sanjurjo 2006,
Salinización del suelo			Tejeda y Rodríguez 2006
Marinos	Impactos potenciales para pesquerías como el camarón	Golfo de México	Park, 1991
Marinos	Con un aumento de 1 a 3°C para el 2080, los arrecifes coralinos y manglares estarán amenazados; peligro de Extinción de un gran número de especies		Cahoon y Hensel, 2002
Ríos	Inundaciones	Desembocaduras del río Grijalva en Tabasco, y de los ríos de Coatzacoalcos y Pánuco, en Veracruz	Ortiz y Méndez, 2000
Agua dulce	Aumento general en las tasas de producción primaria, en la descomposición de materia orgánica y el ciclo de nutrientes; reducción en la calidad del agua; reducción de almacenamiento de materia orgánica; períodos más cortos de inundación de los humedales ribereños; y cambios en la tasa de drenaje de los estuarios	Tierra adentro del Golfo de México	Mulholland, 1997

Fuente: Galindo (2009).

2.3.3 Cambios en el uso de suelo en México y en Oaxaca

En México coexiste una gran diversidad de tipos de vegetación, además de ocupar el cuarto país con mayor diversidad ecológica en el planeta. Sin embargo, el modelo de aprovechamiento de los recursos naturales que históricamente se ha aplicado en el país ha propiciado que no se realice de acuerdo a la aptitud del territorio. (CONAFOR, 2010)

A pesar de que los tipos climáticos determinan la existencia de importantes superficies de bosque templado, selvas y vegetación de bosque mesófilo, el uso no apropiado del territorio por parte de los grupos sociales ha determinado que existan áreas que tienen usos en conflicto con su aptitud natural.

Hasta mediados del siglo XX, en México no existía una preocupación por promover actividades económico-productivas de acuerdo a las características del territorio, lo que generó un enorme proceso de degradación de las zonas con vegetación de bosque templado y selva húmeda principalmente. (CONAFOR, 2012)

Este hecho tiene diferentes representaciones cuantitativas dependiendo de la fuente y el periodo en el que se realizan. Por ejemplo, el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2000) establece que para el año 2000 más de 1.076 millones de hectáreas habían sido deforestadas o se encontraban en condición de haber sufrido un cambio de uso de suelo; de ellas, más del 47%, - alrededor de 510 mil hectáreas- correspondieron a selva húmeda, 259 mil ha (24% del total) fueron bosques templados y 307 mil ha (28% del total) de vegetación de zonas áridas.

Aunque no es directa la relación entre degradación y cambio de uso de suelo, este último es un indicador de la importancia de dicha problemática. El INE (Instituto Nacional de Ecología y ahora también de Cambio Climático) estima que en 2002 más de 85.7 millones de hectáreas sufrieron un proceso fuerte o acelerado de degradación debido al desarrollo de actividades que no corresponden con la aptitud de los territorios.

Los datos más actualizados (SEMARNAT, 2012) establecen que existen poco más de 138 millones de ha bosques (incluyendo vegetación de zonas áridas), aproximadamente 65 millones corresponde a bosques templados y selvas tropicales. Asimismo, se estima que se perdieron 155 mil ha/año en el periodo 2002-2007. Además de la deforestación, se estima que se degradan entre 250-300 mil ha/año. (SEMARNAT, 2012).

En México, las tasas de cambio de uso de suelo presentan valores muy diferentes dependiendo de la fuente, sin embargo datos oficiales de la CONAFOR (2010) reconocen que se han perdido alrededor de 830,000 hectáreas en el periodo de 1993 a 2007 de diferentes tipos de vegetación forestal debido a todos los procesos de degradación, de la que destaca las selvas altas y medianas ubicadas en zonas de clima húmedo.

Otras publicaciones del sector ambiental, reconocen que en promedio, la pérdida de superficie forestal en un periodo de cinco años evaluado ex profeso –entre 2002 y 2007- fue de 155 mil hectáreas por año por deforestación, aunque la degradación por otras causas como la erosión y factores climáticos está entre 250 y 300 mil hectáreas por año (CONAFOR, 2010). Dichos datos se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Pérdida de superficie forestal en México. 1993, 2002 y 2007.

Tipo de vegetación	1993	Pérdida 1993- 2002 (ha/año)	2002	Pérdida 2002-2007 (ha/año)	2007
Coníferas	8,101,347	-29,498	7,835,867	928	7,840,507
Coníferas y latifoliadas	13,331,923	-35,190	13,015,211	-8,889	12,970,766
Latifoliadas	13,308,954	-42,920	12,922,674	-1,167	12,916,839
Selvas altas y medianas	15,591,325	-111,170	14,590,797	-84,782	14,166,886
Selvas bajas	17,913,438	-131,373	16,731,083	-70,153	16,380,316
Otras asociaciones forestales arboladas	982,317	-3,885	947,355	8,912	991,914
Subtotal bosque	69,229,304	-354,035	66,042,987	-155,152	65,267,228
Matorrales de zonas semiáridas	21,214,983	-57,451	20,697,928	-33,852	20,528,670
Matorrales de zonas áridas	37,189,951	-44,245	36,791,749	-49,757	36,542,963
Otras áreas forestales	17,587,258	-44,173	17,189,701	-91,947	16,729,965
Subtotal Matorrales	75,992,192	-145,868	74,679,378	-175,556	73,801,598
TOTAL FORESTAL	145,221,496	-499,903	140,722,365	-330,708	139,068,826

Fuente: CONAFOR. 2010. Visión de México sobre REDD+.

Los datos de la Tabla 9 muestran en síntesis que el proceso de degradación en México ha sido más intenso en bosque húmedos que en bosques templados, y que este proceso se ha realizado de manera más marcada en la década del 90 en comparación con la década siguiente. Un análisis similar sobre el cambio de uso de suelo, pero para el periodo de la década de 1985 al año 2000 se presenta en la Tabla 10, con datos para un periodo de 25 años.

Tabla 10. Síntesis de cambios en la cobertura vegetal 1985 vs 2010

Tipo de vegetación	Cambio porcentual 2010 respecto al 1985	Superficie que cambió de 1985 a 2010 (km ²)
Bosque de Coníferas	-13.06	-12,356.23
Bosque de Coníferas y Latifoliadas	-0.13	-161.56
Bosque de Latifoliadas	2.69	2,942.09
Matorrales	-9.12	-49,605.18
Otras áreas forestales	-9.65	-4,675.17
Pastizal	-4.12	-7,582.61
Selvas altas	-27.92	-13,223.46
Selvas medianas	-5.90	-6,708.27
Selvas bajas	-15.64	-35,757.13
TOTAL FORESTAL	-8.47	-126,620.53

Fuente: SEMARNAT (2012). Quinta comunicación (con base en datos de INEGI 1993, 2002, 2007).

En los resultados de la tabla el porcentaje de cambio de uso de suelo es significativamente mayor para las selvas medianas y selvas bajas que para bosques templados y otro tipo de vegetación. Los datos anteriores muestran que la selva tropical en su conjunto, es el tipo de vegetación que de manera más marcada ha sufrido el proceso de cambio de uso de suelo en las décadas anteriores.

En lo que corresponde al proceso de cambio de uso de suelo en el estado de Oaxaca, es importante destacar que ocupa el cuarto lugar nacional en superficie forestal. Asimismo, México pertenece al grupo de los países megadiversos, -es decir que cuenta con un elevado número de especies de flora y fauna en comparación con el resto del mundo- y Oaxaca cuenta con el mayor número de endemismos y diversidad biológica del país (Ordoñez, 2010). En el estado conviven también casi todos los tipos vegetales que existen, ya que hay zonas de selva alta mediana y baja en el norte y la zona costera, bosques templados en los diferentes sistemas de sierra a lo largo de todo el territorio estatal y un área muy importante de bosque mesófilo, cuya presencia esta muy limitada a nivel mundial.

Asimismo, en Oaxaca se ubican los Chimalapas y la Chinantla, los cuales son dos de los corredores de selva húmeda más importantes del país por su extensión y su diversidad.

Datos del Inventario Nacional Forestal elaborado en 2000, establecía que el territorio estatal corresponde a 7.15 millones de hectáreas, de las cuales alrededor de 3.39 millones de ha corresponden a bosques templados, 1.21 millones corresponden a selva alta perennifolia y otros tipos de selvas, mientras que en contraste, 2.67 millones de hectáreas tenían algún uso agropecuario.

En cuanto a las causas, SEMARNAT (2009) y Ordoñez (2010), establecen que el principal motivo de la degradación de tierras en el estado es el uso de territorio para actividades agropecuarias en áreas con aptitud forestal. Los desmontes para el aprovechamiento desordenado de recursos forestales generan un proceso de fragmentación que acelera la degradación, con la base de los datos del Inventario Nacional Forestal elaborado en 2000 se identifica una tasa de deforestación de 0.21% anual en el periodo de 1970 a 1990 y de 0.13% de 1990 a 2000.

Aunque en su conjunto y en la agregación nacional estos datos parecen no ser muy extremos, es necesario especificar en los tipos de vegetación específicos para entender la complejidad y la dimensión de esta situación.

En un análisis detallado elaborado por el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM (Ordoñez, 2010), con la base de los datos anteriores, se observa que el tipo de vegetación que mayor cambio sufrió en el estado en un periodo de 30 años fue el de las selvas húmedas (alta perennifolia y baja caducifolia) en beneficio de los usos agropecuarios.

Otro indicador importante en el estado es el nivel de degradación del territorio. SEMARNAT (2012) definía que el mayor problema de degradación en el estado es

la erosión hídrica, ocasionada por cambios de uso de suelo y en menor medida, eventos climáticos catastróficos. Esta fuente establecía que alrededor de 1.66 millones de hectáreas sufrían algún grado de erosión en el estado, lo que representa casi el 7% a nivel nacional.

Asimismo, Gómez (2006) a través del análisis regional de imágenes de satélite determinó una tasa de deforestación y cambio de uso de suelo de 3% para el caso de bosques templados y especialmente de bosque mesófilo, lo que representa una alta vulnerabilidad de este tipo de vegetación a cambios antropogénicos.

Respecto a la región Chinantla, no existen estudios a nivel regional para cuantificar la tasa de deforestación o el cambio de uso de suelo. Sin embargo, ECOPRODES (2004) realizó una cuantificación de la pérdida forestal en comunidades de la región Chinantla en el norte del estado, el cual establece que la superficie de selva con cambio de uso de suelo fue de 1,200 ha en el periodo 1990-2003, lo que representa una tasa de cambio de 1.9% anual.

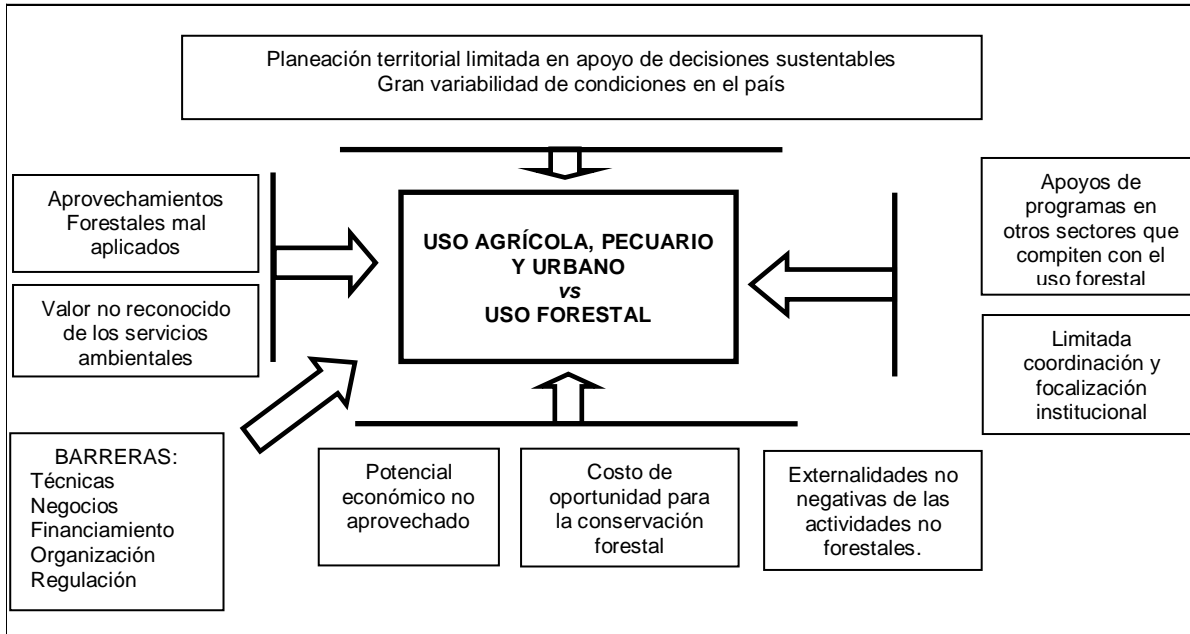
2.3.4 La relación entre cambio de uso de suelo y vulnerabilidad al cambio climático. Enfoque USCUS y Estrategia REDD+

A mediados de la década de 1980, a nivel de políticas nacionales, el concepto de ordenación del territorio comenzó a tomar forma; sin embargo, a pesar de contar con una enorme tradición técnica en el servicio público del país en el análisis del territorio, -por ejemplo, la Dirección de Agrología de la Secretaría de Agricultura y las Comisiones de Cuencas por citar solo dos casos- en la realidad y a niveles micro regionales y de microcuenca, la definición de la actividad productiva no guarda una relación directa con el análisis de la aptitud de un territorio.

Cabe señalar que los ejercicios de ordenamiento del territorio a diferentes niveles aún no tienen un valor legalmente vinculante, es decir, que aunque representan ejercicios técnicos para orientar las políticas de desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales, los tomadores de decisiones no están formalmente obligados a basar el diseño de políticas o programas en estos instrumentos, sino que pueden o no hacerlo de acuerdo a las condiciones del caso.

Por otra parte, existe el consenso entre diferentes investigadores que el ciclo de cambio de uso de suelo, tiene un comportamiento relativamente definido, que inicia en el caso de superficies con aptitud forestal, con la tala de superficies cercanas a los centros urbanos, el establecimiento de uso agropecuario intensivo de las unidades de producción, la apertura de nuevas áreas para el cultivo, el establecimiento de pastizales y vegetación secundaria y el incremento en la vulnerabilidad ecológica de las parcelas, y en la posibilidad de disturbio. El anterior proceso se muestra en la Figura 4 y corresponde a la síntesis de diferentes análisis elaborada para la Quinta Comunicación de México ante el IPCC (SEMARNAT, 2012).

Esta condición a su vez, promueve por un lado la generación de gases de carbono como parte del proceso natural de descomposición y más importante, la reducción de la capacidad de un territorio de completar el ciclo de carbono y realizar una fijación eficiente de las emisiones que se generan.



Fuente: Basado en SEMARNAT, (2012).

Figura 4. Análisis causal de cambio de uso de suelo en México.

Según el diagnóstico elaborado para la propuesta base del enfoque de Reducción de Emisiones por Degradación y Deforestación (REDD+) existe una serie de condiciones que históricamente han promovido el cambio de uso de suelo en el país.

Como parte de los análisis institucionales que se han hecho en el marco del proyecto REDD+, del cual se expondrán sus principios más adelante, se han tratado de identificar patrones y restricciones que provocan el cambio de usos de suelo. Los resultados han identificado que entre otros factores que provocan este fenómeno, las condiciones socioeconómicas y culturales, así como los marcos normativos y de gobernanza son las condiciones que incentivan este proceso en la mayoría de las regiones del país, lo que ha generado que sean unas de las condiciones generadoras de emisiones más importantes y con un crecimiento más constante en México.

Anteriormente, el tema del cambio climático estaba supeditado de manera casi exclusiva a las emisiones generadas por el sector energético e industrial. Las acciones en torno al sector forestal estaban supeditadas a la realización de forestaciones o reforestaciones posteriores a 1990 en el marco de la adicionalidad de la reducción de emisiones. Sin embargo, a partir del año 2000, cuando diferentes países en vías de desarrollo intentaron infructuosamente aplicar

acciones en el marco de los Mecanismos de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, y se dieron cuenta que las limitaciones normativas hacían casi imposible que estos países pudieran entrar al comercio de emisiones con el marco existente, se buscaron alternativas diferentes entre ellas el enfoque REDD+.

Ante el fracaso de las metas del Protocolo de Kyoto, REDD+ representa un enfoque a través del cual el cambio climático puede ser combatido aplicando otras estrategias de desarrollo ausentes en la primera propuesta convenida de manera internacional.

Asimismo, el enfoque en la generación de emisiones se amplía a una perspectiva denominada Uso de Suelo, Cambios de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUISS). Este enfoque representa la identificación y valoración de fuentes de emisiones de GEI derivadas del cambio de uso de suelo de forestal a otras categorías, así como derivado de la destrucción de reservorios de carbono establecidos en estas áreas cubiertas de bosque.

Como una alternativa promovida especialmente por el sector civil internacional y algunos países del sur, la discusión en torno a la valoración de los servicios ambientales forestales se tornó sobre las áreas que se encuentran cubiertas con superficie forestal en la actualidad y la valoración en lo posible de la complejidad de servicios ecológicos y socioculturales que estas áreas generan.

El nombre que recibe ese paradigma es REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación), siglas que establecen la preeminencia en la mitigación y adaptación al cambio climático a través de la contribución que los bosques y sus servicios ambientales generan (GCP, 2009). En contraparte, el grave riesgo que el descuido en la preservación y mantenimiento de las superficies forestales actuales tienen en el incremento de las emisiones de gases de Efecto Invernadero (GEI) y el impacto en el cambio climático que se genera.

Cabe señalar que a nivel mundial se estima que el carbono generado por procesos de deforestación y cambio de uso de suelo es de 17.3% (IPCC, 2007). Sin embargo, es una de las fuentes de emisiones en las cuales se puede intervenir en el corto y mediano plazos, que representan mayores posibilidades de beneficios para los países en vías de desarrollo y que pueden generar una serie de efectos positivos en forma colateral, tales como la promoción del desarrollo rural, la conservación de estrategias comunitarias, el fortalecimiento de estrategias de gobernanza rural y el empoderamiento de grupos indígenas y campesinos sobre su territorio.

Cabe destacar que a nivel mundial existen regiones como Sudamérica y México en donde la importancia de las emisiones relacionadas con la deforestación ha ido incrementándose de manera constante.

Contando con una favorable corriente de opinión y con la participación de diferentes países, el enfoque REDD fue reconocido por el IPCC en la Cumbre de Cancún en 2010 como una alternativa eficaz en el ámbito de mitigación del Cambio Climático, aunque desde 2008 inició a ser contemplada como un enfoque útil en la lucha contra el calentamiento global. Se le agregó el símbolo “+” para establecer que la intencionalidad de este enfoque sobrepasa la reducción de emisiones al buscar fomentar el desarrollo sustentable en países en vías de desarrollo, con la participación de sus pueblos y de los grupos locales poseedores de los recursos, principalmente en áreas rurales.

Es tal la importancia de este proceso que en México la generación de emisiones GEI relacionadas a USCUS representó en 2006 la cuarta fuente individual más importante de GEI, con casi 10% del total, después de los vehículos automotores y el sector transportes, la generación de electricidad y las emisiones generadas por desechos, como se muestra en la Tabla 11. (CONAFOR, 2010). El cambio de uso de suelo de superficies forestales a agrícolas, pecuarias y, la liberación de los reservorios, la combustión en caso de quema son fuentes muy importantes de carbono.

Tabla 11. Participación de emisiones GEI en México 2006.

Fuente	Porcentaje de emisiones %
Energía	21
Transporte	20
Desechos	14
Deforestación, Cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUS)	10
Agricultura	6
Proceso industriales	9
Emisiones fugitivas	7
Construcción	8
Otros	5
TOTAL	100

FUENTE: CONAFOR, (2010). Visión REDD+.

Aunque el cambio de uso de suelo no es la fuente de emisiones de GEI más importante en el país, su importancia es clara por las implicaciones en cadena que genera, tanto a nivel económico como social, ya que mucho del cambio de uso de suelo se realiza en áreas rurales en donde los niveles de ingreso y las posibilidades de empleo son más reducidas, por lo que tiene una relación casi directa con la realización de actividades agrícolas de baja productividad y muy lesivas para el ambiente.

En la Quinta Comunicación ante el IPCC, documento elaborado por el gobierno mexicano, establece que el valor total de las emisiones por esta categoría representa el 6.3% del total nacional. Asimismo reconoce que hubo en términos generales una reducción en las emisiones de 102,280 millones de toneladas (Gg) de carbono en 1991 a alrededor de 47 millones en el 2010. En promedio en este periodo se estiman emisiones por este concepto de alrededor de 73,872 millones. (SEMARNAT, 2012).

La Tabla 12 que sintetiza los datos anteriores, actualiza los datos sobre generación de emisiones de GEU para los diferentes sectores de la economía. En la comparación de las tablas 11 y 12 es posible observar que las emisiones relacionadas al uso y producción de energía se incrementan notoriamente. Las emisiones relacionadas con el cambio de uso de suelo se mantienen constantes y las relacionadas a la producción agrícola se incrementan ligeramente.

Tabla 12. Participación de emisiones GEI en México 2010.

Fuente	Emisiones en millones de ton de (CO ₂ e)	Emisiones (%)
Energía	503,573.73	67.3
Agricultura	92,035.02	12.3
Proceso industriales	61,356.68	8.2
Cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS)	47,139.89	6.3
Desechos	44,146.88	5.9
TOTAL	748,252.20	100

FUENTE: SEMARNAT. (2012). Quinta comunicación.

Según esta misma fuente, las subcategorías que más emitieron fueron la conversión de bosques y otras coberturas vegetales a usos de suelo agrícola, seguidas por la extracción de carbono en suelos minerales, aparejado con los cambios en la biomasa de bosques y otros reservorios. Cabe destacar que el proceso de abandono paulatino de tierras agrícolas es un sumidero importante en el balance neto de carbono.

Los cambios de biomasa en bosques y otros reservorios, presentan una disminución del 64% en sus emisiones, de 16,159 millones de toneladas (Gg) de CO₂e en 1990 a 5,861 millones de CO₂e en 2010. La conversión de bosques y otras coberturas vegetales a otros usos como el agrícola presenta una disminución del 39% en sus emisiones, de 73,720 Gg de CO₂e en 1990 a 45,325 Gg de carbono en el 2010. (SEMARNAT, 2012).

Las coberturas vegetales más afectadas son: pastizales, matorrales, bosque mesófilo, selva baja, mediana y alta.

El abandono de tierras cultivadas en las que se presenta la revegetación da lugar a la remoción o absorción –representa valores negativos de emisiones-. En 1990 la remoción estimada fue de 8,070 Gg y se incrementa de forma gradual hasta alcanzar 15,256 Gg de carbono en 2010, esto es, un incremento de 124%, que contribuye positivamente a la reducción de emisiones de la presente categoría.

Para el estado de Oaxaca, el Centro Mario Molina (2011) establece –con datos de la Secretaría de Energía- que las emisiones por USCUS son de alrededor de 31% de su generación total, manteniendo el mismo segundo lugar, solo atrás del 43% corresponde a energía fósil. Asimismo, según esta fuente, la participación del estado de Oaxaca en las emisiones nacionales totales es de apenas el 3%.

2.4 La región de estudio

Para el desarrollo de la presente investigación se tomaron en cuenta dos niveles de análisis territorial.

El primer nivel de análisis, que corresponde al comportamiento del proceso de cambio de uso de suelo, y el análisis de la vegetación y la definición de un pronóstico de cambio, se tomo como espacio territorial la región denominada Chinantla en el norte del estado de Oaxaca, de manera específica 5 municipios de la subregión denominada Chinantla baja.

El interés por esta región se deriva del ser una región cuyos usos de suelo de selva han sido transformados de manera constante a través de la realización de actividades productivas agropecuarias. Otro de los elementos de interés es su característica de estar poblado primordialmente por grupos indígenas lo que le da un carácter específico. Asimismo, la existencia de una notoria riqueza ambiental e importantes endemismos contrasta con niveles de marginación y pobreza marcados, lo cual es una variable importantísima en los procesos de deforestación y su influencia en el proceso de cambio climático.

En los apartados siguientes se presenta una caracterización detallado de los espacios territoriales de análisis.

2.4.1 La región Chinantla de Oaxaca

La Chinantla se ubica al suroeste de la República Mexicana, en dirección noreste de la ciudad de Oaxaca, en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental en su porción denominada Sierra de Juárez, en la porción oaxaqueña de la Cuenca del río Papaloapan. Limita al norte con la región mazateca, al este con Tuxtepec y el estado de Veracruz, al sur-sureste con la región zapoteca del Papaloapan y con la cuicateca en lo alto de la Sierra Juárez. Está conformada por 258 localidades y 14 municipios, con una superficie total estimada en 4,596 km².

Las condiciones ecogeográficas de la Chinantla permiten dividirla en tres zonas o subregiones definidas por sus características topográficas:

La Chinantla Baja, que se ubica en la cuenca del Papaloapan e incluye seis municipios: San Lucas Ojitlán, San José Chiltepec, Santa María Jacatepec, Ayotzintepec, Santiago Jocotepec y San Juan Lalana.

La Chinantla Media, entre 400 y 1,000 m de altitud con San Pedro Sochiapam, San Juan Bautista Tlacoatzintepec, San Felipe Usila, San Juan Bautista Valle Nacional y San Juan Petlapa.

La Chinantla Alta, a partir de los 1,000 m, con los municipios de San Pedro Yolox, Santiago Comaltepec y San Juan Quiotepec.

En la Chinantla Baja los terrenos ubicados sobre las planicies aluviales y llanuras de piedemonte donde se encuentran suelos fértiles y profundos, han favorecido la sustitución de selvas por actividades agrícolas y pecuarias de tipo comercial alentadas la mayor parte de las veces por las instituciones oficiales, como es el caso de municipios como Lalana, Jocotepec, Chiltepec, Jacatepec y Ayotzintepec.

Así, grandes áreas han sido desmontadas para introducir la ganadería extensiva y los cultivos de caña de azúcar, maíz, hule y chile. Adicionalmente, las prácticas de agricultura de temporal, como la roza-tumba incide en la pérdida de los recursos bióticos del ecosistema de selva.

De manera específica, las actividades del proyecto se desarrollarán en comunidades de la subregión Chinantla Baja.

La población de las localidades mencionadas pertenece a cinco municipios de alta marginación de la región Chinantla del estado de Oaxaca. En este sentido se presentan los elementos siguientes de diagnóstico, en los cuales con fines ilustrativos se toma como referencia datos agregados a nivel municipal, que son los que existen oficialmente.

a) Municipio de Ayotzintepec

El municipio tiene un total de 5600 habitantes, de los cuales el 50% son mujeres y el 50% restante, hombres, su pirámide de edades muestra que la población entre los 5 y los 30 años es el rango mayoritario, ya que agrupa a más del 60% del total. Asimismo, es importante destacar que a diferencia de otros municipios, en el municipio de Ayotzintepec conviven las etnias chinanteca y zapoteca, aunque esta última tiene una importancia marginal por el número total de personas.

La presencia de este grupo se debe a que el municipio colinda con la denominada zona del rincón bajo de Ixtlán, municipio poblado mayoritariamente por esta etnia.

b) Municipio de San José Chiltepec

Su población total es de 9875 habitantes de los cuales el 52% son mujeres. Las localidades más pobladas son la cabecera municipal Chiltepec y el ejido el

Naranjal, en ellas se concentra el 40% de la población mientras que el 60% se concentra en las 32 localidades más que forman el municipio. La pirámide de edades en el municipio indica que el 70% de la población está en un intervalo menor a los 35 años de edad.

El principal grupo étnico es el chinanteco, el cual se concentra en las localidades alejadas de la cabecera municipal, mientras que la población mestiza se agrupa en las localidades de mayor población como Chiltepec y Arroyo Choapam, y en la que la influencia urbana de la ciudad de Tuxtepec como principal centro económico es significativa.

c) Municipio de San Juan Bautista Valle Nacional

En este municipio existe una población total de 22 886 habitantes, el 97% de etnia chinanteca. El porcentaje de hombres es de 47%, y su pirámide de edad muestra un alto porcentaje de población entre los 17 y 30 años. Uno de los datos más importantes es el elevado porcentaje de personas en situación de analfabetismo o que no tienen primaria completa, el cual es cercano al 45%.

Una de las condiciones más importantes de este municipio es su elevada tasa de migración, particularmente en las localidades de la parte más abrupta del municipio en donde las condiciones de fisiografía hacen más difíciles las actividades productivas.

d) Municipio de Santa María Jacatepec

Este municipio cuenta con 36 comunidades, y una población de 9783 habitantes, la mayoría de ellos de origen chinanteco. Se definen claramente 2 subregiones, la zona de sierra y la zona baja a la que pertenece la cabecera municipal.

e) Municipio de Santiago Jocotepec

Este municipio cuenta con una población de 12,682 habitantes, y existen alrededor de 72 localidades y rancherías. De los cuales más de 8,000 son chinantecos. presentan mayor grado de marginación en el distrito y al igual que todos los anteriores existe mucha emigración hacia los Estados Unidos de América.

Descripción socioeconómica

La zona en la que se desarrolló el proyecto tiene una problemática que se mezcla de manera compleja con condiciones del ámbito social, ecológico, productivo y cultural.

En lo que respecta a la problemática económica, la baja rentabilidad actual de las actividades agrícolas y pecuarias, el deterioro creciente de los recursos naturales disponibles y la falta de esquemas de aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables, determina que junto a la riqueza biológica con que todavía se cuenta, prevalezcan altos niveles de marginación, que determinan condiciones de pobreza, caracterizada por la insuficiente cobertura de

servicios básicos (salud, educación, vivienda y otros) y el bajo nivel de ingresos de la población económicamente activa.

Entre las actividades económicas que se integran como parte de la estrategia de vida de las familias, que también se conocen como *sistemas de producción familiar* se puede señalar que la migración y los apoyos gubernamentales directos son sin duda las principales fuentes de ingreso económico, la siembra de milpa se mantiene como una actividad importante como elemento para garantizar el acceso a la alimentación; y de las actividades productivas orientadas hacia el mercado, solo la producción ganadera primaria tiene alguna importancia, ya que otros productos como el café, la vainilla y la palma camedor tienen una importancia marginal, principalmente debido a la falta de una producción y comercialización sistemática y constante.

Cabe señalar que existe una relación muy directa entre las características del territorio y el tipo de tenencia de la tierra con el tipo de sistema de producción familiar por comunidad.

Respecto a las características del mercado en la zona, una de las características de las unidades de producción familiar es la comercialización de productos sin ningún valor agregado, por lo que la manera en la que comercializan es a través de intermediarios. La ganadería es un caso muy representativo de esta situación, ya que se venden animales en pie hasta un peso en los cuales los primeros intermediarios puedan terminar el proceso de producción en corrales de engorda, de tal manera que reducen el periodo de inversión y el riesgo, ganando hasta el 100% de su inversión, mientras que los productores primarios ni siquiera recuperan el capital invertido. Ellos entienden estos ingresos como una forma de ahorro.

La palma camedor y el café presentan un comportamiento muy similar.

En general, la falta de enlazamiento de cadenas productivas y de capacidades para el establecimiento y consolidación de actividades económicas es una de las causas principales de los bajos ingresos de la población.

A lo anterior, se suma una alta variabilidad y pérdida paulatina de los esquemas de organización comunitaria interna, de expresiones culturales generales que le confieren identidad a la etnia chinanteca, entre ellas la lengua materna, y sustitución de prácticas tradicionales de manejo sustentable de recursos naturales, lo que hacen prever que este escenario de deterioro ecológico y pobreza se profundice en el caso de no revertir las tendencias actuales.

Organización y actores locales

Es precisamente la organización tradicional y la capacidad de autogestión una de las principales fortalezas de muchos pueblos Chinantecos, la cual les ha permitido por un lado avanzar en la conservación y el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales, y por otro aplicar algunas estrategias de vida que les han

permitido sobrevivir en un entorno complejo y aprovechar algunos factores como la migración, la política social de los diferentes ámbitos de gobierno y los arreglos político electorales cambiantes. De tal manera que existen flujos económicos y de información nuevos y constantemente se reconstruyen las relaciones de poder político local, pese a ello, las mismas comunidades reconocen la necesidad de potencializar estos factores a través de la autogestión y la participación, de ahí la importancia nodal que adquieren los procesos de fortalecimiento de las capacidades locales para una mejor gestión del territorio.

Entre los actores más importantes del proceso actual se pueden señalar a instituciones de gobierno, principalmente del nivel federal que han atendido la problemática indígena y rural con apoyos directos tales como la SAGARPA², la SEDESOL³ y la CDI⁴. Las instancias del gobierno estatal son vistas como un factor de organización política, además de que sus apoyos para este sector de la población son limitados en recursos, ineficientes en tiempo e ineficaces en impacto. El nivel municipal en cambio tiene una relación mucho más directa, principalmente en lo que respecta a la atención de servicios básicos e infraestructura, y actualmente es un espacio de participación política cada vez más amplio y en el que se están institucionalizando figuras como el Consejo de Desarrollo Social y el Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable como formas de incidencia real de las comunidades en las decisiones importantes de su desarrollo.

Características y problemática ambiental

La región tiene una gran importancia ecológica que se centra en su diversidad biológica y la riqueza potencial de sus recursos naturales. Se estima que su territorio alberga la tercera masa de selvas húmedas del país (sólo después de las selvas Lacandona y Zoque) por su extensión (170,000 ha); cuenta con comunidades vegetales de alta biodiversidad, como los bosques mesófilos de montaña, de pino-encino y de laureáceas, además de que forma una de las cuencas hidrográficas más grandes del país. Reconociendo su relevancia biológica, la región fue declarada “Área prioritaria para la conservación y el desarrollo sustentable” por la SEMARNAT. Esta importancia se ve reflejada en resultados de estudios que indican la presencia de gran cantidad de géneros, familias y especies florísticas, así como de fauna silvestre.

Sin embargo, esta riqueza biológica ha sido dañada y se encuentra en un proceso de continuo deterioro por diversos factores. En contraste con esta diversidad, existe en todos los municipios en los que se propone el desarrollo de actividades, un nivel de pobreza y marginación notorio y un proceso creciente de expulsión de mano de obra hacia los Estados Unidos de América.

En el caso de la Chinantla Baja, el deterioro ambiental es causado por diversos factores, entre los que destacan los de tipo antropogénico, expresados en el

² Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

³ Secretaría de Desarrollo Social.

⁴ Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas

cambio del uso del suelo de terrenos de aptitud forestal hacia la agricultura y la ganadería; procesos de colonización más o menos recientes; la presión del crecimiento poblacional; y el saqueo de recursos naturales.

En la región, también ha sido importante la existencia de organizaciones civiles, los cuales han tenido una participación evidente desde finales de los años de 1980 con la operación del Patronato de la Cuenca del Papaloapan A.C. y del Programa de Manejo Integral de Recursos Naturales (PAIR). Asimismo, dadas las características ecológicas de la zona, el principal tema de intervención ha sido el medio ambiente, aunque desde una perspectiva conservacionista, que desconoce las necesidades de desarrollo de los indígenas chinantecos, tal es el caso del enfoque institucional del Programa Manejo Integrado de Ecosistemas (MIE) el cual propone la generación de beneficios globales sin ofrecer en cambio alternativas reales que mejoren la calidad de vida de los generadores de estos servicios.

Existen asimismo organizaciones de la sociedad civil como ECOPRODES S.C.⁵ que propone trabajar en ambas vertientes, teniendo como centro de atención la calidad de vida de las comunidades indígenas.

Por otro lado, las organizaciones políticas, a pesar de manejar como una línea de acción la gestión de recursos para proyectos productivos, están plenamente identificadas como actores de la competencia electoral, además de que en la mayoría de los casos, las actividades productivas que promueven tienen impactos reducidos debido a la incapacidad técnica y el manejo poco transparente de los recursos, de tal manera que las mejoras en las condiciones de vida de las comunidades es mínima, a pesar de los importantes montos aplicados por instituciones de gobierno a través de estos intermediarios

Según García- Mendoza (2004), la riqueza florística de Oaxaca podría estar cerca de las 10,000 especies y el número de endemismos estatales puede oscilar alrededor de 10%. Para la región del Papaloapan, se han registrado 190 especies de plantas, aunque no se mencionan cifras referentes al endemismo, por lo que no se tiene una idea precisa de la importancia que podría tener la región desde este punto de vista y por lo que aun es necesario impulsar estudios específicos para la flora de esta región.

Sin embargo, Torres (2004) menciona que la región de la Chinantla posee unas de las selvas altas perennifolias mejor conservadas y diversas del país.

González (2004) mencionan que la fauna de vertebrados terrestres del estado de Oaxaca actualmente está constituida por 1,431 especies, incluidas en 53 órdenes, 182 familias y 679 géneros, que equivale al 49.1% del total nacional y al 4.1 % mundial. Esta gran diversidad coloca a Oaxaca los primeros lugares de México en cuanto a diversidad biológica por géneros.

⁵ Ecología y Producción para el Desarrollo Sustentable, S.C.

De la misma manera, la región está considerada dentro de la Región terrestre Prioritaria (RTP) número 130 (Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe) que publica el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y dentro de un Área de importancia para la Conservación de las Aves (AICA C-13 Sierra Norte).

Así mismo, se menciona que la región y el tipo de vegetación correspondiente a la selva alta perennifolia contribuyen en gran medida a la gran biodiversidad existente en el estado. Además, la región alberga una gran cantidad de especies endémicas al estado y por ende al país, así como aquellas que desafortunadamente, se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo según las normas oficiales nacionales e internacionales

2.4.2 El Ejido Valle Nacional

Características y problemática ambiental

El ejido Valle Nacional se ubica en el municipio de San Juan Bautista, Valle Nacional, al norte del Estado de Oaxaca. Su régimen de propiedad es Ejidal.

Para llegar a la localidad se tiene que tomar la carretera Tuxtepec – Valle Nacional, en un recorrido aproximado de 40 kilómetros, llegando a la cabecera municipal del mismo nombre. El tiempo de recorrido es de aproximadamente una hora.

Las coordenadas de localización son: Latitud norte 17°46'35" y de longitud oeste 96°18'00" (ECOPRODES, 2007) y una altitud de 60 m.

El relieve en las zonas bajas del ejido se caracteriza por pendientes de 0 –30 %, y se encuentran en lomas, rejoyas, pie de monte, áreas urbanas, potreros y de cultivo. Por otra parte, las zonas con ligeras pendientes que van desde 30 – 50 %, se encuentran cubiertas por la vegetación secundaria y por algunas áreas pequeñas dedicadas a la ganadería y agricultura, esta zona generalmente se localiza cerca del fondo urbano. Finalmente, en la zona con pendientes pronunciadas (a más de 70%) se ubica el área montañosa o cerril y donde se desarrolla la vegetación de la selva alta y mediana perennifolia y que se encuentra en mejor estado de conservación.

Los impactos a la vegetación nativa se han originado principalmente por el cambio de uso del suelo forestal a agrícola y pecuario, sin embargo, cuenta con una zona de conservación bien definida. Actualmente en el ejido existe una gran conciencia ecológica generada a partir de la elaboración del Estudio de Ordenamiento Territorial. Sin embargo, una de las principales amenazas a la cobertura forestal que se identificó durante el estudio es la falta de control y vigilancia en la zona de monte, lo que ocasiona el saqueo clandestino de la flora y fauna silvestres por personas ajenas al ejido.

La zona de Selva alta y mediana perennifolia comprende una superficie de 919.25 hectáreas del ejido. Los terrenos donde se encuentra esta comunidad vegetativa se caracterizan por su alta pedregosidad, sus valores de pendiente superiores a 40%

y en general por la falta de condiciones de acceso permanente, lo que también explica el estado de conservación en el que se encuentran. Sus suelos tienen un alto contenido de materia orgánica de color negro o café oscuro. Se distribuye hacia las partes montañosas.

Uso del suelo

En el ejido se identificaron como categorías de uso de suelo y vegetación a la agricultura, cultivos perennes, ganadería, vegetación secundaria (acahuales) derivada de la selva mediana, selva mediana y alta perennifolia y el área urbana, las cuales se describen a continuación.

Selva mediana y alta perennifolia

Los terrenos donde se encuentra esta comunidad vegetativa se caracterizan por su alta pedregosidad, sus valores de pendiente superiores a 40% y en general por la falta de condiciones de acceso permanente, lo que también explica el estado de conservación en el que se encuentran. Sus suelos tienen un alto contenido de materia orgánica de color negro o café oscuro. Se distribuye hacia las partes montañosas

Vegetación secundaria (Acahuales)

La superficie que comprende este tipo de vegetación corresponde a acahuales – renovos de vegetación secundaria- de 10 hasta 40 años. Actualmente son terrenos que se encuentran abandonados o en descanso de las actividades productivas.

Agricultura

La agricultura en Valle Nacional se da en las partes bajas principalmente donde se realizan cultivos perennes como es el caso del hule y plátano, y cultivos anuales como es el caso del maíz y frijol. Esta actividad también se desarrolla en las partes de ladera de los cerros con el sistema de rosa-tumba-quema.

Zona urbana

La zona urbana es donde se desarrollan las actividades y servicios que se requieren para el ejido y sus zonas aledañas, por lo que se ha desarrollado de manera importante el comercio principalmente.

Vegetación y flora

Selva mediana y alta perennifolia

Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar un buen estado de conservación y una gran diversidad de especies florísticas, lo que contribuye a que

gran parte del año se mantenga una elevada humedad dentro del ecosistema, además es el refugio de una gran diversidad micro y macrofaunística debido a su cobertura vegetal.

La selva alta perennifolia se desarrolla en elevaciones entre 200 a 1000 m. En donde el estrato arbóreo posee una riqueza importante de especies con diversas alturas, el estrato superior está compuesto por árboles de 30 a 40 m, en el estrato medio dominan árboles de 15 a 25 m y el estrato bajo contiene elementos de 3 a 10 m. Los tipos de suelos son kársticos o lateríticos (Colin, 2004) y se caracterizan por tener un alto contenido de materia orgánica de color negro o café oscuro.

Algunas de las especies arbóreas más representativas que se pueden encontrar son: mulato (*Bursera simaruba*), zapote mamey (*Pouteria sapota*), rabo lagarto (*Ceiba aesculifolia*), gateado galán (*Astronium graveolens*), caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), ojoche (*Brosimum alacastrum*), nazareno (*Simira rhodoclada*) y epifitas del género *Monstera* entre otras, además de las diferentes especies de palmas (*Chamaedora spp*), y orquídeas.

Vegetación secundaria (acahuales)

Este tipo de vegetación es derivada de la perturbación de la selva alta y mediana, por la implementación de actividades como la agricultura. Algunas de las especies características son: chancarro (*Cecropia peltata*), jonote real (*Ochroma pyramidale*), capulín (*Wimmeria concolor*), nanche (*Byrsonima cassifolia*) y picho (*Schizolobium paraybum*), por mencionar algunos.

En el ejido de Valle Nacional se registraron 51 especies de plantas, pertenecientes a 25 familias y 40 géneros. Las familias más representativas son Palmaceae con 6 especies, Orchidaceae y Leguminosae con 5, Araceae y Bomaceae con 4, seguida por Moraceae con 3 especies. (ECOPRODES, 2010).

Del total de especies, 5 son endémicas: *Vainilla planifolia*, *Ceratozamia mexicana*, *Trichocentrum hoegei*, *Chamaedora klotzchiana* y *C. metalica*.

De acuerdo a los datos obtenidos en el taller participativo de ordenamiento territorial, 18 especies se utilizan para la elaboración de muebles y para construcción, entre las que se pueden mencionar al cedro (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*), además del gateado galán (*Astronium graveolens*), el cual se encuentra amenazado y el roble (*Tabebuia roseae*) entre otros.

Otro de los usos importantes que se le otorga a la flora del ejido es el de combustible, para ello se utilizan varias especies, entre las que se mencionan se encuentran el ojoche (*Brosimum alicastrum*), el guayacan (*Sweetia panamensis*) y el bálsamo (*Myroxylon balsamun*), también se mencionan especies que son utilizadas con fines medicinales como el apompo (*Bernoullia flammea*), el nazareno (*Simira rhodoclada*), el sangregado (*Croton draco*) por mencionar algunas, además de especies comestibles entre las que se encuentran el xinicuil (*Inga jinicuil*), el

zapote mamey (*Pouteria sapota*), el capulín (*Wimmeria concolor*) y la ilama (*Annona purpurea*) y especies ornamentales pertenecientes al grupo de las orquídeas y a palmas del género *Chamaedora*.

Sin embargo, de las especies registradas, 10 se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo según la norma oficial mexicana. 4 especies de la familia Palmaceae registradas en campo se encuentran dentro de la NOM-059, una bajo protección especial, una en peligro de extinción y 2 bajo amenaza, entre éstas las especies endémicas *C. klotzschiana* y *C. metalica*.

Los ejemplares de esta familia son utilizadas como ornamento y como alimento (*Chamaedora alternans* y *C. tepejilote*) por lo que la extracción de esta especie debe ser regulada a fin de preservarlas. Cabe mencionar que estas especies son características de selvas en buen estado de conservación.

De la misma manera especies maderables como el gateado galán (*Astronium graveolens*) se encuentra bajo amenaza junto con el guayacán (*Sweetia panamensis*) el cual se utiliza para construcción, como combustible y además es medicinal.

Finalmente la vainilla (*Vanilla planifolia*), la orquídea (*Trichocentrum hoegei*) y *Cedrela odorata* se encuentran bajo protección dentro de la misma norma, junto con *Ceratozamia mexicana* la cual también es endémica y se encuentra bajo amenaza.

Fauna

Se registraron 23 especies de anfibios pertenecientes a 3 órdenes, 9 familias y 16 géneros. De las especies registradas 2 son endémicas y 14 se encuentran dentro de alguna categoría.

La NOM-059 registra 5 especies de anfibios bajo protección y una como amenazada (*Pseudoeurycea bellii*).

La IUCN reporta 15 especies dentro de sus categorías, 9 de ellas bajo preocupación, 2 vulnerables, una en peligro (*Incilius cavifrons*), una críticamente en peligro (*Agalychnis moreletii*) y una como cercano a la amenaza (*Smilisca cyanosticta*).

Cabe señalar que este grupo de especies no representan ningún uso por las personas de la comunidad.

De las especies de reptiles registradas, 16 se encuentran en alguna categoría. Para los lacértidos se registran 6 especies, todas incluidas dentro de la NOM-059, 5 bajo protección especial de las cuales el garrobo (*Ctenosaura acanthura*) es endémica y se encuentra también dentro del apéndice II de la CITES, finalmente la

NOM-059 ubica a *Coleonyx elegans* como amenazada, cabe mencionar que esta especie es considerada venenosa por los comuneros.

Para el grupo de las serpientes, 6 se encuentran en la NOM-059, 4 como amenazadas y 2 bajo protección especial, entre ellas el coralillo *Micrurus diastema*, la cual también es una especie endémica. Así mismo, la CITES agrupa para este grupo a 2 especies dentro del apéndice II las cuales son *Boa constrictor* y *Clelia clelia*.

Finalmente para los quelonios las 3 especies registradas se encuentran en riesgo, 2 de ellas dentro de la IUCN como cercanas a la amenaza y dentro de la NOM-059 la tortuga casquito (*Kinosternum acutum*) bajo preocupación y *Rhinoclemmys aerolata* junto con *Staurotypus triporcatus* como amenazadas.

Para el grupo de las aves se registraron 199 especies pertenecientes a 18 órdenes, 43 familias y 122 géneros.

Como puede apreciarse, 168 especies del total registrado de este grupo, se encuentran dentro de las diferentes categorías de riesgo.

La NOM-059⁶ incluye a 13 especies como amenazadas, entre ellas al faisán (*Crax rubra*, el tucán (*Ramphastos sulfuratus*) y los loros *Amazona farinosa*, *A. holochlora* y *Pionus senilis*, también agrupa a 13 especies bajo protección especial entre las que se pueden mencionar a *Falco peregrinus* y *Falco femoralis* entre otras rapaces, así como 2 colibrís, la tucaneta (*Pteroglossus torquatus*) y el loro *Aratinga astec*, finalmente coloca al loro *Amazona oratrix* en peligro de extinción.

Mientras que la CITES⁷ ubica a todos los falconiformes, psitaciformes y apodiformes junto con el tucán (*Ramphastos sulfuratus*) en el apéndice II para indicar que están cercanos a la extinción junto con *Glaucidium brasilianum*.

De la misma forma, la lista roja de la IUCN⁸ agrupa a la mayoría de las especies registradas en la categoría de bajo preocupación, cabe mencionar que esta es la categoría de menor rango dentro de la IUCN, sin embargo, ello no significa que la conservación de estas especies deba restar importancia y prioridad, ya que también es importante señalar la gravedad que representa la disminución o pérdida total de cobertura vegetal para la reproducción y conservación de aquellas especies de flora y fauna silvestres que presentan disminuciones en sus poblaciones, como las aves rapaces, los psitácidos o bien para aquellas que buscan refugio como sitio de anidación o alimentación y que son visitantes o

⁶ Norma Oficial Mexicana que define las especies en riesgo de acuerdo a categorías internacionales.

⁷ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

⁸ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

migratorias, sin mencionar las especies de mamíferos, anfibios, reptiles y otros grupos faunísticos menores.

Se registraron 33 especies de mamíferos pertenecientes a 7 órdenes, 14 familias y 30 géneros. Para este grupo, todos los mamíferos registrados, a excepción del mazate (*Mazama americana*) están dentro de alguna categoría. Dentro de la Norma Oficial Mexicana 059 se encuentran 4 especies amenazadas, la onza (*Puma yaguaroundi*), la nutria o perro de agua (*Lontra longicaudis*), la ardilla (*Glaucomys volans*) y el puercoespín (*Coendou mexicanus*), también registra 3 bajo protección especial (*Caluromys derbianus*, *Potos flavus* y *Procyon lotor*.) y 5 en peligro de extinción (*Leopardus pardalis*, *L. wiedii*, *Panthera onca*, *Tamandua mexicana* y *Chironectes minimus*).

La CITES en cambio ubica a 3 felinos en el apéndice II (*Puma yaguaroundi*, *Lynx rufus* y *Puma concolor*) y 3 en el apéndice I (*Leopardus spp.* y *Panthera onca*.) además de la nutria (*Lontra longicaudis*). La IUCN registra 27 especies bajo preocupación, entre las que se pueden mencionar al armadillo (*Dasybus novencintus*) conocido localmente como toche, el oso hormiguero o brazo fuerte (*Tamandua mexicana*), el coyote y la zorra (*Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus* respectivamente) entre otros, 2 especies se registran como cercanos a la amenaza y una en peligro crítico (*Dasyprocta mexicana*, especie endémica).

Especies de interés o en la NOM-059

La NOM-059 incluye a 13 especies como amenazadas, entre ellas al faisán (*Crax rubra*, el tucán (*Ramphastos sulfuratus*) y los loros *Amazona farinosa*, *A. holochlora* y *Pionus senilis*, también agrupa a 13 especies bajo protección especial entre las que se pueden mencionar a *Falco peregrinus* y *Falco femoralis* entre otras rapaces, así como 2 colibrís, la tucaneta (*Pteroglossus torquatus*) y el loro *Aratinga astec*, finalmente coloca al loro *Amazona oratrix* en peligro de extinción.

Mientras que la CITES ubica a todos los falconiformes, psitaciformes y apodiformes junto con el tucán (*Ramphastos sulfuratus*) en el apéndice II para indicar que están cercanos a la extinción junto con *Glaucidium brasilianum*.

Caracterización socioeconómica

La población del Ejido Valle Nacional se distribuye en 8 localidades siendo la más importante San Juan Bautista Valle Nacional que a la vez funge como cabecera municipal del municipio del mismo nombre, cuyo ámbito es urbano, las otras 7 localidades son del ámbito rural, sus actividades principales están relacionadas con la agricultura principalmente.

La relación de feminidad es de 1.10 esto significa que hay un 10% mayor número de mujeres que de hombres, el número de mujeres es de 970 y el de hombres es de 883, por lo que hay una diferencia de 87 mujeres más que de hombres.

El número de viviendas esta directamente ligado al número de habitantes por localidad, donde San Juan Bautista Valle Nacional, cuenta con más viviendas que las otras localidades.

Indigenismo

La población es indígena en su mayoría de la etnia Chinanteca, la lengua que hablan es la Chinanteca; sin embargo, es importante la presencia de gente no indígena que han llegado a vivir a Valle Nacional por la ubicación en la que se encuentra por el acceso a la Ciudad de Oaxaca y Tuxtepec.

Actividades económicas

La mayoría de la PEA es masculina, por ser quienes proporcionan los ingresos para los hogares y en menor proporción lo hacen las mujeres que aportan ingresos para sus hogares. La principal actividad es la agricultura, seguida de los servicios. No se reconoce actividad industrial.

Asimismo, las actividades económicas se integran en un sistema familiar que se complementa de diferentes actividades para conformar su estrategia de producción familiar.

En el ejido Valle Nacional, el aprovechamiento de la superficie forestal no es una actividad económica relevante. La importancia económica de esta área corresponde a que representa la reserva territorial para la realización de actividades agrícolas a través del cambio de uso de suelo.

3. MÉTODOS Y MATERIALES

El proceso metodológico de la presente investigación se dividió en cuatro fases.

La primera, correspondió al análisis de los cambios de uso de suelo en la región Chinantla media, la cual se define para fines del presente estudio como el espacio territorial comprendido en los municipios de Chiltepec, Jacatepec, Valle Nacional, Jocotepec y Ayotzintepec.

El objetivo de este análisis fue comparar a nivel regional el uso de suelo actual con su aptitud original, identificar los procesos de cambio de usos de suelo, identificar los conflictos de aptitud así como determinar un pronóstico en el corto plazo a través del procedimiento de cadenas de Markov.

Como un complemento de esta fase se identifica a nivel microrregional los conflictos de uso de suelo, definidos como la diferencia entre la aptitud y el uso actual. Dicho análisis se realizó en el territorio de un núcleo agrario en específico, el Ejido Valle Nacional localizado en la región Chinantla.

La etapa dos del proceso, analizó la relación entre la renta de las unidades de producción y la distancia a áreas urbanas de un núcleo agrario –el Ejido Valle Nacional- a través de un modelo de regresión polinómico. Asimismo, a través del análisis de los costos de oportunidad se buscó identificar qué condiciones incentivan a nivel micro-regional y comunitario el cambio de uso de suelo.

En la tercera fase, a través del método de valoración contingente se definieron las características socioeconómicas determinantes acerca de la disponibilidad a aceptar un pago (DAA) por parte de los propietarios de los territorios.

La cuarta fase representó un ejercicio de integración de los resultados de las fases anteriores, se propusieron una serie de líneas y criterios de acción acerca de los servicios ambientales, tales como la conservación de la biodiversidad, que pudieran conformar el rediseño de una política pública sobre el tema en la región de análisis. En este planteamiento se integró también algunos elementos del marco legal existente.

Como marco teórico para la realización del estudio, se realizó una revisión acerca del comportamiento de las variables de cambio uso de suelo para el nivel nacional y estatal en el marco teórico desarrollado en el apartado dos del documento.

Cabe señalar que la fase uno se realiza en el nivel territorial regional; específicamente en la región denominada como Chinantla media, que comprende 5 municipios del norte del estado de Oaxaca.

En la fase 2 y 3 el análisis territorial es a nivel microrregional y comunitario en el Ejido Valle Nacional del municipio homónimo, que a su vez forma parte de la región Chinantla. Un esquema que describe el proceso metodológico lo presenta la Tabla 13. En él se relaciona el nivel de análisis territorial, con los métodos y los productos logrados en la investigación.

Tabla 13. Esquema metodológico del análisis de cambio de uso de suelo, comportamiento de la renta en relación a rangos de distancia y definición de factores determinantes en la valoración contingente.

Fase de la investigación	Nivel de análisis territorial	Fase del proceso/ método aplicado	Producto
Marco teórico	Nacional y Estatal	Marco teórico	Caracterización del país y el estado sobre servicios ambientales, cambio de uso de suelo y su relación con el cambio climático.
Fase 1	Regional (5 municipios, Chinantla media)	Análisis de cambio de uso de suelo en SIG y tendencias a través de matriz de Markov.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de uso de suelo • Mapa de cambios de uso de suelo • Matriz de Probabilidad de cambio de uso de suelo • Mapas de Pronóstico de cambio de uso de suelo
	Microrregional comunitario	Análisis de conflictos de uso de suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de conflictos de uso de suelo
Fase 2	Microrregional comunitario	Análisis de la renta y su relación con la distancia al fundo urbano.	<p>Modelos de distancia-ingreso (renta).</p> <p>Análisis comparativo de costos de oportunidad.</p>
Fase 3	Comunitario	Factores de Disponibilidad a Aceptar un pago (DAA) a través de métodos de valoración contingente (MVC).	Factores de determinación de DAA entre los ejidatarios.
Fase 4	Planteamientos de política a nivel regional sobre servicios ambientales	Integración de los resultados de fases anteriores e integración con el marco legal.	Propuestas hacia la reformulación de la política de servicios ambientales en la región.

Fuente: elaboración propia.

Los métodos utilizados se describen a continuación.

3.1. Análisis del cambio de uso de suelo en la región Chinantla media

La región de análisis corresponde a 5 municipios de la región denominada Chinantla media en el estado de Oaxaca. En la realización del análisis se utilizaron imágenes de satélite de los años 2000 y 2005, a fin de poder detectar cambios en los tipos de vegetación.

Las categorías propuestas en el análisis fueron las siguientes:

1. **Cuerpo de agua.** En la cual se contemplaron ríos, arroyos y manantiales dentro de la superficie mínima cartografiada.
2. **Asentamientos humanos y caminos.** Identificada como las áreas urbanas de los municipios así como la infraestructura de carreteras y caminos de terracería.
3. **Pastizal.** Identificada como las áreas que han sido abiertas al establecimiento de pastos para uso ganadero.
4. **Bosque Mesófilo.** Esta área corresponde a un tipo de vegetación característico en la parte de mayor altitud de la zona de estudios y es importante por la enorme cantidad de endemismos vegetales y de fauna.
5. **Agricultura.** Las áreas utilizadas de manera general para la producción de maíz, hule, café y otras especies.
6. **Selva abierta o selva con vegetación secundaria.** Aquellas zonas con cobertura original de selva mediana y alta, que después de utilizarse en actividades agrícolas –como la producción de milpa y café– fueron abandonadas y se encuentran en un proceso de sucesión ecológica.
7. **Selva.** Aquellas áreas que se han mantenido con su uso natural sin intervención humana cubiertas con este tipo vegetal.

Uso de suelo y cobertura vegetal

Los cambios de uso de suelo y vegetación se realizaron a dos escalas espacio-temporales en los territorios de estudio, con el uso de imágenes satelitales Landsat (30 metros), durante los años 2000 y 2005 y a alta resolución espacial (escala de 1:10,000).

Las imágenes a mediana resolución (60-30 m) fueron obtenidas de Global Land Cover Facility (<http://glcf.umiacs.umd.edu/>) y de la USGS Science for a Changing World (<http://glovis.usgs.gov/>), para los años 2000 y 2005 (Tabla 14). En la imagen satelital Landsat MSS se les realizó un re-muestreo para modificar su resolución espacial de 60 a 30 m, con el módulo Re-sample que se encuentra en el programa ERDAS.

Tabla 14.- Imágenes satelitales Landsat con mediana resolución usadas

Sensor	Fecha	Path-Row	Resolución espacial (m)
TM	8 de mayo de 2000	024-048	30
TM	25 de enero 2005	024-048	30

Fuente: elaboración propia

3.1.1 Análisis de uso de suelo

Las imágenes satelitales con una resolución de 30 m se les realizó una clasificación supervisada. Se generaron dos mapas de cobertura de suelos para

dos años distintos (2000 y 2005) a partir de imágenes de satélite de la plataforma Landsat. La metodología empleada fue la siguiente:

Mapa base 2005

Se realizó una clasificación supervisada sobre la imagen 2005, ya que esta es de mejor calidad que la del año 2000 (menor cantidad de nubes) empleando el software ERDAS y ubicando los polígonos de entrenamiento con ayuda del mapa de uso de suelo de INEGI serie III. Se definieron 7 clases que se listan a continuación:

- Cuerpos de agua. Superficies con espejo de agua.
- Desarrollo Antrópico. Asentamientos humanos, Núcleos urbanos e Infraestructura de caminos.
- Pastizal. Superficies con pastos naturales o cultivados.
- Bosque Mesófilo. Áreas con bosque de niebla.
- Agricultura. Áreas agrícolas o huertos y plantaciones.
- Selva abierta o vegetación secundaria. Selva con presencia de vegetación secundaria y/o espacios abiertos.
- Selva. Espacios forestales con alta densidad de árboles.

El algoritmo seleccionado fue el de máxima verosimilitud, el cual asume que las estadísticas de cada clase en cada banda satelital son normalmente distribuidas y calcula la probabilidad que un determinado pixel pertenezca a una clase específica, luego cada pixel es asignado a la clase con la probabilidad más alta.

Posteriormente, se mejoró la clasificación mediante interpretación visual y la edición manual de polígonos. Finalmente, se eliminaron los parches menores de una ha, fusionándolos con sus vecinos de mayor superficie, con el objetivo de disponer de un mapa base con una escala mínima cartografiable de 1 ha.

Mapa 2000.

El mapa 2000 se generó a través del método interdependiente en retrospectiva, es decir, se realizó una interpretación visual de los cambios en la distribución de clases del mapa base, tomando como fuente la imagen Landsat del año 2000, sobreponiendo el mapa 2005 y realizando los cambios pertinentes mediante edición manual.

Esta forma de derivar un mapa a partir de otro mapa base, permite minimizar los errores derivados de otros métodos automáticos.

Mapa de cambios 2000-2005

Los mapas en formato raster del año 2000 y 2005 fueron vectorizados y trasladados al formato shape de ESRI. Posteriormente, se realizó una operación de

intersección y se obtuvo la base de datos asociada, a partir de la cual se construyó la matriz de cambios o de transiciones entre clases para las dos fechas.

Se utilizó además el software IDRISI para estimar las posibilidades de cambio para cada clase de acuerdo a lo observado durante el periodo de estudio. Este proceso generó un mapa de probabilidad de cambio para cada clase.

Como productos de esta fase metodológica se generaron mapas de usos de suelo para los años 2000 y 2005. Asimismo se presenta un mapa de uso potencial homologado a las categorías de uso de suelo utilizadas y al compararlo con el uso de suelo más actual con el que se cuenta se genera un mapa de superficie en conflicto, y una matriz que cuantifica la superficie por categoría de uso.

3.1.2 Tendencias y pronósticos sobre cambio de uso de suelo

Una vez con los productos cartográficos anteriores, se realizó un análisis utilizando los módulos de MARKOV y CA_MARKOV, dentro del programa ERDAS.

Este procedimiento consiste en estimar las probabilidades de transición de las distintas coberturas de suelo para simular la clasificación del uso de suelo a un año x_{i+1} , sobre la base al periodo x_i , mediante el método de las cadenas de Markov (Henríquez y Azócar, 2007).

Para su realización, se homologaron las clases y se realizó una comparación sobre las superficies de cada categoría, a fin de identificar los cambios y estimar una probabilidad de cambio.

Las cadenas de Markov simulan la predicción del estado del sistema en un tiempo determinado a partir de estados precedentes. A partir de este método, se puede estimar la tendencia de cambio de un sistema a partir de los estado previo; si se conoce la magnitud de cambio de uso de suelo entre dos periodos, se puede estimar la cobertura futura para un periodo de tiempo similar (Henríquez y Azócar, 2006).

Las cadenas fueron obtenidas en el programa ERDAS en el que se calcularan las matrices de probabilidades de transición entre las escenas de 2000 y 2005. Estas matrices expresan la probabilidad de que un pixel de una categoría de uso de suelo determinada a , se mantenga o cambie a la categoría b , en un periodo de tiempo x_{i+1} (Henríquez y Azócar, 2007).

3.2 Análisis de conflictos de uso de suelo en el Ejido Valle Nacional

Con la base de la cartografía generada en el Estudio de Ordenamiento Territorial del Ejido (ECOPRODES, 2011), se definieron categorías de uso de suelo específicas y este mapa se comparó con su mapa de uso potencial elaborado el mismo estudio a fin de identificar áreas de conflicto.

Mapa de aptitud vs uso de suelo 2005 (Mapa de conflictos)

Con la base del mapa de uso potencial generado por el Inventario Nacional Forestal, se homologaron las categorías de uso de suelo de los mapas de 2005, a fin de realizar una comparación sobre la aptitud *versus* el uso de suelo, a fin de identificar áreas de conflicto entre los usos de suelo actuales y potenciales.

Posteriormente se realizó una clasificación a fin de generar un matriz de conflictos a nivel regional que cuantifica la superficie del territorio analizado que tiene usos de suelo que no corresponden con su uso potencial.

Se agruparon las categorías de aptitud en las categorías: Agrícola, forestal y pecuario. Se realizó un análisis de uso de suelo actual a una escala de 1:10 000, a fin de reducir la superficie mínima cartografiable. Se identificaron los usos de suelo en conflicto y se estableció una matriz donde se identifican a nivel local las superficies y los usos en conflicto.

3.3 Estimación de renta de la superficie agrícola en relación con la distancia a las áreas urbanas

Una de las suposiciones del presente estudio corresponde a la existencia de una relación entre la renta de la tierra y la superficie a las áreas urbanas. Con la base de la suposición anterior, se realizó una identificación de usos de suelo de acuerdo a un gradiente de distancia y se determinó el nivel de rentabilidad por cada tipo de uso de suelo en un ejido de Oaxaca.

3.3.1 Determinación de la muestra y diseño de modelo

Para el análisis de este planteamiento, se tomó como área de análisis el núcleo agrario de Valle Nacional. En él, se analizaron los datos de distancia a la cual se tienen las parcelas productivas y los valores de rentabilidad. En este sentido se tomaron los datos recabados en una encuesta aplicada a 31 ejidatarios que cuentan de parcelas agrícolas en condición de conflicto, es decir que aunque su aptitud es predominantemente forestal, se utiliza en la producción agrícola.

Para la determinación de la muestra, se tomo como universo muestral el total de los ejidatarios o comuneros titulares de derechos con parcela del núcleo agrario de Valle Nacional.

Para la determinación de la muestra se utilizó la fórmula siguiente, pensando que se trata de una muestra probabilística en racimos (Kohler, 2002).

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N} \quad \dots(1)$$

Donde:

N= Tamaño del universo de la población. En este caso el titular de derechos de cada núcleo agrario.

n'= relación entre la varianza de la muestra y la varianza de la población, a su vez:

$$n' = S^2 / V^2 \quad \dots (2)$$

V² = Cuadrado del error estándar, definido por el investigador. En este caso 0.05.

S² = probabilidad de ocurrencia de y* [p*(1-p)]. En este caso se definió una probabilidad de 90%

Los datos finales del número de encuestas a realizar se presentan en la Tabla 15 donde se observan los cálculos para la determinación de la muestra.

Tabla 15. Parámetros del diseño de muestra

TITULARES (N)	Error estándar	Varianza población	Varianza muestral	n'	n'/N	1+n'/N	n
154	0.05	0.0025	0.09	36	0.23376623	1.23376623	29

Fuente: elaboración propia

Por lo que la muestra definida inicialmente fue de 29 ejidatarios.

Cabe señalar que a pesar que el padrón de ejidatarios con parcelas en condiciones de conflicto de uso de suelo es de alrededor de 154, algunos manifestaron que no realizaban actividades productivas debido a su edad o se negaron a aportar datos para responder la encuesta; sin embargo, en una primera calibración, el número de ejidatarios dispuestos a responder fue de 35 personas, número mayor a la muestra definida, por lo que se optó por aplicar la encuesta entre el mayor número de ejidatarios posibles en las condiciones señaladas.

Como resultado de comparar los niveles de rentabilidad por hectárea *versus* la distancia a las parcelas se generó una serie de modelos polinómicos de diferente grado a través de la manipulación de datos en el paquete Excel. Los valores de distancia se toman en grados de 200 m. lineales a partir del punto de la cabecera del centro de población. Los datos de renta por hectárea se tomaron como resultado de una pregunta de la encuesta relativa al ingreso agrícola y no agrícola y se discriminaron los datos que se identificaron como irreales o falsos de acuerdo a eventos extraordinarios de rentabilidad por ha (ver Anexo).

Para realizar la modelación se tomó el modelo polinómico de grado 3, ya que los modelos sucesivos presentan un comportamiento en el cual los valores posteriores al gradiente de 6000 m, tiene un comportamiento incremental, situación totalmente incongruente con los datos empíricos.

Cabe destacar, que fue posible identificar en la encuesta los usos de suelo agrícola más relevantes: la producción de maíz en sistema milpa y la producción de café.

Una vez definido el modelo, se generó una curva en la que a un valor de distancia (valor x) se establecieron datos de renta de la superficie agrícola promedio (\hat{y}).

3.4 Análisis de costos de oportunidad

Los costos de oportunidad identifican los beneficios que tiene una segunda mejor alternativa para el uso de un factor de capital. En este caso, el factor de capital analizado será la superficie en conflicto de aptitud de uso de suelo del Ejido Valle Nacional, tomando en cuenta que se conoce a través de la evaluación de la renta los ingresos potenciales que representa para el productor el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola.

Asimismo, se define como primera opción el uso agrícola de la superficie y la segunda mejor alternativa el establecimiento de un proceso de conservación de la misma.

Como se ha señalado anteriormente, los costos de la conservación de los servicios ecosistémicos, contemplan no únicamente la renta generada por el uso de suelo, sino también los costos por la conservación de la superficie (también denominados valor de recuperación).

Para este caso, se toma como ejemplo el modelo de análisis de Costos de Oportunidad aplicado en Costa Rica (Cordero, y Castro, 2005). Dado que se conoce estimaciones de los niveles de rentabilidad a través de los modelos generados en el apartado interior, se procedió a cuantificar los costos para establecer la superficie con aptitud forestal como área de conservación.

El modelo original plantea asignar valores de ponderación en relación a la importancia de la actividad. En la presente investigación no se asigna un valor de ponderación como en el caso de Costa Rica, ya que se considera que no se cuenta con una base metodológica y estadística suficientemente robusta para asignar dicho valor de ponderación y que su proposición *a priori* pudiera sesgar la asignación de valor, sin embargo la lógica del modelo se retoma dado su aplicación en evaluaciones para asignar valores a diferentes servicios ambientales (Cordero, y Castro, 2005).

Se realizó una cuantificación de la superficie de selva susceptible de establecerse como área de conservación, determinando asimismo su distancia del fundo urbano. De esta manera, conocido el modelo que relaciona distancia con renta, se estimó la

renta que generan. Este dato se comparó con el escenario de establecer un área de conservación y los ingresos y gastos que generaría este uso de acuerdo a los datos actuales.

3.5 Determinación de las variables determinantes en la disponibilidad a aceptar un pago (DAA) con la aplicación de Método de Valoración Contingente (MVC)

Para la determinación de la disponibilidad a aceptar un pago (DAA) se realizaron preguntas en las encuesta aplicada que identificaban la valoración que el propietario da a su área forestal a través de la pregunta ¿Cuál es el monto ideal que propone como pago a usted del Programa de Servicios Ambientales por una hectárea de conservación?

Se optó por una pregunta cerrada ante la condición de ser un número relativamente reducido de entrevistados (31) y a la dificultad de establecer relaciones de juegos incrementales en la aplicación de cuestionarios de prueba, además de que no todos los encuestados aceptaron en un primer momento dar una respuesta al respecto.

En el análisis, se utilizó la generación de modelos de regresión múltiple a través del paquete estadístico SAS. En un primer momento y de acuerdo a la sugerencia de la literatura sobre análisis estadístico (Kohler, 2002) se realizó una discriminación de las variables de las que se levantó información. Hanemman (1994) sugiere la inclusión de variables independientes relacionadas a la condición socioeconómica de los entrevistados y posteriormente sobre características cualitativas de la superficie a valorar.

Por lo anterior, se plantearon como variables independientes:

Variables sobre características socioeconómicas de los entrevistados:

- X1= Edad*
- X2= Escolaridad*
- X3= Ingreso*
- X4= Superficie en posesión*

Variables sobre la calidad del sitio:

- X5= Distancia del centro urbano*
- X6= Tipo de cultivo*

Cabe destacar que esta última variable corresponde a una variable nominal o cualitativa, se tomó con una *variable ficticia* (Kohler, 2002) con valores 0 o 1 debido a que las principales posibilidades son milpa (maíz-frijol) y café. Si el predio tiene como uso principal la milpa el valor corresponde a 0, si es café a 1.

Como variable dependiente “Y” se definió la disponibilidad a aceptar un pago (DAA).

De manera complementaria, se procedió utilizar el método estadístico de “eliminación hacia adelante” de las variables de regresión, denominado *forward* en el lenguaje de programación de SAS. De esta manera, automáticamente se identifica cual es el modelo con mayor nivel de significancia al tomar en cuenta el valor de R^2 más alto y a su vez consistente con valores de t mayores o cercanos a 2 de las diferentes combinaciones de variables independientes (Kohler. 2002).

En un nivel de agregación más específico, se realiza un análisis sobre la aplicación de un programa en torno a la conservación de los servicios ambientales en el Ejido Valle Nacional, ubicado a su vez en la región Chinantla. En dicho ejido se analiza las características del proceso de cambio de uso de suelo ligado a los sistemas económicos familiares y se aplica el método de Costos de Oportunidad como método de análisis a fin de identificar el valor aproximado de los servicios ambientales generados, se modela la disponibilidad a aceptar un pago y se identifican las variables más significativas en la definición de la misma.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Uso de suelo en la región Chinantla y sus cambios

4.1.1 Cambios de uso de suelo 2000-2005

El primer objetivo propuesto en la investigación corresponde a identificar el proceso de cambio de uso de suelo y establecer pronósticos a nivel regional en cinco municipios de la región Chinantla de Oaxaca. Para ello se realizó un análisis comparativo de las imágenes de satélite del año 2000 y 2005.

El periodo de 5 años se aplicó debido a que los productos cartográficos con los que se pudo contar fueron limitados, debido a su costo y disponibilidad. Los resultados pueden no ser concluyentes, ya que el cambio de uso de suelo es un proceso complejo cuyo comportamiento se ve reflejado en periodos de tiempo mayores y existe la posibilidad de conversiones entre usos de suelo en un periodo tan corto. Sin embargo, los resultados del análisis permiten identificar el comportamiento del proceso de cambio en su aspecto general y de corto plazo, así como identificar probabilidades que si bien no son concluyentes si permiten identificar tendencias reflejadas en probabilidades de cambio entre diferentes usos de suelo.

La comparación entre las superficies de las categorías mencionadas presenta el comportamiento siguiente (Tabla 16):

Tabla 16. Comparación de superficies por categoría de uso de suelo. 2000-2005. Región Chinantla

Categoría	Superficie año 2000 (ha)	Superficie año 2005 (ha)	Balance (ha)
Cuerpo de agua	1,554.48	1,553.22	-1.26
Desarrollo antrópico	3,810.51	3,833.91	23.40
Pastizal	31,104.63	32,117.49	1,012.86
Bosque mesófilo	105.48	105.48	0.00
Agricultura	2,090.88	1,802.43	-288.45
Selva abierta/vegetación secundaria	71,592.21	70,968.42	-623.79
Selva	88,283.88	88,161.12	-122.76
TOTAL	198,542.07	198,542.07	

Fuente: Elaboración propia

El análisis del uso de suelo a nivel regional plantea cambios en la superficie dedicada a la agricultura, la vegetación secundaria y la selva, usos de suelo que se reducen en detrimento de las superficies de pastizales y en menor medida las utilizadas para usos urbanos, incluyendo la construcción de infraestructura y el crecimiento de los núcleos de población.

En el caso de la reducción de 623 ha de la superficie de selva abierta y vegetación secundaria, que representa la mayor superficie con cambio, es importante señalar que corresponde a un uso de suelo originalmente cubierto de selva que fue en algún momento abierto al uso agrícola o en el cual se realizó un proceso de roza o deforestación.

En el caso de la reducción de 288 ha de uso agrícola, el segundo cambio en extensión, corresponde a áreas con cultivos principalmente de maíz en sistema de milpa y de café, los cuales en los últimos 10 años han tenido un comportamiento muy variable sobre el costo de sus insumos, los precios de comercialización y en general la rentabilidad de la actividad. (ECOPRODES, 2004).

La ubicación del uso de suelo agrícola y de selva abierta o vegetación secundaria generalmente limita con áreas de pastizal, por lo que es común que los cambios se realicen entre estos dos usos de suelo.

En los municipios de la región, el cambio de uso de suelo para favorecer el establecimiento de pastizales en detrimento de la agricultura y la selva intervenida tiene su explicación en la importancia que en la economía familiar tiene la ganadería en la actualidad, ya que una de sus características es la de tener un comportamiento más estable en los precios de venta por lo menos en los últimos 10 años, a diferencia de la actividad agrícola, en la cual los principales cultivos de la región –maíz, hule y café- han presentado cambios drásticos en su nivel de ganancia.

Asimismo, el paquete técnico que se aplica en la ganadería es básico y los insumos externos casi inexistentes. La actividad se realiza en condiciones de pastoreo abierto sin un manejo técnico que implique costos o una aplicación constante de trabajo por parte de los productores (ECOPRODES, 2004). Ante esto y un comportamiento relativamente más estable en los ingresos, la actividad pecuaria representa mayor atractivo en su realización por parte de los propietarios de la tierra y un mayor incentivo para el cambio de uso de suelo agrícola y de selva a pastizales. En las Figuras 5 y 6 se presentan los mapas de ambas imágenes de satélite.

4.1.2 Tendencias y pronósticos sobre cambio de uso de suelo

La Tabla 16 corresponde a una matriz en la que se realiza un análisis cruzado entre las superficies por uso de suelo en los años 2000 vs 2005. En la tabla se presentan valores de extensión que cambiaron en cada categoría de uso de suelo definida.

La fila “Total A” representa la superficie identificada para cada clase en el análisis de 2000 en la superficie analizada. La columna “Total B” representa el total de la superficie por cada clase en el análisis de la imagen de 2005.

Como un ejemplo de la información que presenta, en la tercera columna de la Tabla 17, dedicada al uso de suelo pastizal, el dato al final de la columna representa la superficie que en el año 2000 tenía dicha categoría, en este caso 31,104.63 ha. En la misma lógica, el último dato de la tercera fila representa la superficie total que el 2005 se definió para la categoría, en este caso 32,117.49 ha.

Tabla 17. Matriz de superficies con cambio de uso de suelo por categoría.
Región Chinantla, Oaxaca. 2000-2005.

		Superficie año 2000 (ha)							Total B (Superficie en ha Año 2005)	
		1	2	3	4	5	6	7		
CLASES		Cuerpo de agua	Desarrollo antrópico	Pastizal	Bosque mesófilo	Agricultura	Selva abierta/ vegetación secundaria	Selva		
Superficie año 2005	1	Cuerpo de agua	1,552.23	0.00	0.09	0.00	0.00	0.90	0.00	1,553.22
	2	Desarrollo antrópico	0.00	3,808.80	21.33	0.00	0.18	2.70	0.90	3,833.91
	3	Pastizal	1.26	1.35	30,806.55	0.00	308.97	949.59	49.77	32,117.49
	4	Bosque mesófilo	0.00	0.00	0.00	105.48	0.00	0.00	0.00	105.48
	5	Agricultura	0.00	0.00	46.08	0.00	1,756.35	0.00	0.00	1,802.43
	6	Selva abierta/ vegetación secundaria	0.99	0.36	223.02	0.00	24.39	70,601.31	118.35	70,968.42
	7	Selva	0.00	0.00	7.56	0.00	0.99	37.71	88,114.86	88,161.12
Total A (Superficie en ha año 2000)		1,554.48	3,810.51	31,104.63	105.48	2,090.88	71,592.21	88,283.88	198,542.07	

Fuente: Elaboración propia

Es de destacarse que la diferencia en el periodo analizado en el uso de suelo selva es muy reducida, ya que según la comparación entre el dato de la superficie del año 2000 y del año 2005 el cambio es de 46.26 ha, las cuales corresponden a 7.56 ha que se transformaron en pastizal (cruce fila 7 y columna 3) y 37.71 ha a selva abierta y vegetación secundaria (cruce fila 7 columna 6).

Asimismo, el cambio para la categoría de bosque mesófilo es inexistente.

Lo anterior muestra que para el periodo analizado no hubo un cambio de uso de suelo relevante en la superficie ocupada por vegetación original (selva y bosque mesófilo). El supuesto bajo el cual se han establecido los subsidios a la conservación de superficies de vegetación original, es que existen cambios acelerados y que solo a través de aplicar transferencias económicas estos cambios se reducirán. Los resultados aunque parciales y perfectibles, muestran que la superficie se ha mantenido constante en los últimos años, por lo menos en relación a estos tipos de vegetación.

Los resultados de probabilidad de cambio y sus cruces, se especifican entre categorías en la Tabla 18. Estos se definieron a través de la aplicación del proceso automatizado del programa ERDAS descrito previamente.

Tabla 18. Matriz de probabilidad de cambio por categoría de uso de suelo. Región Chinantla, Oaxaca. 2000-2005.

CLASES	PROBABILIDADES							Total Probabilidad interclases
	1	2	3	4	5	6	7	
	Cuerpo de agua	Desarrollo antrópico	Pastizal	Bosque mesófilo	Agricultura	Selva abierta/vegetación secundaria	Selva	
1 Cuerpo de agua	0.999	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
2 Desarrollo antrópico	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
3 Pastizal	0.001	0.000	0.990	0.000	0.148	0.013	0.001	1.000
4 Bosque Mesófilo	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000
5 Agricultura	0.000	0.000	0.148	0.000	0.840	0.012	0.000	1.000
6 Selva abierta/vegetación secundaria	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.986	0.001	1.000
7 Selva	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.998	1.000
Probabilidad de ocurrencia de cambio	0.999	1.000	1.153	1.000	0.841	1.007	0.999	

Fuente: Elaboración propia

Las probabilidades de cambio de uso de suelo hacia agricultura, pastizales y desarrollo antrópico, están representadas en términos espaciales en los mapas de las Figuras 5 a 10. No se presentan mapas sobre la probabilidad de cambio de uso

de suelo a selva o bosque mesófilo ya que dichas probabilidades son poco significativas.

Los valores de probabilidad de la Tabla se encuentran en un rango entre 0 y 1. Un valor cercano a 1 representa mayor probabilidad al cambio y valores cercanos a 0 muestran que los cambios son menos probables.

En el caso de la fila 3 de la categoría de uso de suelo pastizal, el dato de probabilidad de 0.148 en relación con la columna 5, categoría de agricultura representa que existe una probabilidad de 0.148 de que la superficie agrícola se transforme en pastizal. A su vez el cruce con la columna 5 muestra una la probabilidad de 0.013 de que una superficie de selva abierta o vegetación secundaria se transforme en pastizal.

La fila final denominada “probabilidad de ocurrencia de cambio” muestra la probabilidad total de que un uso de suelo se mantenga. Probabilidades de 1, como en el caso de las categoría “desarrollo antrópico” y “bosque mesófilo” representa que no se observó cambio en el periodo de 5 años por lo que la probabilidad de cambio es de 1. En el caso de categorías menores de 1 tales como agricultura, se entiende que la probabilidad de que se mantenga el mismo uso de suelo es de 0.841. En el caso contrario en categorías como el pastizal, cuya probabilidad es de 1.153 representa que la probabilidad de que este uso de suelo se incremente.

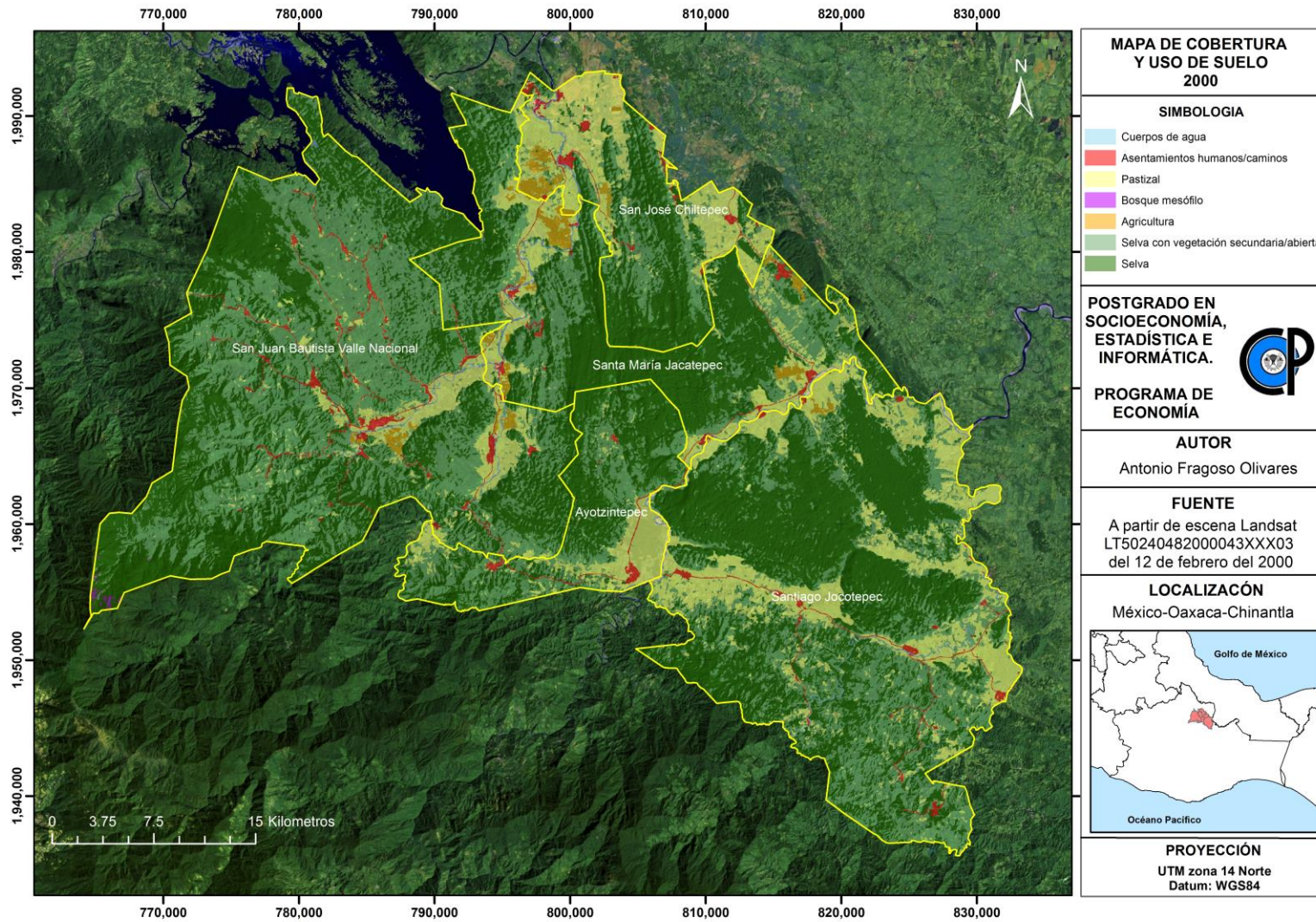


Figura 5. Uso de suelo 2000. Región Chinantla, Oaxaca

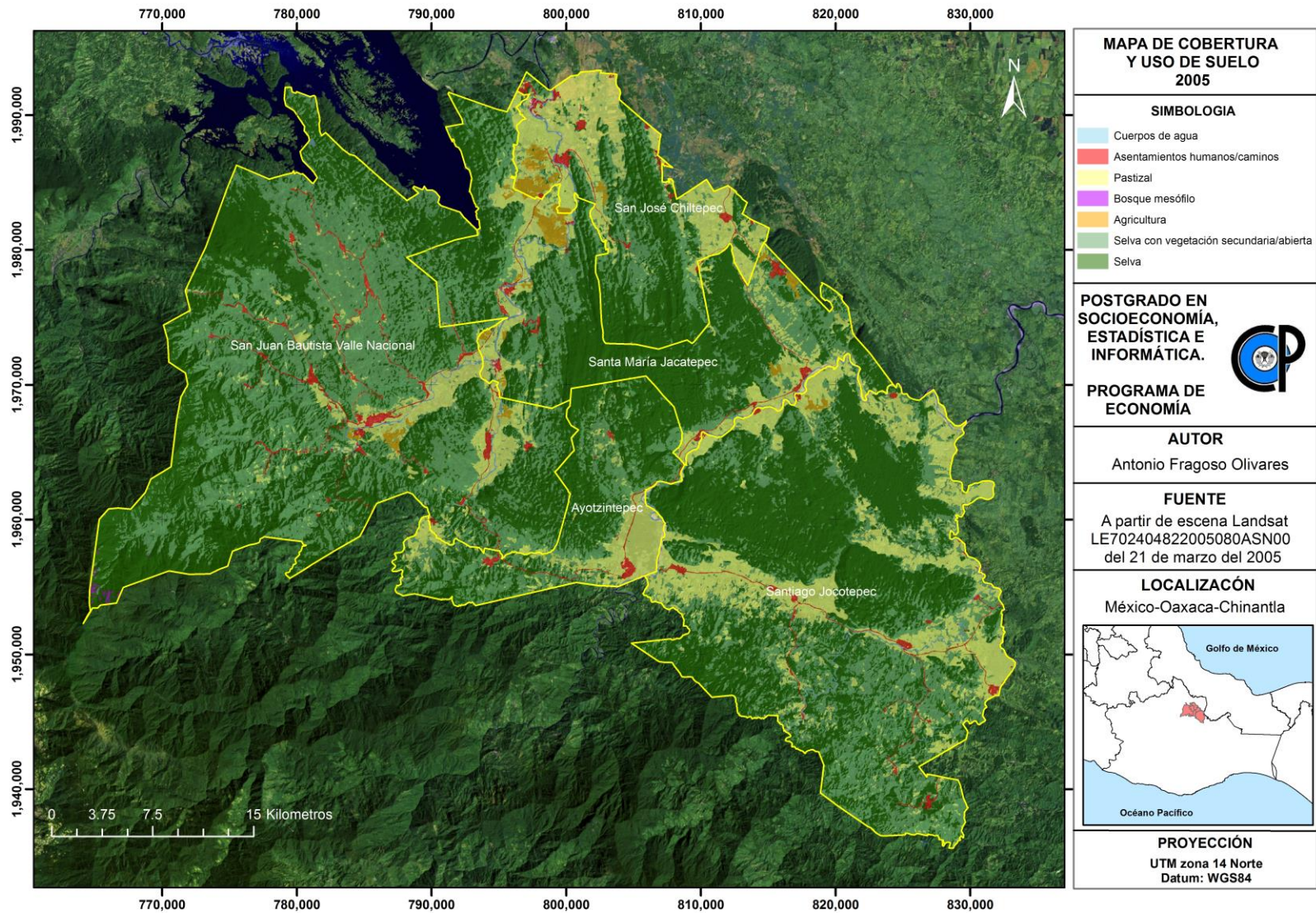


Figura 6. Uso de suelo 2005. Región Chinantla, Oaxaca

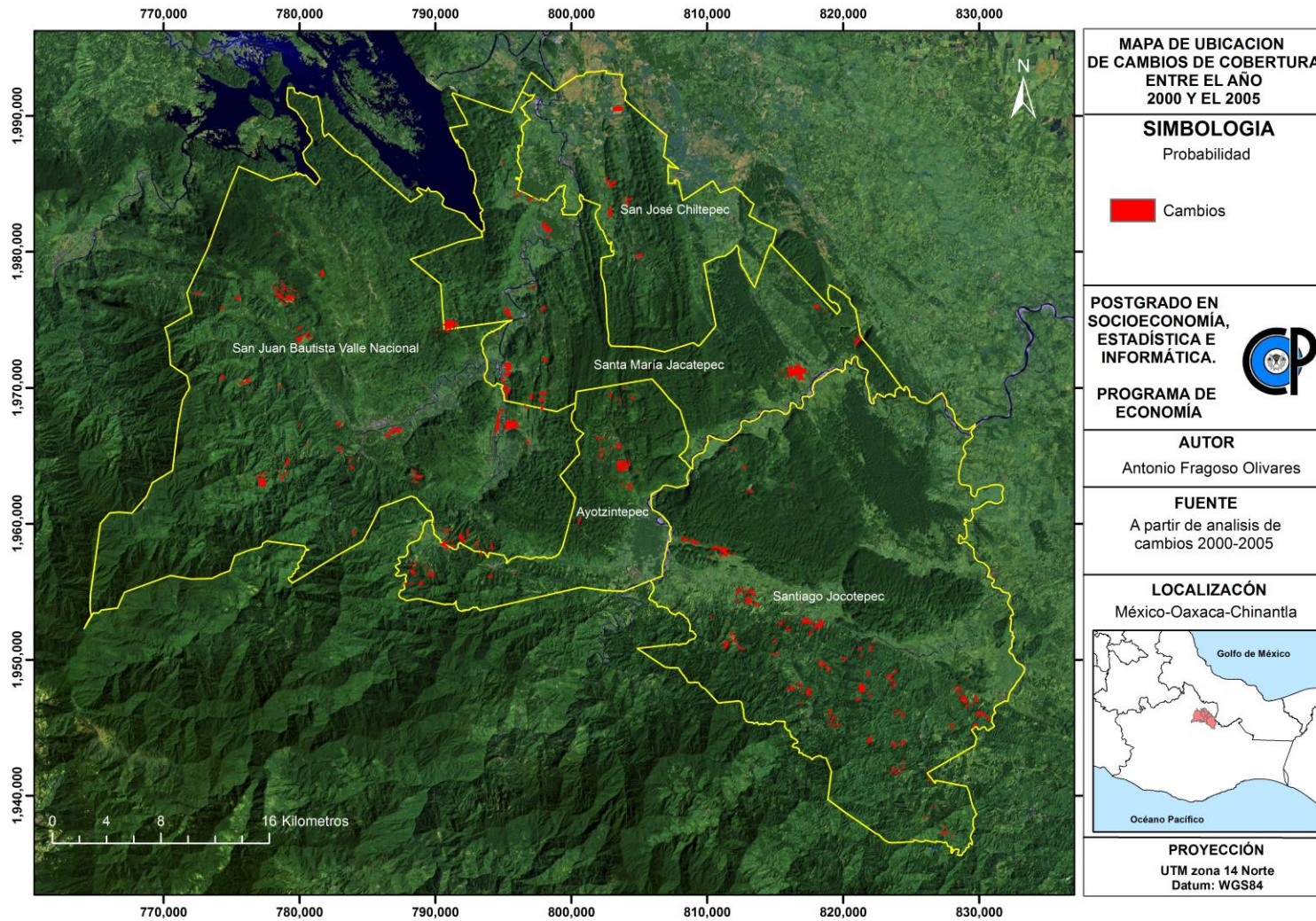


Figura 7. Cambio de uso de suelo 2000-2005. Región Chinantla, Oaxaca

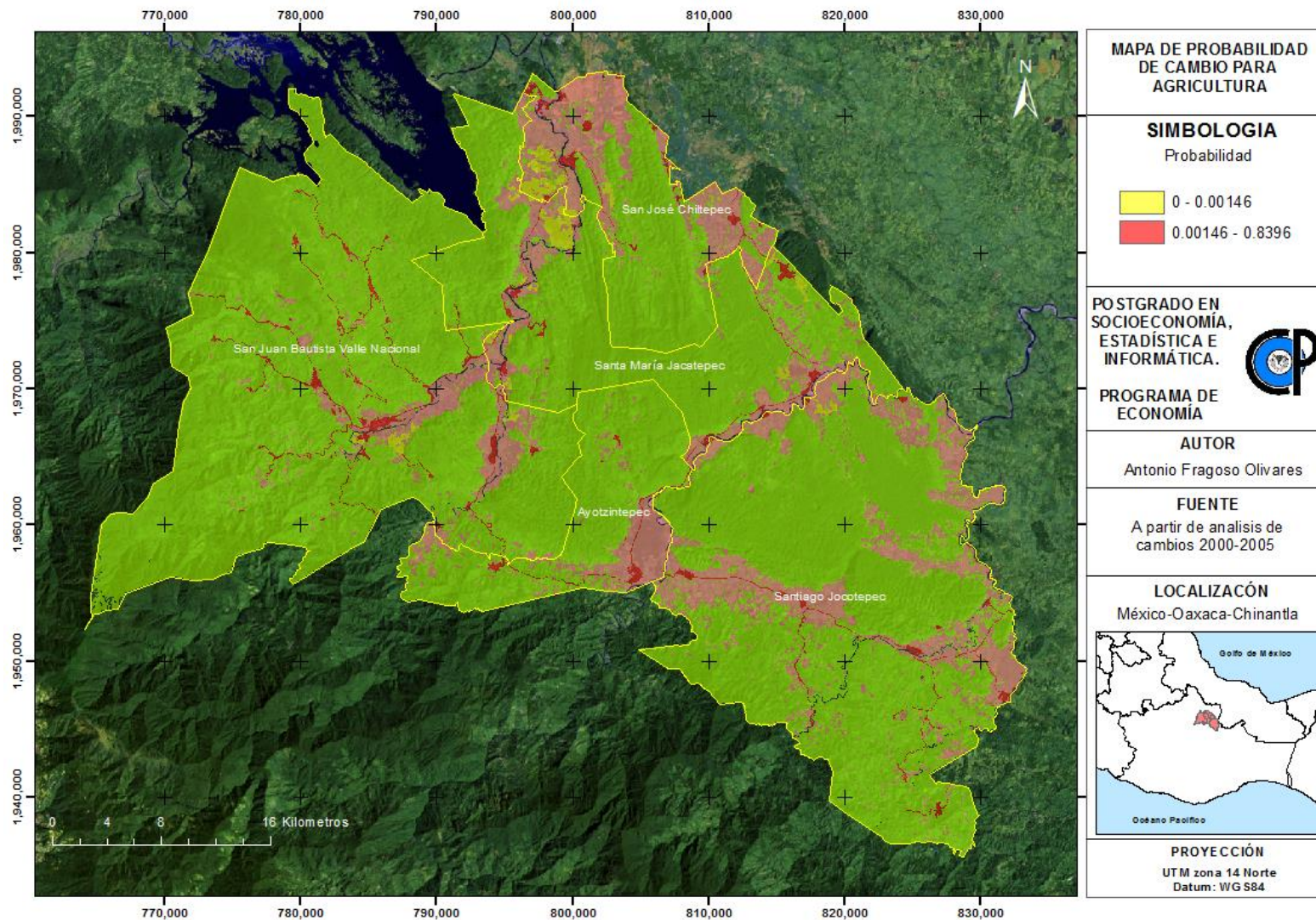


Figura 8. Probabilidad de cambio de uso de suelo a agricultura. Región Chinantla, Oaxaca

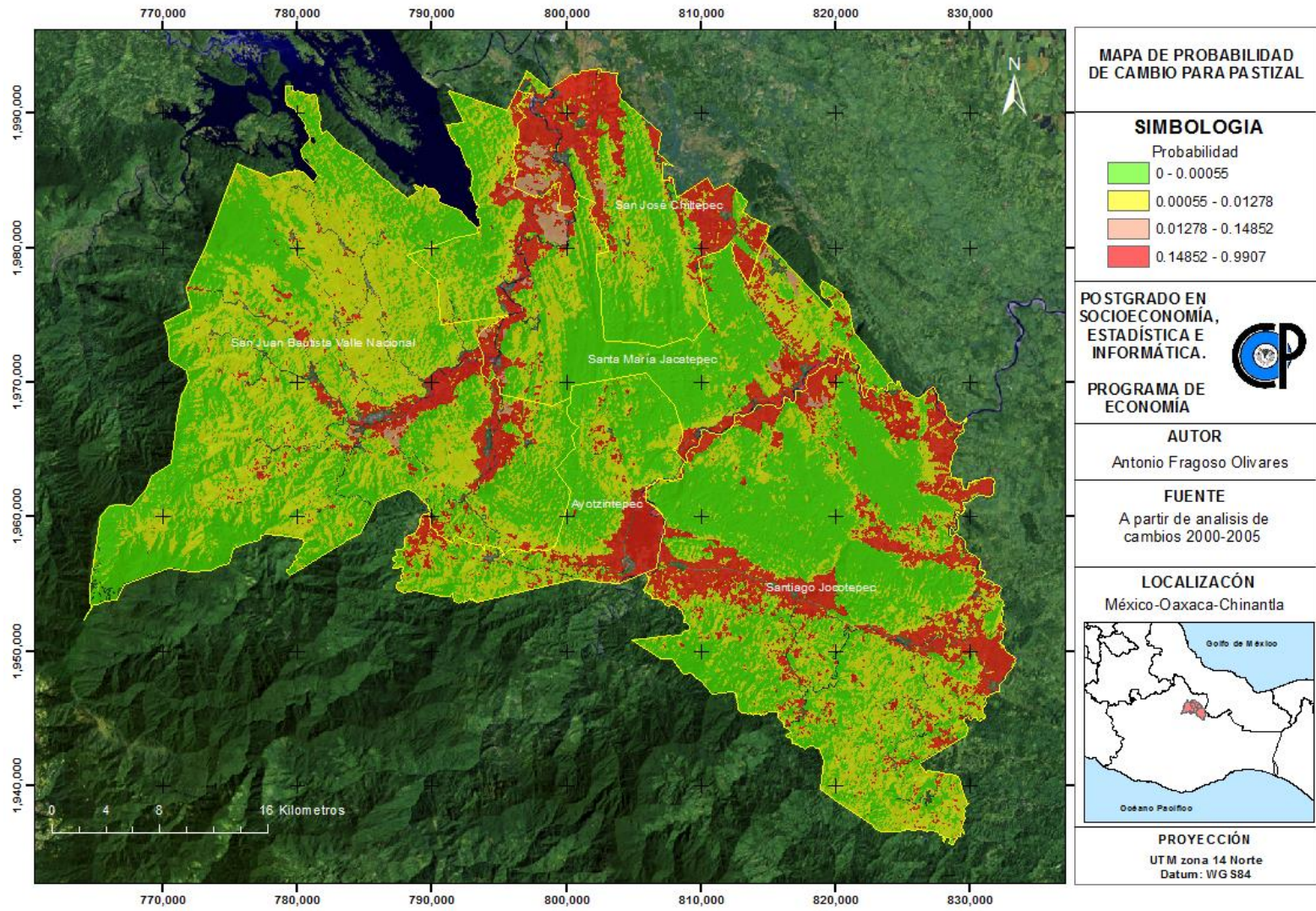


Figura 9. Probabilidad de cambio de uso de suelo a pastizal. Región Chinantla, Oaxaca

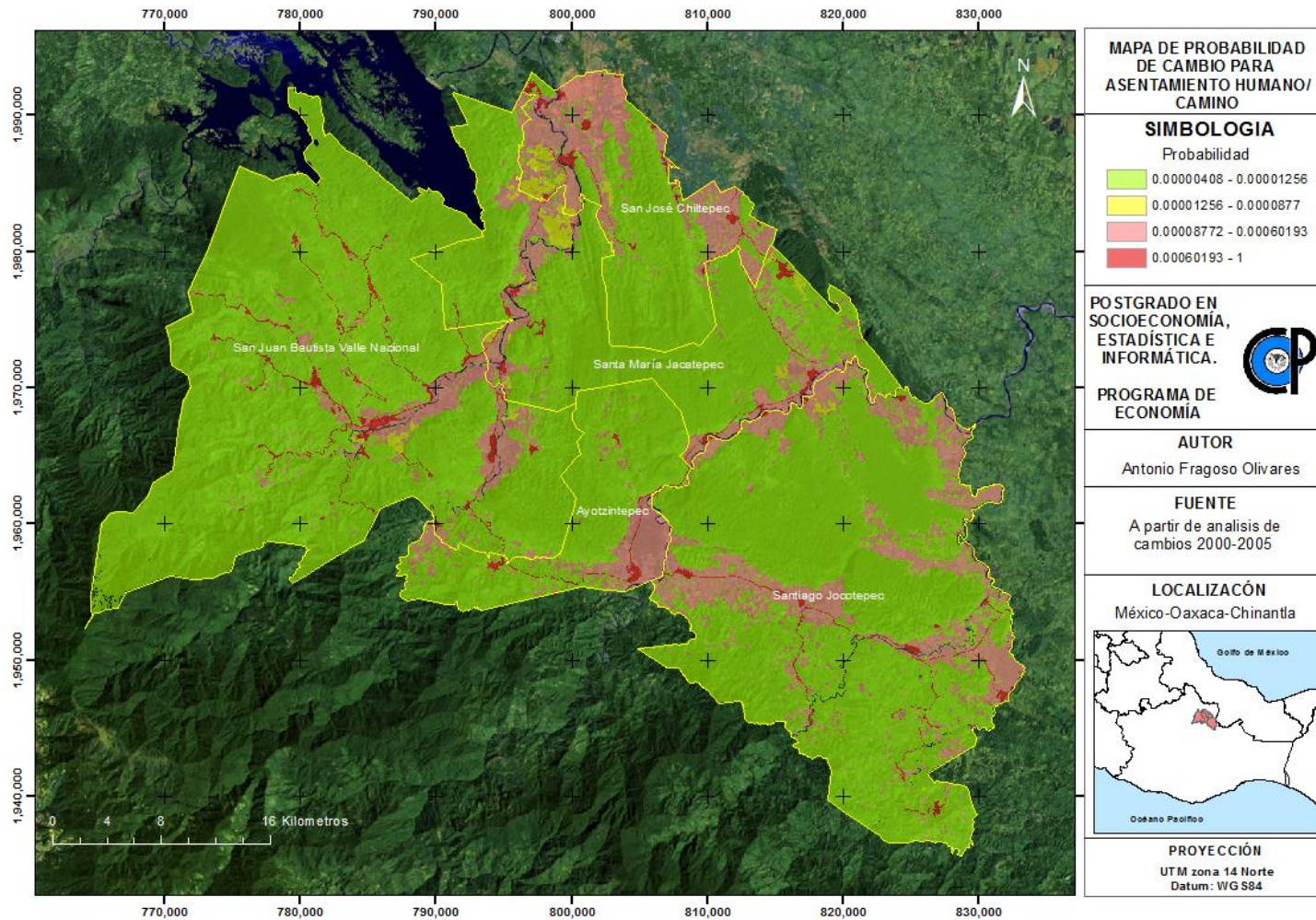


Figura 10. Probabilidad de cambio de uso de suelo a desarrollo antrópico. (infraestructura, caminos y asentamientos humanos). Región Chinantla, Oaxaca

La Figura 11 muestra un diagrama de los procesos de cambios por cada una de las categorías de uso de suelo, en donde se observa el comportamiento de los cambios espaciales (en hectáreas). El sentido de las flechas indica si la superficie se transforma a otro uso y si es otro uso el que deja de realizarse:

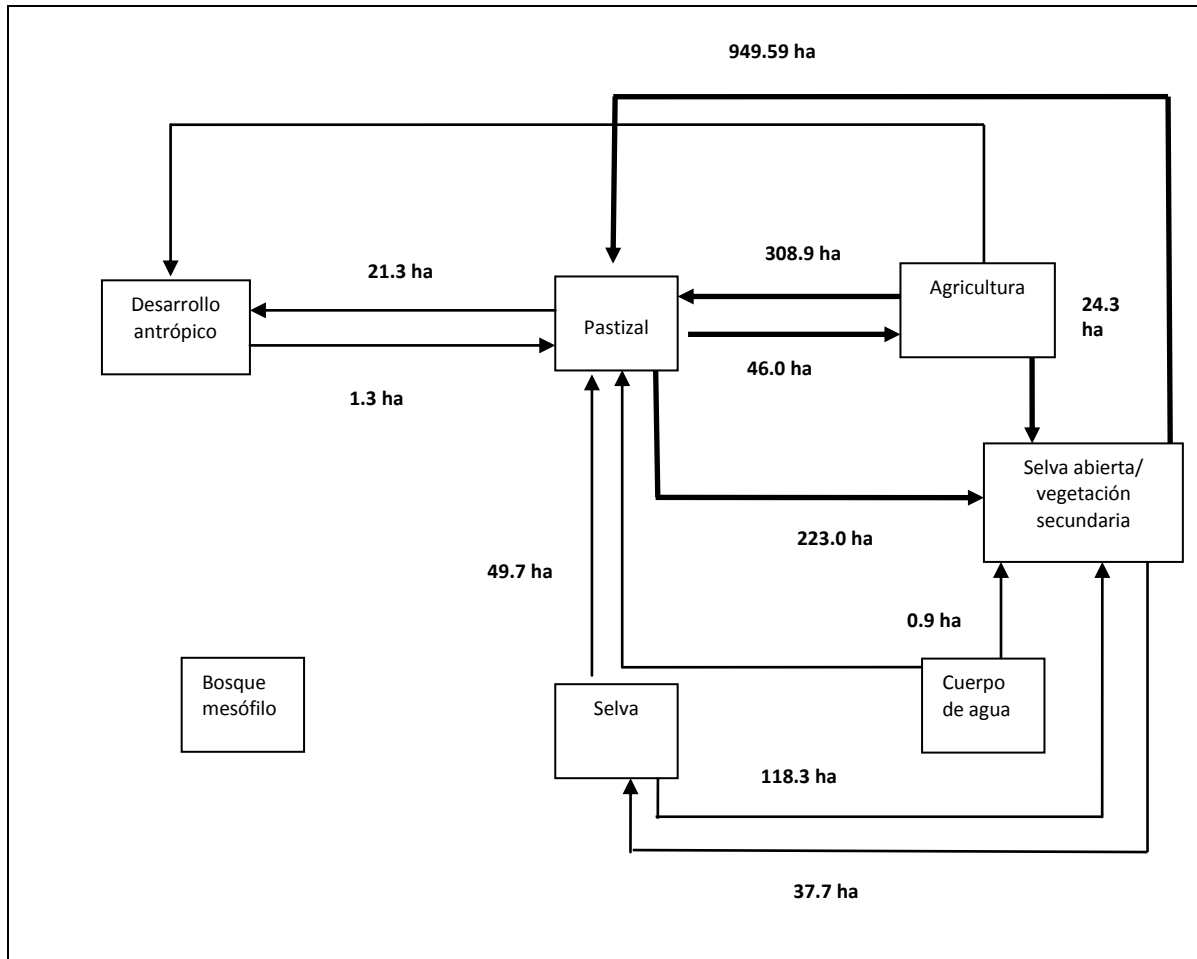


Figura 11. Diagrama de transición, superficie con cambio de uso de suelo región Chinantla, Oaxaca

El esquema anterior muestra que la mayor parte de los cambios se realizan en aquellas áreas que están ya intervenidas por uso humano, es decir las áreas agrícolas, ganaderas y de vegetación secundaria. En contraste, la sustitución de áreas de vegetación original de selva es muy reducida. En el caso del bosque mesófilo el cambio es inexistente.

Esquematisando el comportamiento observado en término de probabilidades, se tiene el resultado de la Figura 12. Para fines ilustrativos se omiten las probabilidades menores a 0.001 al considerarse no significativas.

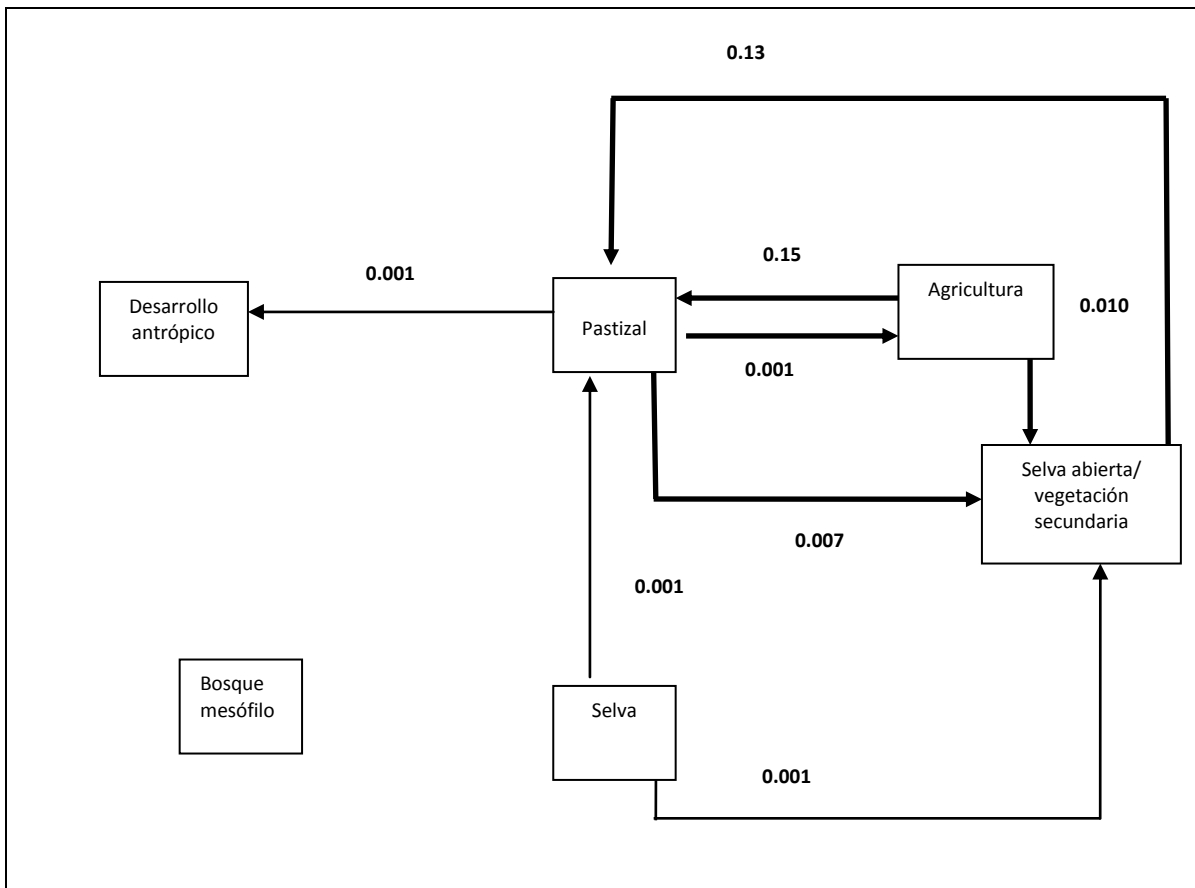


Figura 12. Diagrama de transición, probabilidades de cambio de uso de suelo región Chinantla, Oaxaca

La probabilidad de cambio más alta corresponde a la transformación de agricultura a pastizal (0.15) y de selva con vegetación secundaria a pastizal (0.13). La transformación de selva a pastizal y selva a vegetación secundaria es apenas 0.001.

Asimismo, la transformación de selva a pastizales de apenas 0.001 y de selva a agricultura es cero. El bosque mesófilo se mantiene totalmente sin cambio. Una explicación plausible acerca de este comportamiento es que las áreas con posibilidad de ser transformadas de cubierta forestal a agrícola o pecuario han sido abiertas a estos usos, de tal manera que ya no hay interés de los poseedores de abrir nuevas áreas ante las dificultades de acceso y topografía que estas áreas representan. Por lo anterior, los factores fisiográficos al parecer son determinantes en el cambio de uso de suelo, ante las limitantes que representan para el establecimiento de actividades agrícolas o pecuarias.

El crecimiento urbano no representa un incremento notable ya que en su conjunto el uso de suelo de la categoría denominada desarrollo antrópico se mantuvo constante en el periodo analizado.

El resultado del diagrama, cuestiona el supuesto acerca de que actualmente la vegetación de selva o bosque mesófilo se transforma a uso agropecuario de manera directa, base de propuestas de programas de subsidios como el de Servicios Ambientales del Bosque operado por la Comisión Nacional Forestal, (CONAFOR), ya que según se observa, la mayor parte de los cambios de uso de suelo ocurren entre la agricultura, el pastizal y la vegetación secundaria de manera cíclica.

Con el análisis integrado de los diferentes elementos, es posible perfilar algunos comentarios en torno a las políticas sobre servicios ambientales para la región analizada.

- La actual política de servicios ambientales opera a través de subsidios directos a la conservación de áreas que actualmente cuentan con cobertura forestal. El objetivo que subyace es que a través de la generación de ingresos por parte de las áreas con cobertura forestal se desincentivará su cambio de uso de suelo.
- Sin embargo, el análisis realizado para el periodo de 5 años, hace evidente el hecho de que estos subsidios no tienen un impacto directo sobre el cambio de uso de suelo, ya que no existe un proceso de cambio de uso de suelo intenso por lo menos en un periodo reciente.
- Los cambios de uso de suelo se observan entre agricultura, selva abierta y pastizal, usos de suelo en los que ya se realizó intervención humana, mientras que las áreas con vegetación originaria como el bosque mesófilo y la selva no existen cambios o un proceso de transición en el periodo analizado.

4.2 Análisis de conflictos de uso de suelo a nivel microrregional y comunitario. El Ejido Valle Nacional

El segundo objetivo de la investigación buscó identificar el proceso de cambio de uso de suelo a nivel local, a fin de analizar si se replica el comportamiento observado a nivel regional, para lo cual se realizó el análisis del cambio de uso de suelo en la localidad de Valle Nacional, núcleo agrario ubicado en la región Chinantla.

Se realizó la comparación entre los mapas de uso potencial y uso de suelo para el año 2010 realizados para el estudio de ordenamiento territorial (ECOPRODES, 2010) se presentan en la Tabla 21. Se observa que la mayor superficie en la que el uso actual no corresponde a su uso potencial es la de agricultura, ya que más la superficie que actualmente está cubierta con dicha categoría es del doble de la que tiene aptitud. Porcentualmente existe una variación de casi el doble entre la superficie con este uso de suelo y aquella con potencialidad agrícola.

En contraste la superficie de aptitud forestal, representada por la selva alta y mediana tiene un uso potencial mayor en alrededor de 300 ha del que actualmente cuenta con dicha vegetación. Porcentualmente, la superficie con uso potencial forestal es 20% más de la que actualmente cuenta con este uso de suelo.

En contraste con lo que se observa a nivel regional, el pastizal presenta una presencia reducida. En el núcleo agrario la diferencia porcentual entre el uso potencial y la superficie dedicada a esta actividad es casi la misma.

Tabla 19. Uso potencial *versus* uso actual de suelo en el Ejido Valle Nacional, Oaxaca. 2010.

Categoría de Uso de suelo	Uso actual (ha)	Porcentaje	Uso potencial (ha)	Porcentaje
Agricultura de temporal	634.62	31%	333.29	16%
Selva alta y mediana perennifolia	1,348.69	65%	1,678.81	81%
Pastizal	80.36	4%	66.84	3%
Área urbana	14.55	1%	0	0%
TOTAL	2,078.22	100%	2,078.22	1.00

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados en la Tabla 19 presentan diferencias con el comportamiento observado a nivel regional, ya que se observa que la importancia de la ganadería es menor en comparación con el resto de la región. Asimismo, la agricultura tiene mayor superficie utilizada que en la región en relación con la ganadería.

El comportamiento señalado puede explicarse al observar la fisiografía del núcleo agrario en los mapas de las Figuras 13 y 14, ya que la mayor parte de las áreas son de pendientes pronunciadas, lo que muestra una limitación fisiográfica para la actividad pecuaria. Asimismo, como se señaló en el apartado de caracterización del ejido, la actividad productiva que se realiza es maíz en sistema de milpa, pero hay una parte de la superficie dedicada a la producción de café, cultivo que presenta un comportamiento comercial contrastante ya que en ocasiones los precios son favorables para el productor aunque existen periodos anuales en los que no es rentable y el cual sin embargo puede desarrollarse en condiciones de fisiografía como las que tiene el ejido.

La Tabla 20 presenta los conflictos identificados por uso de suelo, y cuantifica la superficie que se encuentra en dicha condición. La tabla refiere los casos en los cuales un uso de suelo actual no corresponde con el uso de suelo potencial que se tiene identificado.

Tabla 20. Conflicto de usos de suelo en el Ejido en el Ejido Valle Nacional. Oaxaca, 2010.

Condición	Tipo de conflicto	Superficie (ha)	Superficie del ejido (%)
Sin conflicto	Forestal, con uso forestal	1,446.63	70
	Agrícola, con uso agrícola	318.95	15
	Pecuario, con uso pecuario	0	0
Conflicto	Forestal, con uso agrícola	258.32	12
	Pecuario, con uso agrícola	54.32	3
	Forestal, con uso pecuario	0	0
	Agrícola, con uso pecuario	0	0
	Pecuario con uso forestal	0	0
TOTAL		2,078.22	100

Fuente elaboración propia

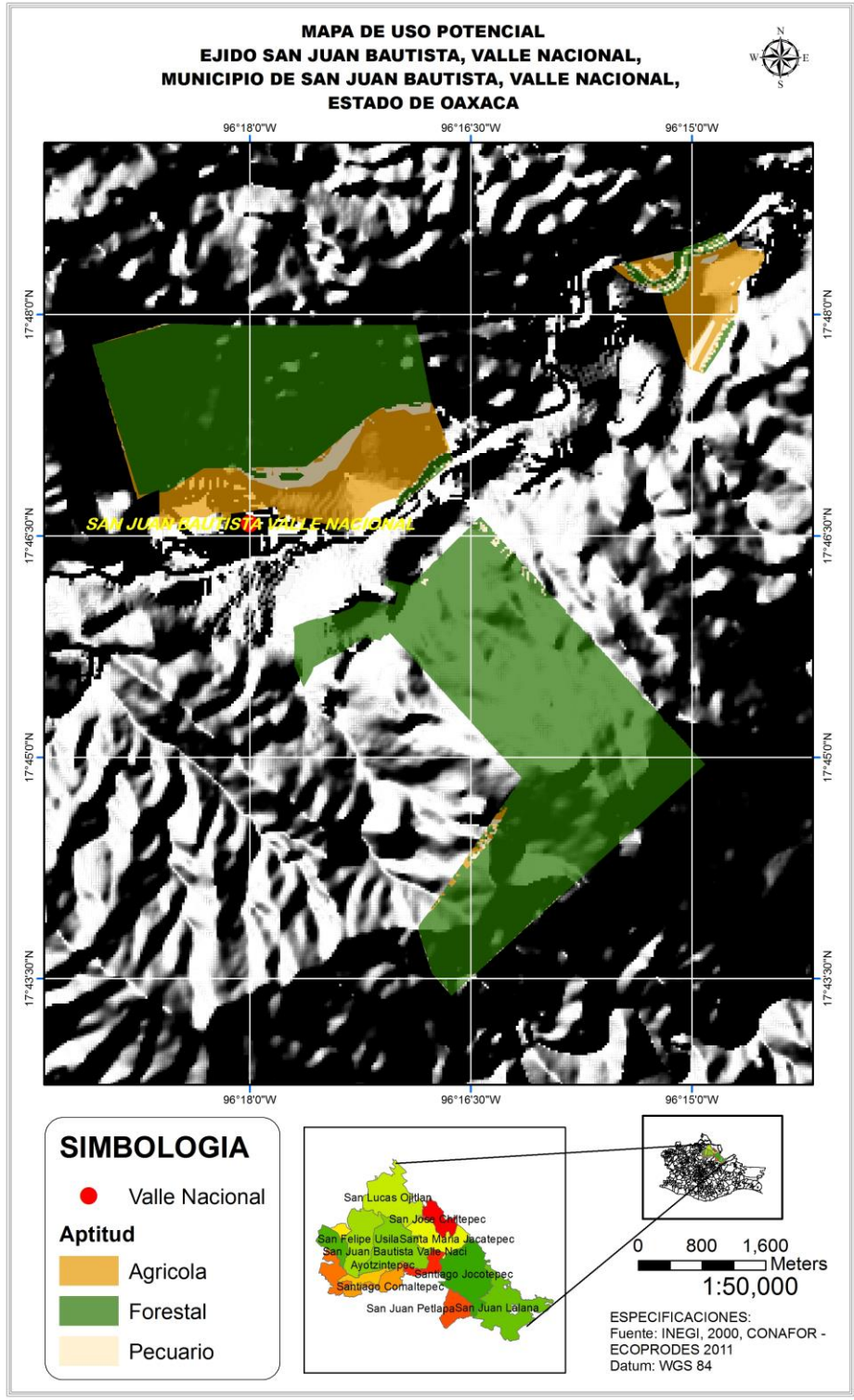
El conflicto de uso de suelo más importante corresponde a uso agrícola actual en uso potencial forestal. De acuerdo al análisis anterior, existe una superficie cuyo uso es congruente con su aptitud y que representa el 85% del total de la superficie del ejido. Los datos se ilustran en el mapa que se presenta en la Figura 14.

Lo anterior se relaciona con el tipo de actividad productiva que realiza el ejido y la disponibilidad de tierra, ya que como se observa en el mapa siguiente (Figura 13), la mayor superficie tiene aptitud forestal, y dado que no se realiza un aprovechamiento económico de estas áreas, se convierten en áreas agrícolas de bajos rendimientos para la producción de maíz en condición de milpa y café, principalmente. (ECOPRODES, 2011).

No existe conflicto relacionado con la actividad pecuaria *versus* aptitud forestal y el conflicto del uso pecuario con el uso agrícola es de apenas 3% del territorio del núcleo agrario, lo que contrasta con el comportamiento observado a nivel regional.

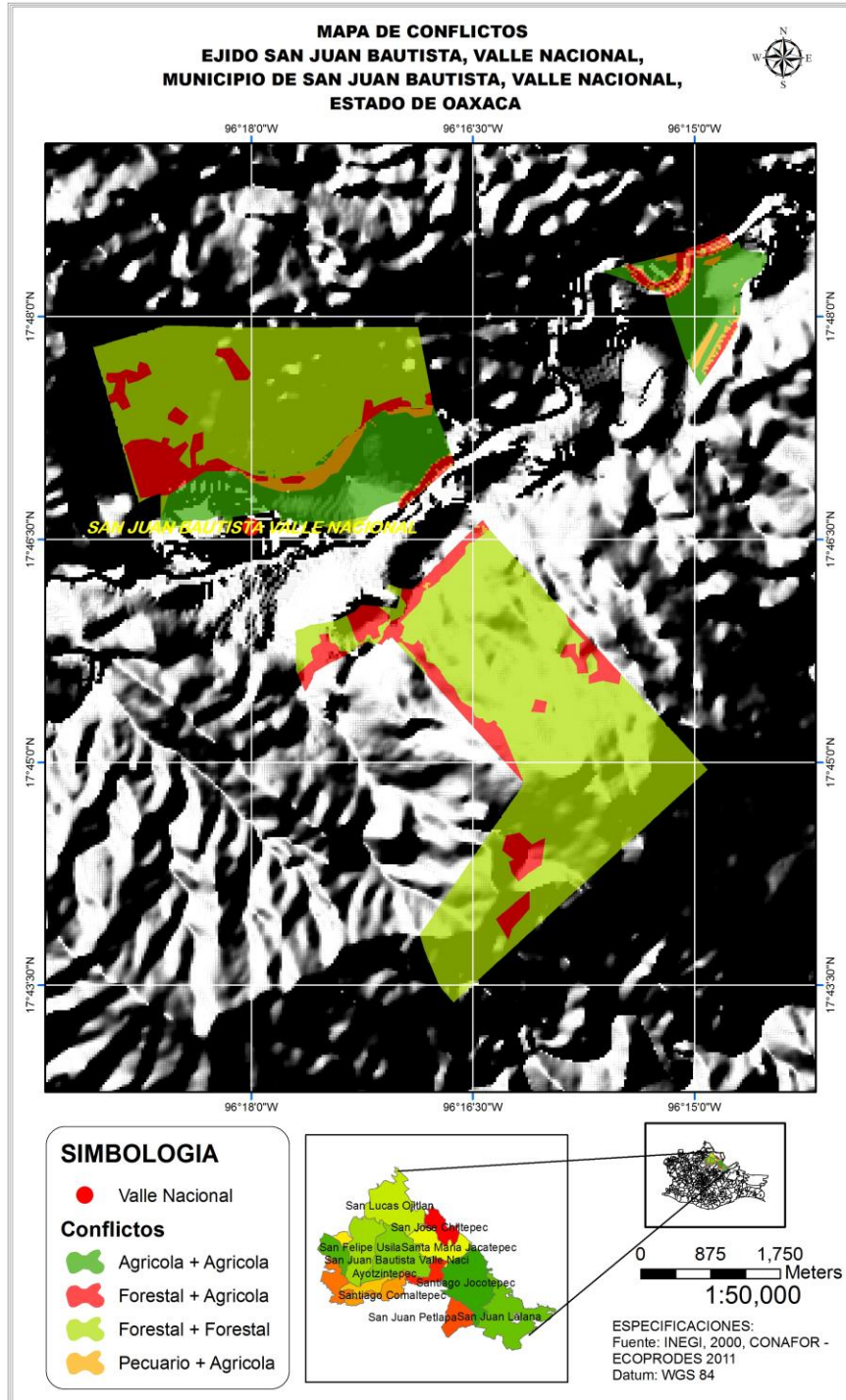
La dinámica económica del ejido es determinante en el comportamiento observado, ya que al carecer de terrenos para realizar actividad pecuaria debido a la condición fisiográfica, la gente opta por establecer una actividad generadora de ingreso, en el caso analizado la producción de café, que comparta la producción de alimentos representada por el establecimiento de milpa.

En términos de políticas, es importante tomar en cuenta las características de los cultivos que se tienen establecidos en la región. Dado que en el caso del ejido el conflicto es más evidente en términos de la actividad productiva que se desarrolla, resulta importante que las acciones de fomento se establezcan de una manera integral y contemplen no únicamente la conservación sino también la parte de la eficiencia del sistema de producción, situación que permita establecer lugares fijos para la producción agrícola y elevar la productividad por unidad de superficie, retirando los incentivos a la apertura de nuevas áreas de producción.



Fuente. ECOPRODES, 2011.

Figura 13. Uso potencial Ejido Valle Nacional. Oaxaca



Fuente. ECOPRODES, 2011.

Figura 14. Mapa de conflictos de uso de suelo. Ejido Valle Nacional. Oaxaca

4.3 Estimación de renta de la superficie agrícola en relación con la distancia a las áreas urbanas en el Ejido Valle nacional, Oaxaca

Al graficar los datos de la encuesta del promedio de renta en relación a la distancia y proponer un modelo, el que representó una mayor R^2 fue un modelo polinómico de grado 3 que generó la ecuación siguiente:

$$y = 71689 - 64.593 x + 0.0213 x^2 - 2E-05x^3 \quad \dots(3)$$

$$R^2 = 0.7321$$

Donde

X= Distancia al núcleo urbano

Y= Renta promedio de la parcela agrícola

La Figura 15 muestra la dispersión de los datos y el comportamiento de la curva generada con el modelo. Cabe señalar que el modelo es el que tiene un comportamiento más cercano a los datos observados ya que otros modelos que fueron probados al momento de generar la gráfica mostraban comportamientos ascendentes a mayores distancias. Se observó que los datos estimados de renta (eje Y) presentaba un comportamiento incremental después de los 6000 m de distancia (eje X), situación improbable en la realidad, por lo que fueron descartado.

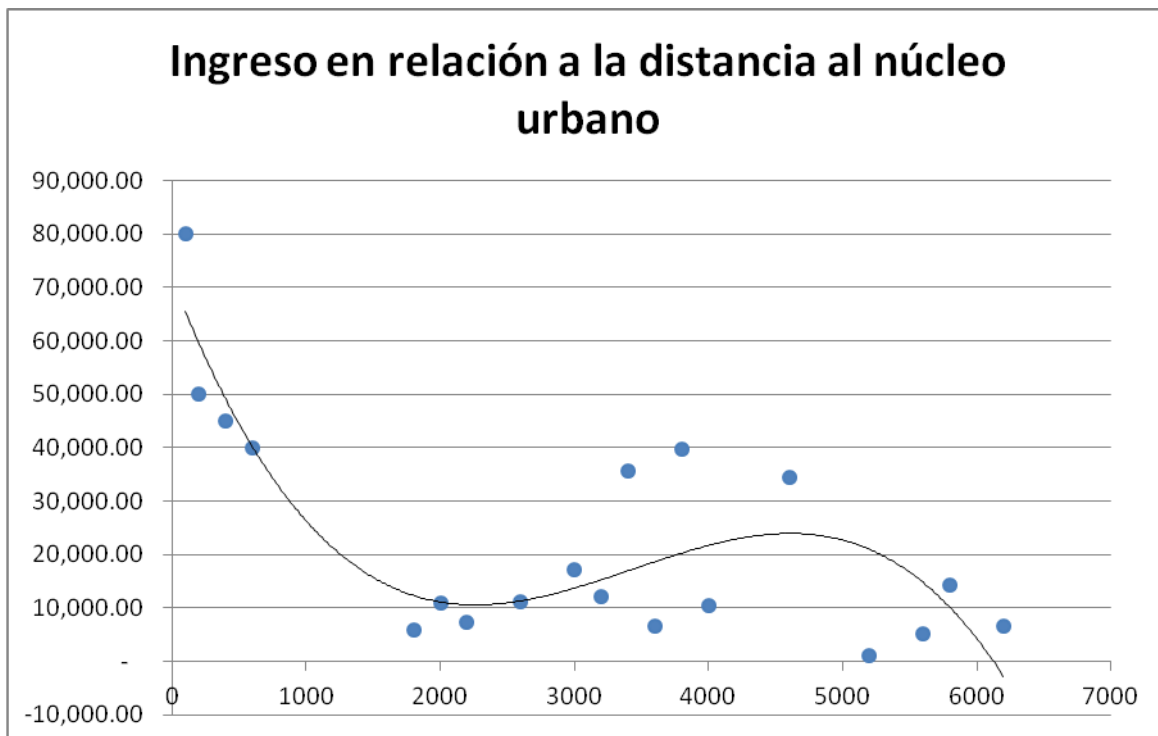


Figura 15. Comportamiento de la renta de parcelas en relación a la distancia del núcleo urbano

Al utilizar el modelo polinómico y con un ajuste $R^2 = 0.73$ se pudo generar los datos de renta estimada (\hat{Y}) presentados en la Tabla 21.

Tabla 21. Valores de renta estimada

X (Distancia al núcleo urbano en m.)	\hat{Y} (Renta estimada)
0	71,689.00
200	59,606.40
400	49,131.80
600	40,169.20
800	32,622.60
1000	26,396.00
1200	21,393.40
1400	17,518.80
1600	14,676.20
1800	12,769.60
2000	11,703.00
2200	11,380.40
2400	11,705.80
2600	12,583.20
2800	13,916.60
3000	15,610.00
3200	17,567.40
3400	19,692.80
3600	21,890.20
3800	24,063.60
4000	26,117.00
4200	27,954.40
4400	29,479.80
4600	30,597.20
4800	31,210.60
5000	31,224.00
5200	30,541.40
5400	29,066.80
5600	26,704.20
5800	23,357.60
6000	18,931.00
6200	13,328.40
6400	6,253.80

Fuente: Elaboración propia

El valor máximo de la gráfica corresponde al límite del núcleo urbano hasta los 6000 m. A partir de los 2000 m y hasta los 3000 m. de distancia al núcleo urbano la renta baja de tal manera que ya no es atractiva la realización de actividades agrícolas ya que los valores de ingreso por hectárea no permiten satisfacer las necesidades de las unidades de producción familiar.

El modelo generado refleja que en el área inmediata al fundo urbano – a distancias menores de 600 m- se tienen niveles de renta anual de entre 70,000 a 40,000.00, en promedio, mientras que después de los 2000 m y 3000 m de distancia los niveles de renta anual son decrecientes entre \$20,000 y \$10,000. Sin embargo según los datos de la encuesta y el modelo, alrededor de los 3500 a 5000 m. existe un repunte en la renta, lo cual es resultado del tipo de cultivo que se desarrolla, en este caso el café, el cual aunque ha tenido periodos de caída de los precios, en promedio su nivel de renta es cualitativamente mayor a la de el cultivo de maíz.

Lo anterior representa un incentivo a mantener las superficies de café en producción en los periodos de precios altos, mientras que en los periodos de baja en los precios, simplemente no se realizan actividades de manejo, por lo que el uso de suelo tiene una transformación entre agrícola y vegetación secundaria, aunque esta no representa un cambio definitivo, sino más bien estacional.

Cabe destacar que este análisis no puede ser interpolado al total de la superficie de la región Chinantla, ya que presenta un comportamiento peculiar al tener un uso de suelo predominantemente agrícola y –en contraste con el resto de la región- la ganadería tiene una importancia muy baja. Sin embargo, el análisis es válido como argumento para afirmar que a nivel de localidad las acciones de conservación deben ser diferenciadas, por lo cual se debe fomentar el establecimiento de procesos de consulta o planificación de su territorio a este nivel y sus resultados reconocidos plenamente como insumo para el establecimiento de inversiones gubernamentales en torno a la conservación.

4.4 Análisis de costos de oportunidad en el Ejido Valle Nacional

Con el análisis de los mapas generados en el estudio de ordenamiento territorial del Ejido Valle Nacional (ECOPRODES, 2011), se cuantificó la superficie que tiene uso de suelo de selva sin perturbaciones por un rango de distancia al fundo urbano. Los datos aparecen en la Tabla 22 y muestran la superficie cubierta de selva que existe en el núcleo agrario y que sería susceptible de establecerse como área de conservación.

Tabla 22. Distribución de superficie de selva por gradiente de distancia

Distancia (m)	Selva mediana perennifolia (ha)	Distancia (m)	Selva mediana perennifolia (ha)
200	0	3400	17.26
400	0	3600	18.71
600	0.08	3800	20.15
800	0.16	4000	21.52
1000	0.24	4200	24.24
1200	1.69	4400	25.61
1400	3.13	4600	28.34
1600	4.58	4800	31.07
1800	6.02	5000	32.43
2000	7.39	5200	33.80
2200	8.75	5400	35.16
2400	10.12	5600	35.16
2600	11.48	5800	35.16
2800	12.93	6000	35.16
3000	14.37	6200	35.16
3200	15.82	6400	35.16
Total general (ha)			560.83

Fuente: Elaboración propia

Se definió que en total existe en el ejido una superficie de selva de 560.83 ha. La mayor parte de la superficie susceptible de ser conservada por su tipo de vegetación -selva mediana- se encuentra entre los gradientes de distancia entre los 2200 y los 6400 m lineales.

Asimismo, conjuntando con el análisis sobre el modelo de renta –apartado 4.3- es posible proponer una estimación acerca del costo de oportunidad que la superficie de selva genera al sustituir su uso potencial por el uso agrícola, cuyos resultados aparecen en la Tabla 23.

Tabla 23. Nivel de renta por superficie sustituyendo uso forestal por agrícola.

Distancia al núcleo urbano (m)	Renta estimada (\$)	Superficie de selva (ha)	Costo de oportunidad (\$)
0	71,689.00	0	0
200	59,606.40	0	0
400	49,131.80	0	0
600	40,169.20	0	0
800	32,622.60	0.08	2,609.81
1000	26,396.00	0.16	4,223.36
1200	21,393.40	0.24	5,134.42
1400	17,518.80	1.69	29,606.77
1600	14,676.20	3.13	45,936.51
1800	12,769.60	4.58	58,484.77
2000	11,703.00	6.02	70,452.06
2200	11,380.40	7.39	84,101.16
2400	11,705.80	8.75	102,425.75
2600	12,583.20	10.12	127,341.98
2800	13,916.60	11.48	159,762.57
3000	15,610.00	12.93	201,837.30
3200	17,567.40	14.37	252,443.54
3400	19,692.80	15.82	311,540.10
3600	21,890.20	17.26	377,824.85
3800	24,063.60	18.71	450,229.96
4000	26,117.00	20.15	526,257.55
4200	27,954.40	21.52	601,578.69
4400	29,479.80	24.24	714,590.35
4600	30,597.20	25.61	783,594.29
4800	31,210.60	28.34	884,508.40
5000	31,224.00	31.07	970,129.68
5200	30,541.40	32.43	990,457.60
5400	29,066.80	33.8	982,457.84
5600	26,704.20	35.16	938,919.67
5800	23,357.60	35.16	821,253.22
6000	18,931.00	35.16	665,613.96
6200	13,328.40	35.16	468,626.54
			\$ 11,631,942.69
Monto de costos de oportunidad			

Fuente: Elaboración propia

En este sentido según la estimación del modelo, la superficie de selva que no se utiliza para actividades productivas, es decir las 560.83 ha estimadas en la Tabla 24, tiene un costo de oportunidad solo por no utilizarlo de \$11,631,942.00 anuales, representado por lo que se generaría como ingreso al cambiar su uso de forestal a agrícola. El monto por ha arroja un resultado de \$20,740.00 como costo de oportunidad de cada hectárea.

Los valores de conservación y recuperación para una superficie de 560 ha que forman parte del área de conservación del ejido se plantean a continuación de acuerdo al documento de Plan de Mejores Prácticas para la conservación de los servicios ambientales propuesto a la CONAFOR.

Tabla 24. Costos anuales por conservación en el Ejido Valle Nacional, Oaxaca.

ACTIVIDADES	Unidad	Cantidad	Precio unidad	Monto Total
Asesoría Técnica	Honorarios mes	12	3,000.00	36,000.00
Apertura y mantenimiento de brechas corta fuego	Kilómetro	10	5,000.00	50,000.00
Vigilancia comunitaria	Jornales	650	180.00	117,000.00
Capacitación sobre combate a incendios	Curso	2	10,000.00	20,000.00
Capacitación sobre primeros auxilios	Curso	1	6,000.00	6,000.00
Capacitación sobre servicios ecosistémicos	Curso	1	12,000.00	12,000.00
Diseño y colocación de anuncios alusivos a la conservación de la biodiversidad	Anuncios	10	800.00	8,000.00
Adquisición de herramientas de trabajo	Lote	2	12,000.00	24,000.00
Adquisición de equipo para brigadas contra incendios	Lote	1	25,000.00	25,000.00
TOTAL POR AÑO				298,000.00

Fuente: ECOPRODES-CONAFOR (2010). Plan de mejores prácticas. Ejido Valle Nacional, Oaxaca.

Lo anterior representa que a costos actuales, se tendrían que invertir por concepto de conservación \$298,000.00 tomando como referencia un periodo de 5 años, en el cual algunos costos serán constantes y otros solo se realizaran en la inversión inicial.

Siguiendo el razonamiento propuesto por Cordero y Castro, (2005) es necesario sumar el costo de oportunidad de la no realización de actividades agrícolas a los costos de conservación a fin de tener un valor aproximado de los servicios ecosistémicos por el área. Lo anterior arrojaría para la superficie de 580 ha definidas como base del modelo un valor de \$11,929,942.69 por concepto de mantener los servicios ambientales en dicha superficie en un año. Lo anterior representa un valor total de \$21,274.00 como costo de oportunidad total por hectárea de selva existente en el ejido Valle Nacional.

4.5 Determinación de factores que definen la disponibilidad a aceptar un pago con la aplicación de Método de Valoración Contingente. (MVC)

En la determinación de la disponibilidad a aceptar un pago se plantearon como variables independientes (Hanemman, 1994):

VARIABLES SOBRE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS ENTREVISTADOS:

- $\beta_1 =$ Edad
- $\beta_2 =$ Escolaridad
- $\beta_3 =$ Ingreso
- $\beta_4 =$ Superficie en posesión

VARIABLES SOBRE LA CALIDAD DEL SITIO:

- $\beta_5 =$ Distancia del centro urbano
- $\beta_6 =$ Tipo de cultivo

Cabe destacar que esta última variable corresponde a una variable nominal o cualitativa, se tomó con una *variable ficticia* (Kohler, 2002) con valores 0 o 1 debido a que las principales posibilidades son milpa (maíz-frijol) y café. Si el predio tiene como uso principal la milpa el valor corresponde a 0, si es café a 1.

Como variable dependiente “Y” se definió la disponibilidad a aceptar un pago (DAA).

El primer análisis se realizó con el total de las variables, generando el modelo siguiente cuyos valores aparecen en la Tabla 25.

Tabla 25. Resumen análisis de regresión múltiple con todas las variables

VARIABLES	GL	Valor estimado	Error estándar	Valor t	Pr > t
β_0	1	880.84268	658.21368	1.34	0.2105
β_1	1	2.32058	9.36168	0.25	0.8092
β_2	1	-57.32091	30.23767	-1.90	0.0872
β_3	1	0.02087	0.01017	2.05	0.0673
β_4	1	-17.35142	32.21058	-0.54	0.6019
β_5	1	0.07689	0.03954	1.94	0.0805
β_6	1	-560.19306	175.11390	-3.20	0.0095

El análisis de regresión con todas las variables representa un valor de R^2 (0.60) así como un valor F significativo. Sin embargo, los valores de t hace bajo el nivel de significancia de las variables edad y superficie en posesión (β_1 y β_4 , respectivamente).

Para mejorar el nivel de significancia del modelo, se procedió a realizar un modelo discriminando las variables con menor valor de significancia t , es decir edad y superficie. De tal manera que el siguiente modelo solo contempla como variables

independientes a la escolaridad (β_1), el ingreso (β_2), la distancia al centro urbano (β_3) y el tipo de cultivo (β_4). El resumen del análisis se presenta en la Tabla 26.

Tabla 26. Resumen análisis de regresión múltiple con variables discriminadas

Variables	GL	Valor estimado	Error estándar	Valor t	Pr > t
β_0	1	955.05978	143.55726	6.65	<.0001
β_1	1	-67.80336	19.61308	-3.46	0.0047
β_2	1	0.02366	0.00833	2.84	0.0149
β_3	1	0.07493	0.03622	2.07	0.0608
β_4	1	-532.92561	155.70920	-3.42	0.0051

Como se observa, el valor de R^2 baja un poco, situándose en 0.58, aunque los valores de t de todas las variables independientes tienen un incremento en su nivel de significancia.

De manera complementaria, se procedió utilizar el método estadístico de “eliminación hacia adelante” de las variables de regresión, denominado *forward* en el lenguaje de programación de SAS. De esta manera, se identifica automáticamente cual es el modelo con mayor nivel de significancia al tomar en cuenta el valor de R^2 más alto, consistente con valores de t mayores o cercanos a 2 de las diferentes combinaciones de variables independientes (Kohler. 2002). De tal manera que el procedimiento confirmó el modelo anterior como el de mayor significancia.

Según el procedimiento descrito, las variables más significativas de las planteadas originalmente corresponden a la escolaridad (β_1), el ingreso (β_2), la distancia al centro urbano (β_3) y el tipo de cultivo (β_4). El valor de R^2 es relativamente similar al del primer modelo (0.60), aunque la significancia de cada una de las variables es cualitativamente más alta (valores de t cercanos o mayores de 2). Finalmente, al correr diferentes modelos, el valor de significancia más alto de las variables corresponde al tipo de cultivo.

Una interpretación *a priori* del sentido de los signos en la relación de regresión, permitiría afirmar, que bajo el principio de “*ceteris paribus*” -es decir, si las demás condiciones o variables permanecen igual- incrementos en escolaridad influye de manera negativa en la disposición a aceptar un pago, mientras que el nivel de ingreso y distancia al centro urbano, representarán incrementos proporcionales a la dimensión de los términos. Es decir, existe una relación incremental con dichas variables.

En cambio, para el caso de la superficie y el uso productivo de café, la relación es decreciente. En otras palabras, si la superficie del cultivo es café, baja el valor de DAA con el mismo principio “*ceteris paribus*”.

4.6. Integración de resultados y recomendaciones sobre políticas públicas

El objetivo integral de esta investigación es que a través de de sus resultados sea posible contribuir al diseño de políticas en torno a los servicios ambientales, tomando como ejemplo en la región de estudio. A pesar de que solo el 17% de las emisiones de gases de efecto invernadero están relacionadas con procesos de cambio de uso de suelo y de la conservación de los servicios ambientales, es importante señalar que es una medida de mitigación que incide sobre factores socioeconómicos en las áreas rurales de varios países, entre ellos México.

Lo anterior lleva a enfatizar la necesidad de analizar el proceso de cambio de uso de suelo y su impacto en los servicios ambientales y recursos naturales como una problemática compleja, en la que las variables sociales y económicas son de análisis indispensable.

Al analizar los resultados del proceso de cambio de uso de suelo, no se observa que el cambio en la región de estudio tenga una dinámica muy intensa en el periodo de 5 años que se revisó. Se observa que el uso forestal se mantiene relativamente constante y que la mayor parte de los cambios se realizan entre usos de suelo ya modificados tales como la agricultura, los pastizales y la vegetación secundaria. Por lo anterior, es posible afirmar que una política que subsidie el mantenimiento de áreas con cobertura forestal, -como el caso de los programas de pagos por servicios ambientales- no necesariamente desincentiva el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola, dado que este cambio ya se realizó en mayor medida.

Por otra parte, el análisis de costos de oportunidad para el caso analizado refleja que el establecimiento de un subsidio suficiente para desincentivar la actividad agropecuaria o urbana y reconvertir áreas a uso forestales es económicamente imposible en un escenario de recursos limitados. Es difícil y complejo garantizar la conservación de las áreas de aptitud forestal y de conservación a través de subsidios que puedan sustituir los costos de oportunidad de no realizar actividades agropecuarias en dichas áreas. Los costos de oportunidad definidos para el área de estudio de alrededor de \$21,000 por hectárea no pueden ser sustituidos por aportaciones de algún programa público de subsidio, dado la superficie que se necesitaría para generar verdaderos impactos sobre los servicios ambientales.

Por un lado, por lo menos para la región de estudio, la superficie con aptitud forestal que podría ser transformada a uso agropecuario o urbano ha sido ya intervenida, los cambios de uso de suelo se observan de manera más intensa entre áreas intervenidas que en superficies con coberturas forestales originales como la selva y el bosque mesófilo.

El ejercicio desarrollado en esta investigación permite proponer las consideraciones siguientes en torno a la política para la valorización de los servicios en la región

analizada, pero que pueden contribuir a un marco de política de nivel nacional tomando el marco normativo actual.

- I. Aunque no es el único factor y no puede definirse como determinante, existe una relación entre el cambio climático y la degradación y deforestación derivada del uso de suelo. Por ello, es necesario identificar las relaciones causales de manera específica y con un sustento científico y metodológico claro, a fin de atender el problema desde sus bases.

Existe una relación entre la renta de las unidades de producción familiar y el comportamiento del cambio de uso de suelo en la región. No es posible la atención a la conservación *per se*, alejada de la idea de un mejoramiento en las condiciones de vida de las familias poseedoras de las superficies rurales.

El caso analizado muestra como ante una productividad y rentabilidad bajas de los sistemas de producción locales derivados de métodos de producción ineficientes, se promueve el cambio de uso de suelo generalmente entre áreas ya intervenidas con uso agrícola, pecuario o de vegetación secundaria, ya que éstas son la base de recursos y el patrimonio de las pequeñas unidades de producción.

Una política para promover que se revierta el proceso de degradación y deforestación y la conservación de los servicios ambientales, necesariamente necesita atender las problemáticas socioeconómicas y establecer un enfoque de incentivos y de alineación de políticas que ofrezca alternativas al cambio de uso de suelo. Es de reconocer el importante papel que el actual Programa de Servicios Ambientales propuesto por la Comisión Nacional Forestal tiene como un medio para promover la conservación y consecuentemente los servicios ambientales que ahí se generan, sin embargo representa un subsidio que no necesariamente revierte el proceso de deforestación y degradación desde el origen del cambio de uso de suelo, uno de cuyos factores más relevantes, es la necesidad de incrementar el ingreso de propietarios sociales con tierra de vocación forestal.

Dada la complejidad que las unidades de producción familiar contemplan en su funcionamiento, se propone establecer un esquema integral de atención al cambio de uso de suelo y al cambio climático, que integre el enfoque de REDD+ -cuyas generalidades se describen en el marco teórico del documento- como base en su diseño y operación en áreas rurales y que involucre las características específicas de gobernanza y relaciones institucionales locales para una promoción específica del desarrollo local, la conservación de los servicios ambientales y la atención al cambio climático.

Asimismo, se considera necesario el diseño de un esquema de subsidios y programas de incentivos que eleven la productividad de las unidades de producción familiar.

- II. Derivado de las diferencias sobre los comportamientos que sobre el cambio de uso de suelo y los servicios ambientales se tiene y de las variaciones que se observan de un nivel regional a uno local, una política de conservación debe tener como base el análisis territorial y las características socioeconómicas regionales y microrregionales.

Asimismo, dado que existen diferentes niveles de atención al cambio climático, y en México las condiciones sociales, ecológicas y económicas son diferenciadas, se propone el diseño de marco de política por lo menos a nivel estatal. De tal manera que se vean reflejadas las características territoriales de las regiones, para lo cual puede aprovecharse el marco legal que la Ley General de Cambio Climático representa, a fin de contar con esquemas de atención flexibles y descentralizados, con un manejo de recursos que contemplen las diferencias regionales desde un enfoque territorial.

Es indispensable aprovechar al máximo las posibilidades que la Ley General de Cambio Climático y otros instrumentos reguladores, como la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, tienen hacia la transversalidad de las políticas y el actuar concertado de las instituciones del estado.

- III. El artículo 8° de la mencionada Ley establece que cada estado a través de su Plan Estatal puede diseñar programas y esquemas de atención para el cambio climático. Bajo este supuesto, es posible proponer que las reglas de los programas que complementen o sustituyan al actual Programa de Servicios Ambientales cuenten con un principio de flexibilidad normativa que permita que cada estado, a través de un análisis de su problemática y sus características, proponga y aplique programas y acciones específicas.
- IV. Asimismo, el estado mexicano cuenta con un buen número de programas de subsidio para incrementar la rentabilidad de los sistemas productivos. De la misma manera, el sector forestal y ambiental cuenta con instrumentos presupuestarios reconocidos. Sin embargo, el carácter sectorial y la dispersión en la aplicación de políticas representa una dificultad estructural en el logro de estos objetivos.

El enfoque de alineación de políticas y de la aplicación efectiva del marco legal representa entonces una necesidad en el mediano plazo para aportar soluciones a la problemática del cambio climático.

El manejo financiero actualmente operado a través del Fondo Forestal Mexicano presenta una serie de complicaciones estructurales para avanzar en el planteamiento anterior. El establecimiento de esquemas flexibles hace necesario también un rediseño de este instrumento financiero, ya que el manejo de los recursos se hace solo a través de reglas de operación nacional, situación que dificultaría el establecimiento de esquemas locales o estatales de Pago por Servicios Ambientales.

De manera específica y puntual para el momento de la presentación de este documento, se propone la integración de los programas y enfoques de las estrategias denominadas Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA) y Desarrollo Forestal Comunitario (DECOFOS), de tal manera que se optimicen sus capacidades y recursos hacia la aplicación de esquemas integrales de conservación de los servicios ambientales y atención al cambio climático con un enfoque territorial y microrregional.

- V. El factor humano, las características sociales y la identidad indígena representan factores de reflexión indispensable en el diseño de políticas públicas hacia el control del cambio climático. El enfoque de la *acción colectiva* representa una base conceptual para comprender el marco de reglas –establecidas y consuetudinarias- sobre las cuales es necesario diseñar esquemas de conservación.

La gobernanza comunitaria es una característica específica de los pueblos y sus territorios, por lo que las políticas y los programas que se diseñen deben contener de manera suficiente un análisis de dichos esquemas de gobernanza local y ser capaces de orientarse hacia el fortalecimiento de esquemas de conservación que más que aplicar recursos financieros externos –de sí limitados- motiven la validación de reglas locales para un ordenado uso de suelo, proceso en el cual es indispensable la participación de instituciones académicas, gubernamentales, del sector privado y social.

5. CONCLUSIONES

El análisis de la tendencia en el cambio de uso de suelo en la región Chinantla de Oaxaca, establece que en el periodo de análisis de 5 años los usos de suelo no han cambiado de manera notoria, salvo el caso del incremento del pastizal el cual incrementó su superficie en alrededor de 1,012 ha sobre el total de 198,542 ha que representa el total de la región.

No se observa reducción en la superficie de selva mediana o bosque mesófilo, usos de suelo considerados como de vegetación originaria. En el caso de la selva la reducción es de apenas 122 ha y en el bosque mesófilo es inexistente, valores que en comparación con el total de la superficie de la región son poco significativos. Lo anterior podría deberse a que el proceso de cambio de uso de suelo y de sustitución de áreas forestales por actividades agropecuarias fue más intenso y alcanzó el punto más alto en periodos anteriores al analizado, es decir antes del año 2000.

Cabe destacar que ningún cambio representa valores porcentuales mayores a 1% en relación a la superficie total de la región, por lo que se puede señalar que dichos cambios en conjunto son poco significativos.

A nivel regional, el uso que se incrementa de manera más notoria es el pastizal para el establecimiento de ganadería, lo cual coincide con una reducción muy similar en la superficie dedicada a agricultura y vegetación secundaria. Dicha situación tiene su explicación en las características de esta actividad económica, la cual presente menor incertidumbre que la actividad forestal y agrícola y un mejor nivel de rentabilidad.

Un elemento que es importante destacar y que tiene una relación directa con el diseño de políticas sobre los servicios ambientales, es que actualmente el cambio de uso de suelo se realiza más intensamente entre áreas ya intervenidas por la actividad humana. Es decir, que la probabilidad de cambio de uso de suelo es mayor entre el uso agrícola y la selva abierta con vegetación secundaria con el pastizal. Los cambios en la superficie cubierta con selva conservada y bosque mesófilo son casi inexistentes.

En lo que respecta a la construcción de un modelo de pronóstico a partir de las Cadenas de Markov, se concluye que representa un método útil para entender el posible comportamiento del cambio de uso de suelo y generar pronósticos. En el caso del análisis realizado se contó solamente con dos series de imágenes de satélite con un periodo de diferencia de 5 años por lo cual sus conclusiones son perfectibles; sin embargo, fue posible identificar las probabilidades de cambio de uso de suelo y tener una línea de pronóstico plausible y congruente con las características económicas de la región. En resumen el pronóstico generado para un periodo de 5 años establece que la mayor probabilidad de cambio (0.15%) corresponde a la transformación de 308.90 ha de uso actual de agricultura a pastizal. Asimismo, la siguiente mayor probabilidad (0.13%) corresponde al incremento del pastizal en 949.59 ha que actualmente se encuentran cubiertas de selva abierta y vegetación secundaria.

En el futuro es posible la aplicación de este método de manera que se involucre al análisis de más periodos de tiempo a fin de afinar los valores de probabilidad. Consideramos que el uso de imágenes de satélite recientes va a permitir fortalecer dichos análisis y poder establecer modelos de cambio en series de tiempo, a la vez que pueden representar insumos para la aplicación otros modelos de tipo estadístico.

El uso del mapa de conflictos permitió identificar la dinámica de cambio a nivel microrregional y comparar su congruencia con el comportamiento observado en la región. Para ello se analizó el caso del Ejido Valle Nacional, Oaxaca, que a su vez forma parte de la región Chinantla. Los resultados revelan que la mayor superficie en conflicto se refiere a zonas con aptitud forestal y uso agrícola, que representa el 12% de la superficie total (2,078 ha). El conflicto de uso de suelo que sigue en importancia se refiere al uso pecuario en áreas con aptitud forestal. Asimismo, la categoría con menos conflicto entre el uso potencial y el uso actual corresponde al forestal, el cual es congruente en un 71%. La explicación a lo anterior es que la actividad forestal en el ejido no se desarrolla de manera intensiva, asimismo la

cobertura de este uso de suelo no se ha sustituido de manera muy marcada en detrimento de la actividad agrícola o pecuaria.

La realización de un modelo sobre la relación entre los niveles de ingreso y renta de la superficie agropecuaria en relación a la distancia, permitió identificar que existe una relación entre ambas variables y que uno de los factores relevantes es la actividad productiva a la que se dedique el área. El modelo generado refleja que en el área inmediata al fundo urbano – a distancias menores de 200 m- se tienen niveles de renta anual de alrededor de \$50,000.00 en promedio, mientras que después de los 1000 m de distancia los niveles de renta anual son menores a \$25,000.00, lo que hace que su uso intensivo sea menor por parte de los poseedores de dichas áreas. En distancias mayores a 4000 m se vuelve a incrementar el nivel de renta a valores de \$35,000.00 anuales por ha, lo cual se explica porque en estas áreas es donde se realiza la producción de café, la cual presenta una rentabilidad mayor a la que se genera por la producción de milpa en superficies entre 1000 y 3900 m de distancia al fundo urbano.

Al aplicar el método de costos de oportunidad en la determinación del valor económico aproximado de servicios ambientales tales como la biodiversidad arrojó un valor de \$21,274.00 como costo de oportunidad total por hectárea de selva existente en el ejido Valle Nacional.

Respecto a los factores relevantes en la definición de la disponibilidad a aceptar un pago (DAA), identificados aplicando el método de valoración contingente, los resultados son coincidentes con los antecedentes teóricos respecto a que es la escolaridad y el ingreso los factores que más inciden en la disposición a aceptar un pago por la posesión de recursos naturales y la conservación realizada. Sin embargo, como un elemento novedoso aportado por el estudio la distancia a los centros urbanos y el tipo de cultivo son también factores determinantes en la definición de la disposición a aceptar un pago. Otras variables como la superficie por productor y la edad resultaron no ser tan relevantes.

La síntesis de los criterios propuestos en torno a una política para la valoración de los servicios ambientales en la región que se pueden desprender de las conclusiones anteriores consideran que en su conservación se integran la dimensión económica y productiva de la región, por lo que es necesario atender este proceso a través de la integración de actividades de fomento a la productividad agropecuaria.

Los métodos de valoración no solo deben limitarse al análisis de variables físicas o espaciales, sino que deben contemplar las características productivas y socioeconómicas, por lo cual los métodos a utilizar deben ser complementarios. En el caso de la investigación realizada, el análisis espacial a través del uso de Cadenas de Markov fue complementado con el resultado del análisis de variables socioeconómicas lo que genera un análisis congruente con el comportamiento de las características productivas de la región, como es el caso de la creciente importancia de la ganadería en detrimento de la actividad agrícola y forestal.

Asimismo los subsidios dirigidos a la conservación de áreas forestales, base de la política actual de conservación de los servicios ambientales- no desincentivan el cambio de uso de suelo, por lo menos en el corto plazo. Por ello los subsidios deberán redirigirse al fomento de la productividad, lo cual incide en la presión en el cambio del uso de suelo. En dicho planteamiento el enfoque de REDD+⁹ representa un avance en la integración de políticas de conservación de los servicios ambientales y acciones en torno al desarrollo rural para beneficio de las comunidades.

Asimismo, existe un marco legal representado por la Ley General del Cambio Climático que promueve que la integración de acciones a nivel estatal y regional en temas como la conservación y la valoración de los servicios ambientales, a fin de hacerlas específicas de acuerdo a las características de los estados y las regiones de México.

⁹ Reducción de Emisiones por Degradación y Deforestación en países en desarrollo, el signo “+” corresponde a la integración del enfoque de conservación, mejora sostenible de los bosques e integración con estrategias de desarrollo rural.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Estrada, A; Martínez-Damián, M.A.; Santiago-Cruz, M.J. 2011. Impuesto a las aguas saborizadas (refrescos): una alternativa para financiar el combate a la diabetes en México. En *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. Vol. 8. (3): 421-432.
- Azqueta, D., Alviar, M., Domínguez, L. O'Ryan, R. 2007. Introducción a la Economía Ambiental. 2 edición. Ed. McGraw Hill. México. Pp. 99-145.
- Barzev, R. 2002. Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales, Corredor Biológico Mesoamericano. Managua, Nicaragua. Pp. 39-143.
- Cristeche, E. Penna, J. 2008. Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. Argentina. Pp. 6-49
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2010 La Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Publicación de Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2004. Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2000. Consulta en línea en www.conafor.gob.mx/biblioteca/Inventario-Nacional-Forestal-y-de-Suelos.pdf. fecha de consulta 19 noviembre 2012.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2010. Visión de México sobre REDD+. Comisión Nacional Forestal. México.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2010. Reglas de Operación. Programa de Servicios Ambientales del Bosque. En www.conafor.gob.mx, consulta 13 de noviembre del 2012.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2012. Proceso de Preparación de REDD+. Coordinación General de Producción y Productividad. Folleto. México.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1996. Evaluación del Mercado Latinoamericano para Bienes y Servicios Ambientales en América del Norte. Canadá.
- CCMSS (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sustentable). 2012. Evaluación de los potenciales determinantes del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la promoción del manejo sostenible de los bosques y el

- diseño de un mecanismo REDD+ en México. USAID-CCMSS. Mimeo. Versión borrador.
- Centro Mario Molina. 2011. Hacia el Programa de Acción ante el Cambio Climático de Oaxaca: Aportes técnicos y recomendaciones de Acciones Tempranas. WWF-Fundación Carlos Slim. Oaxaca, México.
- Coase, H. R. 1960. El problema del Costo Social. En *Revista Estudios Públicos*. (traducción). No. 45. Santiago de Chile. Pp. 81-134.
- Cordero, D. y Castro E. 2001. Pago por Servicio Ambiental Hídrico. El caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. En *Revista Forestal Centroamericana*. No.36. CATIE. Costa Rica.
- Cotler, H.; López, C.; Martínez-Trinidad, S. 2011. ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. En *Investigación Ambiental*. Vol. 2. (3): 31-43. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Dixon, J. A. & Hufschmidt, M. M. eds. 1986. Economic valuation techniques for the environment: A case study workbook. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- ECOPRODES. 2007. Estudio de Ordenamiento Territorial Comunitario, Ejido Valle Nacional, Oaxaca. CONAFOR-PROCYMAF. Mimeo.
- ECOPRODES. 2004. Reporte Final del Bloque III del Proyecto Manejo Integrado de Ecosistemas. Desarrollo Comunitario en la Chinantla. PNUD-CONANP. Mimeo.
- Fragoso-Olivares, A. (2005). El ordenamiento comunitario y la comercialización de servicios ambientales como una alternativa para el aprovechamiento de las áreas no agrícolas de propiedad social. En *Agronuevo. Órgano de Información y Análisis*. Secretaría de la Reforma Agraria. Año 1. (8): pp. 31-58. México.
- Forest Trends. 2008. Un Manual para diseñar transacciones de servicios ecosistémicos. UK.
- Galindo, L.M. coordinador. (2009). La economía del Cambio Climático en México. SEMARNAT. México. Pp. 21-75.
- García-Mendoza, A.J. 2004. Agaváceas. En Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología-UNAM. WWF. Pp. 159-169.

- García-Salazar, J.A. Guzmán-Soria, E. Fortis-Hernández, M. 2006. Demanda y distribución del agua en la comarca lagunera, México. En *Agrociencia* Vol. 40: (2): 269-276. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Global Land Cover Facility. 2012. Imágenes de satélite. (<http://glcf.umiacs.umd.edu/>). Fecha de consulta, 13 de octubre 2012.
- González-Acolt, R; Matus-Gardea, J. y González-Guillén, M. 2008. Efecto de las políticas económicas en los recursos naturales y el medio ambiente en México. En *Agrociencia*, 42: 847-855. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- GCP. (Global Canopy Program) 2009. El Pequeño Libro de Finanzas del Clima. Global Canopy Program. Oxford.UK. 103 pp.
- Gómez-Mendoza, L.; Vega-Peña, E.; Ramírez, M.I.; Palacio-Prieto, J.P.; (2006), "Projecting land-use change processes in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico", en *Applied Geography*, 26(3-4), pp. 276-290.
- González-Pérez, G.; Briones-Salas, M.; Alfaro, A.M.; 2004. Integración del conocimiento Faunístico del Estado. En Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología-UNAM. WWF. PP. 449-446.
- Gutiérrez-Andrade, M.A.; Venegas-Martínez, F; Bravo-Pérez, H.M; 2005. Política fiscal en el manejo de los recursos hidráulicos: un modelo de equilibrio general computable. En *Estudios Económicos*, Vol. 20 (2): 219-261.
- Guzmán-Soria, E.; Hernández-Martínez, J.; García-Salazar, J.A.; 2009. Consumo de Agua Subterránea en Guanajuato México. En *Agrociencia* Vol. 43: (2): 749-761. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Hannemann, W. M. 1994. Valuing the Environment through Contingent Valuation. *Journal of Economic Perspectives*. 8. Vol. 4. Pp. 19-44.
- Hueting, R.L. Reijnders, B. Boer, J.G. 1998. The concept of environmental function and its valuation. En *Ecological Economics* 25(25): 31-35.
- Henríquez, C., Azócar G. 2007. Propuesta de modelos predictivos en la planificación territorial y evaluación de impacto ambiental. En *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. XI. (245). Universidad de Barcelona. <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-24541.htm>. Consulta 4 de marzo 2013.
- IPCC, (1992). Climate Change 1992: The supplementary report to the IPCC Scientific Assessment. Revisión en línea en www.climateglobal.org. Fecha de consulta 30 de mayo del 2012.

- IPCC. (2007), Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Revisión en línea en www.climateglobal.org. Fecha de consulta 30 de diciembre del 2012.
- Jiménez-Moreno, M.J. 2010. Cambio de uso de Suelo por crecimiento urbano en la Cuenca de Mezquitlán Hidalgo. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado Forestal. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 101. pag.
- López-Paniagua, C.. 2007. Estudio de mercado del servicio ambiental hidrológico en la cuenca de Tapalpa, Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrados Forestal. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 126. pag.
- Kido, A. 2004. Un análisis de valor de opción sobre los bosques de la mariposa monarca. En *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. Julio-Diciembre 2004. Vol. 1 (2): 163-169. México.
- Martínez-Paz, J. y Almanza-Saéz C. 2011. Energía eléctrica procedente de fuentes renovables: Percepción social y disposición al pago. En *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 29 (2). 2011. Pp. 539-560.
- Miklos, Tomás. 1999. Planeación Prospectiva. Una estrategia para el diseño del futuro. Ed. Limusa. México. Pp. 32-64.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2009. Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos. Manual Técnico. Universidad de los Andes. Colombia. Pp. 37-84.
- Ordoñez, M. J. 2010. Oaxaca, origen, diversidad, cambio de uso del suelo e índice de campesinidad. Ponencia en Taller Sureste rumbo a la COP 16. Oaxaca. México. Noviembre 2010.
- Ordoñez, M. J. y Rodríguez, P. 2008. Oaxaca, el estado con mayor biodiversidad biológica y cultural de México y sus productores rurales. En *Ciencias eJournal*. No. 91. Julio-Septiembre 2008. UNAM. Pp. 55-64. Fecha de consulta. 11 de octubre 2012.
- Romero, C. 1997. Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. Alianza Editorial. España. Pp 51-76.
- Rodríguez, M. C, Llanes D. G, y Cardenete, A. 2005. La SAMEA y la Eficiencia Económica en España.. En *Publicación de I Jornadas de Análisis Input-Output*. Pp. 2-27. Universidad de Sevilla. España.
- Sanjurjo, E. e Islas, I. 2007. Las experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. En *Gaceta Ecológica* 84-85: 93-105. SEMARNAT. México.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Distribución de los costos del cambio climático entre los sectores de la economía mexicana. Un enfoque de insumo-producto. México. En *El medio Ambiente en México*. En resumen. México. 130 pp.
- SEMARNAT. INECC. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2012. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México.
- Science for a Changing World. USGS. 2012. Imágenes de satélite. (<http://glovis.usgs.gov/>). Fecha de consulta, 8 de octubre 2012.
- Téllez-Mejía, E.; González-Guillén, M.J.; de los Santos-Posadas, H. M.; Fierros-González, A.M; Lilieholm, R. J.; Gómez-Guerrero, Armando;. 2008. Rotación óptima en plantaciones de eucalipto al incluir ingresos por captura de carbono en Oaxaca, México. En *Revista Fitotecnia Mexicana*. Abril-Junio. Año/Vol. 31. (2): 173-182. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.
- Torres- Colín, R. 2004. Tipos de Vegetación. En Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología-UNAM. WWF. pp. 105-117.
- Reyes, V.; Fallas, J.; Miranda, M.; Segura. O.; 2002. Parámetros para la valoración del Servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y Plantaciones de Costa Rica. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. Costa Rica. 28 pp.
- Wallace F. H., Lozano, R. 2010. Los servicios económicos de los mangles: una aplicación a Chetumal, Quintana Roo. En *“Ensayos de Economía Regional”*. Ed. Plaza y Valdéz. Pp. 129-142.

ANEXO 1

ENCUESTA

I. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL PRODUCTOR/ COMUNERO/ TITULAR DE LA PARCELA.

Nombre _____

Esta encuesta busca contar con información de importancia significativa acerca del valor de la tierra y su relación con los servicios ambientales, y busca generar información para proponer alternativas para mejorar las políticas públicas sobre el tema. La información será utilizada únicamente con fin de investigación por estudiantes e investigadores del Colegio de Postgraduados.

Localidad: _____

Municipio: _____

Nombre del encuestador: _____

Fecha de la aplicación: _____

¿Usted es el dueño, titular de la parcela o quien toma las decisiones sobre ella?

Si (se continúa la encuesta y es válida)

1. Edad: _____ años

2. Sexo: 1) Hombre 2) Mujer

3. Estado civil:

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

4. ¿Sabe leer y escribir? 1) Si 2) No

5. Escolaridad: _____ años

6. ¿Cuántas personas dependen económicamente de usted? _____

7. Mencione las tres principales actividades que realiza (1.- Más importante, 3.-Menos importante)

1) Agricultor

2) Producción o aprovechamiento forestal

3) Ganadero

4) Obrero

5) Comerciante

6) Otro (*especifique*): _____

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

Actividad	Ejidal	Comunal	Pequeña Propiedad	Otro	Total
Agrícola					
Pecuaria					
Aprovechamiento forestal					
Otra					
Total					

II. CONFLICTOS EN USO DE SUELO (USO POTENCIAL VS. USO ACTUAL) Y PROCESO DE CAMBIO DE USO.

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

- 1) Si (pase a la pregunta 11)
 2) No (pase a la pregunta 13)
 3) No sabe (pase a la pregunta 13)

10. Indique los cambios realizados y la superficie

Tipo de cambio	Superficie (ha)
Forestal a agrícola	
Forestal a pecuario	
Forestal a asentamientos humanos	
Agrícola a Forestal	
Pecuario a Forestal	
Otro: (especificar)	

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

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

12. ¿Ha observado en su comunidad la disminución de los bosques en los últimos 10 años?

- 1) Si) No

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

- 1) Tala clandestina
 2) Sobrepastoreo
 3) Cambio de uso de la tierra
 4) Plagas y enfermedades
 5) Incendios
 6) Otro: _____
 7) No sabe

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

- 1) Creación de más áreas naturales protegidas
- 2) Pago compensatorio a propietarios de terrenos forestales para evitar el cambio de uso de la tierra
- 3) Asesoría y capacitación para el manejo forestal
- 4) Otro: _____

15. ¿Quiénes cree que deben participar para realizar las acciones propuestas para detener la deforestación?

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

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

III. INDICADORES DE GANANCIA Y RENTABILIDAD PARA EL USO ACTUAL DE SUELO.

19. En el año pasado ¿Cuál es la superficie sembrada, actividad pecuaria, tipos de cultivos o ciclo al que corresponden?

Cultivo/Actividad pecuaria	Ciclo* (Anual, Perenne, O-I, P-V)	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton/ha)	Precio del producto (\$/Ton)

20. Indique los costos/ha que tiene por establecer y mantener sus cultivos o actividad pecuaria por Ha.

Cultivo	Insumos (\$)	Equipo y herramientas (\$)	Mano de obra (\$)	Cosecha (\$)	Renta de la tierra	Otros

21. Indique los ingresos sus cultivos o actividad pecuaria por Ha.

Cultivo	Ingreso (\$)

22. ¿Realiza alguna actividad de aprovechamiento forestal? (madera, leña, carbón, palma camedor, etc.)

1) Si (Pase a la pregunta 23)

2) No (Pase a la pregunta 27)

23. Indique los costos/ha que tiene por realizar la actividad de aprovechamiento forestal por Ha.

Actividad	Insumos (\$)	Equipo y herramientas (\$)	Mano de obra (\$)	Cosecha (\$)	Otros

24. Indique los ingresos por Ha que genera la actividad de aprovechamiento forestal

Actividad	Ingreso (\$)

25. ¿Cuenta con los permisos de SEMARNAT para la realización de los aprovechamientos forestales?

Si ()

2) No ()

26. ¿Cuenta con asesoría técnica o de un Prestador de Servicios?

Si ()

2) No ()

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

1) Producción _____

i) Creciente

2) Costos _____

j) Constante

3) Ganancias _____

k) Decreciente

l) Fluctuante

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

IV. OPINIÓN Y PERSPECTIVA DE BENEFICIARIOS DEL PSA.

29. ¿Participa en el Programa de Servicios Ambientales del Bosque (PSA) o en algún otro Programa que le genere un beneficio económico por conservar?

- 1) Si (se continúa la encuesta pregunta 29)
- 2) No (pasar a la pregunta 47)
- 3) No sabe (pasar a la pregunta 47)

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

31. ¿Cuál es la superficie beneficiada y el monto de apoyo otorgado por el Programa?

Superficie: _____ ha
Monto: \$: _____ ha/año

32. ¿Cómo considera que es el pago por ha/año que proporciona el Programa?

- 1) Excesivo 2) Alto 3) Adecuado 4) Bajo 5) Insignificante

33. Si la respuesta es diferente a **adecuado**, ¿cuánto considera que debería pagar el Programa por ha/año? \$: _____ ha/año

34. ¿Quién decidió la participación del ejido o comunidad en el Programa?

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

35. ¿Cuál fue la principal razón de la participación del ejido/comunidad en el Programa?

- 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: _____

36. ¿Quiénes toman las decisiones sobre el destino de los recursos aportados por el Programa?

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

37. Del último pago anual del programa, indique (en porcentajes) el destino del recurso

- 1) Obras de beneficio social
- 2) Reparto a todos los ejidatarios/comuneros
- 3) Mantenimiento o restauración del predio apoyado
- 4) Infraestructura productiva
- 5) Ahorro
- 6) Otro: _____
- 7) No sabe

38. ¿Lo que se repartió fue de manera equitativa entre los ejidatarios/comuneros?
 1) Sí 2) No 3) No sabe

39. ¿Cuánto recibió usted en el último reparto? \$ _____

40. ¿De qué manera contribuyó el pago en mejorar las condiciones económicas de su familia?

1) Bastante 2) Mucho 3) Regular 4) Poco 5) Nada

41. Del último pago recibido, indique el destino (*porcentajes*)

1) Consumo _____

2) Inversión _____

3) Ahorro _____

4) Otro: _____

42. Señale los gastos que generó en el último año el mantenimiento del predio apoyado por el Programa

Concepto	Costo (\$)/Ha
Vigilancia	
Protección (plagas y enfermedades)	
Protección (incendios)	
Reforestación	
Cercado	
Obras de conservación de suelo y agua	
Otro	

43. De no recibir los apoyos por el programa, ¿a qué cree usted que se dedicaría el predio beneficiado por el Programa?

1) Aprovechamiento forestal por el ejido

2) Uso agrícola

3) Uso pecuario

4) Uso habitacional

5) Concesión a una empresa forestal

6) Sin uso

7) Otro: _____

44. ¿Cómo considera que está el predio beneficiado con respecto a los predios (*forestales*) de otros ejidos sin apoyo, en los aspectos siguientes?

Aspecto	Estado*
Conservación	
Estado fitosanitario	
Protección contra incendios	
Vigilancia	
Cobertura boscosa	

45. Al término del apoyo, ¿a qué cree usted que se destinará el predio ahora beneficiado por el Programa?:

- 1) Aprovechamiento forestal por el ejido
- 2) Uso agrícola
- 3) Uso pecuario
- 4) Uso habitacional
- 5) Conservación
- 6) Concesión a una empresa forestal
- 7) Sin uso
- 8) Otro: _____

46. ¿Después de finalizar el apoyo, cree que el ejido volverá a solicitar los apoyos del Programa?

- 1) Si
- 2) No
- 3) No sabe

47. ¿Por qué?

V. DISPOSICIÓN A COBRAR Y DISPOSICIÓN A ACEPTAR UN PAGO.

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

- 1) Para actividad pecuaria \$/Ha _____
- 2) Para actividad agrícola \$ Ha _____
- 3) Para actividad forestal \$ Ha _____

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

- 1) Dedicada a actividad pecuaria \$ _____
- 2) Dedicada a agrícola \$ _____
- 3) Dedicada a forestal \$ _____

50. ¿Cuál es el valor promedio que Usted le da 1 Ha de su terreno?

- 1) Dedicada a actividad pecuaria \$ _____
- 2) Dedicada a agrícola \$ _____
- 3) Dedicada a forestal \$ _____

51. Si no dedicara su terreno a su actividad productiva principal, ¿qué destino le daría a esas tierras?

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

52. ¿Cuáles son sus expectativas de uso con respecto a la actividad agrícola, forestal o pecuaria que realiza en su terreno? (Crecer, decrecer, mantenerse,) Explique

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

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

1) Si (pase a la pregunta 54) 2) No (pase a la pregunta 56)

55. ¿Cuánto considera que le deberían de pagar por ha/año? \$ _____

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

- 1) Gobierno municipal
- 2) Gobierno estatal
- 3) Gobierno federal
- 4) A los mismos silvicultores
- 5) Otros: _____

57. Conoce Usted el programa federal de la CONAFOR denominado: Programa de Pago por Servicios Ambientales del Bosque (PSAB)

2) Si (pase a la pregunta 58) 2) No (pase a la pregunta 59)

58. ¿Conoce los montos otorgados por el programa por ha y año?¹⁰

2) Si _____ ¿Podría mencionarlo? _____ 2) No

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

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

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

1) Si _____ 2) No

61. ¿Por qué?:

¡¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!!

¹⁰ 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.