

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES**



**LA TRANSFORMACIÓN DE LOS PAISAJES EN LA PARTE ALTA DE
LA CUENCA DEL RÍO LA ANTIGUA, VERACRUZ:
Un análisis desde la perspectiva constructivista de los Sistemas
Complejos.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN ECOLOGÍA TROPICAL**

PRESENTA

MARCO ANTONIO ESPINOZA GUZMÁN

Comité tutorial:

**Dr. Edward Allan Ellis
Dra. R. Citlalli López Binqüists
Dr. Benjamín Ortiz Espejel**

XALAPA, VERACRUZ

AGOSTO DE 2012

Derechos de Autor


ii

Acta de aprobación de la tesis

El presente documento: LA TRANSFORMACIÓN DE LOS PAISAJES EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO LA ANTIGUA, VERACRUZ: Un análisis desde la perspectiva constructivista de los Sistemas Complejos., realizado por MARCO ANTONIO ESPINOZA GUZMÁN, ha sido aprobado y aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en Ecología Tropical.

COMITÉ TUTORIAL

Director:



Dr. Edward Allan Ellis

Asesor:

(M. H. López T)
Dra. Citlalli López Binqüists

Asesor:



Dr. Benjamín Ortiz Espeje

JURADO

Presidente:



Dr. Antonio Fernández Crispin

Secretario:



Dra Maria Cristina MacSwiney González

Vocal:



Dr. Juan Carlos López Acosta

Índice

RESUMEN	xii
I.1 INTRODUCCIÓN.....	1
I.2. Preguntas de investigación	3
II. OBJETIVOS	4
II.1. Objetivo general:.....	4
II.2. Objetivos particulares:	4
III.- MARCO TEÓRICO	5
III.1. Perspectiva constructivista de sistemas complejos	5
III.2. El enfoque sistémico.....	6
III.3. Teoría general de sistemas	7
III.4. Los sistemas complejos	8
III.4.1. Componentes de un sistema complejo.....	11
III.5. Diálogo de saberes	12
III.6. Ordenamiento Ecológico Territorial	14
III.6.1. Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC).....	18
III.7. Análisis cuantitativo.....	19
III.7.1. Sistemas de Información Geográfica.	19
III.7.2. Percepción remota.....	20
III.7.3. Cambio de Cobertura y uso del suelo (CCUS)	20
III.8. Análisis cualitativo.....	21
III.8.1. Investigación acción-participativa	22
III.8.2. Actores Sociales.....	24
III.8.3. Análisis de contenido	25
III.8.3.1. Entrevistas de profundidad.	26
III.8.3.2. Categorización e interpretación	28
IV. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	31
IV.1. Análisis cuantitativo.....	31
IV.1.1. Caracterización socio-ambiental y desarrollo del SIG para la zona de estudio 31	
IV.1.1.1. Percepción remota.....	32
IV.1.1.2. Generación de firmas digitales.....	33
IV.1.1.3. Recorridos de reconocimiento.....	33
IV.1.1.4. Clasificación supervisada de imágenes LADSAT.....	33
IV.1.1.5. Áreas de entrenamiento.....	35
IV.1.2. Análisis de cambio de cobertura y uso del suelo (CCUS)	35
IV.1.2.1. Cambio de uso del suelo	36
IV.1.2.2. Tasas de cambio de uso del suelo.....	36
IV.1.2.3. Análisis por tipo de superficies forestales y no forestales.....	37
IV.1.3. Análisis estadístico KAPPA	37
IV.2. Análisis cualitativo	38
IV.2.1. Entrevistas de profundidad.....	38
IV.2.2. Construcción de los sistemas	40

V. ÁREA DE ESTUDIO.....	43
V.1. la parte alta de la cuenca del río La Antigua.	43
VI. RESULTADOS.....	46
VI.1. Caracterización socio-ambiental de la zona de estudio.....	46
VI.1.1. Caracterización física.	47
VI.1.1.1. Fisiografía.....	47
VI.1.1.2. Clima	48
VI.1.1.3. Hidrología.....	50
VI.1.1.4. Geología.....	52
VI.1.1.5. Suelos.....	54
VI.1.2. Caracterización biológica de la zona de estudio.....	55
VI.1.2.1. cobertura de Vegetación y Uso del Suelo	55
VI.1.2.2. Fauna.	71
VI.1.3. Aspectos socioeconómicos de la zona de estudio.....	72
VI.2. Análisis de cambio en la cobertura del uso del suelo (CCUS).	73
VI.2.1. Generación de firmas digitales	73
VI.2.2. Análisis estadístico KAPPA para el uso del suelo y vegetación del año 2010.	79
VI.2.3. Uso del suelo y vegetación del año 1993.	83
VI.2.4. Uso del suelo y vegetación del año 1999.	85
VI.2.5. Uso del suelo y vegetación del año 2010.	87
VI.2.6. Análisis de las tendencias de cambio de cobertura uso del suelo y vegetación (CCUS).	89
VI.2.6.1. Matriz de transición 1993-1999.....	90
VI.2.6.2. Matriz de transición 1999-2010.....	92
VI.2.6.3. Matriz de transición 1993-2010.....	93
VI.2.6.4. Tasas de cambio de uso del suelo	95
VI.2.6.5. Análisis por superficie forestal y no forestal	98
VI.3. Sistematización de las entrevistas de profundidad.	101
VI.4. Descripción y síntesis e integración de los sistemas	118
VI.4.1. Sistema 1993.....	118
VI.4.1.1. Subsistema ecológico	122
VI.4.1.2. Subsistema económico-productivo.....	122
VI.4.1.3. Subsistema socio-cultural	123
VI.4.2. Sistema 1999.....	124
VI.4.2.1. Subsistema ecológico	126
VI.4.2.2. Subsistema económico-productivo.....	126
VI.4.2.3. Subsistema socio-cultural	127
VI.4.3. Sistema 2010.....	128
VI.4.3.1. Subsistema ecológico	128
VI.4.3.2. Subsistema económico-productivo.....	129
VI.4.3.3. Subsistema socio-cultural	129
VI.4.4. Síntesis e integración de los sistemas	132
VII. DISCUSIÓN.....	137
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142
IX. BIBLIOGRAFÍA	144

Anexos	158
Anexo A.- Categorías, codificación e interpretación de las entrevistas a profundidad. .	159
Anexo B.- Curriculum Vitae	162

Lista de diagramas, figuras, fotos, gráficos y mapas.

Página

Diagrama III.4.1.- Componentes de un sistema complejo: elementos de contorno (externalidades del sistema –p.e. políticas macroeconómicas, acuerdos comerciales internacionales, fenómenos naturales), subsistemas (formados por elementos referentes de cada uno de ellos) y la relación entre los subsistemas (flechas).	12
Imagen V.1.a.- Mapa empleado en las entrevistas a profundidad (los señores Miguel Hernández y Heraclio Moreno Calte, respectivamente).	40
Diagrama de flujo IV.5.a.- de interacciones entre subsistemas que componen el Sistema Complejo “la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz”.	42
Mapa V.a.- Ubicación de los municipios y límites de cuenca correspondientes a la zona de estudio presente trabajo.	43
Mapa V.2.a.- Ubicación la parte alta de la cuenca del río La Antigua. Tomado de Muñoz-Villers y López-Blanco (2007).	44
Mapa VI.1.b.- Ubicación de los municipios y límites de cuenca correspondientes a la zona de estudio presente trabajo.	47
Mapa VI.1.1.b.- Distribución de las regiones fisiográficas en la zona de estudio.	48
Mapa VI.1.1.2.b.- Distribución de los tipos de clima en la zona de estudio.	50
Mapa VI.1.1.3.a.- Distribución de los tipos de clima en la zona de estudio.	52
Mapa VI.1.1.4.b.- Distribución de los tipos de roca y material geológico en la zona de estudio.	53
Mapa VI.1.1.5.b.- Distribución de los tipos de suelo en la zona de estudio.	55
Foto VI.1.2.1.b.- Acahual con restos de mesófilo de montaña (al poniente de Xico viejo,).	57
Foto VI.1.2.1.c.- Agricultura de temporal en la zona “Alta”.	58
Foto VI.1.2.1.d.- Agricultura de temporal en la zona “Alta”.	58
Foto VI.1.2.1.e.- Agroforestal café.	59
Foto VI.1.2.1.f.- Agroforestal café-plátano.	60
Foto VI.1.2.1.g.- Cuerpos de agua.	60
Foto VI.1.2.1.h.- Cuerpos de agua.	61
Foto VI.1.2.1.i.- Infraestructura.	62
Foto VI.1.2.1.j.- Mesófilo de montaña.	63
Foto VI.1.2.1.k.- Pastizal con huizache.	64
Foto VI.1.2.1.l.- Pastizal.	64
Foto VI.1.2.1.m.- Bosque de pino.	66
Foto VI.1.2.1.n.- Bosque de pino.	67
Foto VI.1.2.1.o.- Vegetación de selva.	68
Foto VI.1.2.1.p.- Sin vegetación.	69
Foto III.2.2.1.q.- Zacatonal.	70
Figura VI.2.1.a.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Acahual”.	74
Figura VI.2.1.b.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al uso del suelo “Agrícola”.	74

Figura VI.2.1.c.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al uso del suelo “Agroforestal”.	74
Figura VI.2.1.d.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente a la categoría “Agua”.	75
Figura VI.2.1.e.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al uso del suelo “Infraestructura”.	75
Figura VI.2.1.f.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación bosque “Mesófilo”	75
Figura VI.2.1.g.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente a la categoría “No data”.	76
Figura VI.2.1.h.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Pastizal”.	76
Figura VI.2.1.i.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Pino”.	76
Figura VI.2.1.j.- Firma espectral de ls 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Selva”.	77
Figura VI.2.1.k.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente a categoría “Sin vegetación”.	77
Figura VI.2.1.l.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Zacatonal”.	77
Imagen VI.2.1.m.- Recorte poniente de la sub escena correspondiente al año de 2010.	78
Imagen VI.4.1.n.- Recorte poniente de la sub escena correspondiente al año de 2010, con post-clasificación de uso del suelo y vegetación.	79
Mapa VI.2.3.b.- Subescena correspondiente al año de 1993 la zona de estudio.	84
Mapa VI.2.3.c.- Distribución de los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.	84
Mapa VI.2.4.b.- Subescena correspondiente al año de 1999 la zona de estudio (imagen LANDSAT TM).	86
Mapa VI.2.4.c.- Distribución de los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.	86
Mapa VI.2.5.b.- Subescena correspondiente al año de 2010 la zona de estudio (imagen LANDSAT 7 ETM).	88
Mapa VI.2.5.c.- Distribución de los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.	88
Gráfico VI.2.6.b.- Uso del suelo y vegetación, año y porcentaje.	89
Gráfico VI.2.6.c.- Uso del suelo y vegetación, año y porcentaje.	90
Mapa VI.2.6.1.f.- Distribución de las zonas identificadas con y sin cambios en los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio para el periodo de 1993 a 1999.	91
Mapa VI.2.6.2.i.- Distribución de las zonas identificadas con y sin cambios en los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio para el periodo de 1999 a 2010.	93

Mapa VI.2.6.3.1.- Distribución de las zonas identificadas con y sin cambios en los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio para el periodo de 1993 a 2010.	95
Gráfico VI.2.6.4.n.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1993, 1999 y 2010.	96
Gráfico VI.2.6.4.ñ.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1993 a 1999.	97
Gráfico VI.2.6.4.o.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1999 a 2010.	97
Gráfico VI.2.6.4.p.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1993 a 2010.	98
Gráfico VI.2.6.5.s.- Porcentajes de las categorías reorganizadas.	100
Gráfico VI.2.6.5.t.- Tasas de cambio de uso del suelo de las categorías reorganizadas.	100
Imagen VI.3.b.- Distribución aproximada de los cinco paisajes productivos, identificados y generados por los entrevistados.	103
Mapa VI.3.c.- Distribución aproximada de los cinco paisajes productivos, identificados por los entrevistados.	103
Foto VI.3.e.- Sr. Fernando Cervantes.	106
Foto VI.3.f.- Ing. María Leticia Morales	107
VI.3.g.- Sr. José Manuel Quiroz.	108
Foto VI.3.h.- Sra. Florinda Martínez	109
Foto VI.3.i.- Sr. Heraclio Moreno Calte.	110
Foto VI.3.j.- Sr. Eduardo Cervantes.	111
Foto VI.3.k.- Sr. Rogelio Cabrera.	112
Foto VI.3.l.- Sr. Christian Teczon.	113
Foto VI.3.m.- Sr. Miguel Hernández.	116
Diagrama VI.4.1.a.- Aproximación del sistema y subsistemas correspondiente al año de 1993.	119
Gráfico VI.4.1.b.- Precio indicativo compuesto de la OIC. (Promedios mensuales de julio de 1989 a mayo de 2009, de acuerdo a Osorio (2009)), y la sobre posición de los tres periodos (1987-1993, 1993-1998, y 1998 a 2010).	120
Diagrama VI.4.1.c.- esquematización de la información relevante y su división en tres periodos (1987 a 1993, 1993 a 1999 y de 1999 a 2010) para el presente documento, con base a las entrevistas a profundidad.	121
Diagrama VI.4.2.a.- Aproximación del sistema y subsistemas correspondiente al año de 1999.	125
Diagrama VI.4.3.a.- Aproximación del sistema y subsistemas correspondiente al año de 2010.	131

Lista de tablas

	Página
Tabla V.5.4.1.a.- Tabulación cruzada para dos tiempos con pérdidas y ganancias. Tomado de Pineda <i>et al.</i> , (2009).	36
Tabla VI.1.a.- Clave municipal a nivel nacional, nombre de municipio, superficie en kilómetros cuadrados y porcentaje correspondiente.	46
Tabla VI.1.1.1.a.- Nombre de la provincia fisiográfica, superficie (has) y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.	47
Tabla VI.1.1.2.a.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.	49
Tabla VI.1.1.3.b.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.	51
Tabla (continuación) VI.1.1.3.b.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.	52
Tabla VI.1.1.4.a.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio	53
Tabla VI.1.1.5.a.- Clave del tipo de suelo, descripción, textura, tipo de fase física, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.	54
Tabla VII.2.1.a.- Doce categorías de cobertura de uso del suelo.	56
Tabla VI.1.2.2.a.- Listado taxonómico de los mamíferos medianos. Simbología: locomoción: T= terrestre, E= escansorial, A= arborícola, Ac= Acuático; Forrajeo: F= frugívoro, O= omnívoro; I= Insectívoro, M= mirmecófago, H= herbívoro, G= granívoro y C= carnívoro; Abundancia: A= abundante, C= común y R= rara; Categoría de riesgo: P= peligro de extinción, Pr= Sujeta a protección especial, A= amenazada. Fuente: Tlapaya y Gallina, 2010.	72
Tabla IV.1.3.a.- Municipios, población, porcentaje, superficie, densidad poblacional y grado de marginación. Basado en datos de CONAPO, 2010.	73
Tabla VI.2.2.a.- matriz de error para las 12 categorías (504 puntos de control) de uso del suelo y vegetación del año 2010.	80
Tabla VI.2.2.b.- Matriz de error en porcentaje de datos de referencia (columnas) y calculados (renglones) para las 12 categorías de uso del suelo y vegetación del año 2010 con el programa KAPPA.	80
Tabla VI.2.2.c.- Resultados del análisis Kappa del mapa de uso del suelo y vegetación 2010.	82
Tablas VI.2.2.d.- Valoración del índice Kappa. Tomado de: López de Ullibarri - Galparsoro y Pita - Fernández (1999).	82
Tablas VI.2.2.e.- Valoración del índice Kappa tomado de Landis y Koch, 1977, (Citado en Cerda y Villarroel, 2008).	82
Tabla y gráfico VI.2.3.a.- Tipo de cobertura y uso del suelo para el año 1993, superficie en has, y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.	83
Tabla y gráfico VI.2.4.a.- Tipo de cobertura y uso del suelo para el año 1999, superficie en has, y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.	85
Tabla y gráfico VI.2.5.a.- Tipo de cobertura y uso del suelo para el año 2010, superficie en has, y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.	87

Tabla VI.2.6.a.- Uso del suelo y vegetación, año, superficie (has), porcentaje y tasa de cambio por periodo.	89
Tabla VI.2.6.1.d.- Matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 1999.	91
Tabla VI.2.6.1.e.- Porcentajes de la matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 1999.	91
Tabla VI.2.6.2.g.- Matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1999 a 2010.	92
Tabla VI.2.6.2.h.- Porcentajes de la matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1999 a 2010.	93
Tabla VI.2.6.3.j.- Matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 2010.	94
Tabla VI.2.6.3.k.- Porcentajes de la matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 2010.	94
Tabla VI.2.6.4.m.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría e intervalo de tiempo.	96
Tabla VI.2.6.5.q.- Categorías, superficies, porcentajes y tasas de cambio de uso del suelo.	99
Tabla VI.2.6.5.r.- Categorías reorganizadas, superficies, porcentajes y tasas de cambio de uso del suelo.	99
Tabla VI.3.a.- Municipio, nombre del entrevistado, localidad y actividad económica del mismo.	101
Tabla VI.3.d.- Distribución de los cinco parajes con superficie en m ² , hectáreas y su porcentaje correspondiente.	104

RESUMEN

La toma de decisiones requiere de información puntual y lo más próximo a la realidad al objeto de estudio, con la finalidad de identificar las posibles necesidades, soluciones y alternativas. Por lo anterior y para abordar “La transformación de los paisajes en la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz: Un análisis desde la perspectiva constructivista de los Sistemas Complejos), se requirió la generación de cartografía a escala 1:50’000, de uso del suelo y vegetación, de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec, ubicados en la porción alta de la cuenca del río La Antigua, en el Estado de Veracruz.

La cartografía antes citada, se basó en imágenes satelitales LANDSAT de los años de 1993 (MSS), 1999 (TM) y 2010 (ETM+), con resolución a 30 metros, que permitieron identificar los cambios en la cobertura, así como calcular las tasas de transición entre los periodos de 1993 a 1999, 1999 a 2012 y de 1993 a 2012. Por otra parte, se hicieron recorridos de campo para tener puntos de control geo-referenciados que sirvieron de apoyo no solo en la clasificación supervisada, sino además fueron referencia en la aplicación del estadístico KAPPA (se obtuvo una validación de la clasificación con un nivel de aproximación de 0.87).

En relación a la información de tipo cualitativa que se presenta en éste documento, proviene de 18 entrevistas de profundidad a actores y redes sociales clave para la zona de estudio, quienes señalaron desde su percepción datos, hechos, fechas, instancias públicas y privadas, etc., que han intervenido de alguna u otra manera en los ámbitos social, económico y político, y a su vez han impactados en el manejo y conservación de los recursos naturales de la región.

Éste trabajo de investigación de tipo interdisciplinaria, muestra que el entendimiento de un fenómeno no puede ser explicado desde la descripción de sus partes aisladas, sino mediante su integración articulada, y con ello obtener una visión dinámica y flexible con una mayor capacidad explicativa, que en el caso de los recursos naturales promueve la utilización racional y eficiente de los ecosistemas y con ello la preservación de los mismos (Bifani, 1993; Barrow, 1995), y que al incluir el punto de vista de los habitantes (dueños legítimos y usuarios directos) mediante el diálogo de saberes, se re-contextualizó y re-significaron los procesos, acciones, saberes, la historia y territorialidades locales (Leff, 1998). Todo lo anterior, fue analizado desde la perspectiva de los sistemas complejos, que permitió el entendimiento de los elementos y las relaciones entre ellos, además de conocer la interacción de éstos, con cada subsistema y con los elementos de contorno de cada sistema.

I.1 INTRODUCCIÓN

El entendimiento de las dinámicas de uso del suelo y la cobertura de la tierra constituyen investigaciones clave e imperativas en el entendimiento del cambio ambiental global (Geist and Lambin, 2001). En este sentido los modelos espaciales pueden ayudar a entender las causas sociales y medioambientales y sus consecuencias en el cambio de cobertura y uso del suelo (“CCUS”) mediante la investigación interdisciplinaria. Así mismo, ayuda a definir y probar las relaciones entre las variables medioambientales y sociales, mediante el uso de datos geográficos y tabulares (censos, datos topográficos, etc.), observaciones en campo (medidas ecológicas, inspecciones en casas y parcelas, entrevistas con planificadores y tomadores de decisiones) y datos de percepción remota (Ellis y Pontius, 2007). Los estudios de CCUS, evalúan las dinámicas en las transformaciones del paisaje y permiten establecer posibles las causas y consecuencias, representando una valiosa herramienta para los usuarios y generadores de políticas públicas en torno al uso del suelo, al ofrecer escenarios de cambios futuros y sus efectos no solo en el medio natural sino también social y por tanto económico (Geist and Lambin, 2001; Ellis y Pontius, 2007).

La presente tesis propone, la oportunidad de generar lineamientos para políticas públicas basadas en la perspectiva teórica metodológica de los Sistemas Complejos (SC), del análisis de cambios de uso y cobertura de suelo corroborado con información en campo mediante entrevistas de profundidad a informantes clave; con lo cual se busca sentar las bases técnicas, académicas y de conocimientos locales para el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec, que están ubicados en la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz.

En este sentido el enfoque metodológico de los SC aplicado a proyectos de desarrollo en regiones agrícolas considera la multiplicidad de los elementos (físicos, biológicos, sociales y económicos), los cuales constituyen un complejo que funciona como una totalidad organizada (García, 2006). Esta complejidad¹, no solo se refiere a la heterogeneidad de sus componentes sino a la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones en esa totalidad. Los complejos agrarios según García (2006), raramente tienen límites geográficos y componentes bien definidos, y sus elementos difícilmente pueden ser registrados y clasificados de manera inequívoca. La caracterización de las actividades que conforman el funcionamiento de la totalidad (la producción de cultivos, el agua, suelo, el trabajo campesino, etc.) se interrelacionan de forma que en conjunto funcionan como una totalidad organizada. Estos elementos abstraídos e interpretados, permite primeramente establecer los datos y los observables, estos últimos son el producto de la conceptualización que

¹ “La complejidad se impone de entrada como imposibilidad de simplificar; ella surge allí donde la unidad compleja produce sus emergencias, allí donde se pierden las distinciones y claridades en las identidades y causalidades, allí donde los desórdenes y las incertidumbres perturban los fenómenos, allí donde el sujeto-observador sorprende su propio rostro en el objeto de observación, allí donde las antinomias hacen divagar el curso del razonamiento” (Morin (1977), citado en: García, 2006).

facilita la comprensión de los procesos que se presentan.

Los procesos en los SC, se refieren a un cambio o series de cambio que constituyen el curso de acción de las relaciones entre los eventos, son relaciones establecidas sobre la base de inferencias o generalizaciones inductivas, basadas en experiencias previas, mientras que los vínculos entre eventos que caracterizan a cada proceso no son observados sino inferidos por deducción lógica basada en el marco conceptual del investigador, es decir el conjunto de relaciones casuales entre los eventos de un complejo son construcciones y que son tan importantes como los hechos objetivos (García, 2006).

En relación al fenómeno que ocupa el presente documento, referente al cambio de uso del suelo y de acuerdo a Geist y Lambin (2001), es el resultado de complejos procesos socio-económicos, que en la mayoría de las situaciones o casos es imposible de aislar una sola causa o relacionarla a unos pocos factores, que en el caso de la deforestación tropical las causas suelen ser factores económicos, institucionales, políticas nacionales e influencias locales, así como del crecimiento demográfico y los tipos de cultivo y sus demandas de los mismos (Alambrista, 1987; citado por Geist y Lambin, 2001).

Ésta investigación se enfocó en la percepción del medio ambiente de los habitantes de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, la cual se refleja de alguna manera en las actitudes sustantivas de grupos y actores de la zona: como agricultores, ganaderos, comerciantes, burócratas, etc., es por ello que se considera la percepción de la población en torno a la situación ambiental de la región puede responder a la pregunta ¿De qué manera interactúan los elementos de contorno² del sistema complejo de la parte alta de la cuenca del río La Antigua en los procesos de transformación del paisaje y cambio de cobertura y uso de suelo de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec, ubicados en el Estado de Veracruz?

En este trabajo se implementaron métodos cuantitativos sobre los proceso de CCUS mediante la percepción remota de imágenes satelitales, y para evaluar la percepción social de la transformación del paisaje se implementaron métodos cualitativos mediante entrevistas. El método de análisis para las entrevistas de profundidad fue el interpretativo, seleccionando partes textuales de las entrevistas y se buscaron similitudes con citas de los otros entrevistados, estableciendo categorías. Posteriormente se aplicó el análisis de la

² Los sistemas complejos se conciben como sistemas abiertos (García, 2000), que mantiene relación con los factores externos cuyas dinámicas son autónomas en relación a él. Sin embargo el sistema puede tener influencias de estos elementos o procesos denominadas como condiciones de contorno (condiciones en el límite) del sistema particular construido, que se traducen como flujos de entrada y salida de información, productos o insumos. Esta interacción del sistema con su entorno es la principal generadora de cambios y que condicionan la estructura que el sistema puede adoptar ante perturbaciones venidas de afuera del sistema (Duval, 1999) (para el presente documento algunos de los elementos de contorno identificados son: las políticas macroeconómicas, precio internacional de café, anomalías climáticas).

información desde la perspectiva de los SC³, donde se identificaron y establecieron las diferentes relaciones casuales entre los procesos y entre los datos empíricos (paisajes agrarios), así como las conceptualizaciones (elementos), permitiendo representar los actores principales y a las actividades más significativas de cada paisaje. Lo anterior generó los elementos fundamentales para políticas públicas basados en argumentos técnicos, científicos y en la percepción de los habitantes.

I.2. Preguntas de investigación

¿De qué manera interactúan los elementos de contorno del sistema complejo de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, en los procesos de transformación del paisaje y cambio de cobertura y uso de suelo de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec, ubicados en el Estado de Veracruz?

¿Cuáles son elementos y procesos del sistema que permite una visión integral del los procesos de cambio de la cobertura y uso del suelo de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec (de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz)?

¿Cuáles son los factores históricos y las percepciones de actores sociales claves que determinan la transformación de los paisajes la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz?

³ *Los sistemas complejos están contruidos por elementos heterogéneos en interacción –y de allí su denominación de complejos-, lo cual significa que sus sistemas pertenecen a los “dominios materiales” de muy diversas disciplinas* (García, 2006; pág. 32).

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo general:

Estudiar la dinámica de los paisajes socio-naturales de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz, desde la perspectiva de Sistemas Complejos.

II.2. Objetivos particulares:

Caracterización social y ambiental de los paisajes de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz.

Reconocer los factores históricos que determinan la transformación de los paisajes de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz

Establecer los procesos de cambio de cobertura y uso de suelo en los paisajes de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz, mediante modelos geo estadísticos.

III.- MARCO TEÓRICO

El presente estudio se realizó bajo el enfoque constructivista desde la perspectiva de sistemas complejos; y el diálogo de saberes.

III.1. Perspectiva constructivista de sistemas complejos

Bajo la perspectiva positivista, se puede suponer que el conocimiento científico es poseedor de la verdad absoluta y se considera como el único válido, mientras que el conocimiento local aun cuando fue el eje vertebral de la civilización, se menosprecia, considerándole obsoleto y retrógrada (Gutiérrez, 1995; citado en Warman, 2001), convirtiéndose en objeto y no sujeto de estudio (por lo que la mayoría de las investigaciones en este sentido son sobre; y no para y con las comunidades). Aun cuando es un conjunto complejo de entidades más tangibles, como es el conocimiento del uso y manejo de la vegetación, de la fauna, agua, etc. (Warman, 2001). Es decir, el saber comunitario no es solamente la suma o yuxtaposición de grupos de individuos de comunidades, que permiten la formación del intercambio de saberes, del uso de herramientas, etc.

En contraste con la visión positivista, desde una perspectiva constructivista de SC, se reconoce la inseparabilidad de saberes, lo cual configura una de las condiciones distintivas de los sistemas complejos: la imposibilidad de descomponerlos en elementos independientes, que puedan ser descritos y caracterizados por separado (Duval, 2005; García, 2000). Lo que está en juego en la concepción de sistemas complejos es la relación entre el objeto de estudio y las disciplinas a partir de las cuales se realiza el estudio; es decir una asociación entre complejidad y la imposibilidad de considerar aspectos particulares de una proceso a partir de una sola disciplina (García, 2006).

Si bien un sistema complejo es una representación de un recorte de la realidad, conceptualizada como una totalidad organizada en la cual los elementos no son separables y no pueden ser estudiados aisladamente (García, 2006), si reclama la convergencia de diferentes disciplinas para su abordaje, se requiere una metodología de trabajo interdisciplinario, con la formación de grupos multidisciplinarios. A diferencia de los trabajos de carácter disciplinarios o multidisciplinarios, los interdisciplinarios no constituyen la suma de investigaciones hechas a partir de las diferentes disciplinas; sino que el trabajo parte desde la formulación del problema con la visión del equipo y de igual forma la construcción del marco teórico y metodológico; un planteamiento del problema y un marco teórico compartido, donde las diferentes disciplinas vinculadas al trabajo comparten la visión. Por lo tanto la delimitación del sistema también deberá hacerse entre los miembros del equipo de la investigación apoyados en su marco conceptual y problema a estudiar (García, 2006).

Para García (1986), los componentes de un sistema complejo son: sus límites, elementos y las estructuras; el primero se entiende como el fragmento de realidad que se ha decidido

estudiar, pues los SC que se representan en la realidad empírica que carecen de límites físicos y del problema, por esto es necesario hacer un recorte, decidir que parte de la realidad nos interesa y cual no; los elementos, están determinados mutuamente a través de sus relaciones, es decir su estructura, aquí resulta de vital importancia decidir qué elementos deben quedar dentro y cuáles fuera, priorizando las relaciones, atendiendo a las escalas espaciales y temporales de los procesos; algunas propiedades de los sistemas no están determinadas solo por sus elementos sino por su estructura, es decir las relaciones entre sus elementos, por lo cual las propiedades de los elementos del sistema y las propiedades de la estructura corresponden a dos niveles de análisis diferentes. Las estructuras son dinámicas y determinan el grado de estabilidad del sistema, la cual está asociada a procesos de desestructuración y reestructuración, por lo que el objetivo del estudio no es el estado actual o en un momento dado del sistema sino el estudio de la dinámica de éste en el tiempo.

En el estudio de los SC, es necesario reconocer los niveles de procesos y análisis, las relaciones que construye el sistema se dan a diferentes escalas. Así los procesos de primer nivel, corresponden a los cambios sucedidos en el medio físico y socioeconómico; los de segundo nivel, son también llamados meta-procesos e involucran modificaciones al sistema productivo que indujeron cambios importantes en el primer nivel y el tercer nivel, está relacionado con las políticas nacionales, mercados internacionales que interfieren de manera significativa en la dinámica de los procesos de segundo nivel (García, 2006). Estos diferentes niveles de procesos, requieren diferentes niveles de análisis. Para ello hay que tener en cuenta la escala a la que se suceden los fenómenos – los de 1er nivel, son locales, los de 2do nivel, regionales o nacionales y los de 3er nivel nacionales e internacionales- los tres involucran actores y dinámicas diferentes, pero están interrelacionados “el estudio de los procesos de tercer nivel provee una explicación de los procesos de segundo nivel; el estudio de este último provee una interpretación de los procesos del primer nivel” García (2006, pág. 59).

III.2. El enfoque sistémico

El surgimiento del pensamiento sistémico se da en la mitad del siglo XIX, el cual trajo a la discusión el tema de las relaciones entre las partes que componían un todo y la necesidad de reconocer que dicho todo surgía como expresión de esas relaciones y no podía ser explicado desde el puro entendimiento de sus partes aisladas. De esta manera el pensamiento sistémico, se identifica como integrador y articulante y se complementa con el tradicional enfoque reduccionista fragmentario que tenía la ciencia.

El enfoque sistémico no implica un supuesto antagonismo con la ciencia clásica, la visión sistémica es un reconocimiento de la necesidad de abordar los problemas de manera diferente y complementaria a la perspectiva tradicional, que se caracteriza por tener un enfoque reduccionista para apreciar la realidad. Este enfoque inevitablemente conduce a la formulación de un nuevo paradigma.

Es claro que la visión clásica de la ciencia al igual que la perspectiva sistémica son construcciones histórico sociales de la realidad, según una selección arbitraria de los elementos que consideramos pertinentes, sin embargo, una de las grandes diferencias es que la primera carga todo el peso de la explicación sobre los elementos, mientras que la segunda se basa en las relaciones entre estos, aportando de esta manera una visión mucho más dinámica y flexible, y por lo tanto con una capacidad explicativa mucho mayor (Morín, 2007).

III.3. Teoría general de sistemas

La teoría general de sistemas⁴, dada a conocer en el año de 1957 por la Society for General Systems Research (antes Society for the Advancement y General Systems Theory), y en el libro “Teoría General de Sistemas generales”, donde Ludwig von Bertalanffy (1986; Miranda, 2005) presentó los siguientes propósitos:

- a) Existe tendencia general hacia la integración en las diferentes ciencias naturales y sociales.
- b) Tal integración es una teoría general de sistemas.
- c) Tal teoría puede ser un medio importante para llegar a la teoría exacta de los campos no físicos de la ciencia.
- d) Desarrollando principios unificados que van "verticalmente" a través de los universos de las ciencias individuales, esta teoría nos acerca al objetivo de la unidad de la ciencia.
- e) Esto puede conducir a la integración muy necesaria de la educación científica.

Por ello, la Teoría General de Sistema, puede ser aplicable en diferentes ciencias ya que permite abordar fenómenos complejos, al definir la mayoría de las partes constituyentes, así como de las interacciones de estos a través del enfoque sistémico (Duval, 2005), y puede considerarse como un recurso teórico metodológico para alcanzar el objetivo planteado.

Miranda (2005) señala además que un sistema⁵, “es la reunión o conjunto de elementos relacionados entre sí, en sistemas menores (subsistemas) o sistemas mayores que los incluyen (suprasistemas), comprendiendo un sistema total o integral”. En este sentido Churchman (1984; pág. 28) señala que: “*los sistemas se integran de un conjunto de elementos que trabajan agrupadamente para el objetivo general del todo*”. Por lo tanto podemos decir que el enfoque de sistemas es una manera de pensar acerca de estos sistemas totales y sus componentes.

⁴El término “sistema” en este trabajo es utilizado como sinónimo de “totalidad organizada”, de acuerdo a lo propuesto por García (2000).

⁵De acuerdo a Duval (2005), señala que: “el sistema –sistema complejo- no es más que una propuesta de organización de la realidad para hacerla inteligible a la luz de una teoría aceptada previamente por el investigador”, en otras palabras es una propuesta de elementos seleccionados de la realidad, y que conforman construcciones teóricas que realizan investigaciones teóricas para medir o verificar las relaciones de los subsistemas.

Este enfoque holístico⁶ o paradigma sistémico según Miranda (2005), se vierte en el actual quehacer científico, al evadir los preceptos cartesianos referentes a evidencia, reducción, determinación y exhaustividad, los cuales han quedado casi superados, y con ello se desarrollan nuevos caminos de la ciencia, entre los que figuran el enfoque de sistemas, que considera la creación integrada como alternativa a un crecimiento de la ciencia por reiterada adición de conocimientos separados, y rechaza el reduccionismo el cual asume que para conocer el objeto de estudio, basta con el análisis de sus partes más simples. Lo anterior plantea abiertamente la antítesis de cualquier visión sistémica, al proponer que algo sea conocible sólo a través de las características de sus componentes (este “algo” –aunque establecido como una entidad identificable- no tendría más propiedades que las que puedan deducirse de éstos) (Duval, 1999; Morin, 1997; Fernández, 1999).

Por lo anterior al establecer el objeto de estudio⁷ y sus partes constituyentes, se genera una creación hipotética de la realidad a nivel cognoscitivo y se trata de propuestas teóricas para explicar la realidad y que deben ser verificadas a posteriori. (y las relaciones que aparecen como características invariantes del objeto de estudio y con una existencia real independiente del sujeto investigador. Estas son vistas por varios investigadores como propiedades ontológicas del objeto construido y de la realidad, y no como atributos puestos, en ambos casos, por el estudios) (Duval, 1999; Batllori-Sampedro *et al.* 2006).

III.4. Los sistemas complejos

De acuerdo a Riera (2008) “*Los sistemas complejos son una propuesta de aproximación metodológica para aprehender la realidad de manera integrada. Cabe anotar que complejo es aquello que no puede resumirse en una palabra maestra, aquello que no puede retrotraerse a una ley, aquello que no puede reducirse a una idea simple*”. Dicho de otro modo, lo complejo no puede resumirse en el término complejidad, retrotraerse o rehacerse a una ley de complejidad, reducirse a la idea de complejidad. La complejidad no sería algo definible de manera simple para tomar el lugar de la simplicidad. La complejidad es una palabra problema y no una palabra solución (Morín, 2007).

Actualmente se sabe que lo complejo es distinto de lo complicado y que para comprender un sistema complicado, podemos simplificarlo y descubrir así su inteligibilidad; en tanto que para comprender un sistema complejo se debe modelar para construir su inteligibilidad. Del mismo modo, en la modelización de sistemas “*descomponibles*” podemos ir de lo

⁶Enfoque integral, es aquel que se acerca al proceso de estudio, sistema o fenómeno desde varios ángulos simultáneamente. No confundir integral con total, total se refiere al conjunto de elementos que conforman la estructura; integral se conecta con las relaciones de aquellos elementos que en conjunto proporcionan coherencia, completitud y le dan forma al proceso en estudio, fenómeno o sistema (Morin, 1997).

⁷El objeto de estudio.- es un fenómeno que es seleccionado de la realidad por nuestros conocimientos previos y nuestras preguntas de investigación (Duval, com. pers.), por lo que se puede decir que partimos de lo conocido para abordar lo desconocido.

complicado a lo simple a través de la disyunción y el “desmembramiento”, en tanto que en los sistemas in-descomponibles no es posible la explicación a partir del aislamiento ya que cada uno de sus componentes se define según otro. Dicha “interdefinibilidad” es lo que le da forma a la estructura, y es en ésta última y no en sus elementos donde radica la explicación compleja.

Lo anterior implica que, según quien observa y construye el modelo (en cierto contexto histórico determinado) con los elementos que selecciona, o mejor aún, con las relaciones entre estos, está creando y ofreciendo una realidad diferente, y que a pesar de que la construcción del modelo es un proceso subjetivo, y que su aplicabilidad práctica y concreta puede ser verificada.

En este sentido los métodos de modelización sistémica son fundados epistemológicamente sobre un cimiento constructivista, muy diferente al del positivista quien reconoce que la idea de realidad es una sola compartida por el ser humano de manera homogénea. Sino que son tantas las formas del cosmos como ideas hayan sobre éste. Mientras que el pensamiento simplificador desintegra la complejidad de lo real, el pensamiento complejo integra lo más posible los modos simplificadores de pensar, pero rechaza las consecuencias mutilantes, reduccionistas, unidimensionales y finalmente cegadoras de una simplificación que se toma por reflejo de aquello que hubiere de real en la realidad (Morín, 2007)⁸.

El mundo viviente, sostiene Morín (2007), contiene intrínsecamente no solo equilibrios y acuerdos sino también concurrencias, antagonismos, y conflictos. En consecuencia, el problema del pensamiento complejo es tratar con la unidad/des-unidad de la vida sin re-absorber, reducir o debilitar uno de los dos términos. Por lo anterior el investigador o grupo de investigadores construye un sistema complejo para organizar de manera conceptual, los procesos pertenecientes a un recorte que él mismo hace (de la realidad observada). El entendimiento de manera integral logra articular diferentes disciplinas de la ciencia (escogidas según su pertinencia en el problema a estudiar). Esta articulación genera espacios de convergencia disciplinar a partir de preguntas comunes.

Evaluar un sistema complejo significa estudiar un “trozo de la realidad” (Morín, 2007; Batllori-Sampedro *et al.*, 2006; García, 2006; Duval, 2005), que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos. El punto de partida está en la pregunta o grupo de preguntas que especifican la orientación general de la investigación y a partir de ésta se seleccionarán los límites y los componentes del sistema (es decir, los elementos y sus interrelaciones, tanto internas como externas) guiados por el grado de relevancia con respecto a aquella (Batllori-Sampedro *et al.*, 2006; Duval, 2005).

⁸ Desde la perspectiva interdisciplinaria se pueden generar modelos dinámicos que nos permiten estudiar procesos y no estados, interrelaciones y no elementos, unidades y no partes. La metodología de trabajo interdisciplinario responde a la necesidad de lograr una síntesis integradora de los elementos de análisis (García, 1986).

La organización de la realidad como sistema complejo, establece relaciones dentro de su objeto de estudio, entre él y su entorno, y considera que ellas derivan de una teoría, y en ningún momento pueden ser consideradas como partes dadas de la realidad (García, 2000). Por ende son construcciones del sujeto para explicar la realidad (Duval, 2005), mediante la construcción de relaciones; y que es necesario descomponerla para conocerla (Duval, 1999).

La realidad como lo señala García (2000) se muestra como “el todo que es más que la suma de sus partes” y en ningún momento pueden ser consideradas como partes dadas de la realidad -la realidad es una construcción por parte del sujeto (García, 2000)-. En el caso de los procesos socioambientales (que abarcan procesos heterogéneos del medio físico, social, de la esfera productiva y tecnológica), su estudio no pueden enfocarse a un solo ámbito disciplinario ya que los mecanismos que se dan en un sistema son complicados y complejos. Mecanismos que son derivados de interacciones múltiples y con relaciones subyacentes, no invocan una sola causa, como esquemas unicasuales o lineales.

Los sistemas complejos desde la perspectiva constructivista, es una propuesta de organización (en el nivel cognoscitivo) de un recorte de la realidad (García, 2000) – mediante la selección de situaciones, fenómenos, procesos que integran a una entidad que tiene un funcionamiento especial, y tomando en cuenta las relaciones consideradas como importantes con relaciona a sus preguntas- esto refuerza la idea de que el sistema es construido y no está dado, y por ende no se descubre. Por lo tanto el sistema complejo se concibe necesariamente como sistema abierto (García, 2000), guardando relación con los factores externos cuyas dinámicas son autónomas en relación a él. Sin embargo el sistema puede tener influencias de estos elementos o procesos denominándose como condiciones de contorno (condiciones en el límite) del sistema particular construido, que se traducen como flujos de entrada y salida de información, productos o insumos. Esta interacción del sistema con su entorno es la principal generadora de cambios y que condicionan la estructura que el sistema puede adoptar ante perturbaciones venidas de afuera del sistema (Duval, 1999).

La estructura del sistema complejo, de acuerdo a García (2000; Duval, 1999), se refiere al “conjunto de relaciones dentro de un sistema organizado que se mantiene en condiciones estacionarias mediante procesos dinámicos de regulación” por lo que el concepto difiere de una estructura sistémica de carácter ontológica. Las relaciones que integran la estructura del sistema no son consideradas como propiedades permanentes del mismo.

Al concebir a los sistemas complejos como una totalidad organizada en la cual influyen procesos heterogéneos, la realidad construida no está dividida en disciplinas pero si de caracteriza por abarcar elementos que pertenecen al dominio de diversas disciplinas, por lo que esta consideración obliga a recurrir a la interdisciplinariedad en los sistemas complejos (García, 2000). El sistema así integrado adquiere características propias, diferentes al de sus partes, y no puede ser representado por una adición de las propiedades de ellas, aunque resulte de sus interacciones (Duval, 1999; Duval y Hernández, 2000).

El enfoque de sistemas complejos señala Duval (1999), implica que los problemas

abordados están determinados por la interacción de múltiples factores, por lo que la visión será incorrecta si ésta se basa en informaciones parciales elaboradas separadamente en campos disciplinarios distintos (Por lo que no es el número de situaciones, fenómenos y procesos abarcados lo que confiere al sistema el carácter de complejo). El sistema complejo al admitir la organización en niveles jerárquicos no evidentes y la estratificación de los mecanismos que directa o indirectamente determinan el funcionamiento del sistema. Estos niveles diferenciación son semi-autónomos en relación uno con otro y pueden ser estudiados de manera por separado, y sus interacciones condicionan las condiciones de contorno de cada uno (Duval, 2005; Duval y Hernández, 2000).

La investigación con el enfoque de los sistemas complejos, busca la integración del objeto de estudio que se enriquece con nuevas propiedades y características y no se reduce a una mera integración de disciplinas (Köeppen *et al.*, 2005; Batllori-Sampedro *et al.*, 2006). Por ello la interdisciplina⁹ es parte necesaria del análisis del sistema complejo, mientras que la disciplina es parte inevitable de la investigación interdisciplinaria de los sistemas complejos. En este sentido la práctica interdisciplinaria, se adopta el criterio propuesto por García (citado en Duval, 1999): *“las interrelaciones que se dan entre los procesos de la realidad y no las interrelaciones entre las disciplinas”*.

III.4.1. Componentes de un sistema complejo

Al interpretar cualquier fenómeno y lo organizamos en un sistema para comprenderlo vemos que cada elemento del sistema establece relaciones con los demás y con la totalidad a la que pertenece. Estas relaciones son las que lo determinan, de tal forma que resulta imposible acotar o definir uno de los elementos sin hacer referencia a los demás o a la totalidad. Esta interdependencia entre los elementos del sistema es una de las características más importantes del pensamiento complejo.

El sistema en sí es una construcción, que es resultado de un proceso cognitivo y por ende es una abstracción arbitraria. Dicho de otro modo, es un recorte que incluye lo que es pertinente según el investigador (o grupo de investigadores) (Batllori-Sampedro *et al.*, 2006; Duval, 2005; Duval y Hernández, 2000).

Las condiciones de contorno es lo que permanece por fuera del recorte puede ser o bien irrelevante a efectos del problema que orienta la construcción del sistema o bien sustituible por un conjunto preciso de relaciones concretas cuyo efecto integrador reproduce en lo fundamental las interacciones con el mundo exterior al sistema construido. Este conjunto de

⁹De acuerdo a Köeppen, *et al.* (2005), la interdisciplina traspasa las fronteras disciplinarias y, aunque los especialistas participantes mantienen la identidad de sus ramas, existe la disposición de estudiar lo necesario de las otras cosas con el propósito de sentar las bases para una comprensión mutua y puede ser considerada como el resultado de un proceso de sinergia que requiere el concurso de las partes y propicia la emergencia de cosas nuevas. La interdisciplina puede ser la clave para entender la complejidad del mundo actual, el cual no permite visiones o explicaciones simplistas.

relaciones que el sistema establece con el exterior, y que determina el campo de las posibilidades en cuanto se refiere a la estructura interna del sistema, es lo que se denomina *condiciones de contorno*. De este modo, lo que se considere como lo “exterior” no se refiere únicamente a los fenómenos que se localizan fuera del espacio físico delimitado por el recorte espacial definido, sino también y sobre todo a los elementos que permanecen al margen del recorte conceptual que la problemática analizada establece (Duval, 2005).

Dicho de otro modo, “el establecer los límites del sistema complejo, implica, por un lado desechar aquello que no tiene efecto aparente sobre las variables de nuestro interés y por otro, jerarquizar elementos, subsistemas y procesos de interés para distinguir niveles; todo bajo la óptica de un marco epistémico previo (Ortiz – Espejel, 2005)” (ver diagrama III.4.1.).

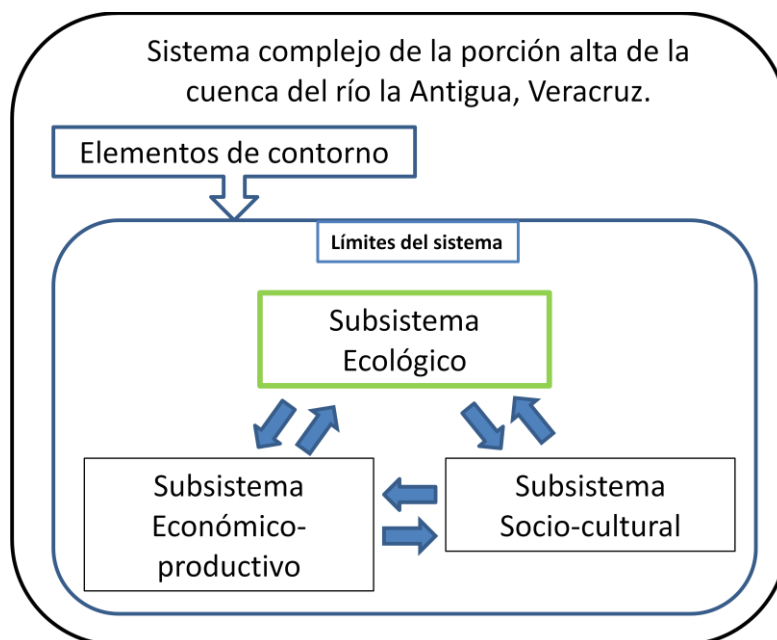


Diagrama III.4.1.- Componentes de un sistema complejo: elementos de contorno (externalidades del sistema –p.e. políticas macroeconómicas, acuerdos comerciales internacionales, fenómenos naturales), subsistemas (formados por elementos referentes de cada uno de ellos) y la relación entre los subsistemas (flechas).

III.5. Diálogo de saberes

El “diálogo de saberes” se ha comprendido como principio, enfoque, referente metodológico y como un tipo acción caracterizada por el reconocimiento de los sujetos participantes en procesos formativos o de construcción grupal de conocimientos, además puede entenderse como una aproximación que apunta a entenderlo como un tipo de

“hermenéutica colectiva” (Ghiso, 2000), donde la interacción, caracterizada por lo dialógico, recontextualiza y resignifica los procesos, acciones, saberes, historias y territorialidades (Leff, 1998; Leff, 2006). Por lo anterior el diálogo de saberes se sitúa como eje estructurante de las prácticas investigativas comunitarias y de educación popular y como estudio de las tensiones entre globalización/diversidad, y/o entre ataduras/articulaciones, y reflexiona metodológicamente las raíces hermenéuticas del diálogo de saberes”.

El diálogo de saberes en las prácticas investigativas comunitarias, se sitúan en ambientes caracterizados por la diversidad y la conflictividad, que no sólo se manifiesta en expresiones y posturas diferentes (intolerancia y agresión), sino también en tensiones generadas por dinámicas sociales, culturales y económicas contradictorias, que buscan por un lado, homogeneizar los modos de ser, hacer, estar y querer de personas o grupos de personas, y por el otro, las tendencias que pretenden configurar “identidades” individuales o agrupadas diversas, con capacidades de construir, proclamar y ejercer, desde allí, sus derechos.

Los cambios culturales, ecológicos, económicos, políticos y tecnológicos que están indicando que las interacciones, vínculos, encuentros y contradicciones están siendo reorganizadas; y que en la mayoría de los casos, existen dificultades en imaginar o visualizar la magnitud e incidencia de este tipo de procesos. Es en este sentido que los principales factores homogeneizantes identificados a escala intercontinental es el mercado y la política, los que apoyados con las tecnologías de la información dejan fuera cualquier acción a los actores locales, regionales y hasta nacionales (Ghiso, 2000). Por lo que los consensos, negociaciones y concertaciones se hacen, más difíciles por la incapacidad de construir posibles interacciones comunicativas, en las que los sujetos se reconocen en condiciones de desigualdad frente al ejercicio del poder y con pocas competencias para asumir y expresar sus posturas en el diálogo.

Para emprender el camino del diálogo en los procesos de investigación comunitaria, se requiere tener en cuenta condiciones como: el reconocimiento de sujetos dialogantes, los ámbitos que lo posibiliten y, sin duda, las experiencias vitales diferentes/semajantes, que quieren ser compartidas, así como de los intereses e intencionalidades, de los saberes, de las expresiones e interacciones, de las percepciones, de las vivencias y deseos.

En las propuestas de trabajo para investigaciones comunitarias se busca que los dispositivos metodológicos diseñados favorezcan y faciliten el diálogo de saberes, que se guían por principios como los de la complejidad, en la medida que permiten evidenciar y hacer explícitos los diversos elementos que se entrelazan para dar razón de diferentes orígenes y contextos, reconociendo el carácter recursivo, complementario de los componentes y relaciones, y del proceso formativo o de construcción de conocimiento, de la transversalidad de elementos como, el saber, el ejercicio del poder, las imágenes, ideas, nociones, comprensiones e intenciones ligadas a acciones, a recuerdos y a deseos que posibilitan horizontes y escenarios viables para establecer vínculos que potencien el sujeto, sus procesos de reflexividad y capacidades instituyentes (Leff, 1998; Leff, 2006).

El desarrollo de experiencias investigativas y formativas, en donde el diálogo de saberes es el eje, tienen la característica de ser polifocales, permitiendo que los involucrados puedan observar todas las dimensiones que conforman su ser, estar, tener, querer, conocer, expresar y sentir. Por lo anterior, lo ético, lo político y lo estético son opciones fundantes de la propuesta, debido a que en ella todos los involucrados en el proceso pueden verse y ver lo que allí se hace visible. Esta es una posibilidad que facilita la recreación de vínculos realmente equitativos en el marco de las relaciones entre sujetos diferentes en el campo del poder/saber.

Cuando se habla de diálogo de saberes se habla de la posibilidad de un encuentro dialógico entre sujetos y que tiene como característica de ser contextualizado en un tiempo y en un territorio desde donde pueden ser objetivados, comprendidos, interpretados y recreados el sentido particular de vivencias, interacciones y lenguajes. Y cuando se asume el diálogo de saberes como enfoque y acción, se está desarrollando una práctica de hermenéutica colectiva.

El diálogo de saberes debe asumir con profundidad y rigurosidad el pluralismo de valores, significados y formas de vida resultante de la existencia de múltiples medios y mediaciones que potencian o encierran las posibilidades comunicativas de personas, grupos e instituciones diversas. Por lo que la modificación constante de códigos, signos y símbolos propios de configuraciones sociales, económicas y culturales diferenciadas no es ajena. Y por otra parte, cabe señalar la imposibilidad de recrear procesos sociales desde posiciones unilaterales.

Hoy el encuentro, el diálogo, la negociación hacen parte de nuevos rituales que buscan llegar a consensos y agendas de negociación política. Esto ha implicado que los sectores dominantes trabajen con especial énfasis las estructuras comunicacionales que les permiten redescubrir la dimensión social e histórica, la tradición cultural como reserva de esperanzas y de sentidos. El diálogo de saberes es entonces un enfoque y acción con el presupuesto de que es posible configurar identidades plurales y dinámicas; reconociendo sus autonomías relativas (Ghiso, 2000).

III.6. Ordenamiento Ecológico Territorial

El desarrollo sostenible o sustentable, fue esbozado por primera vez en las reuniones preparatorias de la conferencia Mundial sobre el Medio Humano de 1972 y fue ampliamente difundido en el informe “Nuestro Futuro Común” -informe Brundtlan (1987)- de la comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Bifani, 1993: SEMARNAP, 2000). En él explicita la íntima, inevitable y mutua interdependencia entre el sistema natural y el desarrollo económico, ya que el primero, constituye la base de todo progreso y bienestar social, y proporciona los recursos para su logro; mientras que el crecimiento económico, es el que provee los medios financieros, científicos, técnicos y organizacionales que permiten la utilización racional y eficiente de los ecosistemas así como su preservación

(Bifani, 1993; Barrow, 1995).

En la política económica existe la tendencia a utilizar al máximo los instrumentos del mercado para regular las relaciones productivas, por lo que los objetos para la producción o materias primas son valorados como útiles únicamente en la medida en que se convierten en un producto, pero hay bienes directamente apropiados, o empleados, para la elaboración de mercancías que no entran en la valoración y que se encuentran en una situación de degradación irreversible por su consumo sin restricción alguna (Boege, 1996), tales como: la calidad del aire, del suelo, del agua y el costo de mantener la biodiversidad; recursos que se están degradando irremediable e irreversiblemente comprometiendo la calidad y cantidad de para las presentes y futuras generaciones.

Con base a la definición de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el desarrollo sostenible, es: la estrategia que lleva a mejorar la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga de un ecosistema (Barrow, 1995), sin superar la capacidad que tiene un ecosistema para sustentar y mantener al mismo tiempo la productividad, adaptabilidad y capacidad de renovabilidad de los recursos (UICN et al., 1991).

Desde una perspectiva estrictamente económica, los ecosistemas y sus recursos se pueden conceptualizar como “capital ecológico” (Berkes y Folke, 1998), para ubicarlos en la lógica de la producción y del consumo. El concepto de capital ecológico puede facilitar la adopción de nuevas relaciones institucionales y prácticas entre el aparato productivo y el medio ambiente. Una vez situada en este contexto, la conservación de los ecosistemas queda eslabonada con el principio del desarrollo sustentable ya que la noción de capital natural implica legar un acervo de recursos naturales igual o mayor a las generaciones futuras (SEMARNAP, 1995).

La explotación de los ecosistemas sin degradarlos ni superar su umbral de sensibilidad, no es tarea fácil, y el ordenamiento del medio natural o la “ordenación racional” de acuerdo a Tricart y Killian (1982), permite utilizar los recursos ecológicos sin producir degradación, es decir generar una ordenación que salvaguarde el porvenir, o si se prefiere, que no despilfarré el capital que nos ha sido legado. En ciertos casos según este mismo autor, el ordenamiento también puede mejorar las condiciones naturales, además de que permite el aprovechamiento de los recursos naturales no sea de manera devastadora y que se efectúe en las mejores condiciones posibles, tomando en cuenta la diversidad de la tierra y sus grados de sensibilidad de los ecosistemas en los que el hombre inserta sus acciones.

La Ecogeografía, se refiere al punto de vista ecológico, y a la vez espacial (Tricart y Killian, 1982; pág. 7), y es definida como: “*un punto de vista que se caracteriza por reconocer todas las formas de organización social, es decir, estudia de que manera el hombre se integra a los ecosistemas y de qué manera se diversifica esta integración en función del espacio terrestre*”; mientras que la integración del hombre en los ecosistemas reviste dos aspectos principales según Tricart y Killian (1982; pág. 9):

1.- Las extracciones efectuadas por el hombre sobre los ecosistemas en que participan y sobre su medio ambiente (utilización del aire, agua y de los minerales).

2.- *Las modificaciones que el hombre imprime, voluntaria o no, a dichos ecosistemas, incluidos el medio ambiente: creación de ecosistemas tecnificados (agricultura, ganadería), contaminantes de todo tipo.*

Es decir el hombre al modificar el funcionamiento de los ecosistemas lo hace como agente decisivo de la *ecodinámica*¹⁰. Las estructuras económicas y sociales influyen sobre las modalidades de dichas modificaciones, y en mayor medida, sobre la distribución de las actuaciones operadas en los ecosistemas y en los daños resultantes de las alteraciones aportadas a la *ecodinámica*. El objetivo de la ordenación del medio natural es que la explotación no sea devastadora y se efectúe en las mejores condiciones, siempre bajo el supuesto de que la tierra es diversa, y que el ordenamiento debe, en primer lugar, adaptarse a esta diversidad, cuya primera manifestación es el grado de sensibilidad desigual de los ecosistemas en los que el hombre inserta sus acciones.

El ordenamiento de las tierras y de aguas al ser considerados como recursos ecológicos y como la base para producción vegetal y animal, y al ser útiles al hombre; está caracterizado por un proceso gradual, progresivo, que parte del conocimiento fundamental técnico, científico y local el que desemboca en una propuesta de soluciones prácticas. El Plan de Ordenamiento es un documento que pasa de los investigadores a los responsables políticos y administrativos de tal modo que la elección que a ellos incumbe se pueda realizar en las mejores condiciones de objetividad, con pleno conocimiento de causa.

La ordenación racional del territorio, descansa sobre el conocimiento de su objeto y solo así puede adaptarse a las particularidades del medio natural, por este hecho los métodos de ordenación están llamados a adaptarse y de alguna manera a actualizarse en función del progreso técnico por una parte, y de nuestro conocimiento del medio por otra. En su conjunto, desde hace más de medio siglo, el progreso técnico ha sido más rápido que la mejora de nuestro saber relativo a las condiciones naturales. Este “equilibrio” ha sido perjudicial y ha sido la causa de muchas degradaciones cuando no de irremediables

¹⁰La *ecodinámica* superpone el perfil morfológico y la información correspondiente a la vegetación. El perfil no es un plan topográfico sino una representación de las características básicas y su dinámica, y particularmente individualiza áreas que se contraen, se desplazan, se acumulan, etc. Los rasgos del relieve son identificados claramente. Las formaciones y la morfología vegetales son fuertemente interdependientes: por ejemplo, una importante acumulación frontal será poblada por hierbas densas de ribera, una zona de deterioro marcada por matas aglutinadas, y el pie de un acantilado castigado por el viento colonizado por una capa herbácea. Al principio, estos dos componentes del paisaje fueron una simple “capa” de información. Los mapas *ecodinámicos* son trazados antes de cualquier intervención, y combinan la interpretación estereoscópica a gran escala, las fotografías aéreas especializadas (usualmente 1:5 000) con los análisis de campo. La clasificación asistida por computadora puede ayudar a identificar las zonas de vegetación. La formulación de estos mapas da una nueva perspectiva sobre el medio ambiente. Este análisis forma la base para elaborar planes de actuación que se adaptan con precisión a cada una de las situaciones básicas e impiden la generalización de métodos estándar que no son apropiados para estos temas complejos. La cartografía *ecodinámica* constituye un informe básico de estatus para el seguimiento periódico del medio ambiente y para evaluar la adecuación de los proyectos de restauración y mantenimiento que se han llevado a cabo (Favennec, 1997).

destrucciones de riqueza, por ello la determinación del umbral es la definición de criterio de ordenación racional. Lo que lleva a precisar el grado de sensibilidad de los sistemas naturales frente a los diversos tipos posibles de intervenciones del hombre. La ordenación racional toma en cuenta las diversas manifestaciones de la dinámica del medio, el cual se apoya sobre una concepción eco-geográfica integral o sobre el principio de integración dinámica el cual consiste en definir grados de estabilidad (Tricart y Killian, 1982).

El ordenamiento ecológico (OE) se define jurídicamente en México como: "El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos" (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Título Primero, Art.3 fracción XXIII - HCUEUM, 2005-). Las disposiciones jurídicas que sustentan el ordenamiento ecológico están contenidas en instrumentos legales definidos en los ámbitos federal, estatal y municipal donde se establece una estrecha relación entre el ordenamiento ecológico y el desarrollo de los asentamientos humanos.

La relevancia de la planificación territorial se muestra no solo como una herramienta básica para la evaluación y planificación del desarrollo económico y social de cualquier localidad, municipio, región, o país, y se basa en las características biofísicas del territorio para un adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, incorporando la dimensión de sustentabilidad, conservación, protección, restauración, pero sobre todo de participación social.

De acuerdo a Tricart y Killian (1982) el ordenamiento del medio rural, tiene una finalidad humana, la cual busca salvaguardar y mejorar nuestra base de sustentación ecológica, frente a la expansión demográfica, por lo que este objetivo fundamental, se olvida a favor del provecho inmediato.

Por otra parte, el ordenamiento reporta elementos de gran utilidad a favor de la sustentabilidad como los que señala Massiris (2006):

- Servir como un instrumento para alcanzar el desarrollo sostenible.
- Al organizar las diferentes actividades en un territorio determinado.
- Ubicar las actividades económicas y sociales con relación al aprovechamiento racional de los recursos naturales, su accesibilidad y su relación con otras actividades.
- Esto puede ser con la finalidad de establecer rutas críticas para la logística.
- Delimitar los fines y usos de la tierra de conformidad con su capacidad de carga y la demanda que exista de ella. Con ello se evita la sobreexplotación del recurso edáfico.
- Orientar el control de las actividades contaminadoras. Con la finalidad de ubicar o reubicar las fuentes minimizando los riesgos poblacionales.

- Identificar los espacios sujetos a regímenes especiales de protección, recuperación y conservación. Al delimitar, también se tendrá información de los elementos que hacen vulnerables a estos sitios.
- Identificar y proteger áreas vulnerables a amenazas naturales.
- Ello evitará actividades que favorezcan elementos que promuevan tal fenómeno.
- Preservar monumentos históricos y arquitectónicos y conservar el paisaje.
- Proteger y ordenar mediante un planteamiento adecuado las áreas marino-costeras. Incorporar el uso de la zona económica exclusiva a las estrategias de desarrollo nacional.
- Permitir el control del patrimonio nacional de las aguas mediante procesos de evaluación, planificación, regulación y control de los recursos hídricos.
- Procurar que la ocupación y el manejo del territorio por la población y sus actividades contribuya a un desarrollo regional más armónico y equilibrado.
- Aminorar los efectos de los fenómenos naturales.

III.6.1. Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC)

El proceso de planificación u ordenamiento del territorio se ha desarrollado de forma autoritaria, bajo la dirección de un equipo de expertos (normalmente externos a cualquier comunidad) que se permiten establecer los planes y programas de manejo que orienten al desarrollo las comunidades campesinas. Muchas de éstas iniciativas (en su mayoría gubernamentales) se han desarrollado dentro de esta dinámica, lo que desgraciadamente, promueve la desarticulación de los modelos de producción y las organizativas de las comunidades, que recaen en un uso irracional de los recursos naturales.

La concepción colectiva del territorio y la dependencia estrecha con los recursos naturales, ha inducido a muchas comunidades a establecer mecanismos de regulación, acceso y uso de los recursos, con base en instancias de representación y autoridad que hoy conforman su base institucional (asambleas, sistemas de cargos, comités, comisiones, consejos, etc.). Sin embargo, el respaldo de los principios de propiedad, desarrollo y evolución de estos modos de organización comunitaria, no constituye una prioridad en la política de desarrollo rural del país. Y aunque estas entidades no tiene hoy un reconocimiento formal dentro de la política ambiental, estatal y nacional como unidades de gestión, existen al menos cinco consideraciones, que las ubica como unidades ideales tanto para ejercer procesos de planeación como de ordenamiento del territorio, o como de manejo y conservación de la biodiversidad (González y Miranda, 2006):

1. Poseen propiedad legal de su territorio y atribuciones legales para el planteamiento de estrategias de desarrollo.
2. Mantienen una matriz social que tiene perspectivas de largo plazo, y que basa sus estrategias de vida y de seguridad social en el usufructo del territorio.

3. Sus estrategias de manejo territorial, se basan en el aprovechamiento del paisaje y busca asegurar la dotación de bienes y servicios, que provean de satisfactores a la comunidad para su desarrollo (espacial y temporalmente).
4. Poseen un marco normativo e institucional interno (una capacidad de gobierno local), reconocido por la constitución y la ley agraria.
5. Mantienen un conocimiento amplio sobre los recursos, fenómenos, procesos, territorios, historia, etc. indispensable en la formulación de estrategias de manejo.

El Ordenamiento Territorial Comunitario (OTC), es una propuesta metodológica para abordar los problemas ambientales en cuya raíz se concentran, por tanto los conflictos de intereses entre los sectores de una comunidad (incluyendo los sectores externos que influyen en su desarrollo), entre varias comunidades colindantes y más aún, entre las diferentes generaciones. El OTC es una práctica usual en el escenario rural y constituye un ejercicio cotidiano que permite planear temporal y espacialmente las actividades humanas; y que aborda dos puntos primordiales para la vida comunitaria y campesina: la visión de futuro de la comunidad, en donde se clarifican las estrategias de desarrollo a seguir, y el uso de cada porción de su territorio, es decir la zonificación de los modos de uso y manejo de los recursos comunitarios (naturales, humanos, financieros, etc.) (GAIA, 2006; González y Miranda, 2006).

III.7. Análisis cuantitativo

III.7.1. Sistemas de Información Geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se refiere a la integración organizada de hardware, software y datos geográficos que permite capturar, almacenar, recuperar, analizar, manipular y desplegar la información geográfica referenciada (Rodríguez, 2010). En sentido en los últimos años, en los medios de investigación y planificación se está desarrollando y generalizando el uso de los SIG, como denominación de base de datos georreferenciados que ejecutan actividades de manipulación, automatización y procesamiento de información espacial (Maskrey, 1998). Además ésta herramienta virtual ha mostrado ser apropiada para la descripción, modelación y análisis de cuencas hidrográficas (Díaz-Granados et al., 2010).

La importancia de los SIG, radica en la asociación de la información descriptiva con información geográfica, por lo que los beneficios son: poder realizar operaciones con bases de datos permitiendo la visualización de información espacial y análisis geográfico, permitiendo realizar consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados derivados de estas operaciones (Rodríguez, 2010).

La definición más aproximada de los SIG de acuerdo a Rodríguez (2010) es: “un sistema capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre”.

III.7.2. Percepción remota

La percepción remota es una técnica que en el área ciencias de la tierra, facilita las observaciones de grandes superficie de terreno mediante el uso de cámaras, escáneres multi-espectrales, imágenes de satélite, etc. Además, permite elaborar levantamientos de altos volúmenes de información de la superficie terrestre, por lo que la aplicación está principalmente en las actividades agrícolas, medioambientales, catastrales, militares, industriales y de ordenamiento territorial, por citar algunas. Constituyendo el apoyo para el desarrollo de varias disciplinas y se muestra conveniente para la reducción de costos y tiempo para la elaboración de estudios y proyectos.

De acuerdo a Martínez y Díaz (2005), la percepción remota puede definirse como: la ciencia y arte de obtener información de un objeto analizado los datos mediante algún dispositivo que no está en contacto físico con dicho objeto. Lo anteriormente señalado, es posible por la relación sensor-cobertura, la cual en caso de los barredores multi-espectrales se expresan por la radiación electromagnética, ésta última se puede presentar en tres formas: emisión, reflexión y emisión-reflexión, el flujo de energía que se produce por alguna de éstas formas está en función de la transmisión de energía térmica.

La naturaleza de la obtención de datos mediante la percepción remota está influenciada por las interacciones de diferentes partes constituyentes de un sistema de percepción remota que de acuerdo a Martínez y Díaz (2005) son:

Fuente de energía.- en la cual influye el ángulo de elevación y la divergencia solar,
Cubierta terrestre.- en la que intervienen las características físicas, químicas y la rugosidad de la superficie en un instante de tiempo.
El sensor.- en el cual influyen en la geometría de la toma y calidad de los datos, y
La atmósfera.- especialmente en lo que se refiere a la dispersión selectiva de la radiación electromagnética.

Los anteriores factores descritos manifiestan la complejidad intrínseca de la observación remota que influye en las firmas espectrales que caracterizan los diferentes tipos de cobertura.

III.7.3. Cambio de Cobertura y uso del suelo (CCUS)

El paisaje se puede considerar como un lienzo donde se imprimen las interacciones de las actividades humanas y los sistemas naturales de manera dinámica, y el entendimiento de los factores que influyen el CCUS, ha sido el foco de atención de investigaciones de diferentes disciplinas, además de vislumbrar que las medidas directas no son suficientes para identificar los elementos que generan dichos los cambios.

Los estudios sobre el cambio en la cobertura y uso del suelo (CCUS), proporcionan la base

para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin et al., 2001), e identifican algunos de los posibles factores que los desencadenan, entre los que destacan los eventos naturales (como los huracanes que propician variaciones en la cobertura natural), y las actividades humanas, éstas últimas se ha convertido en el principal desencadenador de la transformación de los ecosistemas (Vitousek et al., 1997).

En el caso de zonas forestales, se ha estimado que la pérdida de desde la aparición de la especie humana, las ha reducido entre un tercio (Noble y Dirzo, 1997) a casi la mitad (Cincotta et al., 2000) de la superficie original; proceso que se acrecentó en los últimos dos siglos al cuadruplicarse la densidad de la población (Cincotta, et al., 2000). De acuerdo a Velázquez et al., (2002), señala que México debería tener alrededor de 0.7 ha de cubierta arbolada per capita para la presente década, sin embargo datos actuales, indican que México alberga tan solo 0.5 ha de cubierta forestal, y el escenario para el 2025 es que será de 0.3 ha per capita; que representa una cifra por debajo de la media mundial (Masera 1996; Velázquez et al., 2002a). En el caso de las selvas mexicanas, se estima que cubrían alrededor de un 20% de la superficie nacional, y que entre los años de 1976 y 1980, la deforestación anual de éstas fue de 160'000 ha/año (Masera et al., 1997).

Lo anterior, denota lo importante de mapear y cuantificar el grado de conversión humana del hábitat natural al perturbado o dominado por el hombre (Lee et al., 1995). En la actualidad, el análisis de cambio de cobertura del uso del suelo y vegetación (CCUSV), se basa en métodos de sensores remotos, usando imágenes LADSAT y métodos de regresión logística espacial para examinar las diferentes variables o causas potenciales que pueden explicar el cambio de uso del suelo (Porter-Bolland et al., 2007; Ellis y Porter-Bolland, 2008; Ellis y Beck, 2004; Porter-Bolland et al., 2011), mediante la comparación de diferentes periodos de tiempo para una misma zona (Ellis y Porter-Bolland, 2008; Ellis y Beck, 2004), y su corroboración en campo de lo observado en la estimación virtual.

Las herramientas de modelación y análisis, buscan soluciones computacionales a los problemas, y exploran en términos generales los posibles impactos en las decisiones, elementos que pueden guiar a los generadores de políticas y administradores de la tierra hacia decisiones sustentables (Ellis y Pontius, 2007), así como pueden ser aplicadas a áreas como: la geografía, el estudio de cambio de uso del suelo y cambio en la cobertura, por citar algunos, que pueden complementar la aproximación en la geografía humana de manera cuantitativa y cualitativa, es así que representan aproximaciones comprensivas para entender el cambio en la cobertura de la tierra. (Parker et al., 2003).

III.8. Análisis cualitativo

George (1959, citado en Bardin, 2002), señala que a medida que en el análisis de contenido es empleado como instrumento de diagnóstico para hacer inferencias específicas o interpretaciones causales, a propósito de un aspecto cualquiera de la orientación en el comportamiento del locutor, no es obligatoriamente cuantitativo su avance.

La aproximación cuantitativa está fundada en la frecuencia de aparición de ciertos elementos del mensaje. Mientras que la cualitativa recurre a indicadores no frecuenciales susceptibles de permitir inferencias con son: presencia-ausencia, que pueden ser un índice tan fructífero que la frecuencia de aparición.

Cabe señalar como lo cita Bardin (2002), que la aproximación cuantitativa y cualitativa no tienen el mismo campo de acción, ya que la primera obtiene datos descriptivos por métodos estadísticos, por lo que es útil en la pruebas de hipótesis. Mientras que la segunda corresponde a un procedimiento más intuitivo y flexible, y por lo tanto más adaptable a índices no previstos a la evolución de las hipótesis, por lo anterior es utilizable en la formación de hipótesis, permitiendo además sugerir relaciones posibles entre un índice del mensaje y una o varias variables.

El análisis cualitativo presenta algunas características particulares como para hacer válidas deducciones específicas a propósito de acontecimientos de una variable precisa y no para inferencias generales. Por otra parte pueden funcionar sobre un texto reducido y generar categorías más discriminantes puesto que no están ligados como el análisis cuantitativo a categorías que den frecuencias suficientemente elevadas para realizar cálculos, y plantea problemas a nivel de pertinencia de los índices recogidos, puesto que selecciona estos índices sin tratar exhaustivamente todo el contenido.

En relación a las desventajas existe el riesgo de no considerar elementos importantes o tomar elementos no significativos, por lo que recomiendan ampliamente la comprensión exacta del sentido específicamente en elementos aislados o de frecuencias fiables, de ahí la importancia del contexto del mensaje o del exterior de éste.

A modo general se puede decir que lo que caracteriza al análisis cualitativo es que la interpretación (cada vez que se hace), está basada en la presencia del índice (tema, palabra, personaje, etc.), no en la frecuencia de su aparición en cada comunicación. Se ha comprendido desde la primera mitad del siglo veinte, que lo propio del análisis de contenido es la interpretación (variables que se son interpretadas a partir de variables de interpretación a nivel de mensaje) estén fundadas o no, las modalidades de inferencia en indicadores cuantitativos (Bardin, 2002).

III.8.1. Investigación acción-participativa

La planeación autoritaria del gobierno federal, estatal y municipal se caracteriza por asignarles un desempeño pasivo a las comunidades en la programación de las actividades productivas, e interfería en los territorios de indígenas, ejidos o rancherías para explotar sus recursos naturales aun sin declararle a sus legítimos dueños (Chapela y Lara, 1996).

Frente a estas actuaciones autoritarias gubernamentales, en los años setenta se generan enfoques como la investigación – acción – participativa, en la que los promotores de

desarrollo del campo se integran a las comunidades y trabajan con ellos, en el mejoramiento de las condiciones de vida, ya que se pone al lado de las comunidades tomando en cuenta las observaciones de los campesinos y toman decisiones en conjunto, quedando claro que muchas de las veces los sistemas campesinos están basados en un manejo ecológico del medio, a diferencia de los sistemas que se venían promoviendo de manera autoritaria, que muchas de las veces se basaban en la explotación no sostenible del agua, los suelos o los bosques (Chapela y Lara, 1996).

Al mismo tiempo que los métodos autoritarios se mostraban con cada vez más problemas y limitaciones el campo en general entraron en una profunda crisis con el esquema de desarrollo rural impuesto. Para vencer tales fallas al sistema se hizo imperante el desarrollo de métodos de diagnóstico rápido que no fueran autoritarios y que dieran soluciones técnicamente posibles a problemas específicos de cada comunidad rural en particular como es la propuesta metodológica de los Procesos de Evaluación Rural Participativa (IRM-GEA, 1993).

El diagnóstico comunitario o evaluación rural participativa recrea escenarios en el ámbito de la comunidad para producir analizar e intercambiar puntos de vista sobre (IRM-GEA, 1993; PROAFT – GTZ, 1995):

- Información acerca de necesidades locales, los problemas y la situación que guarda los recursos naturales del área.
- El proceso de transformación ambiental (climática, productiva, en términos de salud) que se va dando en su región.
- Las alternativas que juntos, comunidades y promotores, pueden encontrar para ayudar a satisfacer algunas necesidades locales, y
- Como mejorar o restaurar en términos generales, esta situación ambiental y contribuir a superar el propio desarrollo productivo.

La dinámica de la Investigación acción-participativa se basa en talleres donde se lleva a cabo la interacción de promotores y campesinos comisionados a dicha actividad y tareas que confluirán al final en varias reuniones amplias con la comunidad, para presentar y representar los elementos de proceso de observación y análisis, y someter los resultados a la discusión comunitaria.

Los objetivos de los talleres son: lograr articular esa doble visión de la problemática social y ambiental local, partiendo de las necesidades humanas locales, en una sola panorámica y a través de propuestas de acción específicas que correspondan a los diversos intereses dentro de la comunidad. Y con respecto a los resultados del taller, los sectores participantes en él, podrá ver reflejado no sólo sus intereses, sino también de los otros sectores (de manera indirecta en el caso de no tener su participación).

IRM-GEA (1993) y PROAFT – GTZ (1995), señalan que la evaluación rural participativa: un proceso ágil y efectivo de planificación participativa, además de que en la medida en

que una o muchas comunidades adopten esos principios sugeridos para proteger sus recursos naturales será que tenga avances la adopción de esta política, algo sobresaliente de acuerdo a los mismos autores es el beneficio general, ya que promueven a nivel comunidad, soluciones que le permitan aprovechar de manera rentable y sostenible, sus recursos naturales para mejorar su calidad de vida.

La evaluación rural participativa puede ayudar a:

- Articular aspectos técnicos y socioeconómicos en la definición de problemas y búsqueda de soluciones.
- Formular consenso dentro de las comunidades rurales en torno a las acciones específicas que respondan a los diversos intereses locales y que mejoren el manejo de los recursos naturales de la localidad.
- Fortalecer la capacidad de negociación de los grupos comunitarios facultando propuestas de acción y de políticas que respondan a los intereses y necesidades de la localidad.

Al sistematizar la información de la participación de agentes que interactúan con la comunidad (donantes, instituciones gubernamentales y organismos civiles interdependientes, ONG's) se puede tanto detener, así como revertir la disminución en la calidad de vida y productividad rural.

III.8.2. Actores Sociales.

Con base a la propuesta de Touraine (1997), la primera condición para caracterizar un Actor Social es que se desarrolle una "conciencia colectiva"; es decir, una convergencia y acuerdo de conciencias que se reconozcan como miembros de un proyecto compartido, es decir, que no basta que una individualidad se perciba a sí misma como una conciencia que interviene en el mundo o que quiere transformarlo, por lo que una "conciencia colectiva"; en una agrupación de conciencias que se reconoce como miembros de algo, y actúan "en el mundo" como tal, es decir, que haga algo, y que intervengan.

En el "nosotros", el sujeto integra el punto de vista del otro y en esa medida, nadie de los dos es un "objeto", por lo que el reconocimiento del "otro", en la constitución del "nosotros" implica una pluralidad de subjetividades que se reconocen entre sí como tales y que no excluyen las diferencias, pero también integra acuerdos (Touraine, 1997). De esta manera, el reconocimiento de inter-subjetividades, no constituye de manera automática proyectos compartidos, pero se trata de un primer paso para la construcción de una percepción común. Lo anterior es denominado como "conciencia colectiva", que implica ser reconocida por parte de un actor social que actúa en un sistema social, y que para ser reconocido como un actor se debe necesariamente ser un "actor que actúa en un sistema social".

La sociedad no es un recipiente en donde se mueven colectividades, y representan sistemas de relaciones, para Touraine (1997), la sociedad es como un "sistema de acción social" constituida de "interacciones" (entre-actores) en forma más o menos permanente, en un espacio determinado o se apropie de una actividad y actúe en el mundo y que "produce situaciones históricas" -no refiriéndose al tiempo de duración de la actividad-.

Un Actor propiamente para Touraine (1997), es necesario que esa conciencia colectiva viva la experiencia del "Para-otro", es cuando la sociedad reconoce a la conciencia colectiva como los "hacedores-de-algo". No es necesario un "contenido sustancial permanente", el sujeto es por sí mismo lo opuesto a una "esencia". Un sujeto existe mientras actúa y haya fenómeno.

Es entonces, en el momento en que una colectividad de conciencias interviene sobre su entorno, en forma más o menos permanente, y construye un territorio mediante prácticas y actividades sociales aceptadas y reconocidas socialmente. Esta conciencia constituye "el nosotros que actuamos sobre el mundo", y que al mismo tiempo están formados por sujetos.

Los actores sociales pueden concebirse como colectividades o sujetos con intereses, condiciones y características particulares que los identifican como tales, y son capaces de construir y llevar a cabo en forma conjunta proyectos de transformación social para el bienestar de un territorio. El concepto contiene un trasfondo político que es: la construcción social de un proyecto colectivo y su ejecución mediante la acción social. Pero también, contiene un nivel subjetivo, pues el ciudadano-actor social tiene proyectos subjetivos, que en determinado momento pueden coincidir con proyectos colectivos.

Alain Touraine (1997), define como actor social como: *"hombre o la mujer que intenta realizar objetivos personales en un entorno constituido por otros actores, entorno que constituye una colectividad de la cual se siente parte y cuya cultura y reglas de funcionamiento institucional hace suyas, aunque sólo sea parcialmente"*.

III.8.3. Análisis de contenido

La entrevista es una técnica que proporcionan datos muy diferentes de las observaciones: permiten al equipo evaluador captar las perspectivas de los participantes del proyecto, personal, y otros relacionados con el mismo. Es así, que las entrevistas con personal del proyecto pueden proporcionar información sobre las primeras etapas de implementación del proyecto y posibles problemáticas del mismo. El uso de entrevistas como un método de recopilación de datos comienza con la suposición de que las perspectivas de los participantes son significativas, cognoscibles y capaces de hacerse explícitas, y que sus perspectivas pueden afectar el éxito del proyecto. En una entrevista, en lugar de una encuesta (de lápiz y papel), la selección del contacto es interpersonal, lo cual es importante cuando se desean dar seguimiento a comentarios interesantes o relevantes al tema o al proyecto (Frechtling y Sharp Westat, 1997).

De acuerdo a Frechtling y Sharp Westat (1997), indican que en la investigación de evaluación se utilizan dos tipos de entrevistas: las entrevistas estructuradas, en las que se administra un cuestionario cuidadosamente redactado; y las entrevistas de profundidad, en la que el entrevistador no sigue una forma rígida.

- La primera técnica (entrevistas estructuradas), se hace énfasis en obtener respuestas a preguntas cuidadosamente enunciadas, por lo que los entrevistadores tienen una capacitación para tener una mínima interacción en las respuestas garantizando la uniformidad de la entrevista. Sin embargo, los entrevistadores buscan fomentar respuestas libres y abiertas, y puede haber un equilibrio entre la cobertura de temas y exploración de profundidad de un conjunto más limitado de preguntas, y
- Las entrevistas de profundidad animan a captar las percepciones de los encuestados en sus propias palabras, una estrategia muy deseable en la recopilación de datos cualitativos, ya que permite que el evaluador presentar la significancia de la experiencia desde la perspectiva del demandado. Ésta técnica se lleva a cabo con individuos o con pequeños grupos de individuos.

III.8.3.1. Entrevistas de profundidad.

Una entrevista de profundidad es un diálogo entre un experto entrevistador y un entrevistado. Su objetivo es recabar material abundante y detallado y que puede utilizarse para su análisis (Lofland y Lofland, 1995). Ésta técnica se recomienda realizarla cara a cara, aunque en algunas situaciones pueden aplicarse a manera de teleconferencia. Su característica más sobresaliente son las preguntas que son extensas y abiertas, mismas que un evaluador prepara previamente a manera de guía, permitiendo que la entrevista sea un ejercicio sistemático y se efectúe de manera completa cubriendo los objetivos del proyecto (Lofland y Lofland, 1995).

La dinámica de la entrevista es similar a una conversación guiada, donde el entrevistador se convierte en un oyente atento, y la calidad de la información obtenida depende en gran medida en habilidades y personalidad del entrevistador (Patton, 1990). En contraste con una buena conversación, la entrevista de profundidad no pretende ser bidireccional de intercambio comunicación, la clave para ser un buen entrevistador es ser un buen oyente e interrogador. Cabe señalar que es una situación tentadora para el entrevistador para verter su opinión, percepciones o sentimientos. Entrevistadores deben ser individuos capacitados capaces de establecer un entorno libre de amenazas permitiendo a los participantes sentirse cómodos, empáticos y sensibles. El entrenamiento debe incluir la familiarización con el proyecto y sus objetivos. Las habilidades del entrevistador se refleja no solo en la aplicación de las frases o de las preguntas, en el conocimiento de la cultura o marco de referencia del tema, sino también en poca utilidad de la información recabada.

Ventajas y desventajas de entrevistas de profundidad de acuerdo a Frechtling y Sharp Westat (1997), son:

Ventajas

- Por lo general son ricos de datos y en detalles,
- Respuestas cara a cara,
- Proporcionar la oportunidad de explorar temas en profundidad,
- Permite la experiencia de las respuestas tanto afectivas como cognitivos,
- Permitir al entrevistador explicar o ayudar a aclarar cuestiones, aumentando las respuestas útiles, y
- Permitir al entrevistador ser flexibles en la administración de entrevista a particularidades individuales o circunstancias

Desventajas

- Es costoso y requieren de mucho tiempo,
- Requiere de entrevistadores calificados y altamente capacitados,
- Entrevistado puede distorsionar la información a través de errores de recuperación, percepción selectiva, deseo a favor del entrevistador
- La flexibilidad puede ocasionar inconsistencias a través de entrevistas, y
- El volumen de información es demasiado grande; puede ser difícil de transcribir y reducir los datos

De acuerdo a Frechtling y Sharp Westat (1997), recomienda algunas consideraciones previas a la realización de entrevistas de profundidad que son las siguientes:

- Seleccionar un sitio que ofrezca privacidad para los participantes.
- Seleccione una ubicación donde no haya distracciones y donde sea fácil escuchar los entrevistados.
- Seleccione una ubicación cómoda.
- Seleccione un entorno sin amenazas.
- Seleccione una ubicación fácilmente accesible para los entrevistados.
- Seleccione una instalación equipada para la grabación de audio o vídeo.
- Detener elementos de interrupción como llamadas telefónicas, visitantes a los entrevistados en sus oficinas o casas.
- Proporcionar asientos que fomentan la participación y la interacción.

En relación al registro de datos de la entrevista, éstos pueden ser grabados (con el permiso de los participantes), así como también se pueden hacer resúmenes o notas. Cabe señalar que tanto las observaciones como las grabaciones detalladas son componentes necesarios para el análisis de los datos. De acuerdo a Frechtling y Sharp Westat (1997), se presentan a continuación tres procedimientos para registrar los datos.

- En el primero: el entrevistador (o en algunos casos el transcriptor) escucha las cintas y

escribe literalmente todo lo que se dijo. La Transcripción de los datos en bruto incluye citas textuales de las respuestas de los participantes, así como de las descripciones de características del participante por entrevistador (entusiasmo, lenguaje corporal y estado de ánimo general durante la entrevista). Las notas de la entrevista pueden utilizarse para identificar hablantes o a recordar los comentarios que están confusos o poco claras en la cinta. Las principales ventajas de este método de transcripción son su integridad y la oportunidad que ofrece para que el entrevistador permanezca atento y enfocado durante la entrevista. Las desventajas principales son la cantidad de tiempo y recursos necesarios para producir transcripciones completas y la grabación de cinta de efecto inhibitorio sobre algunos encuestados. Al aplicar esta técnica es necesario que los participantes hayan sido informados que sus respuestas serán grabadas y asegurando la confidencialidad.

- Un segundo procedimiento es no grabar la entrevista y generar más notas por el entrevistador o asignar un escriba. Este método se llama "nota de expansión". Tan pronto como sea posible después de la entrevista, el entrevistador escucha la cinta para aclarar ciertas cuestiones y para confirmar que se han incluido todos los puntos principales en las notas. Se recomienda este enfoque cuando los recursos son escasos, cuando los resultados deberán presentarse en un período corto de tiempo, y el propósito de la entrevista es obtener retroalimentación rápida de los miembros de la población objetivo. El enfoque de expansión nota ahorra tiempo y conserva todos los puntos esenciales de la discusión. Además de los inconvenientes que se señaló anteriormente, una desventaja es que el entrevistador puede ser más selectivo o sesgado de lo que escribe.
- El tercer enfoque, el entrevistador no utiliza ninguna grabación de la cinta, pero en su lugar toma notas detalladas durante la entrevista y se basa en la memoria para ampliar y aclarar puntos inmediatamente después de la entrevista. Este enfoque es útil si el tiempo es corto, los resultados se necesitan rápidamente y las preguntas de evaluación son simples. Cuando se trate de cuestiones más complejas, puede lograrse toma efectiva de notas, pero sólo después de mucha práctica. Además, el entrevistador con frecuencia debe hablar y escribir al mismo tiempo, una habilidad que es difícil para algunos lograr.

III.8.3.2. Categorización e interpretación

Esta operación es la clasificación de los elementos constitutivos de un conjunto por diferenciación, tras la agrupación por género (analogía), a partir de criterios previamente definidos. Las categorías de acuerdo a Bardin (2002), son secciones o clases que reúnen un grupo de elementos (unidades de registro en el caso del análisis de contenido) bajo un título genérico, o en razón de los caracteres comunes de éstos elementos.

La clasificación de elementos en categorías impone buscar lo que cada uno de ellos tiene en común con los otros, por lo que su agrupación es con base en lo que tienen en común entre sí.

Bardin (2002), señala que la categorización es un proceso de tipo estructuralista y que se compone de dos etapas:

- a) El inventario, y
- b) La clasificación.

En el momento en que el analista de contenido decide codificar el material a analizar, debe poner a punto un sistema de categorías que tienen como objetivo (lo mismo que el análisis documental) suministrar por condensación una representación simplificada de datos en brutos. En el análisis de contenido se basa en la creencia de que la categorización (paso de datos brutos a organizados) no introduce desviaciones (por exceso o por defecto) en el material sino que actualiza índices no perceptibles al nivel de datos brutos.

La categorización según Bardin (2002) puede emplear dos procesos inversos que son:

- 1) Que al proporcionar el sistema de categorías, los elementos se distribuyen de la mejor manera posible a medida que se les encuentra. Es decir que las casillas emanan de los fundamentos teóricos hipotéticos, y
- 2) Que el sistema de categorías no está dado, sino que es el resultante de la clasificación analógica y progresiva de los elementos, por lo que la entrada conceptual de cada categoría no se define hasta el final de la operación.

Con base a lo propuesto por Bardin (2002), sugiere que las categorías deben tener las siguientes cualidades: la exclusión mutua, la homogeneidad, la pertinencia, la objetividad-fidelidad y la productividad.

El análisis de contenido aporta informaciones suplementarias al lector crítico de un mensaje, sea lingüista, psicólogo, sociólogo, etc., con la finalidad de saber más, y esto puede ser posible al apoyarse en reenviar a los elementos constitutivos del mecanismo clásico de la comunicación; el mensaje (significado y código) y su aporte y canal, por una parte; el emisor y el receptor por otra, como polos de interpretación (Bardin, 2002).

- a) El emisor o productor del mensaje, que puede ser un individuo o grupo de individuos emisores.
- b) El receptor, que puede ser un individuo o grupo (restringido o grande) de individuos.
- c) El mensaje. Todo análisis de contenido pasa por el análisis del mensaje mismo. Este material, el punto de partida, el indicador sin el cual no hay análisis posible.

Continuando con Bardin (2002) señala que hay dos posibilidades, que corresponden a dos niveles de análisis que son el código y la significación. El primero se utiliza como indicador capaz de revelar realidades subyacentes, mientras que la significación en el análisis de contenido puede hacerse a partir de significados que libera el mensaje.

El análisis de contenido es un buen instrumento de inducción para investigar las causas (variables inferidas) a partir de los efectos (variables de inferencias o indicadores localizados en el texto). Los indicadores e inferencias son, o pueden ser de naturaleza muy diferente (Bardin, 2002), señala que se puede distinguir entre:

- Inferencias específicas, cuando se quiere responder a la pregunta, e
- Inferencias generales, las que están en relación con un tema.

IV. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

IV.1. Análisis cuantitativo

IV.1.1. Caracterización socio-ambiental y desarrollo del SIG para la zona de estudio

Para cubrir con los objetivos planteados en presente documento, y analizar los datos tanto documentales como los obtenidos en el trabajo de campo, se hizo una caracterización socio-ambiental de la zona de estudio basado en literatura y datos recopilados, y se construyó un Sistema de Información Geográfica (SIG), con los programas Arc View 3.2 y Arc Map 9.2 (ESRI, 1996), herramientas virtuales que brinda la capacidad de administrar, sistematizar, explorar, consultar y examinar la información geográfica (cartografía, imágenes satelitales, datos vectoriales, puntos de referencia geo-posicionados), bases de datos, así como representar visualmente datos tanto cuantitativos como cualitativos de forma espacial (ESRI. 1996).

Con base a la información generada por instituciones y dependencias tales como: CONAGUA, INEGI, CONABIO, Universidad Veracruzana, INECOL, etc., se generó una base de datos cartográfica y bibliográfica para elaborar el SIG con el programa Arc Map 9.3; tomando como referencia el Marco Geoestadístico Municipal 2010 Versión 4.1 (INEGI, 2010), y los modelos digitales de elevación E14B26, E14B27, E14B36 y E14B37 (INEGI, 2005). Éstos últimos, permitieron generar las de curvas de nivel a cada 10 msnm con la extensión *spatial analyst* -Arc Map 9.3- (ESRI, 1996), y trazarlas cuencas, subcuena y escurrimientos, delimitando con lo anterior la zona de estudio.

Fisiográficamente la zona de estudio se caracterizó con base al conjunto de datos vectoriales fisiográficos del continuo nacional escala 1:250'000, que identifica las diferentes provincias fisiográficas, sub-provincias y sistemas de topo-formas, éstas delimitan una gran variedad de formas del relieve, definidas por su origen geológico y litológico (UNAM, 1990).

En relación a la distribución de los tipos de clima en la zona de estudio está basado en el Conjunto de Datos Vectoriales Continuo Nacional del clima escala 1:250'000, generada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998). Esta información representa la distribución de los diferentes tipos de clima que existen en la República Mexicana, según el Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García (1998), para las condiciones particulares de México, utilizando los datos de temperatura media y precipitación total de aproximadamente 4000 estaciones meteorológicas existentes en el país.

Para la descripción hidrológica de la zona de estudio, se requirió los modelos digitales de elevaciones: E14B26 Perote, E14B27 Xalapa, E14B36 Xico y e14b37 Coatepec; generados por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2005), y con ello se construyó un mosaico que incluye la zona de estudio, para posteriormente con el módulo *Spatyal Analyst* de *Arc Map 9.3* (ESRI. 1996), generar las curvas de nivel a un metro sobre el nivel

del mar, y posteriormente delimitar las cuencas y subcuencas así como los escurrimientos de la zona de estudio.

La descripción de la geología presente en la región, el presente documento se basó en el conjunto de datos Vectoriales geológicos, escala 1:250'000, que representa las diversas unidades de rocas que afloran en el área, referidas a un tiempo geológico (unidades cronoestratigráficas) (Marín-C. y Torres- Ruata, 1990).

Edafológicamente la zona de estudio se describe con base al conjunto de datos vectoriales de tipos de suelo de la carta de edafologíaE14-3, escala 1:250,000, que muestra las diferentes unidades y subunidades, material elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (CONABIO, 1995).

La clasificación de uso del suelo y vegetación del año 2010 de la zona de estudio fue mediante percepción remota con puntos de control, firmas espectrales en imágenes de satélite y clasificación supervisada, bajo 12 categorías que son: 1. Acahual, 2. Agrícola, 3. Agroforestal, 4. Agua, 5. Infraestructura, 6. Mesófilo, 7. No data, 8. Pastizal, 9. Pino, 10. Selva, 11. Sin vegetación (suelos desnudos), 12. Zacatonal.

IV.1.1.1. Percepción remota

Para cumplir con los objetivos propuestos en el presente documento se recuperaron las imágenes con clave p025r047 LANDSAT de la página U.S. Geological Survey (<http://www.usgs.gov/>), correspondientes a la estación del año de invierno de los años: 1993 (MSS), 1999 (TM) y 2010 (ETM+) (ver imágenes), posteriormente al recuperar las imágenes (donde está incluida la zona de estudio), se les realizó los siguientes procesos: corrección geométrica, atmosférica y balance de tonos (Hernández *et al.*, 2011), y se proyectaron con los siguientes parámetros:

Proyección:	Transverse Mercator
False Easting:	500'000
False Northing:	0.0
Central meridian	-99.000
Scale Factor:	0.9996
Reference latitude	0.0
Unidades lineales:	metros
Datum:	WGS_1984

Es importante indicar que la imagen LANDSAT ETM+, correspondiente al año 2010, se le aplicó el procesamiento llamado “*gap-fill*”, con el programa *Frame and Fill* versión 1.0 (Beck, 2003; Storey *et al.*, 2005), para corregir el error del sensor en el satélite LANDSAT ETM+ que presenta desde el año 2003 y que produce franjas sin datos en la imagen. En el presente documento la imagen satelital del mes de diciembre de 2010 se le hizo el “*gap-*

fill”, con las imágenes de meses cercanos que fueron las correspondientes a los meses de noviembre (2010) y enero (2011) y que correspondieron a la estación del año de invierno.

Las imágenes ya procesadas, posteriormente fueron clasificadas de manera independiente, aplicando técnicas de percepción remota mediante el método de “clasificación supervisada” con: el módulo *Imagen Analysis* (Leica), del software de Arc Gis 9.3 (ESRI) (Hernández *et al.*, 2011) y el programa ENVI v. 4.7 (ITT, 2010; ENVI, 2010).

IV.1.1.2. Generación de firmas digitales

La generación de firmas espectrales se realizó mediante el programa ENVI v. 4.7 (ENVI, 2010), que permite el análisis de imágenes multiespectrales, como las del satélite LANDSAT. La firma espectral o signatura espectral, se refiere a los porcentajes de reflexión, absorción y transmisión de radiación por diferentes tipos de superficies al recibir radiación solar, característica que hace posible que se puedan identificar de manera remota distintos objetos como: suelo, vegetación, agua, etc., basadas en grupos de píxeles de las imágenes.

IV.1.1.3. Recorridos de reconocimiento.

Se hicieron recorridos de reconocimiento en el área de estudio con apoyo de un mapa topográfico escala 1:10'000, siguiendo los caminos, brechas y veredas presentes en la zona, y con apoyo de un poblador local (en la mayoría de las ocasiones) se identificaron diversos parajes y los nombres locales de los mismos, anotándose además la geoposición correspondiente (con un GPS), la distribución aproximada en el mapa topográfico impreso, uso de suelo, especies de árboles o cultivos presentes, relieve, hidrología, tipos de caminos, la infraestructura, etc., (Fernandez-Coppel y Herrero-Llorente, 2001; De Fuentes, 2009). Adicional a la generación de puntos de referencia se tuvieron conversaciones informales con los pobladores locales, quienes ayudaron a identificar nombres de las localidades, propietarios, las viviendas y las personas que las habitan, nombres de ríos y a grandes rasgos, características de la comunidad.

Los puntos geo-referenciados fueron ubicados sobre la imagen satelital y en el mapa topográfico digital, indicando los usos del suelo y vegetación presentes, mismos que posteriormente sirvieron de referencia para la generación de las firmas espectrales con el programa ENVI, la generación del mapa de uso del suelo y vegetación del año 2010, y también como referente estadístico con el programa KAPPA.

IV.1.1.4. Clasificación supervisada de imágenes LADSAT

Para el procesamiento digital de las imágenes satelitales se usó el algoritmo de

agrupamiento estadístico de clasificación supervisada, que de acuerdo a Chuvieco (2008) y Evangelista *et al.*, (2010), señalan que es el método recomendado cuando hay un conocimiento previo del área, además de que permite seleccionar las clases de cobertura de acuerdo a los objetivos planteados en cada proyecto.

Es así que la clasificación digital puede generar cartografía e inventarios de categorías a partir de una imagen satelital, generando así, *“otra imagen del mismo tamaño, con otras características -además de las originales-, con la importante diferencia de que el Nivel Digital “ND”¹¹ de cada Pixel no tiene relación con la radiancia detectada por el sensor, sino que se trata de una etiqueta que identifica la categoría asignada a ese pixel”* (Chuvieco, 2008). Mediante ésta herramienta se puede fácilmente generar cartografía temática, además ser la base de un inventario estadístico del número de pixeles –y por tanto de la superficie –asignados a cada categoría.

De acuerdo a Chilar *et al.*, (1998; citado en Chuvieco, 2008), recomienda que *“un método de clasificación supervisada debería de contar con las siguientes características: 1.- fiable, 2.- reproducible por otros, dadas las mismas variables de entrada; 3.- robusto (no sensible a pequeños cambios en las condiciones de entrada, aunque permita explorar enteramente la información de esas variables); 4.- exhaustivo, que cubra todo el territorio de estudio y 5.- objetivo, que no esté marcado por las decisiones del intérprete”*.

En el esquema general de clasificación digital pueden distinguirse las siguientes fases (Chuvieco, 2008):

- 1.- definición digital de las categorías de entrenamiento (fase de entrenamiento),
- 2.- agrupación de los pixeles de la imagen en una de esas categorías (fase de signación), y
- 3.- comprobación y verificación de resultados.

Como apoyo para generar la clasificación de uso del suelo y vegetación, se realizaron recorridos de campo en la zona de estudio de septiembre de 2009 a febrero de 2010, generando puntos georeferenciados y caracterizados *in situ*, que también fueron útiles para determinar y elaborar firmas espectrales y la clasificación supervisada.

Una vez obtenidas las firmas espectrales se procedió a generar la clasificación supervisada de uso del suelo y vegetación, obteniendo con ello una imagen a la que se le aplicó el algoritmo de máxima probabilidad y posteriormente se “suavizó” con una post-clasificación con el agrupamiento de 2 por 2, para ser exportada en formato “GRID”, y finalmente convertirla en formato *“shapefile”* para realizar la imagen final.

¹¹ Un píxel es la unidad visual más pequeña que se puede representar en una imagen de satélite. El sensor detecta la radiancia media de un objeto sobre la superficie equivalente al tamaño del píxel. Este valor se traduce a un valor numérico al que se le llama nivel digital “ND”, a partir del cual se realiza el tratamiento o procesamiento digital de las imágenes. Cada píxel tiene un valor numérico entero o real, que corresponde al nivel digital (ND) percibido.

IV.1.1.5. Áreas de entrenamiento

El conocimiento previo de la zona de estudio, generó la posibilidad de delimitar áreas de referencia y con ello identificar áreas representativas de cada una de las 12 categorías que componen cada leyenda. Estas zonas son llamadas “áreas de entrenamiento”, para “entrenar” al programa de clasificación en el reconocimiento de las distintas categorías. *“En otras palabras, a partir de ellas se caracterizan cada una de las clases, para asignar más tarde el resto de los píxeles de la imagen a una de esas categorías en función de la similitud de sus ND con los extraídos como referencia”* (Chuvieco, 2008).

El método supervisado, se basa en la selección de los píxeles que formaran parte de un área de entrenamiento a partir de un método semiautomático, conocido como “semillado” que posteriormente sustituye a un polígono completo digitalizado, mediante la localización de un píxel central y se le agregan los píxeles vecinos, bajo la función de su proximidad espectral y espacial al introducirlo como “semilla”, hasta formar un polígono completo.

Chuvieco (2008) recomienda que: *“para una localización más precisa de áreas de entrenamiento pueden de ser gran ayuda los trabajos de campo y otros documentos auxiliares”*, asumiendo son áreas representantes de las distintas categorías, y que, por tanto, las medidas extraídas a partir de sus ND definen convenientemente a esas clases. En cuanto al tamaño de éstas áreas -continúa Chuvieco, 2008-, *“resulta más conveniente elegir varios campos de tamaño pequeño que uno sólo de mayores dimensiones, ya que tenderá a infravalorarse la variabilidad de esa categoría, -mientras que a la distribución-, conviene tener en cuenta las propias características de la imagen, intentando abarcar las variaciones espaciales que se presentan en cada categoría: orientación, pendiente, vigor, contenido de humedad, tipo de suelo, etc.”*

Lo anterior genera una clasificación digital, que se almacenará en una nueva imagen, similar a la original -en cuanto a estructura y tamaño-, pero con la importante diferencia de que el ND de cada píxel no corresponde al valor de la reflectividad, sino a la categoría a la que se asignó. Es oportuno señalar que la clasificación digital no busca una definición absoluta de cada cubierta, que pudiera ser aplicable a cualquier imagen y un territorio concreto (Robinove, 1981; citado en: Chuvieco, 2008).

IV.1.2. Análisis de cambio de cobertura y uso del suelo (CCUS)

A partir del análisis digital de las imágenes de satélite LANDSAT MSS (1993), ET (1999) y ETM+ (2010), se analizaron las tendencias de cambio de uso del suelo y vegetación (CCUSV) de la porción correspondiente a la zona de estudio en “la parte alta de la cuenca del río La Antigua”, mediante el análisis multi-temporal pots-clasificadorio, el cual consistió en la transposición de dos mapas temáticos de las anualidades de 1993, 1999 y 2010 (generados de manera independiente por clasificación de imágenes de satélite de las anualidades antes citadas) y generar con ello, una matriz de detección de cambio (Berlanga

Robles y Ruiz Luna, 2007; Berlanga *et al.*, 2010).

Cada una de las imágenes se clasifico en doce categorías de uso del suelo y vegetación, usando el algoritmo de máxima probabilidad con el programa ENVI 4.7. Éste algoritmo asume que la distribución de los histogramas es normal, y se basa en calcular las probabilidades de que un pixel pertenezca a cada clase, y se asignará a la clase de mayor probabilidad. (Berlanga Robles y Ruiz Luna, 2007; Berlanga *et al.*, 2010).

IV.1.2.1. Cambio de uso del suelo

Para conocer los cambios en el paisaje o persistencia del mismo se generará una tabulación cruzada como lo desarrolla Pineda *et al.*, (2009), con base a las doce categorías de uso del suelo y vegetación, generando una matriz similar a la tabla V.5.4.1.a, donde los valores en diagonal muestran la cantidad total del paisaje estable entre una fecha y otra, mientras que fuera de la diagonal se encuentran las transiciones de las clases entre t1 y t2. De la misma manera se calculó también la ganancia por categoría al t2.

Tabla V.5.4.1.a.- Tabulación cruzada para dos tiempos con pérdidas y ganancias.
Tomado de Pineda *et al.*, (2009).

	Tiempo 2				Total tiempo 1	Pérdidas
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4		
Tiempo 1						
Categoría 1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{1+}	$P_{1+} - P_{11}$
Categoría 2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{24}	P_{2+}	$P_{2+} - P_{22}$
Categoría 3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{34}	P_{3+}	$P_{3+} - P_{33}$
Categoría 4	P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{4+}	$P_{4+} - P_{44}$
Total tiempo 2	P_{+1}	P_{+2}	P_{+3}	P_{+4}	1	
Ganancias	$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	$P_{+3} - P_{33}$	$P_{+4} - P_{44}$		

IV.1.2.2. Tasas de cambio de uso del suelo

Para evaluar el CCUSV en las doce categorías en los tres año que comprende el presente documento, se aplicó la formula $dn = [S2/S1]^{1/n} - 1$, que es un indicador estandarizado de deforestación para el monitoreo ambiental en México, donde: $dn =$ es la proporción de deforestación, $S2 =$ cubierta forestal en el periodo dos, $S1 =$ cubierta forestal en el tiempo uno, y $n =$ número de años entre los periodos de tiempo (Velázquez *et al.*, 2002; Palacio-Prieto *et al.*, 2004; Palacio-Prieto *et al.*, 2004a; Ellis y Porter-Bolland, 2008).

IV.1.2.3. Análisis por tipo de superficies forestales y no forestales

Por otra parte y de acuerdo a lo propuesto por Ellis y Porter-Bolland (2008), para evaluar la deforestación, se reclasificaron la doce categorías en dos, quedando de la siguiente manera: 1.- forestal (Pino, Mesófilo y Selva) y no forestal (Agroforestal, Acahual, Agrícola, Pastizal, Zacatonal, Sin vegetación, Infraestructura, Agua, y No data), para los periodos de tiempo de 1993-1999, 1999-2010 y 1993-2010, y se aplicó la fórmula estandarizada antes señalada.

Para expresar en ambos casos el cambio en porcentaje se multiplicó por 100 el resultado de la formula, quedando de la siguiente manera: $dn = ([S2/S1]^{1/n} - 1) * 100$ (Palacio-Prieto *et al.*, 2004a).

IV.1.3. Análisis estadístico KAPPA

En el ámbito de la modelización espacial, la precisión de las evaluaciones es importante con la finalidad de conocer y estimar: la calidad de un modelo, la mejora de la calidad del mismo mediante la identificación y corrección de las fuentes de error, facilitar la comparación de varios algoritmos, técnicas, desarrollo del modelo e intérpretes, y determinar la utilidad de los datos del producto para la toma de decisiones (Jenness y Wynne, 2005; Jenness y Judson, 2007;). En éste sentido para la validación estadística del mapa de uso del suelo y vegetación del año 2010, se aplicó el estadístico “Kappa de Cohen”, mediante la extensión “kappa_stats.avx” para Arc View 3.2 (ESRI, 1996), el cual cuantifica la certeza, exactitud, así como la tasa de error en la clasificación general, la especificidad y la sensibilidad del modelo, y muestra los errores de omisión y comisión. En conjunto, estos indicadores son utilizados para medir el desempeño del modelo, y con ello comparar cuantitativamente y determinar la “mejor” clasificación supervisada para el modelo sujeto a evaluación.

El análisis Kappa de acuerdo a Chuvieco (2008), mide la diferencia entre el acuerdo mapa-realidad observado y el que cabría esperar simplemente por azar, delimitando el grado de ajuste debido a la exactitud de la clasificación, prescindiendo del causado por factores aleatorios. Esta prueba es una técnica discreta multi-variada que determina estadísticamente si un a matriz de error es significativamente diferente a otra. Este índice es una medida de la correspondencia entre los datos de la clasificación y de referencia, con relación a la exactitud de una clasificación generada al azar.

La exactitud de los mapas se evaluó a través de matrices de error que permiten valorar la exactitud total de la clasificación. Estas matrices son un arreglo que expresa el número de unidades de muestra asignados a una clase particular en una clasificación con relación al número de unidades de muestras asignadas a la misma categoría, pero en otra clasificación que es considerada como correcta (datos de referencia o prueba). Las columnas usualmente representan los datos de referencia, en tanto que los renglones indican la clasificación

generada de datos de percepción remota (Berlanga Robles y Ruiz Luna, 2007).

La matriz de error es una forma de representar la exactitud de cada categoría está descrita por medio de errores de comisión y omisión (Berlanga Robles y Ruiz Luna, 2007). El error de comisión sucede cuando se incluye un área dentro de una clase a la que no pertenece, en tanto que el error de omisión se presenta cuando se excluye un área de una clase cuando en realidad pertenece a ella. La exactitud de productor y del usuario son medidas individuales para cada categoría de la clasificación, la exactitud del productor resulta de dividir las unidades correctamente clasificadas en una categoría dada, entre el número de unidades de muestra para esa categoría dentro de los datos de referencia (sumario de la columna de la categoría); en tanto que la exactitud del usuario se obtiene las unidades correctamente clasificadas entre el número de unidades en la clasificación generada con datos de percepción remota (sumatoria del renglón de la categoría).

IV.2. Análisis cualitativo

IV.2.1. Entrevistas de profundidad.

Las entrevistas de profundidad semi-estructurada se aplicaron a personajes clave, los que fueron identificados primeramente por las autoridades municipales y las organizaciones de la sociedad civil que laboran en los municipios incluidos en el presente trabajo, y en segundo lugar, los identificados en las primeras entrevistas. La entrevista se orientó hacia conocer el manejo de los recursos naturales por la unidad familiar, las formas económicas prevalecientes, las de manejo de los recursos naturales y su comercialización, sobre la percepción de los problemas y oportunidades relacionados con el desarrollo y calidad de vida en general (Andrade , 2002; Andrade y Ortiz-Espejel, 2005), de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec; todos ellos en el Estado de Veracruz. La elección de los entrevistados fue bajo el supuesto que tuvieran las siguientes características:

- Personas mayores de treinta años,
- Que su residencia en la región sea más de 20 años,
- Con conocimiento geográfico de la zona, y
- Que la comunidad los identifique como personas fiables y conocedoras de la situación regional en materia socio-ambiental.

Es importante recalcar que para contactar a las personas entrevistadas se tuvo el apoyo de autoridades municipales y académicas de la Universidad Veracruzana, ello permitió ubicarlos e informarles de que se trataba la investigación; de esta manera solo se consideraron a las personas que aceptaran ser entrevistados, señalando que se requería dedicar algún tiempo. Por otra parte se les aclaró que solo era una consulta, evitando crear alguna expectativa de remuneración económica o beneficio social con su participación.

Con las entrevistas se obtuvo información socioeconómica de diversas unidades familiares

que cubren transversalmente la diversidad de comunidades, así mismo dieron la oportunidad para conversar sobre las hipótesis que se van formulando acerca de lo que acontece en las parcelas y la comunidad, y la ampliación del análisis de datos espaciales, cronológicos e institucionales.

Se elaboró una guía general de preguntas con la finalidad de llevar a cabo la entrevista y no desviarse de los objetivos planteados en éste proyecto de investigación. Las preguntas se fueron haciendo a manera de conversación informal, de tal manera que el entrevistado responda sin presión y de manera espontánea, ya que como es bien sabido en las entrevistas semi-estructuradas, el guión de la entrevista tiene por objeto ser un detonador de la expresión del entrevistado y con ello afloran los temas que a él le parezcan más relevantes y poder captar opiniones, creencias, actitudes y representaciones. Cabe señalar que Las entrevistas se grabaron con el permiso de los entrevistados y posteriormente se transcribieron para poderlas analizarlas.

Preguntas en las entrevistas:

- ¿Qué regiones, zonas, parajes o zonas productivas identifica y por qué?
- ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?
- ¿Cómo se identifican las modificaciones?
- ¿Qué repercusiones se identifican por las modificaciones?
- ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas (políticas públicas, planes, programas o factores)?
- ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?
- ¿Por qué se permitieron?
- ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto?
- ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?

En la realización de las entrevistas se tuvo como una grabadora de voz, cámara fotográfica, libreta de campo, marcadores de colores (no permanentes “para pizarrón blanco” que permitieran hacer trazos -los entrevistados- en el mapa protegido con cubierta plástica y poder re-utilizarlo en otras entrevistas), y el apoyo un mapa de 100 por 120 cm, donde se mostró la zona de estudio escala 1:10’000, de la imagen satelital Landsat, correspondiente al año de 2010, en falsos colores (bandas 5, 4 y3); señalando límites municipales, principales afluentes, principales localidades, cota de los 1’400 y 800 msnm, carreteras, caminos de brecha y cuerpos de agua (ver imagen V.1.a.).



Imagen V.1.a.- Mapa empleado en las entrevistas a profundidad (los señores Miguel Hernández y Heraclio Moreno Calte, respectivamente).

IV.2.2. Construcción de los sistemas

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo, se aplicó la metodología de entrevistas a profundidad, los sistemas de información geográfica y se analizó la información bajo el enfoque teórico de Sistemas Complejos, ya que se trata de una problemática de tipo complejo (Bertalanffy, 1986 y Miranda, 2005), el cual debe ser visto desde una perspectiva holística para evitar la reducción, determinación o visto desde manera uni-casual o uni-disciplinar (Duval, 2005).

El análisis de la información mediante la teoría de sistemas, permitió la integración y síntesis de la información generada mediante el diálogo de saberes, desde la perspectiva sustentable. Para ello se crearon los escenarios o sistemas para cada año analizado (1993, 1999 y 2010 –imágenes satelitales disponibles-), mediante el intercambio de puntos de vista de los habitantes sobre los problemas y la situación que guardan los recursos naturales del área; los diferentes procesos de transformación ambiental (climática, productiva, de salud, etc.), información de cambio de cobertura y uso del suelo, políticas públicas, etc.

Es importante destacar, cada sistema fue dividido en tres subsistemas para una mejor comprensión y nivel de exploración en: “Subsistema Ecológico”, “Subsistema Económico-productivo” y “Subsistema Socio-cultural”.

Los subsistemas del sistema como lo señala Churchman (1984; pág. 28) y Miranda (2005), son conjuntos de elementos relacionados entre sí, que forman parte de un sistema total o sistema, el cual integra un conjunto de elementos que trabajan agrupadamente para el objetivo general del todo, generando propuestas teóricas para explicar la realidad la que será verificada a posteriori. Es así que los datos generados en el sistema de información geografía, serán verificados directamente en campo y en propia voz de los habitantes del municipio, mediante recorridos de campo y entrevistas.

En primera instancia los subsistemas “Ecológico”, “Económico-productivo” y “Socio-cultural” (ver Diagrama de flujo IV.5.a.) (Castañares, 2008), tienen las siguientes características:

Subsistema Ecológico, está definido por los componentes de recursos naturales y por lo observado en recorridos de campo y las entrevistas, reconociendo fenómenos como: la contaminación del agua, suelo y a la salud humana, el uso de agroquímicos en los cultivos. Lo anterior relacionado con la pérdida de conocimiento del trabajo ancestral de la tierra, presiones de cambio de uso de suelo y cobertura por fraccionamientos, acaparadores, etc.

Subsistema Económico-productivo, está basado en los componentes de sistemas productivos, la productividad y la comercialización de los productos agropecuarios, silvícolas y del sector secundario y terciario en la zona de estudio.

Subsistema Socio-cultural, está caracterizado por las dinámicas poblacionales y organizativas intra e inter comunitarias, y que de acuerdo con Moguel *et al.*, (2006), por ejemplo uno de los mayores riesgos para el éxito del trabajo en el campo son las migraciones, que requieren de mano de obra que es proporcionada principalmente jóvenes.

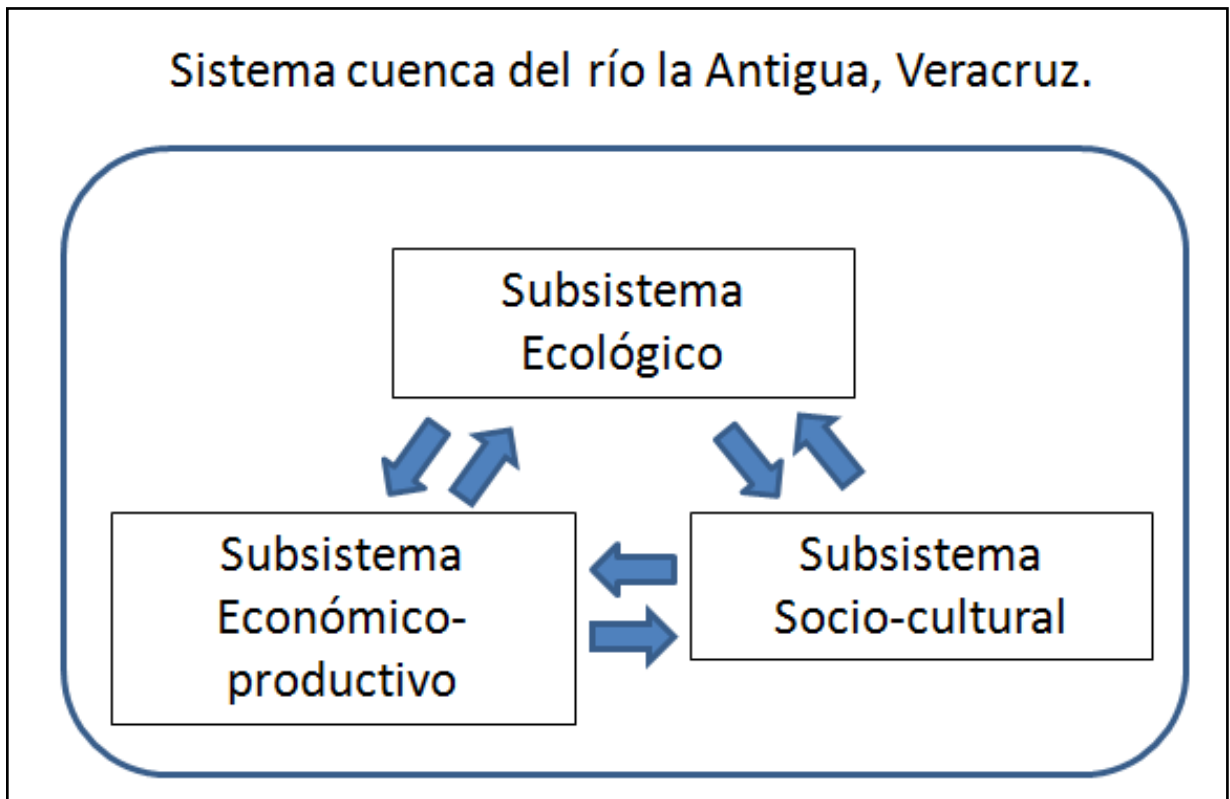
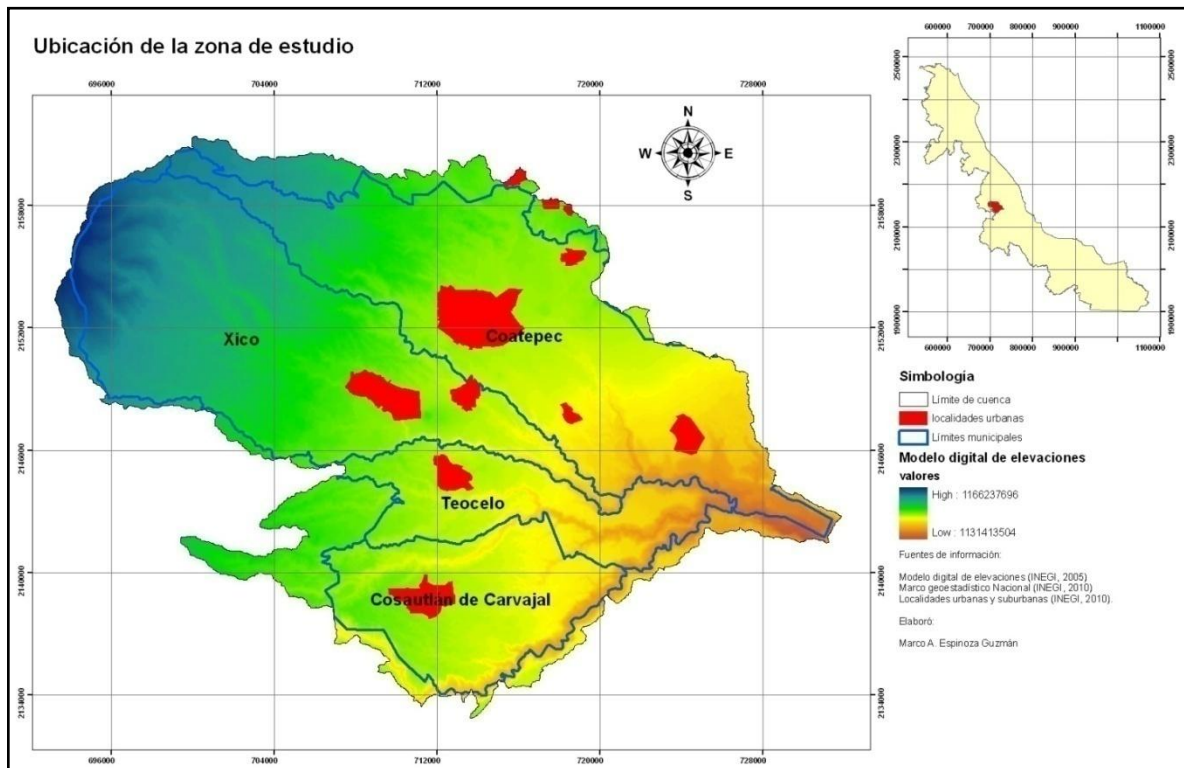


Diagrama de flujo IV.5.a.- de interacciones entre subsistemas que componen el Sistema Complejo “la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz”.

V. ÁREA DE ESTUDIO

Para los fines del presente documento, el área de estudio está ubicada aproximadamente a la porción central del Golfo de México, formada por los límites próximos de cuenca alta de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, incluida en la región “X” Golfo – Centro. Ésta cuenca está considerada como una de las más importantes del centro de Veracruz, destacándose por su actividad económica, de los que sobresalen los municipios de Xalapa y Coatepec (Navarrete-Vázquez, *et al.* 2007). Los municipios que integran la zona de estudio son: Coatepec, Cosautlán de Carvajal, Teocelo y Xico del estado de Veracruz (ver mapa V.a.), cubriendo una superficie de 59'640.60 has.

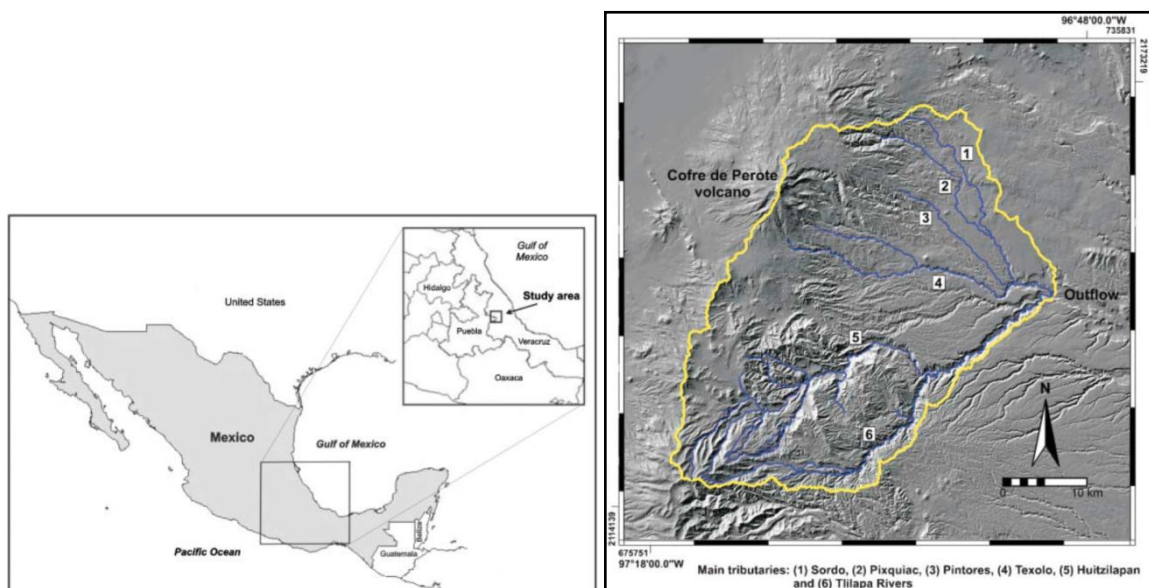


Mapa V.a.- Ubicación de los municipios y límites de cuenca correspondientes a la zona de estudio presente trabajo.

V.1. la parte alta de la cuenca del río La Antigua.

La porción de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, de acuerdo a Navarrete-Vázquez, *et al.* (2007) y Muñoz-Villers y López-Blanco (2007), está conformada por el río La Antigua que tiene su origen en la sierra madre oriental a 3'750 msnm en el oriente de la población González Ortega del estado de Puebla. Los límites de la cuenca alta, son los de la intersección de la parte alta de la cuenca del río La Antigua hasta la confluencia de los ríos Sordo y Los Pescados a los 480 msnm Navarrete-Vázquez, *et al.* (2012). Los principales afluentes de ésta región de acuerdo a Muñoz-Villers y López-Blanco (2007) son: 1.- Sordo,

2.- Pixquiac, 3.- Pintores, 4.- Texolo, y 5.- Hitzilapan (ver mapa V.2.a.), que drenan de la partes altas hacia la porción sureste, a través de los municipios de: Coatepec, Jalcomulco, Teocelo, Xico, Xalapa, y Veracruz, hasta llegar a la “Boca” que se ubica en el municipio de La Antigua en el Golfo de México donde termina (García, 2011).



Mapa V.2.a.- Ubicación la parte alta de la cuenca del río La Antigua. Tomado de Muñoz-Villers y López-Blanco (2007).

Por otra parte, la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), ha declarado a la cuenca alta del río La Antigua, como una región con alta biodiversidad e importancia hidrológica, esto último por ser proveedora de agua a localidades urbanas importantes como lo es Xalapa y Coatepec, además de permitir actividades con propósitos agrícolas, acuícolas y recreativas (Muñoz-Villers y López-Blanco, 2007).

En relación a los aprovechamientos hidráulicos de la cuenca alta del río La Antigua, Pereyra-Díaz y Pérez-Sesma (2005), señalan que en las márgenes del río La Antigua se sitúa el distrito de riego 035 con una superficie de 14'000 ha distribuidas en los municipios de La Antigua, Úrsulo Galván, Puente Nacional, Manlio Fabio Altamirano y Paso de Ovejas; el aprovechamiento se realiza a través de un canal de derivación que transporta 14 m³/s, y un dren que tiene una capacidad de 8 m³/s.

Con respecto a la problemática ambiental, de acuerdo a la Gerencia Regional Golfo-Centro de la Comisión Nacional del Agua (GRGCCNA, 2005), destaca que los problemas de contaminación son de muy diversa índole, entre ellos son las descargas de aguas residuales procedentes de:

- industria
- beneficios
- de café
- ingenios
- azucareros
- municipales
- sector
- pecuario, etc.

Actualmente la cuenca de la Antigua se encuentra en veda, de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales (GRGCCNA, 2005), lo anterior implica que no hay autorizaciones de aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente, en virtud del deterioro del agua tanto en cantidad como en calidad, que están afectando la sustentabilidad hidrológica, y por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneas.

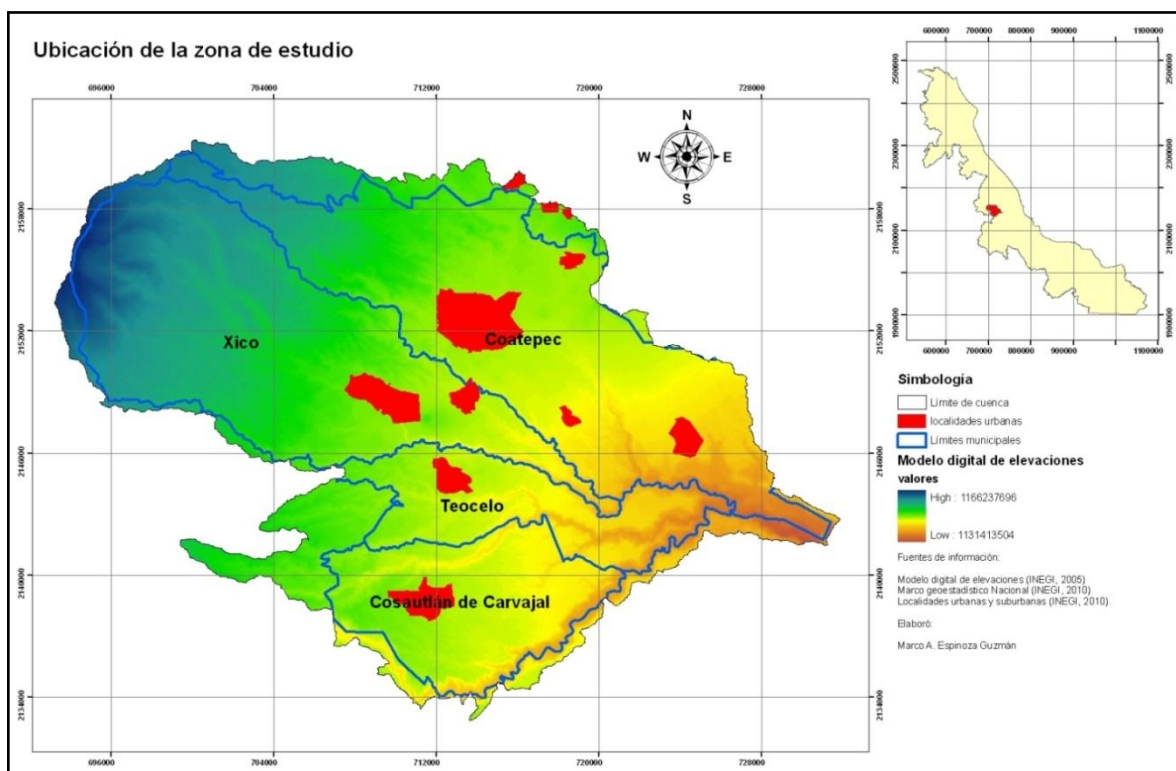
VI. RESULTADOS.

VI.1. Caracterización socio-ambiental de la zona de estudio

La zona de estudio –para éste documento- se sitúa en la porción central del estado de Veracruz y está conformada por cuatro municipalidades, que suman una superficie de 519.50 km². En la tabla VI.1.a, se observa que el 38.98 % corresponde al Municipio de Coatepec, el 34.58 % de Xico, Cosautlán de Carvajal con el 14.75 %, y Teocelo con el 11.70 %. Cabe señalar que la superficie a la que se refiere el presente documento es de 596.40 km² (59'640.60 has), debido a que los límites de la cuenca van más allá de los límites municipales –aunque los límites municipales si son muy semejantes y se conforman geográficamente con las subcuencas de la zona- (ver mapa VI.1.b). La máxima cota altitudinal es de 4'282 msnm, que corresponde en la cumbre del volcán Cofre de Perote, mientras que la más baja se refiere a los 500 msnm al sureste de la comunidad de Tuzamapan del municipio de Coatepec, Ver.

Tabla VI.1.a.- Clave municipal a nivel nacional, nombre de municipio, superficie en kilómetros cuadrados y porcentaje correspondiente.

Clave del municipio	Municipio	Sup km	% Sup.
30164	Teocelo	60.78	11.70
30046	Cosautlán de Carvajal	76.60	14.75
30092	Xico	179.64	34.58
30038	Coatepec	202.48	38.98
		519.50	



Mapa VI.1.b.- Ubicación de los municipios y límites de cuenca correspondientes a la zona de estudio presente trabajo.

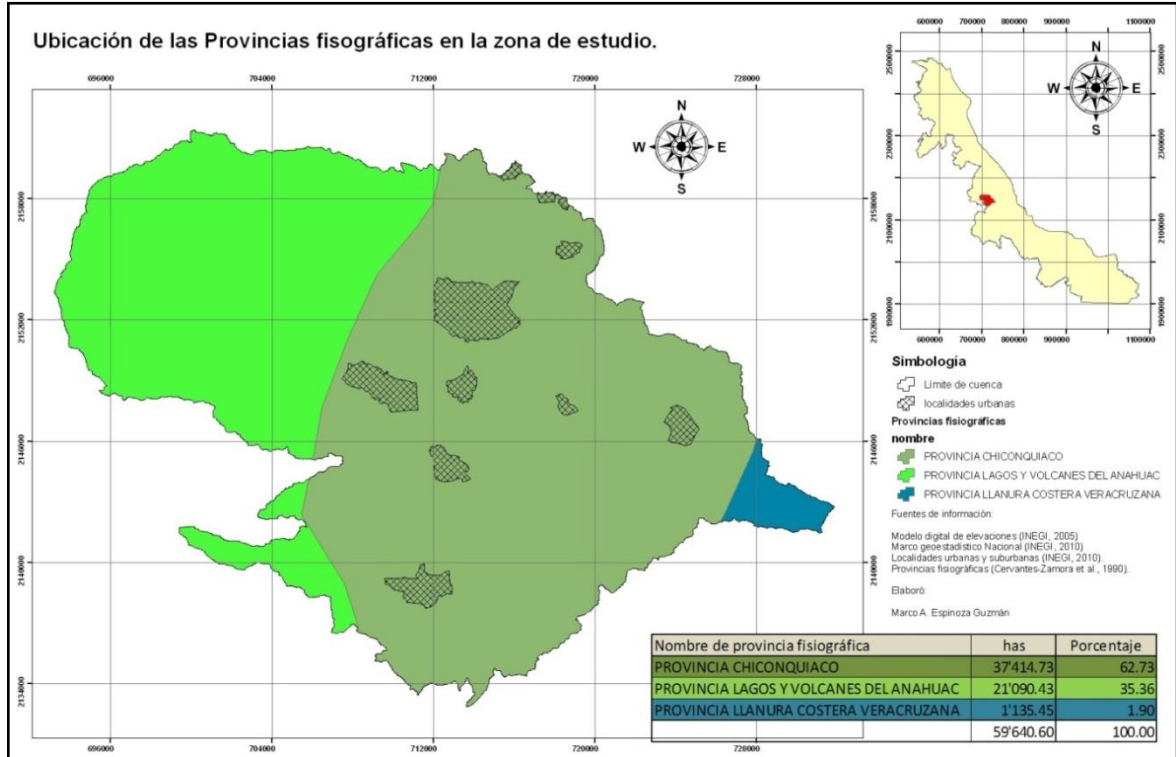
VI.1.1. Caracterización física.

VI.1.1.1. Fisiografía

De acuerdo a Cervantes-Zamora *et al.*, (1990), indica que en la zona de estudio confluyen las zonas fisiográficas que son: Chiconquiaco (62.73 %) –con distribución en la porción central con 37'414.73 has -, Lagos y Volcanes de Anahuac (35.36 %) –estribación oriental del volcán Cofre de Perote, que representa el 35.36 % (21'090.43 has)-, y Llanura Costera Veracruzana (1.90 %) –porción extrema oriente de la parte alta de la cuenca del río La Antigua - (ver tabla VI.1.1.1.a. y mapa VI.1.1.1.b.).

Tabla VI.1.1.1.a.- Nombre de la provincia fisiográfica, superficie (has) y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.

Nombre de provincia fisiográfica	Has	Porcentaje
PROVINCIA CHICONQUIACO	37'414.73	62.73
PROVINCIA LAGOS Y VOLCANES DEL ANAHUAC	21'090.43	35.36
PROVINCIA LLANURA COSTERA VERACRUZANA	1'135.45	1.90
	59'640.60	100.00



Mapa VI.1.1.1.b.- Distribución de las regiones fisiográficas en la zona de estudio.

VI.1.1.2. Clima

Con base a García (1998), indica que en la zona de estudio se identifican ocho tipos de climas que van desde el semifrío –proximidades del volcán “Cofre de Perote”-, hasta el cálido subhúmedo –zona oriente extrema-. La distribución en superficie es la siguiente (de mayor a menor) (ver tabla VI.1.1.2.a. y mapa VI.1.1.2.b.):

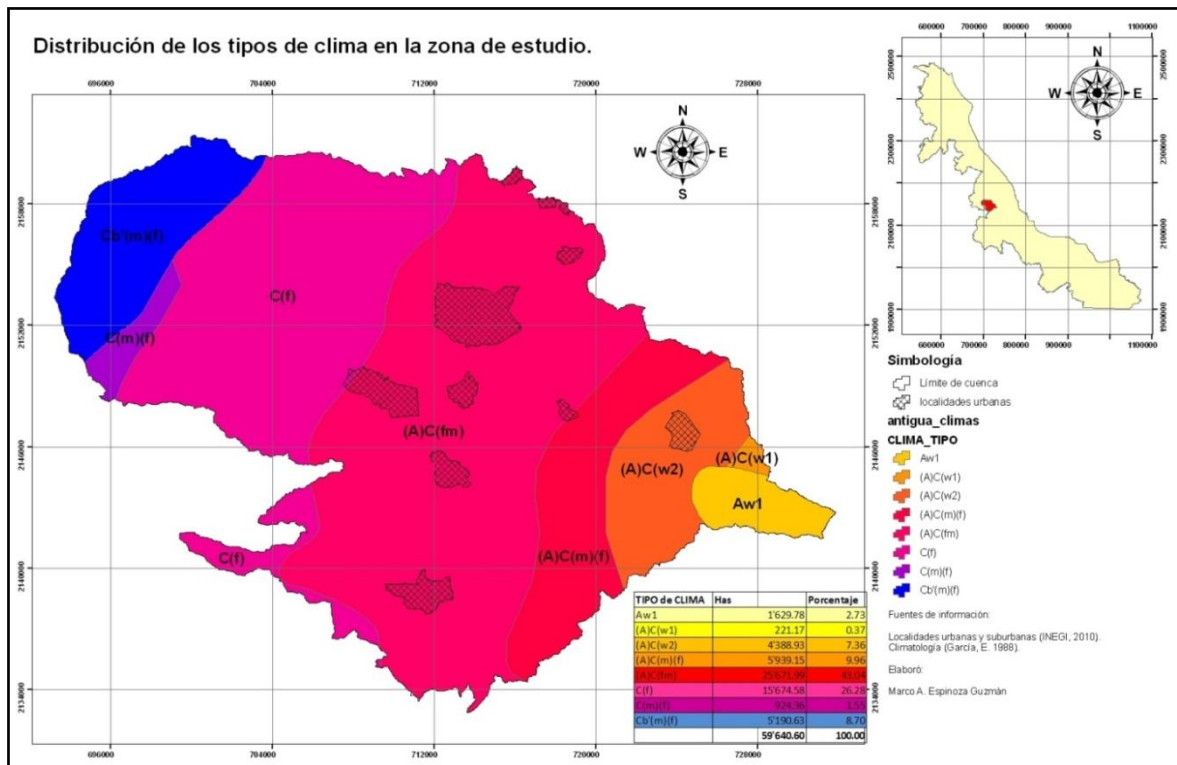
Semicálido húmedo “(A)C(fm)” del grupo C, se presenta en el 43.04 % de la zona de estudio.

Templado húmedo “C(f)” está presente en el 26.28% del territorio.

Semicálido húmedo “(A)C(m)(f)” del grupo C, abarca el 9.96 %.

Tabla VI.1.1.2.a.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.

Tipo de clima		Has	Porcentaje
(A)C(w1)	Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	221.17	0.37
C(m)(f)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	924.36	1.55
Aw1	Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	1'629.78	2.73
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes mas caliente mayor de 22°C.	4'388.93	7.36
Cb'(m)(f)	Semifrío, húmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C , temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes mas caliente bajo 22°C.	5'190.63	8.70
(A)C(m)(f)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes mas caliente mayor de 22°C.	5'939.15	9.96
C(f)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes mas caliente bajo 22°C.	15'674.58	26.28
(A)C(fm)	Calido subhumedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	25'671.99	43.04
		59'640.60	100.00



Mapa VI.1.1.2.b.- Distribución de los tipos de clima en la zona de estudio.

VI.1.1.3. Hidrología

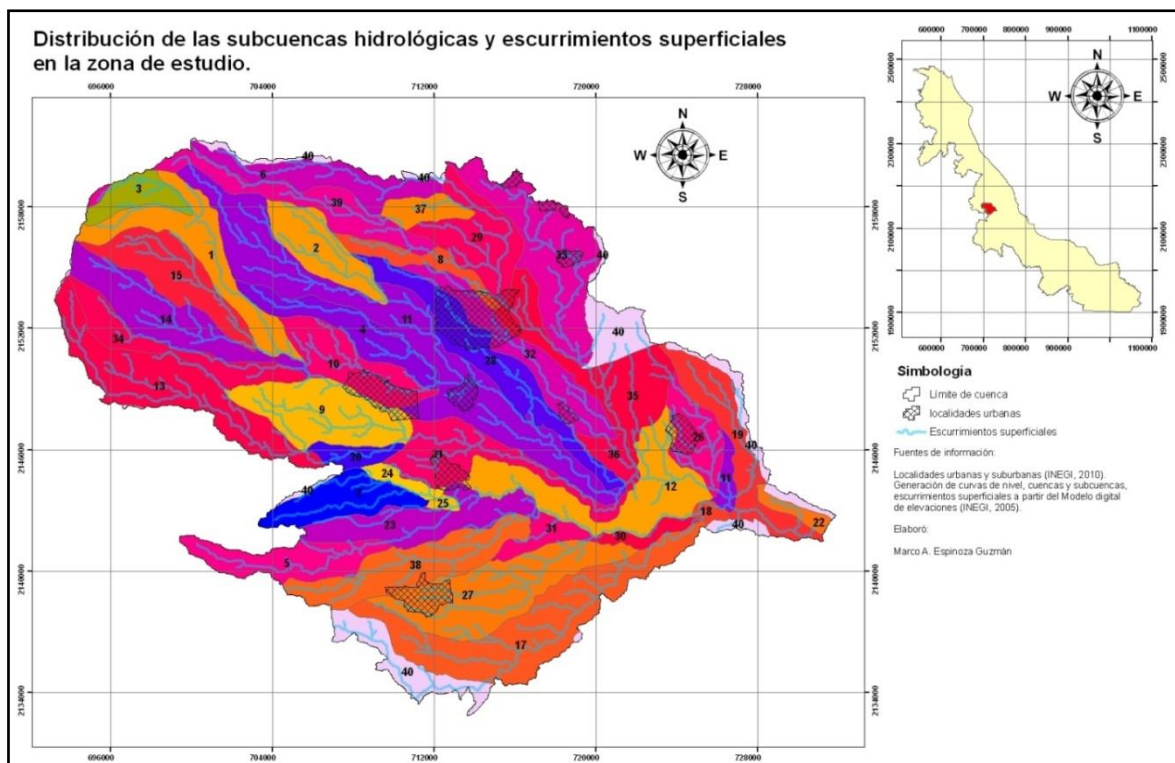
Al delimitar las cuencas y subcuencas en la zona de estudio con el Modelo Digital de Elevaciones (INEGI, 2005) y el programa ARC GIS 9.3 (ver mapa VI.1.1.3.a.), se identificaron 39 subcuencas mismas que se procedió nombrar cada una de ellas con base a la nomenclatura local, generando la tabla VI.1.1.3.b., en la que también se aprecia que las cuencas más grandes en superficie son: “Hueyapan” con el 8.46 % (5’045.31 has) y en segundo lugar es la de “Los Pescados”.

Tabla VI.1.1.3.b.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.

Nombre de subcuenca	has	Porcentaje
HUEYAPAN 1	5045.31	8.46
LOS PESCADOS 3	3505.10	5.88
s / d	3069.10	5.15
LA FUNDA	2745.58	4.60
PASO GRANDE	2742.68	4.60
SORDO	2686.65	4.50
HUEYAPAN 2	2441.61	4.09
TILLERO 1	2105.01	3.53
COYOLAPA	2077.95	3.48
XILONTLA	2037.48	3.42
PINTORES	2011.96	3.37
LA PAILILLA	1951.66	3.27
BARRANCA CARACOL	1890.83	3.17
PALOMAR	1691.30	2.84
MATLOCOBATL	1677.59	2.81
LA PAILILLA 2	1640.62	2.75
PIXQUIAC	1567.29	2.63
SAN ANDRES	1566.46	2.63
LOS PESCADOS 5	1534.03	2.57
ATOPA	1501.91	2.52
HUEHUEYAPAN	1455.62	2.44
CIENEGA DEL VENADO	1343.36	2.25
CHICHICAZAPA	1339.22	2.25
CALPIXCAN	1294.99	2.17
TEPETLAYO 1	1240.05	2.08
BARRANCA CUESTA DEL PINO	1235.62	2.07
COMALAPA	1193.99	2.00
PANAL NARANJOS	943.53	1.58
BARRANCA EL CARACOL	667.34	1.12
CONSOLAPAN	616.32	1.03
TOLAPA	493.37	0.83
RIO CHICO 1	467.96	0.78

Tabla (continuación) VI.1.1.3.b.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.

Nombre de subcuenca	has	Porcentaje
TILLERO 2	411.46	0.69
MATLACOBALT	389.39	0.65
RIO CHICO	305.78	0.51
PALOMAR 1	264.49	0.44
MEDIONDO	261.27	0.44
LOS PESCADOS 4	137.87	0.23
PALOMAR 2	88.86	0.15
Total	59640.60	100.00



Mapa VI.1.1.3.a.- Distribución de los tipos de clima en la zona de estudio.

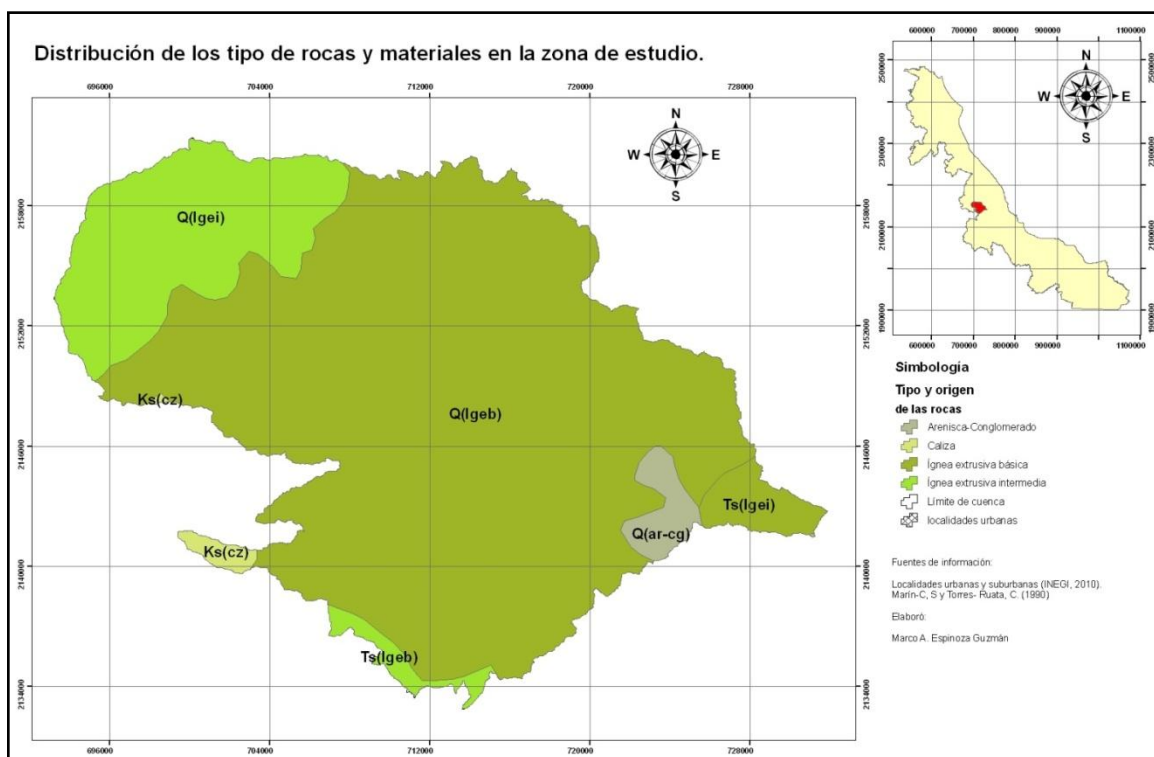
VI.1.1.4. Geología

Geologicamente se puede considerar que se tiene una dominancia de materiales que subyacen y que afloran de la era del Cenozoico del sistema Cuaternario con dominancia en el 77.92 % (46'473.74 has) de rocas Igneas extrusivas básicas y de un 15.67 % (9'346.57 has) de rocas ígnea extrusivas intermedias. Por otra parte también en menor medida se

identifica material calcáreo del Mesozoico del sistema Cretácico (ver tabla VI.1.1.4.a y mapa VI.1.1.4.b) (Marín-C. y Torres- Ruata, 1990; Marín-C. y Torres- Ruata, 1990a).

Tabla VI.1.1.4.a.- Clave del tipo de clima, descripción, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.

CLAVE	ERA	SISTEMA	TIPO	has	Porcentaje
Ks(cz)	Mesozoico	Cretacico	Caliza	443.20	0.74
Ts(lgeb)	Cenozoico	Neogeno	Ignea extrusiva intermedia	793.83	1.33
Q(ar-cg)	Cenozoico	Cuaternario	Arenisca-Conglomerado	1'190.78	2.00
Ts(lgei)	Cenozoico	Neogeno	Ignea extrusiva basica	1'392.48	2.33
Q(lgei)	Cenozoico	Cuaternario	Ignea extrusiva intermedia	9'346.57	15.67
Q(lgeb)	Cenozoico	Cuaternario	Ignea extrusiva basica	46'473.74	77.92
				59640.60	100.00



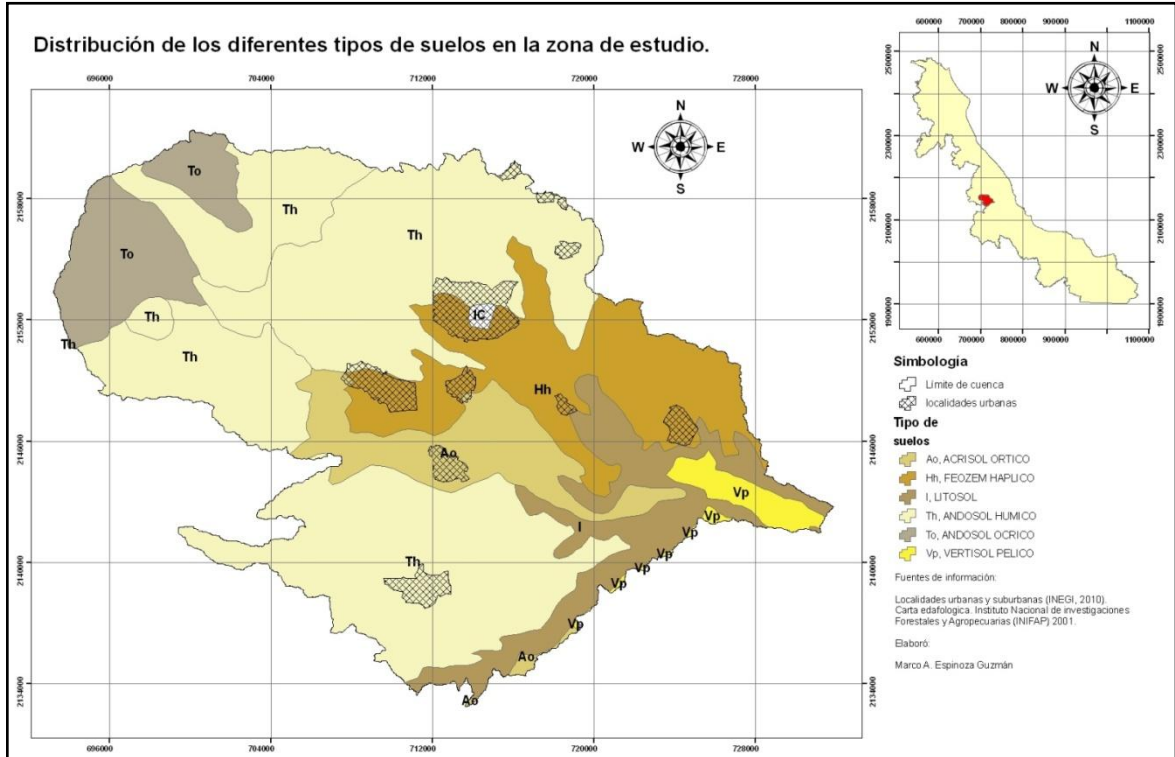
Mapa VI.1.1.4.b.- Distribución de los tipos de roca y material geológico en la zona de estudio.

VI.1.1.5. Suelos

La zona de estudio se identifica un mosaico de tipos de suelo donde predominan los Andosoles de húmicos y ocrico de textura media. Los primeros se distribuyen en el 55.74 % (33'244.78 has) que en su mayoría tienen una fase lítica profunda. Mientras que los suelos de tipo Andosol Ocrico están presentes en el 8.32 % (4'962.18 has) con una fase lítica a lítica profunda. Otro tipo de suelo sobresaliente por su área de distribución (9'477.52 has) es el Feozem Haplico con textura media y fase lítica en el 15.89 % de la zona de estudio (Ver tabla VI.1.1.5.a y mapa VI.1.1.5.b) (INIFAP- CONABIO, 1995).

Tabla VI.1.1.5.a.- Clave del tipo de suelo, descripción, textura, tipo de fase física, superficie en has, y porcentaje en la zona de estudio.

Tipo de suelo	Descripción	Textura	Fase física	has	Porcentaje
Th	ANDOSOL HUMICO	MEDIA	ND	1.16	0.00
Vp	VERTISOL PELICO	FINA	PEDREGOSA	126.95	0.21
IC	poblado	ND	PETROCALCICA	128.96	0.22
Ao	ACRISOL ORTICO	MEDIA	LITICA PROFUNDA	148.88	0.25
Th	ANDOSOL HUMICO	MEDIA	LITICA PROFUNDA	366.53	0.61
Vp	VERTISOL PELICO	FINA	ND	1081.59	1.81
To	ANDOSOL OCRICO	MEDIA	ND	1362.10	2.28
To	ANDOSOL OCRICO	MEDIA	LITICA PROFUNDA	3600.08	6.04
Th	ANDOSOL HUMICO	MEDIA	LITICA PROFUNDA	4051.79	6.79
Ao	ACRISOL ORTICO	MEDIA	LITICA PROFUNDA	4909.73	8.23
I	LITOSOL	MEDIA	ND	5560.01	9.32
Hh	FEOZEM HAPLICO	MEDIA	LITICA	9477.52	15.89
Th	ANDOSOL HUMICO	MEDIA	ND	12208.22	20.47
Th	ANDOSOL HUMICO	MEDIA	LITICA PROFUNDA	16617.07	27.86
				59640.60	100.00



Mapa VI.1.1.5.b.- Distribución de los tipos de suelo en la zona de estudio.

VI.1.2. Caracterización biológica de la zona de estudio.

VI.1.2.1. cobertura de Vegetación y Uso del Suelo

La clasificación de uso del suelo y vegetación del año 2010 de la zona de estudio fue mediante percepción remota con puntos de control, firmas espectrales en imágenes de satélite y clasificación supervisada, bajo 12 categorías (ver tabla VI.1.2.1.a) que son:

Tabla VII.2.1.a.- Doce categorías de cobertura de uso del suelo.

Sistemas naturales	4. Agua
	6. Mesófilo
	8. Pastizal
	9. Pino
	10. Selva
	12. Zacatonal
Sistemas perturbados	1. Acahual
	5. Infraestructura
	11. Sin vegetación
Sistemas productivos	2. Agrícola
	3. Agroforestal
Sin datos	7. No data

1.- Acahuales. Los acahuales son derivados de cada tipo de vegetación comparten muchas especies entre sí y su composición florística es variable, y está en función del tiempo de abandono. En el caso de los cultivos y potreros se pueden observar especies anuales y perennes, nativas e introducidas, dando como resultado una gama muy grande de combinaciones (Castillo-Campos y Laborde, 2004) (ver Foto VI.1.2.1.b.).



Foto VI.1.2.1.b.- Acahual con restos de mesófilo de montaña (al poniente de Xico viejo,).

2.- Agrícola. Los cultivos se refieren tanto a los anuales (es decir, que carecen de sistemas de riego y aprovechan la temporada de lluvias), como a los perennes –principalmente frutales- (ver foto VI.1.2.1.c. y VI.1.2.1.d.).



Foto VI.1.2.1.c.- Agricultura de temporal en la zona “Alta”.



Foto VI.1.2.1.d.- Agricultura de temporal en la zona “Alta”.

3. Agroforestal. Esta categoría se refiere a los agro-sistemas diversificados en donde coexisten especies arbóreas (que pueden ser del bosque mesófilo de montaña u otros tipos de vegetación), con otras especies agrícolas productivas como el café, árboles frutales, etc. Entre las especies más frecuentes están: *Ingas* pp. (jinicuil, chalahuite y otras), plátano (*Musas* pp.), cítricos (*Citrus*spp.), guayabo (*Psidium guajava*), níspero (*Eriobotrya japónica*), aguacate chinine (*Persea schiedeana*), pomarrosa (*Syzygium jambos*), macadamia (*Macadamia integrifolia*), izote (*Yucca elephantipes*), equimite (*Erythrina americana*), *Heliocarpus* spp. (jonote), *Crotondraco* (sangregado), *Trema micrantha* (ixpepe), *Alchornea latifolia*, *Ficus* spp. (higueras oamates), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo). También se encuentran especies de origen templado propias del bosque mesófilo de montaña, como son *Quercus* spp. (encinos), *Liquidambar styraciflua*, *Carpinus caroliniana* y *Ostrya virginiana* (pipinques), etc. (ver Fotos VI.1.2.1.e. y VI.1.2.1.f.)



Foto VI.1.2.1.e.- Agroforestal café.



Foto VI.1.2.1.f.- Agroforestal café-plátano.

4. Agua. Cuerpos de agua naturales (ríos, lagunas) y artificiales (embalses) (ver fotos VI.1.2.1.g. y VI.1.2.1.h.).



Foto VI.1.2.1.g.- Cuerpos de agua.



Foto VI.1.2.1.h.- Cuerpos de agua.

5. Infraestructura. Se refiere a asentamientos humanos (edificaciones), así como caminos rústicos y pavimentados (ver foto VI.1.2.1.i.).



Foto VI.1.2.1.i.- Infraestructura.

6. Mesófilo (Bosque mesófilo). Ésta categoría se refiere al Bosque mesófilo de montaña al que también se le conoce como bosque de neblina (Rzedowski 1978); se desarrolla en climas muy húmedos, de templados a fríos, en cañadas o en sitios protegidos del viento y generalmente en laderas escarpadas. Se identifica en altitudes alrededor de los 500 y hasta los 2,000 msnm, con una temperatura media anual que puede variar entre 12 y 23 °C. Debido a estas características, a menudo este bosque se encuentra en fragmentos con condiciones microclimáticas muy específicas, lo que lo hace único (Ellis y Martínez, 2010). En éste tipo de vegetación agrupa diferentes asociaciones como el bosque de lauráceas con *Ulmus*, la asociación encinar-liquidámbar y el bosque de *Podocarpus*. En el bosque mesófilo se combinan las especies arbóreas del dosel de origen neártico con las especies de sotobosque y epífitas de origen neotropical. El dosel del bosque oscila entre 20 y 30 m de altura, en algunas ocasiones supera 40 m, es característica la gran biomasa de epífitas (orquídeas, helechos, bromelias, peperomias y aráceas) y musgos sobre los troncos y ramas más gruesas. En el sotobosque también es característica la presencia de helechos mezclados con árboles menores a 10 m y numerosos arbustos (Castillo-Campos y Laborde, 2004) (ver foto VI.1.2.1.j.).



Foto VI.1.2.1.j.-Mesófilo de montaña.

7. No data. Se refiere a regiones “sin datos” o que están ocultas por sombras y nubes.

8. Pastizal. Éstos tienen una gran riqueza de especies propiciada por su extensión y por consiguiente por el contacto con otros elementos del paisaje (selva, bosque, acahual, cultivo, etc.), como es la influencia del arbolado, la humedad del terreno, el efecto del ramoneo y por el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, corte de la vegetación y tipo de pasto (Rzedowski, 1978). La apertura de un pastizal generalmente tiene como antecedente un campo agrícola, cultivo de maíz alternado con frijol, chile, arroz, cacahuete o piña, aunque recientemente también se crean pastizal cortando directamente la selva. La composición florística del pastizal depende de la forma en que se transforma el cultivo de maíz en potrero, pues en esto estriba el tipo de pasto dominante (Martínez, 1980; Guevara *et al.*, 1997).

De forma general se puede señalar que los potreros son tierras orientadas al pastoreo de bovino principalmente, aunque también ovino, caprino y equino. Su origen es por la deforestación e introducción de ganado y se forman con una mezcla de gramas como: *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, *P. notatum*, *P. variable*, *Panicum laxi florum*, *Cynodon plecto stachyus* (pasto estrella africana), *Pennicetum clandestinum* (pasto kikuyo) y zacate Taiwan. En los pastizales arbolados (asociación de árboles aislados y cercos vivos)

con diversas especies entre las que se identifican están: *Acacia pennatula* (huizache), *Psidium guajava* (guayaba), *Prunus serotina* subsp. *capuli* (capulín), *Annona cherimola* (chirimoya), *Persea americana* (aguacate), *Yucca elephantipes* (izote), *Erythrina americana* (equimite), *Quercus* spp. (encinos), *Clethra mexicana* (marangola), *Liquidambar styraciflua*, entre otros). Y los pastizales abiertos (áreas de pastizal para ganado sin árboles) (Rzedowski, 1978) (ver fotos VI.1.2.1.k. y VI.1.2.1.l.).



Foto VI.1.2.1.k.- Pastizal con huizache.



Foto VI.1.2.1.l.- Pastizal.

9. Pino (Bosque de pino). La categoría de Pino se refiere a los géneros *Pinus*, *Cupressus*, *Abies*, que de acuerdo a Rzedowski (1978), son masas forestales que se desarrolla a altitudes entre 1 500 y 4 000 msnm, a elevaciones mayores los pinares también son frecuentes (pudiendo sobrepasar localmente la cota de 4 100 msnm), y constituyen el único tipo de bosques que alcanza el límite superior de la vegetación arbórea. El pinar es una comunidad generalmente de un solo estrato arbóreo que puede alcanzar hasta los 30 m de altura, y debido a la forma recta de los pinos y a sus copas altas, aparenta una composición homogénea, pues apenas lo acompaña un sotobosque compuesto principalmente de herbáceas y matorrales (Ellis y Martínez, 2010).

A grandes rasgos, señala Rzedowski (1978), puede identificarse la presencia relativamente frecuente de plantas de los siguientes géneros en los bosques de pinos:

Árboles: *Quercus*, *Juniperus*, *Abies*, *Arbutus*, *Prunus*, *Alnus*, *Buddleia*, *Pseudotsuga*, *Clethra*, *Populus*, *Cupressus* y *Crataegus*.

Arbustos: *Eupatorium*, *Senecio*, *Baccharis*, *Archibaccharis*, *Salvia*, *Juniperus*, *Stevia*, *Ribes*, *Helianthemum*, *Pernettya*, *Symphoricarpos*, *Vernonia*, *Verbesina*, *Arctostaphylos*, *Monnina*, *Ceanothus*, *Fuchsia*, *Holodiscus*, *Vaccinium*, *Lonicera*, *Mimosa*, *Rubus*, *Agave*, *Berberis*, *Rhus*, *Cercocarpus*, *Eriosema*, *Salix*, *Satureja*, *Calea*, *Desmodium* y *Cestrum*.

A nivel de elementos herbáceos la lista de géneros comunes tendría que ser muy larga. Entre las familias de plantas vasculares mejor representadas, además de Compositae y Gramineae cuentan: *Leguminosae*, *Labiatae*, *Scrophulariaceae*, *Rosaceae*, *Pteridaceae*, *Umbelliferae*, *Commelinaceae*, *Liliaceae*, *Caryophyllaceae*, *Geraniaceae*, *Boraginaceae*, *Cyperaceae*, *Iridaceae*, *Orchidaceae*, *Ranunculaceae*, *Cruciferae*, *Onagraceae*, *Oxalidaceae*, *Rubiaceae*, *Valerianaceae* y *Aspidiaceae* (ver fotos VI.1.2.1.m. y VI.1.2.1.n.).



Foto VI.1.2.1.m.- Bosque de pino.



Foto VI.1.2.1.n.- Bosque de pino.

10. Selva. Esta categoría se refiere básicamente a la selva mediana, cuyas principales características es que los árboles poseen altura es menor (de 15 a 25 m), durante la temporada de sequía cuando menos la mitad de ellos pierden sus hojas (árboles subcaducifolios); algunos de ellos sólo por unas semanas, lo cual hace que la comunidad mantenga cierto verdor aun en las épocas más secas del año. Su distribución puede llegar a los 1'300 msnm, mientras que la precipitación media anual va de los 1'000 a 1'500 mm, presentando una marcada época de sequía. La luz al interior de esta comunidad es mayor que en la selva alta, lo cual favorece el desarrollo de plantas de sotobosque (plantas semileñosas o no leñosas, no mayores a 1.5 m de altura). Entre los árboles que componen la selva mediana están: guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), palo de rosa (*Tabebuia rosea*), el palo mulato chaca (*Bursera simaruba*), las higueras (*Ficus* spp. y *Chlorophora tinctoria*) (Pennington y Sarukhán, 1998, citado en: Ellis y Martínez, 2010) (ver Foto VI.1.2.1.o.).



Foto VI.1.2.1.o.- Vegetación de selva.

11. Sin vegetación (suelos desnudos, desprovistos de cubierta forestal o herbácea) (ver foto VI.1.2.1.p.).



Foto VI.1.2.1.p.- Sin vegetación.

12. Zacatonal. Rzedowski (1978), refiere que éste tipo se desarrolla por encima del límite altitudinal de la vegetación arbórea, sobre las montañas que alcanzan elevación suficiente para ofrecer esta clase de hábitat que está en la mayoría de las montañas localizadas en la mitad meridional del país, donde la cota aproximada es de 4'000 m es la altitud máxima que alcanza el bosque. El límite superior de este pastizal alpino se sitúa alrededor de 4'300 msnm, aunque algunas especies de plantas crecen todavía más allá de 4'500 msnm.

Los zacatales son generalmente de altura media (20 a 70 cm), aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre mucho más bajos. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda. La cobertura varía notablemente de un lugar a otro y mucho tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera 80% y frecuentemente es menor de 50%. Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras (incluyendo a veces algas), hay un sólo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes; cuando existen, sólo juegan un papel secundario y a veces forman uno o dos

estratos adicionales. Las trepadoras son escasas y las epifitas de tipo xerófilo sólo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados.

Frecuentemente son dominantes o codominantes las asociaciones de especies del género *Bouteloua*, siendo la más común de todas es *B. gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del zacatal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes *B. curtipendula* y *B. hirsuta*. Son menos frecuentes en general, *B. rothrockii*, *B. radicata*, *B. repens*, *B. eriopoda* y *B. chondrosioides*, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes. *B. eriopoda* y *B. scorpioides* aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a *B. gracilis*. Otras gramíneas cuantitativamente muy importantes son: *Andropogon hirtiflorus*, **A. saccharoides*, **Aristida adscensionis*, **A. divaricata*, **A. schiedeana*, *A. ternipes*, **Buchloë dactyloides*, **Enneapogon desvauxii*, **Eragrostis lugens*, **E. mexicana*, *Erioneuron grandiflorum*, *E. muticum*, *E. pilosum*, **E. pulchellum*, *Heteropogon contortus*, **Hilaria cenchroides*, **Leptochloa adubia*, **Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia rigida*, *Scleropogon brevifolius*, *Setaria mastachya*, *Sporobolus trichodes*, *Stipa eminens* y **Trichachne californica* (*especies favorecidas por perturbaciones) (Rzedowski, 1978) (ver foto VI.1.2.1.q.).



Foto III.2.2.1.q.- Zacatal.

VI.1.2.2. Fauna.

De acuerdo a Benítez *et al.* (2010), Veracruz alberga la cuarta parte de especies de anfibios y aves que son endémicas de México, y la quinta parte de los mamíferos y peces de agua dulce. Además, de 203 especies de animales endémicos que viven en el Estado, 62 de las 203 tienen distribución en la zona de estudio de manera natural. El grupo de las aves contribuye con un número importante de especies, de hecho se considera que más de la mitad de todas las especies de aves que se distribuyen en México inciden en tierras veracruzanas.

De Haro (2006), señala que en relación a la diversidad de aves residentes y migratorias con distribución en las aproximaciones de la zona de estudio, identifica 73 especies que están incluidas en 12 familias. Éste hallazgo realizado por De Haro (2006), indica que los cafetales bajo sombra tienen mayor diversidad de aves migratorias que otros tipos de bosques naturales, y que estos últimos bosques sostienen una mayor diversidad de residentes en comparación a los monocultivo.

En relación a la mastofauna, para el año 2010, se reporta que en las aproximaciones de la zona de estudio, 24 especies de mamíferos medianos, de éstas cinco especies las más cazadas que son: armadillo (*Dasypus novemcinctus*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), conejo (*Sylvilagus floridanus*), mapache (*Procyon lotor*) y zorra (*Urocyon cinereoargenteus*); oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), ocelote (*Leopardus wiedii*) y martucha (*Potos flavus*), se encuentran en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) (Tlapaya y Gallina, 2010) (ver cuadro VI.1.2.2.a.).

Tabla VI.1.2.2.a.- Listado taxonómico de los mamíferos medianos. Simbología: locomoción: T= terrestre, E= escansorial, A= arborícola, Ac= Acuático; Forrajeo: F= frugívoro, O= omnívoro; I= Insectívoro, M= mirmecófago, H= herbívoro, G= granívoro y C= carnívoro; Abundancia: A= abundante, C= común y R= rara; Categoría de riesgo: P= peligro de extinción, Pr= Sujeta a protección especial, A= amenazada. Fuente: Tlapaya y Gallina, 2010.

Especie	Locomoción	Abundancia	Estatus	Peso (g)
MARSUPIALES				
<i>Didelphis marsupialis</i>	E	A		1041
<i>Didelphis virginiana</i>	E	A		2300
<i>Philander opossum</i>	T	A		400
EDENTADOS				
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	T	A		3544
<i>Tamandua mexicana</i>	A	R	P	4210
ROEDORES				
<i>Sciurus aureogaster</i>	A	A		338
<i>Sciurus deppei</i>	A	A		220
<i>Orthogeomys mexicana</i>	F	C		100
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	A	R	A	1000
<i>Dasyprocta mexicana</i>	A	R		3600
<i>Agouti o Cuniculus paca</i>	A	R		8227
LAGOMORFOS				
<i>Sylvilagus floridamus</i>	T	C		1025
CARNIVOROS				
<i>Canis latrans</i>	T	R		10000
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	T	C		5500
<i>Puma yaguaroundi</i>	T	R	A	5000
<i>Leopardus wiedii</i>	A	R	P	3500
<i>Mephitis macroura</i>	T	R		2500
<i>Galictis vittata</i>	T	R		2910
<i>Mustela frenata</i>	T	C		450
<i>Potos flavus</i>	A	R	Pr	2490
<i>Bassariscus astutus</i>	E	C		1200
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	E	C		1400
<i>Nasua narica</i>	E	A		3380
<i>Procyon lotor</i>	E	C		8850

VI.1.3. Aspectos socioeconómicos de la zona de estudio

Veracruz está considerado como el tercer Estado de la república mexicana como el más poblado del país y durante mucho tiempo observó una tasa de crecimiento demográfico similar al nacional en general, tasa que incluso fue rebasada en los años sesenta y setenta (Mestries Benquet, 2003). Sin embargo, en la década de los ochenta esa tasa cayó al 1.5 por ciento anual y en los años noventa se estancó en una cifra apenas superior al uno por ciento; más tarde, en la segunda mitad de esta década, el Estado difícilmente logra reproducir su

población, con sólo 0.6 por ciento de crecimiento anual (Chávez, 2000), e incluso disminuyó entre 1998 y 2000, pasando de 7'176'000 habitantes a 6'901'111 (Pérez, 2001).

Por lo anterior, Veracruz actualmente ocupa el cuarto lugar más bajo de crecimiento poblacional entre los estados del país (Chávez, 2000). La misma tendencia se observa en la población rural, que representa aún 41 por ciento de la población total, pero se estancó en números absolutos desde 1995, lo que podría ser un indicador de la crisis agrícola que padece el estado, en especial en sus dos sectores más importantes, el cafetalero y el azucarero, o de un proceso de tecnificación agrícola, poco probable en las condiciones actuales (Mestries Benquet, 2003).

Demográficamente CONAPO (2010), señala que los cuatro municipios incluidos en el presente estudio, tienen contabilizado 153'879 habitantes, de los que el 56% (86'696 personas) habitan el municipio de Coatepec, el 22.87% están en Xico (35'188 hab.), el 10.61 % en Teocelo (16'327 hab.) y 10.185 en Cosautlán de Carvajal (15'668 hab.). En relación al número de habitantes por km², el más densamente poblado resulta ser Coatepec con 428.18hab/km², seguido de Teocelo (268.63hab/km²), Cosautlan (204.54hab/km²) y finalmente Xico (195.88 hab/km²), a nivel zona de estudio se calcula que hay 296.21 habitantes por kilómetro cuadrado. En lo concerniente al grado de marginación el municipio de Cosautlán de Carvajal presenta un "ALTO" grado de marginación (ver tabla IV.1.3.a.).

Tabla IV.1.3.a.- Municipios, población, porcentaje, superficie, densidad poblacional y grado de marginación. Basado en datos de CONAPO, 2010.

Municipio	Población total	% pob.	Sup. km	Densidad pob.	Grado de marginación
Cosautlán de Carvajal	15'668	10.18	76.60	204.54	Alto
Teocelo	16'327	10.61	60.78	268.63	Medio
Xico	35'188	22.87	179.64	195.88	Medio
Coatepec	86'696	56.34	202.48	428.18	Bajo
	153'879		519.50	296.21	

VI.2. Análisis de cambio en la cobertura del uso del suelo (CCUS).

VI.2.1. Generación de firmas digitales

La generación de las firmas digitales correspondientes a las 12 categorías de uso del suelo y vegetación, se basó en: imágenes multiespectrales LANDSAT ETM+ del año 2010, la información obtenida en los recorridos de campo (puntos geo-referenciados con descripción física, biológica y de actividades humanas *in situ*); lo anterior fue procesado en la plataforma del programa ENVI v. 4.7 (ENVI, 2010) que permitió generar la clasificación supervisada de los 3 años que comprende éste trabajo. Las firmas espectrales resultantes para la imagen satelital 2010, son las siguientes (ver figuras de VI.2.1.a, VI.2.1.b., VI.2.1.c, VI.2.1.d, VI.2.1.e, VI.2.1.f, VI.2.1.g, VI.2.1.h, VI.2.1.i, VI.2.1.j, VI.2.1.k, y VI.2.1.l):

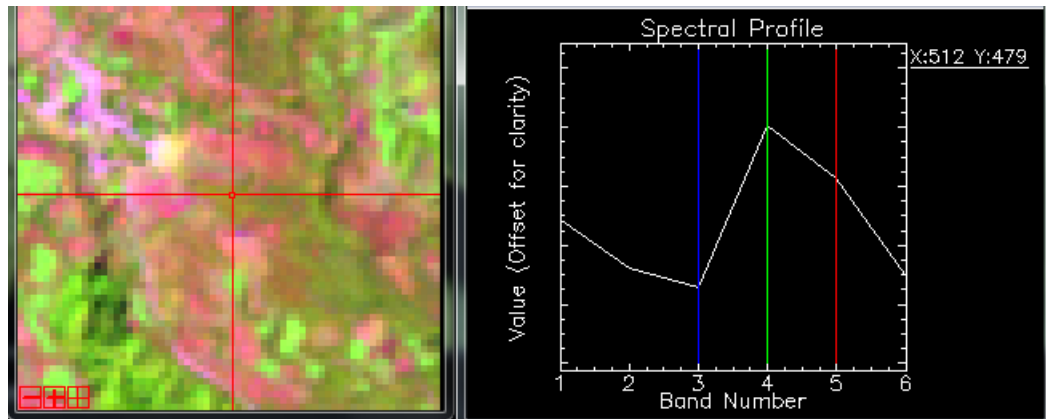


Figura VI.2.1.a.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Acahual”.

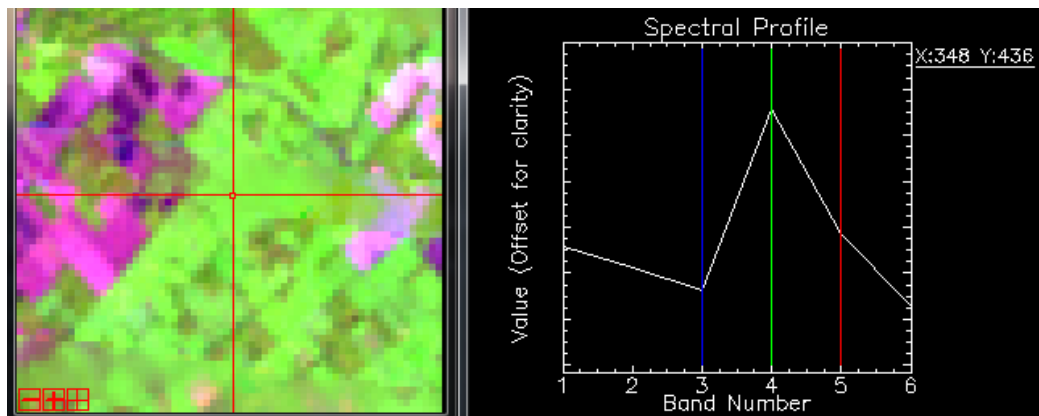


Figura VI.2.1.b.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al uso del suelo “Agrícola”.

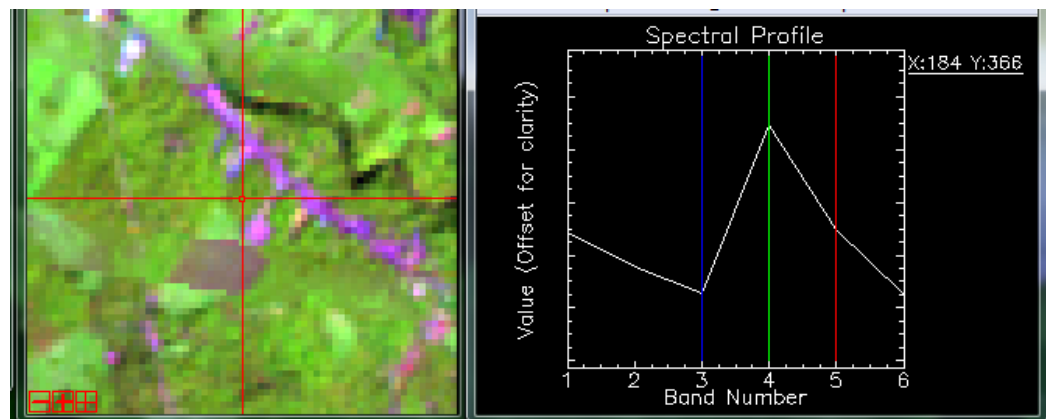


Figura VI.2.1.c.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al uso del suelo “Agroforestal”.

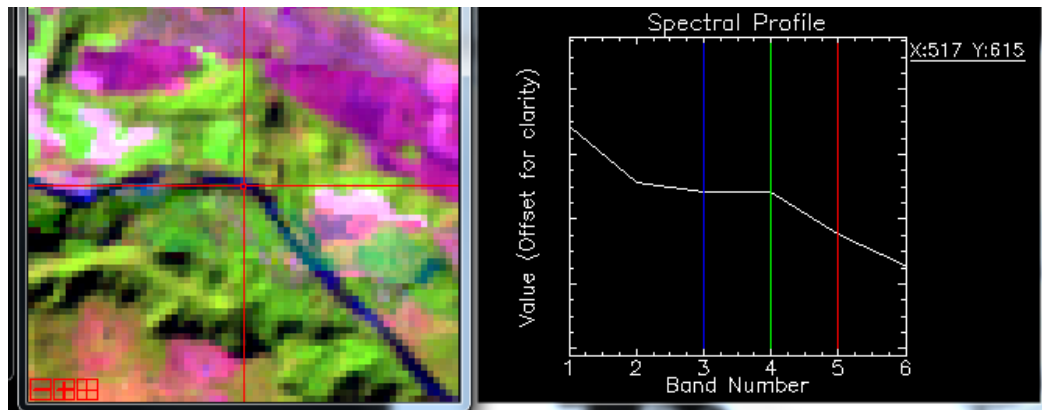


Figura VI.2.1.d.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente a la categoría “Agua”.

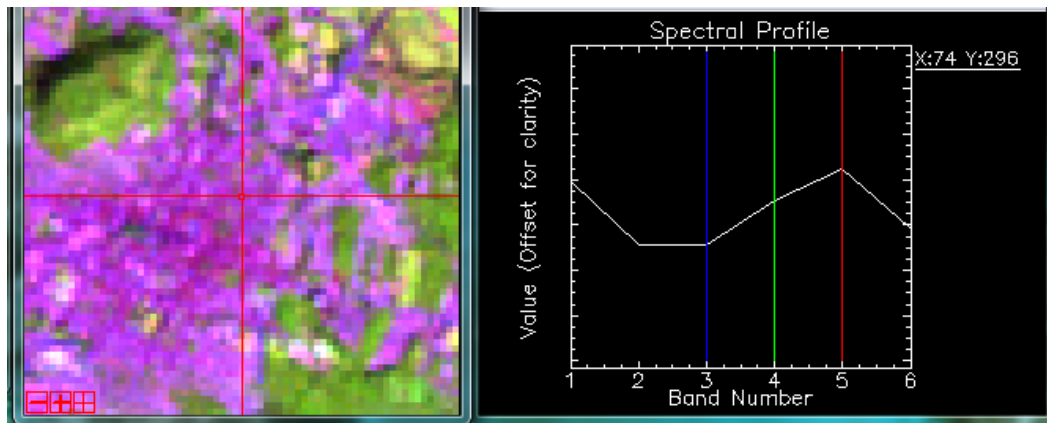


Figura VI.2.1.e.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al uso del suelo “Infraestructura”.

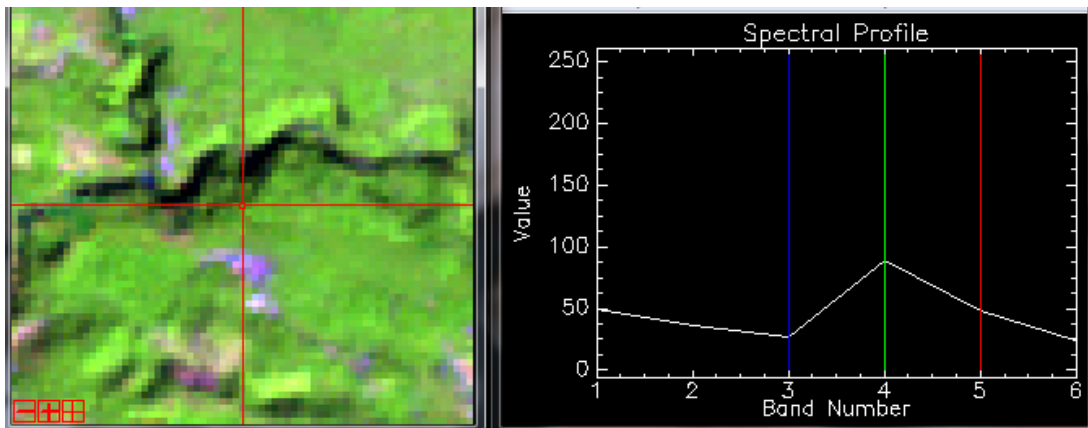


Figura VI.2.1.f.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación bosque “Mesófilo”

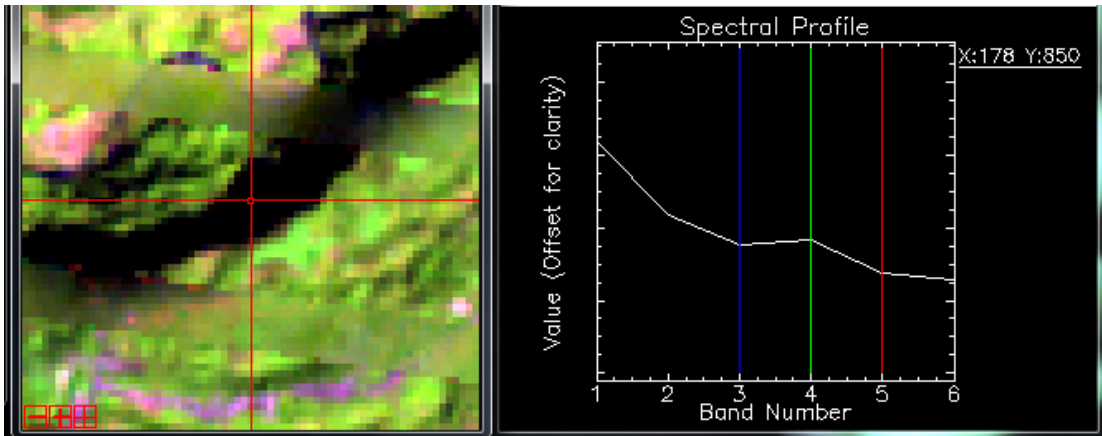


Figura VI.2.1.g.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente a la categoría “No data”.

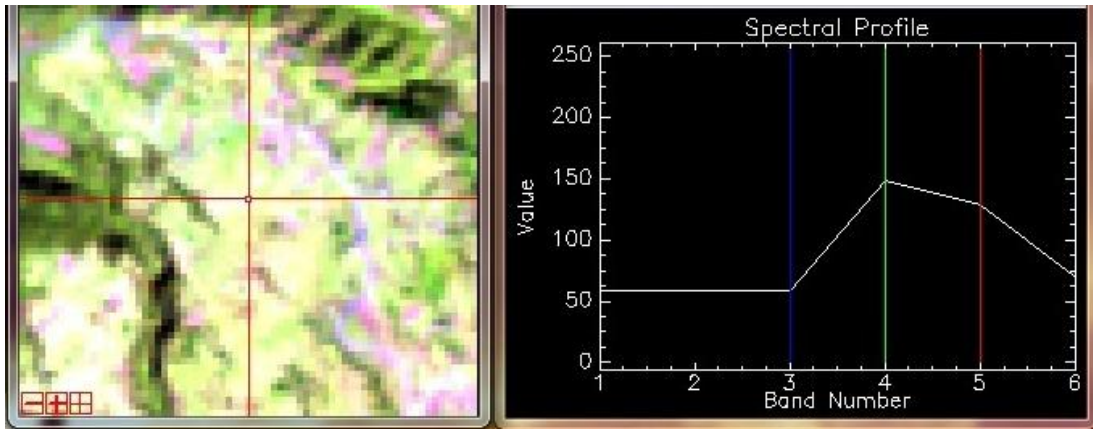


Figura VI.2.1.h.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Pastizal”.

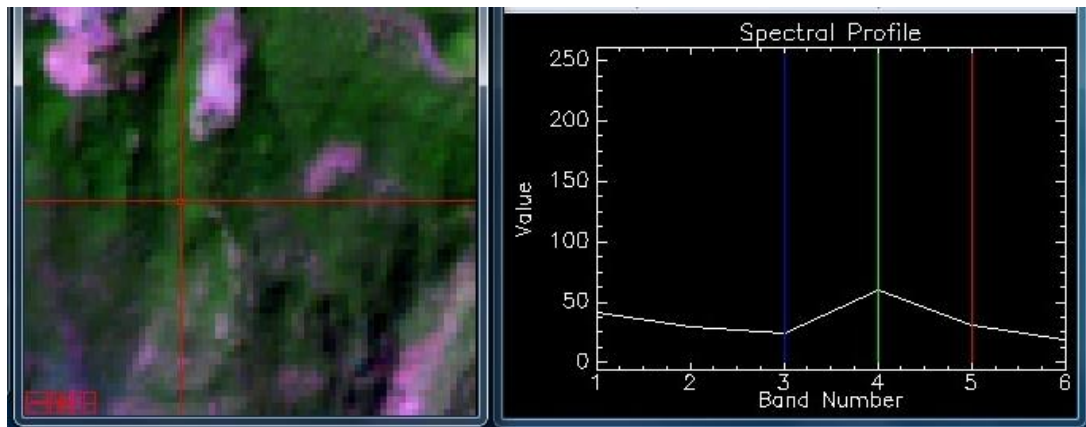


Figura VI.2.1.i.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Pino”.

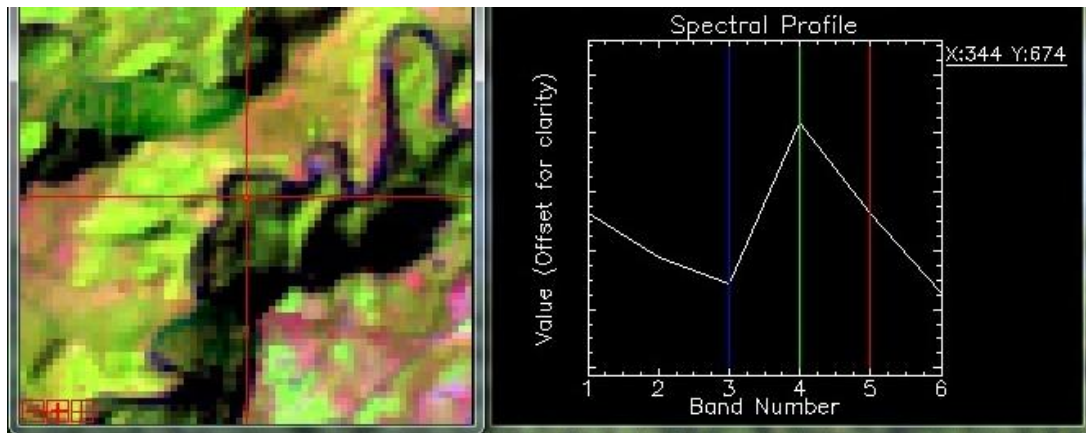


Figura VI.2.1.j.- Firma espectral de ls 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Selva”.

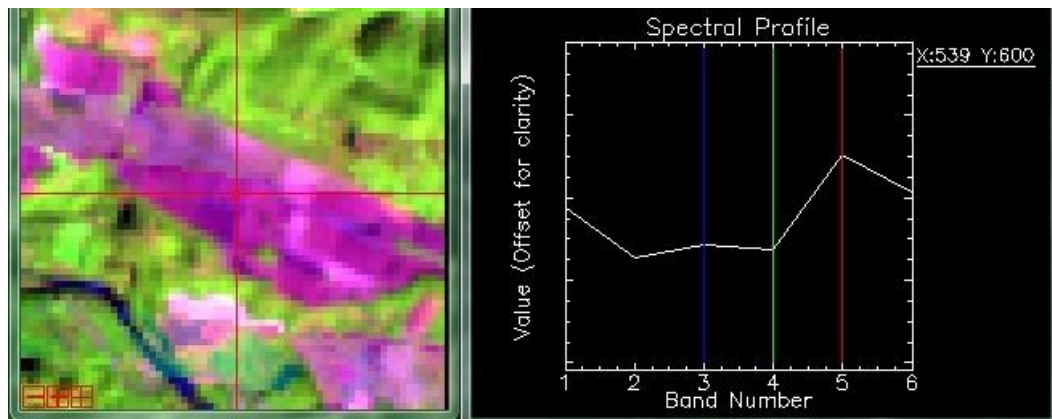


Figura VI.2.1.k.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente a categoría “Sin vegetación”.

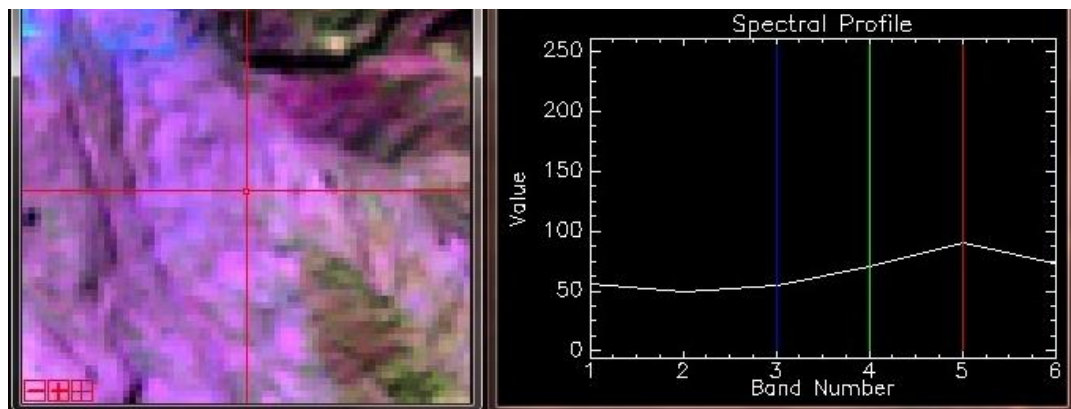


Figura VI.2.1.l.- Firma espectral de 6 bandas de la imagen LADSAT, correspondiente al tipo de vegetación “Zacatonal”.

Es importante señalar que, debido al amplio gradiente altitudinal que se presenta en la zona de estudio (4'282 a 420 msnm), se procedió a subdividir con apoyo del modulo de *ImageAnalyst* de *ArcMap 9.3* (ESRI, 1996) cada una de las tres imágenes (correspondientes a las anualidades de 1993, 1999 y 2010) en dos zonas a partir de la cota de los 1'400 msnm aproximadamente, quedando identificadas como oriente y poniente (ver imágenes VI.2.1.m y VI.2.1.n.), resultando así, seis partes, que facilitaron el manejo eficiente de cada escena de satélite (sobre todo por la capacidad del equipo empelado), y así generar las firmas espectrales correspondientes.

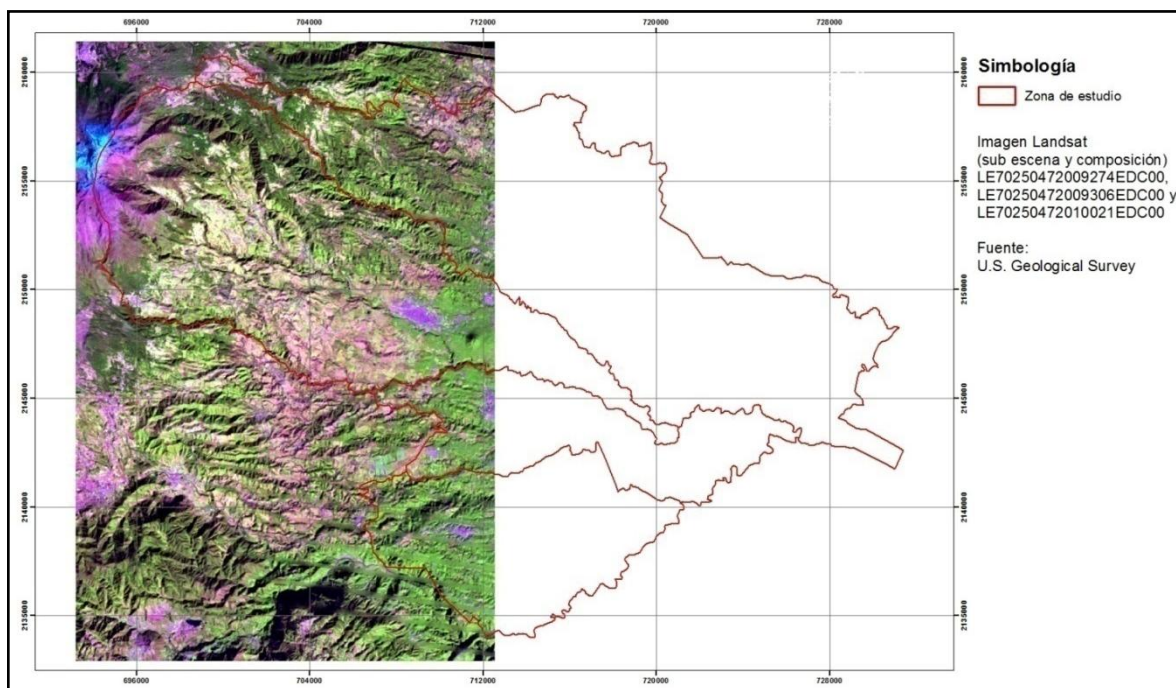


Imagen VI.2.1.m.- Recorte poniente de la sub escena correspondiente al año de 2010.

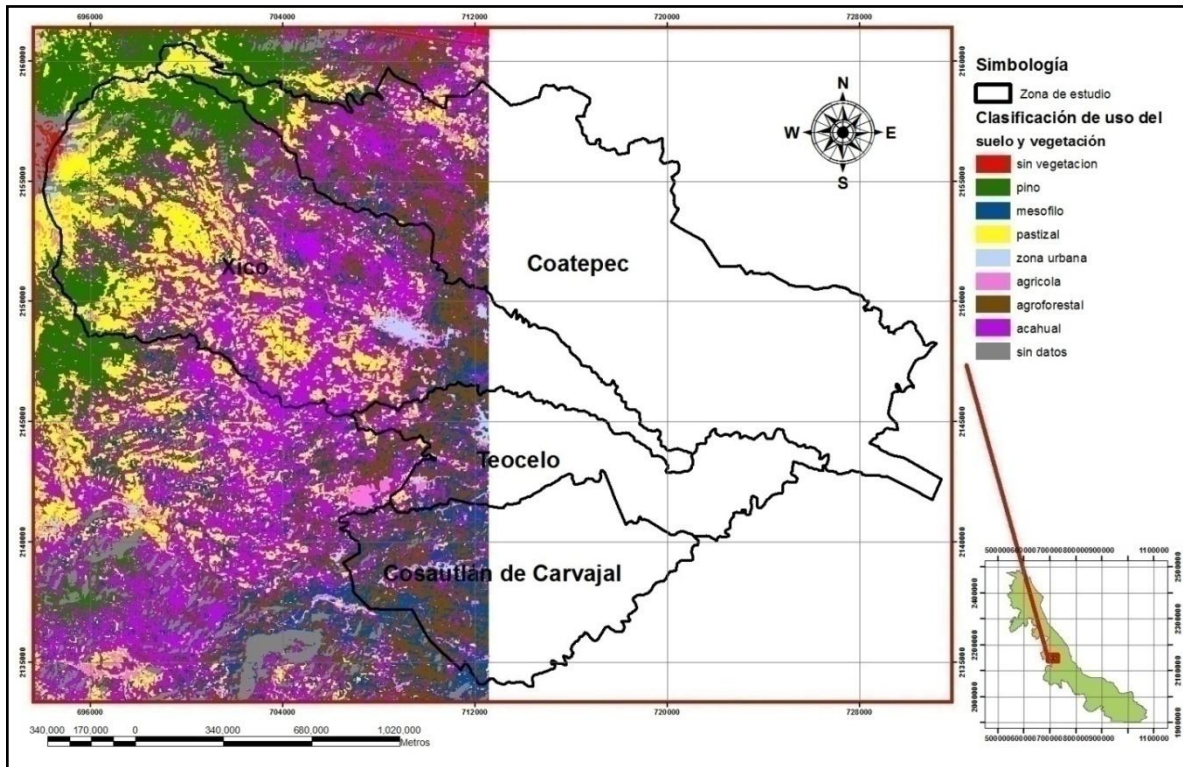


Imagen VI.4.1.n.- Recorte poniente de la sub escena correspondiente al año de 2010, con post-clasificación de uso del suelo y vegetación.

VI.2.2. Análisis estadístico KAPPA para el uso del suelo y vegetación del año 2010.

Al aplicar el estadístico Kappa o índice de concordancia, se midió la diferencia entre el mapa generado y lo observado de las categorías analizadas (1. Acahual, 2. Agrícola, 3. Agroforestal, 4. Agua, 5. Infraestructura, 6. Mesófilo, 7. No data, 8. Pastizal, 9. Pino, 10. Sin vegetación, 11. Selva, y 12. Zacatonal) para las tres anualidades, generando matrices de error donde las columnas representan los datos de referencia, mientras que los renglones indican la clasificación generada de los datos de percepción remota (ver tablas VI.2.2.a. y VI.2.2.b.).

Tabla VI.2.2.a.- matriz de error para las 12 categorías (504 puntos de control) de uso del suelo y vegetación del año 2010.

Uso del suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma	exactitud de usuario	error comision
1 Acahual	23	2	6	0	0	0	0	2	4	0	0	0	37	62.16	37.84
2 Agrícola	0	86	5	0	3	0	1	2	0	0	0	0	97	88.66	11.34
3 Agroforestal	0	0	183	0	0	7	1	5	1	0	0	0	197	92.89	7.11
4 Agua	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	0	14	92.86	7.14
5 Infraestructura	0	1	1	0	33	0	0	0	0	0	0	0	35	94.29	5.71
6 Mesófilo	0	0	3	0	0	22	0	1	0	0	0	0	26	84.62	15.38
7 No data	0	1	1	0	0	0	12	0	1	0	0	0	15	80.00	20.00
8 Pastizal	2	2	2	0	1	0	0	22	1	0	0	0	30	73.33	26.67
9 Pino	0	0	0	0	1	0	0	0	24	0	0	0	25	96.00	4.00
10 Sin vegetación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	100.00	0.00
11 Selva	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	12	0	14	85.71	14.29
12 Zacatonal	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	6	83.33	16.67
suma	25	92	202	14	39	29	14	33	31	8	12	5	504	100.00	0.00
exactitud de productor	92.0	93.5	90.6	92.9	84.6	75.9	85.7	66.7	77.4	100.0	100.0	100.0	100.0		
error omision	8.0	6.5	9.4	7.1	15.4	24.1	14.3	33.3	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0		

Tabla VI.2.2.b.- Matriz de error en porcentaje de datos de referencia (columnas) y calculados (renglones) para las 12 categorías de uso del suelo y vegetación del año 2010 con el programa KAPPA.

Uso del suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma
Acahual	1	4.56	0.40	1.19	0.00	0.00	0.00	0.40	0.79	0.00	0.00	0.00	7.34
Agrícola	2	0.00	17.06	0.99	0.00	0.60	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	19.25
Agroforestal	3	0.00	0.00	36.31	0.00	0.00	1.39	0.20	0.99	0.20	0.00	0.00	39.09
Agua	4	0.00	0.00	0.00	2.58	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.78
Infraestructura	5	0.00	0.20	0.20	0.00	6.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.95
Mesófilo	6	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	4.37	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	5.17
No data	7	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	2.38	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	2.98
Pastizal	8	0.40	0.40	0.40	0.00	0.20	0.00	4.37	0.20	0.00	0.00	0.00	5.97
Pino	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	4.76	0.00	0.00	0.00	4.96
Sin vegetación	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00	0.00	1.59
Selva	11	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.38	0.00	0.00	2.78
Zacatonal	12	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	1.19
suma		4.96	18.26	40.09	2.78	7.75	5.76	2.78	6.56	6.15	1.59	2.38	100.00

Exactitud del productor y error de omisión

Los datos de referencia (valores en columnas, y que se refiere a los puntos caracterizados *in situ*), se analizaron mediante el estadístico Kappa el cual calculó la exactitud del productor y que se observa en las tablas VI.2.2.a. y VI.2.2.b., mostrando que: en el caso del tipo de vegetación “Acahual” que de los 25 datos que corresponden al 4.96 % del total, tiene una exactitud del 92 %, con un error de omisión correspondiente de 8%; en relación al uso del suelo por “Agrícola” con 92 datos (18.26 %), se calculo que tiene una exactitud de 93.5 % con el error de omisión de 6.5 %; el uso del suelo “Agroforestal” con 202 datos (40.09 %), tiene una exactitud de 90.6 % y un error de omisión de 7.1 %; la categoría “Agua” con 14 datos (2.78 %) tuvo una exactitud de 92.9 % con un error de omisión de 7.1 %; el uso del suelo “Infraestructura” con 39 datos (7.75 %) tiene una exactitud de productor de 84.6 % y

un error de 15.4; el tipo de vegetación “Mesófilo” con 29 datos (5.76 %) presenta una exactitud de productor de 75.9 % un error de 24.1 %; la categoría “No data” con 14 datos (2.8 %) tuvo una exactitud de 85.7 % y un error de 14.3 %; el uso del suelo identificado como “Pastizal” tuvo 33 datos (6.56 %), con 66.7% de exactitud y 33.3 %; el tipo de vegetación “Pino” con 31 datos (6.15 %) presenta una exactitud de 77.4 % y un error de omisión de 22.6 %; la categoría “Sin vegetación” con 8 datos (1.59 %) y una exactitud de 100 % y por tanto un error de omisión de 0 %. En relación a los tipos de vegetación “Selva” (12 datos, 2.38 %) “Zacatonal” (5 datos, 0.99 %), mostraron una exactitud del 100 %.

Exactitud del usuario y error de comisión

En relación a la clasificación generada (resultados en renglones), se aplicó el estadístico Kappa, calculando la exactitud del usuario y el correspondiente error de comisión, así como el porcentaje de datos correspondiente en el análisis (ver tablas VI.2.2.a. y VI.2.2.b). En este sentido el tipo de vegetación denominado “Acahual”, con 37 datos (7.34 %), tuvo una exactitud del 62.16 % y un error de 37.84; el uso del suelo llamado “Agrícola” (97 datos, representando el 19.25 %) se calculó una exactitud de 88.66 % y un error de 11.34 %; el sistema “Agroforestal” tuvo 197 datos (39.09 %), mostró una exactitud de 92.89 % y un error de 7.11 %; la categoría denominada “Agua” con 14 datos (2.78 %), y una exactitud de 92.89 % y un error de 7.14 %; otra categoría analizada fue “Infraestructura” tuvo 35 datos que representan el 6.95 %, con una exactitud de 94.29 % y un error de 5.71 %; el tipo de vegetación “Mesófilo” con 26 datos (5.17 %), mostró la exactitud de 84.62 % y un error de 15.38 %; la categoría “No data” (15 datos, 2.98 %) tuvo una exactitud del 80 % y un error de 20 %; la vegetación tipificada como “Pastizal” (30 datos, 5.97 %) presentó una exactitud de 73.33 % y error de 26.67 %; la vegetación “Pino” (25 datos, 4.96 %) indicó el 96 % de exactitud y 4 % de error; la categoría “Sin vegetación” (8 datos, 1.59 %) mostró el 100 % de exactitud; el tipo de vegetación “Selva” (14 datos, 2.78 %), presentó 85.71 % de exactitud con 14.29 de error; finalmente el “Zacatonal” (6 datos, 1.19 %) tuvo el 83.33 % con el 16.67 % de error.

De manera general y basado en el estadístico Kappa, las estadísticas globales para el modelo generado mediante la clasificación supervisada presenta un nivel de aproximación de 87.89 % (443/504), con una tasa de errores de clasificación general de 12.1 % (61/504), el nivel de especificidad de 98.89. En relación al error de omisión global fue 12.1, mientras que el error de comisión fue del 1.1 % (ver tabla VI.2.2.c.).

Tabla VI.2.2.c.- Resultados del análisis Kappa del mapa de uso del suelo y vegetación 2010.

Overall Statistics:

 Overall Accuracy: (443 / 504) = 0.878968254
 Overall Misclassification Rate: (61 / 504) = 0.121031746
 Overall Sensitivity: 0.878968254
 Overall Specificity: 0.988997114
 Overall Omission Error: 0.121031746
 Overall Commission Error: 0.011002886

El valor del estimador del coeficiente KAPPA “KHAT”, para el mapa de uso del suelo y vegetación correspondiente al año 2010 fue de 0.8461, con una varianza de 0.00033627. En éste sentido y de acuerdo López de Ullibarrí - Galparsoro y Pita - Fernández (1999), señala que es importante disponer de una escala para interpretar el valor de K, y que a pesar de la arbitrariedad es útil, por lo que en las tablas VI.2.2.d.y VI.2.2.e., se muestra la valoración cualitativa del valor del coeficiente “K” y la correspondiente fuerza de concordancia de acuerdo a Landis y Koch, 1977 (Citado en Cerda y Villarroel, 2008); López de Ullibarrí - Galparsoro y Pita - Fernández (1999). Indicando que el presente modelo a nivel global tiene una fuerza de concordancia de “Muy Buena” a “Casi Perfecta”

Tablas VI.2.2.d.- Valoración del índice Kappa. Tomado de: López de Ullibarrí - Galparsoro y Pita - Fernández (1999).

Valoración del Índice Kappa	
Valor de k	Fuerza de la concordancia
< 0.20	Pobre
0.21 – 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1.00	Muy buena

Tablas VI.2.2.e.- Valoración del índice Kappa tomado de Landis y Koch, 1977, (Citado en Cerda y Villarroel, 2008).

Coeficiente kappa	Fuerza de la concordancia
0,00	Pobre (<i>Poor</i>)
0,01 - 0,20	Leve (<i>Slight</i>)
0,21 - 0,40	Aceptable (<i>Fair</i>)
0,41 - 0,60	Moderada (<i>Moderate</i>)
0,61 - 0,80	Considerable (<i>Substantial</i>)
0,81 - 1,00	Casi perfecta (<i>Almost perfect</i>)

VI.2.3. Uso del suelo y vegetación del año 1993.

De acuerdo al análisis de percepción remota realizado para la imagen LANDSAT (MSS) (ver imagen VI.2.3.b.), del año de 1993, mediante la clasificación supervisada y utilizando áreas de entrenamiento con las firmas espectrales que se muestran arriba, se puede observar en la tabla VI.2.3.a (y ordenado de mayor a menor superficie), que la categoría del sistema “Agroforestal”, abarcó el 31.18 % (18'597.75 has); seguido de la superficie destinada por la “Agricultura”, la que representó el 17.23 % (10'275.94 has; mientras que el área cubierta por Acahual (9'290.68 has) se identificó en el 15.58 %. En relación al Bosque Mesófilo de Montaña (Mesófilo) para éste año analizado tuvo una cobertura del 11.29 % (6'735.39 has), el bosque de coníferas (Pino) tuvo un registro de 4'929.01 has (8.26 %), los “Pastizales” abarcaron una superficie de 3'866.38 has (6.48 %). La categoría de “Selvas” con 2'800.62 has (4.70) supero a la categoría “No data”, ya que ésta se identifico en 1'354.49 has (2.27). La superficie dedicada para “Infraestructura” tenia para ese año 819.82 has (1.37 %) y “Sin vegetación” ocupó 363.48 has (0.61 %) (ver tabla VI.2.3.a. y mapa VI.2.3.c.).

Año de 1993	Has	Porcentaje
Zacatonal	287.30	0.48
Agua	319.74	0.54
Sin vegetación	363.48	0.61
Infraestructura	819.82	1.37
No data	1'354.49	2.27
Selva	2'800.62	4.70
Pastizal	3'866.38	6.48
Pino	4'929.01	8.26
Mesófilo	6'735.39	11.29
Acahual	9'290.68	15.58
Agrícola	10'275.94	17.23
Agroforestal	18'597.75	31.18
Total general	59'640.60	100.00

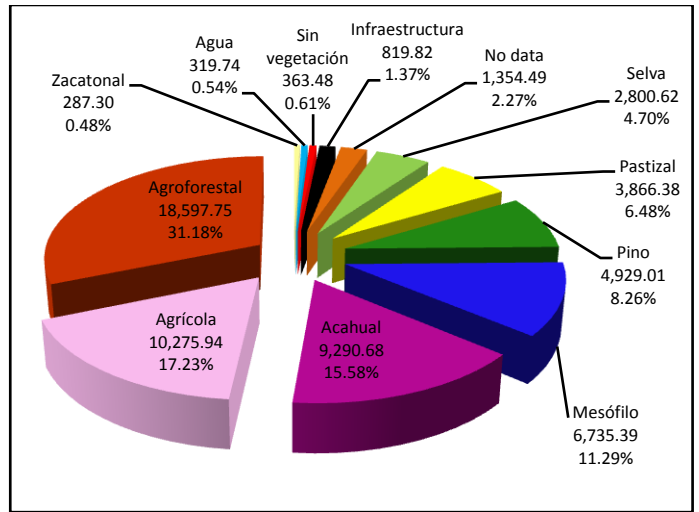
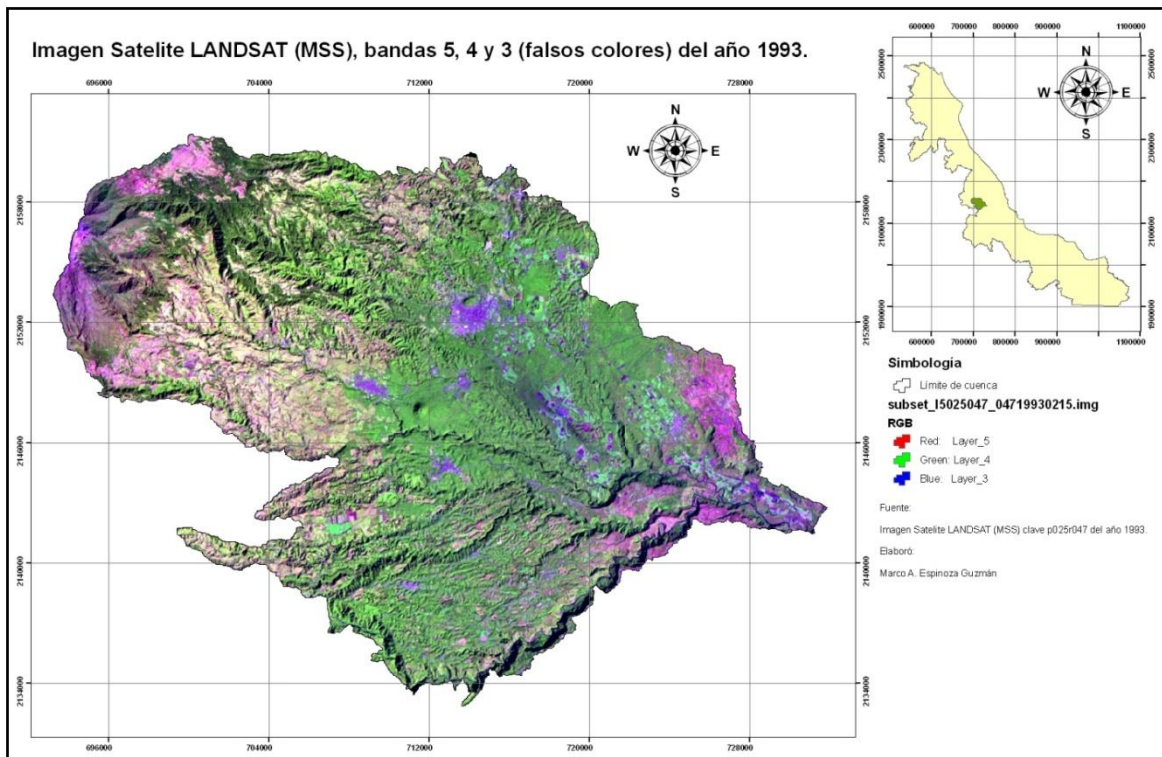
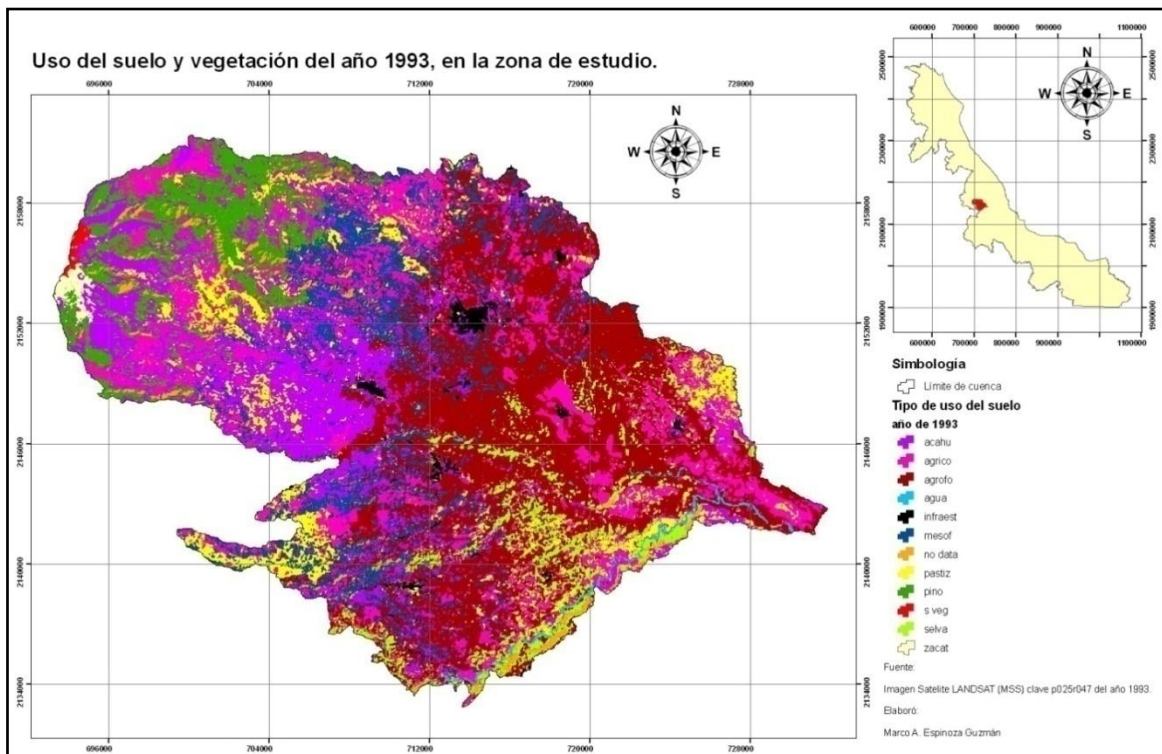


Tabla y gráfico VI.2.3.a.- Tipo de cobertura y uso del suelo para el año 1993, superficie en has, y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.



Mapa VI.2.3.b.- Subescena correspondiente al año de 1993 la zona de estudio.



Mapa VI.2.3.c.- Distribución de los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.

VI.2.4. Uso del suelo y vegetación del año 1999.

Para el año de 1999 la imagen LANDSAT (TM) analizada (ver imagen VI.2.4.b) mediante el procedimiento de percepción remota identificó (de mayor a menor superficie) que: el 39.51 % (23'561.99 has) correspondió a la categoría “Agroforestal”, seguida de la “Agrícola” con 17.38 % (10'363.85 has), el “Acahual” ocupó 14.81 % (8'833.27 has), la categoría de “Pino” cubría 5'325.56 has que correspondían al 8.93 % del territorio, mientras que la categoría “Infraestructura” cubrió 2'957.77 has representado un 4.96 %, el “Pastizal” se identificó en 2'446.85 has (4.10 %), el bosque “Mesófilo” ocupó 2'263.33 has (3.79 %), la “Selva” se identificó 1'221.77 has (2.05 %), “No data” (1'389.95 has) 2.33 %, “Zacatonal” 610.96 has (1.02 %), “Sin vegetación” 364.81 has (0.61 %), “Agua” 300.48 has (0.50 %) (ver tabla y grafico VI.2.4.a, y mapa VI.2.4.c.).

1999	Has	Porcentaje
Agua	300.48	0.50
Sin vegetación	364.81	0.61
Zacatonal	610.96	1.02
Selva	1'221.77	2.05
No data	1'389.95	2.33
Mesófilo	2'263.33	3.79
Pastizal	2'446.85	4.10
Infraestructura	2'957.77	4.96
Pino	5'325.56	8.93
Acahual	8'833.27	14.81
Agrícola	10'363.85	17.38
Agroforestal	23'561.99	39.51
Total general	59'640.60	100.00

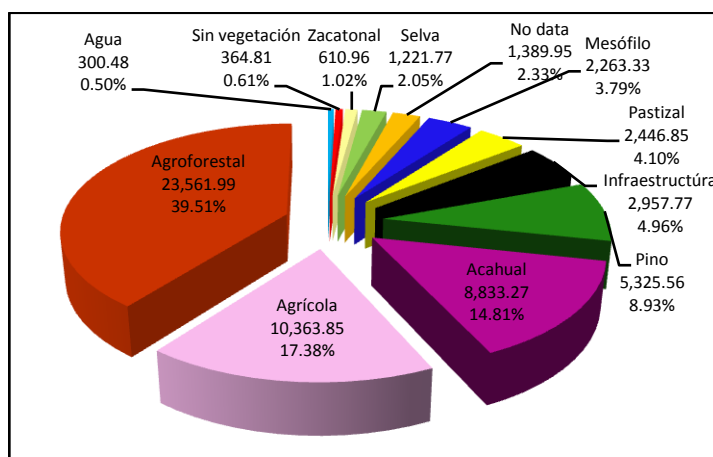
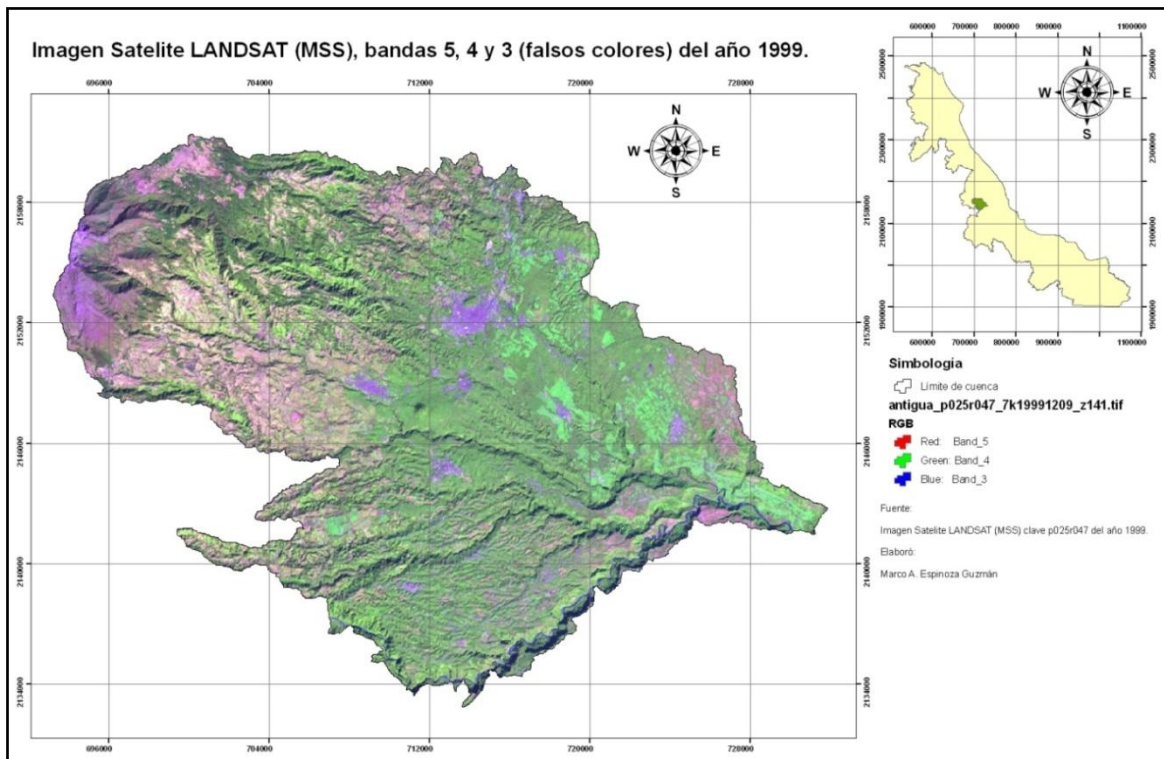
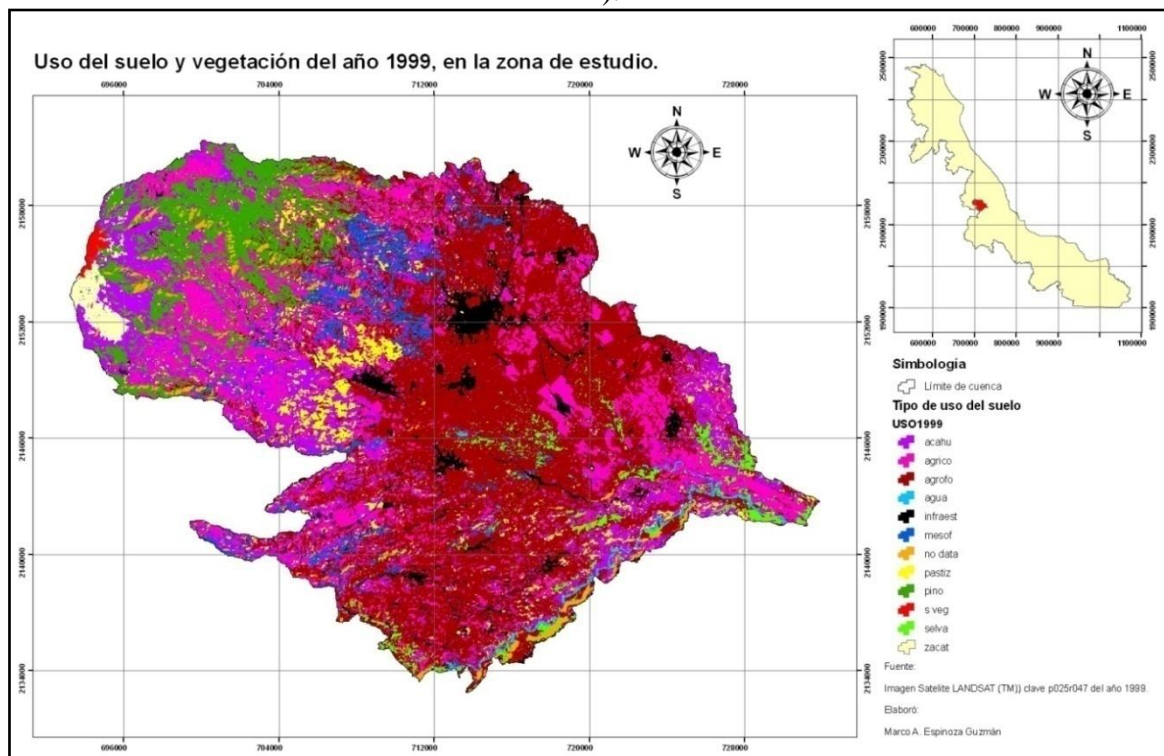


Tabla y gráfico VI.2.4.a.- Tipo de cobertura y uso del suelo para el año 1999, superficie en has, y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.



Mapa VI.2.4.b.- Subescena correspondiente al año de 1999 la zona de estudio (imagen LANDSAT TM).



Mapa VI.2.4.c.- Distribución de los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.

VI.2.5. Uso del suelo y vegetación del año 2010.

Con el procesamiento de la imagen satelital del año 2010, se identificó el uso del suelo y vegetación de la zona de estudio (ver imagen VI.2.5.b), deduciendo que (de mayor a menor superficie): el sistema “Agroforestal” ocupó 27'021.02 has (45.31 %), mientras que la superficie destinada para uso “Agrícola” fue de 6'676.83 has (11.20 %), la vegetación de tipo coníferas “Pino” fue 6'420.82 has (10.77 %), la de “Acahual” ocupó 4'954.61 has (8.31 %), la categoría de “Pastizal” se calculo que ocupó 4'172.98 has (7.00 %), la vegetación de bosque “Mesófilo” 3'774.45 has (6.33 %), la superficie destinada para “Infraestructura” fue de 3'301.23 has (5.54 %), la categoría de “No data” tuvo 1'389.95 has (2.33 %), la categoría de “Selva” 989.67 has (1.66%), el “Zacatonal” 534.41 has (0.90), “Agua” 297.70 has (0.50 %) y “Sin vegetación” 106.92 has (0.18 %) (ver tabla y gráfico VI.2.5.a, y mapa VI.2.5.c.).

2010	Has	Porcentaje
Sin vegetación	106.92	0.18
Agua	297.70	0.50
Zacatonal	534.41	0.90
Selva	989.67	1.66
No data	1'389.95	2.33
Infraestructura	3'301.23	5.54
Mesófilo	3'774.45	6.33
Pastizal	4'172.98	7.00
Acahual	4'954.61	8.31
Pino	6'420.82	10.77
Agrícola	6'676.83	11.20
Agroforestal	27'021.02	45.31
Total general	59'640.60	100.00

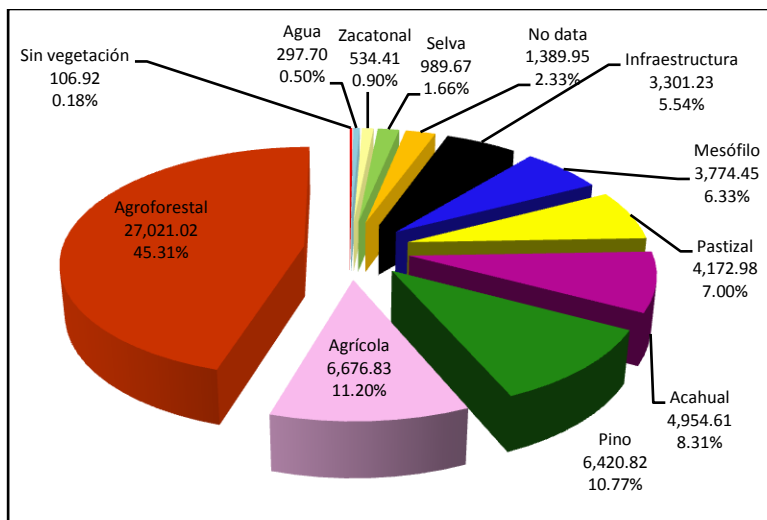
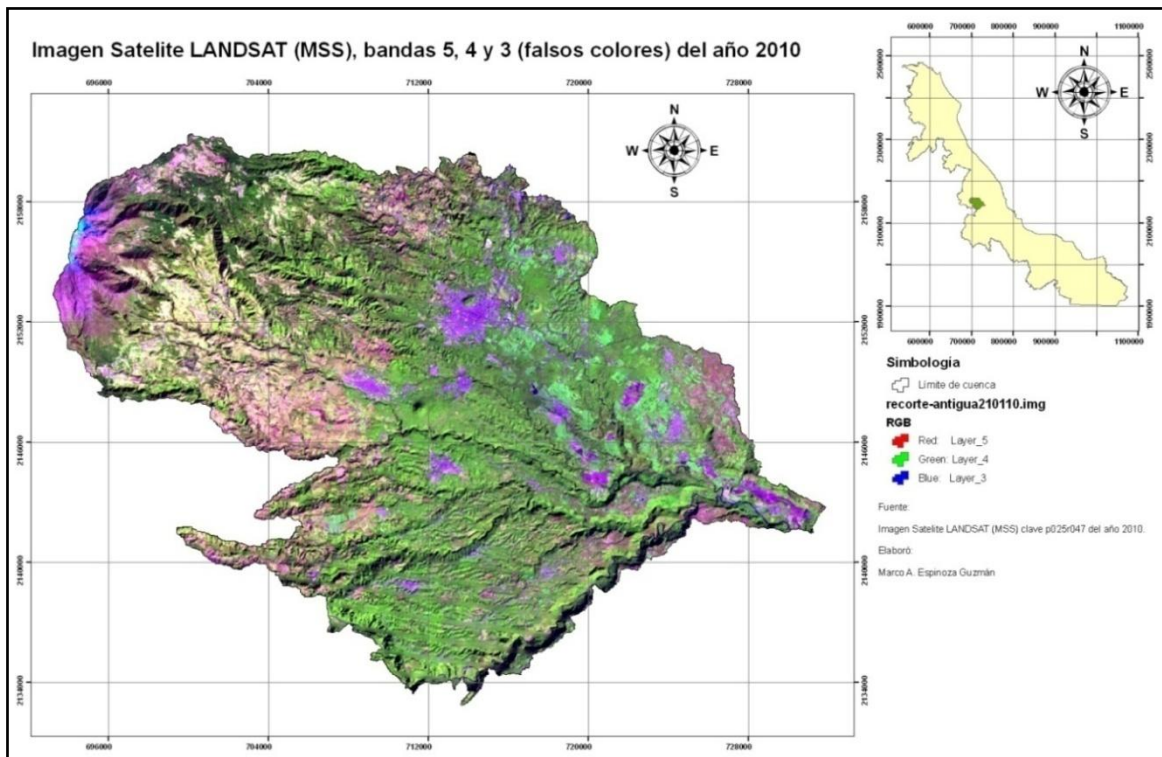
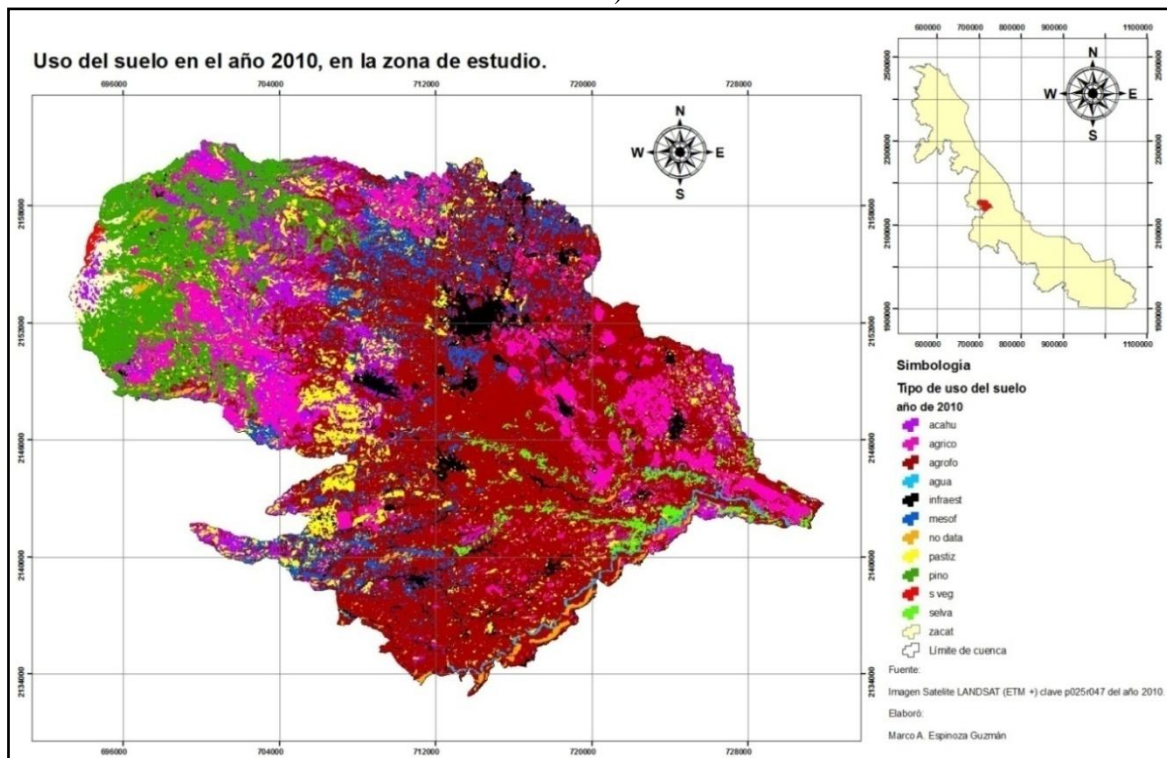


Tabla y gráfico VI.2.5.a.- Tipo de cobertura y uso del suelo para el año 2010, superficie en has, y porcentaje correspondiente en la zona de estudio.



Mapa VI.2.5.b.- Subescena correspondiente al año de 2010 la zona de estudio (imagen LANDSAT 7 ETM).



Mapa VI.2.5.c.- Distribución de los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.

VI.2.6. Análisis de las tendencias de cambio de cobertura uso del suelo y vegetación (CCUS).

Los resultados cuantitativos producto del procesamiento de imágenes satelitales y su correspondiente análisis espacial para los tres años analizados, se resumen en la tabla VI.2.6.a, donde se observa por categoría de uso del suelo y vegetación la superficie por año, porcentaje y la tasa por categoría por periodo (ver gráficos VI.2.6.b y VI.2.6.c).

Tabla VI.2.6.a.- Uso del suelo y vegetación, año, superficie (has), porcentaje y tasa de cambio por periodo.

Usos	1993	%	1999	%	2010	%	1993 a 1999	1999 a 2010	1993 a 2010
Pino	4'929.01	8.26	5'325.56	8.93	6'420.82	10.77	0.013	0.017	0.02
Mesófilo	6'735.39	11.29	2'263.33	3.79	3'774.45	6.33	-0.166	0.048	-0.03
Selva	2'800.62	4.70	1'221.77	2.05	989.67	1.66	-0.129	-0.019	-0.06
Agroforestal	18'597.75	31.18	23'561.99	39.51	27'021.02	45.31	0.040	0.013	0.02
Acahual	9'290.68	15.58	8'833.27	14.81	4'954.61	8.31	-0.008	-0.051	-0.036
Agrícola	10'275.94	17.23	10'363.85	17.38	6'676.83	11.20	0.001	-0.039	-0.025
Pastizal	3'866.38	6.48	2'446.85	4.10	4'172.98	7.00	-0.073	0.050	0.004
Zacatonal	287.30	0.48	610.96	1.02	534.41	0.90	0.134	-0.012	0.037
Sin vegetación	363.48	0.61	364.81	0.61	106.92	0.18	0.001	-0.106	-0.069
Infraestructura	819.82	1.37	2'957.77	4.96	3'301.23	5.54	0.238	0.010	0.085
Agua	319.74	0.54	300.48	0.50	297.70	0.50	-0.010	-0.001	-0.004
No data	1'354.49	2.27	1'389.95	2.33	1'389.95	2.33	0.004	0.000	0.002
	59'640.60		59'640.60		59'640.60				

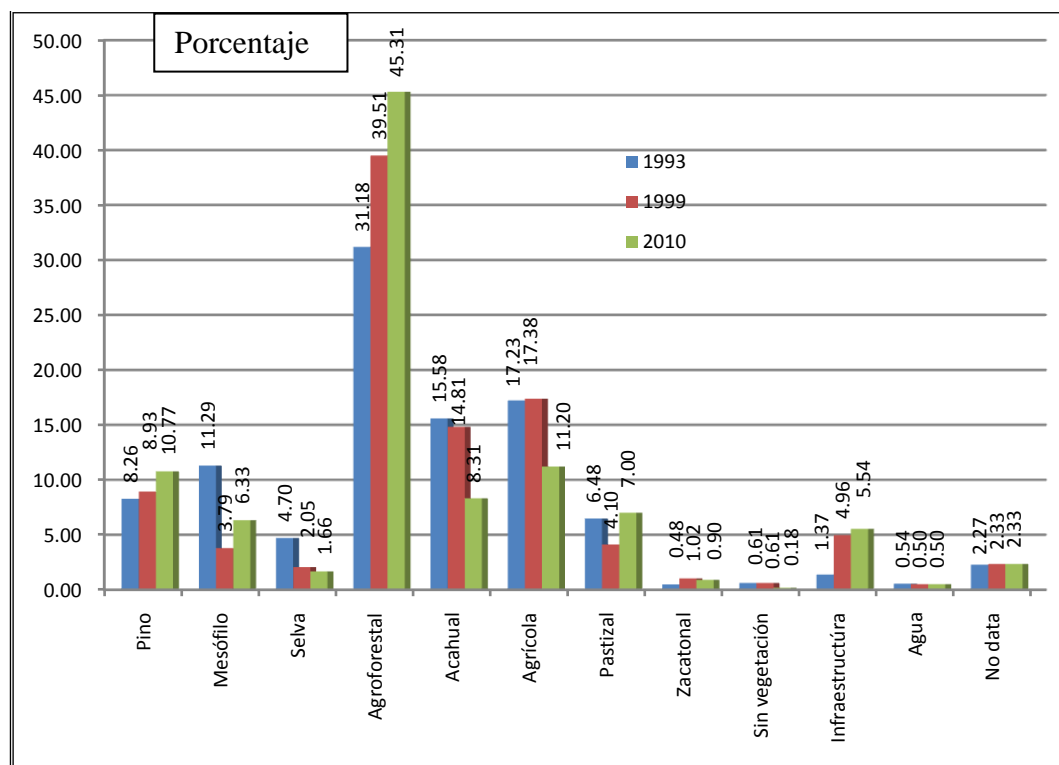


Gráfico VI.2.6.b.- Uso del suelo y vegetación, año y porcentaje.

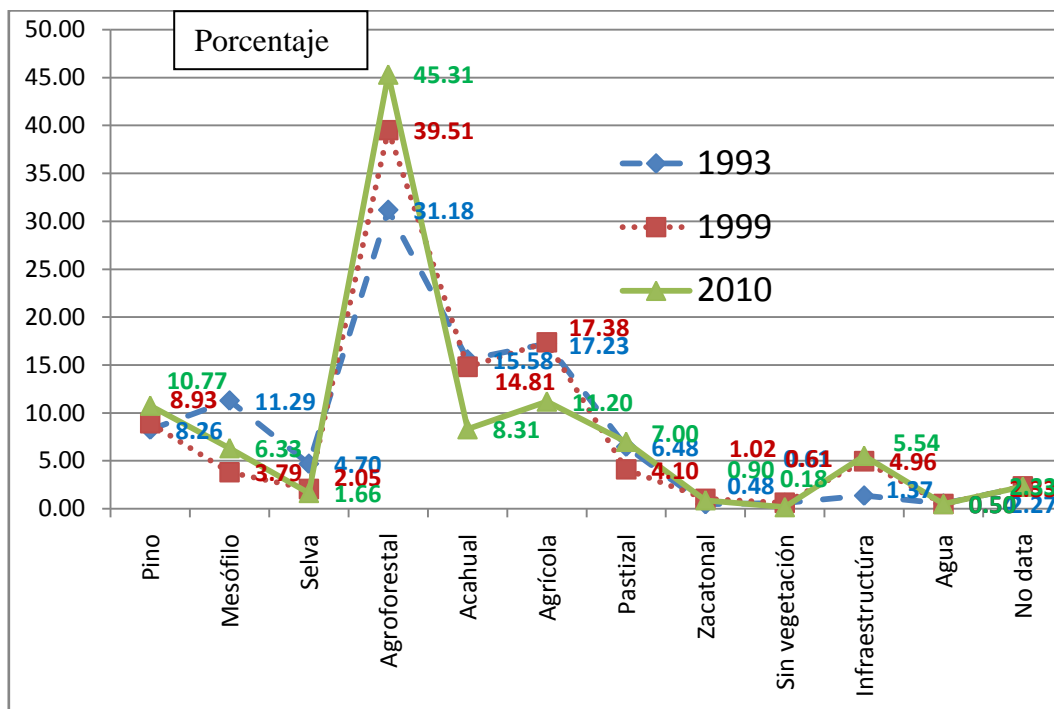


Gráfico VI.2.6.c.- Uso del suelo y vegetación, año y porcentaje.

VI.2.6.1. Matriz de transición 1993-1999.

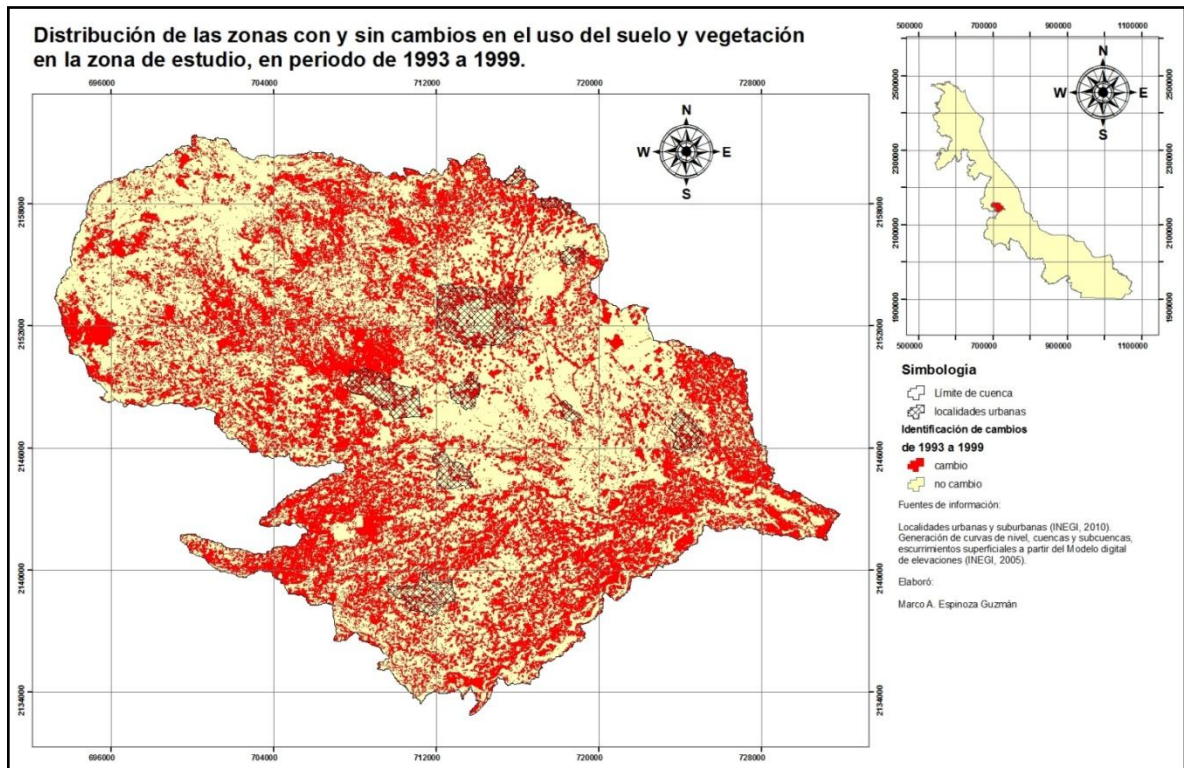
Con base a la matriz de transición (ver tablas VI.2.6.1.d, y VI.2.6.1.e), se observa que la persistencia del paisaje en la zona de estudio para el periodo de 1993 a 1999 es de 56.37 %, lo que representa en superficie 33'619.21 has, mientras que 26'021.39 has (43.64 %), han cambiado a otros usos. Los cambios más significativos se refieren a las categorías de: “Agroforestal” que conservó 14'806.56 has (24.83 %) de superficie, aumentando a 39.51 % (23'561.99 has); “Agrícola” 5'295.85 has (8.88 %), ganando 17.38 % (10'363.85 has); “Acahual” 5295.85 has (6.53 %), incorporándose el 14.81 % (8'833.27 has); “Infraestructura” 819.82 has (1.37 %), ganó 4.96 % (2'957.77 has); “Pastizal” 655.66 has (1.10 %), aumentando 4.10 % (2'446.85 has); “Pino” 4'120.73 has (6.91 %), aumentando el 8.93 % (5'325,56 has); “Selva” 419.34 has (0.70 %), ganando 2.05 % (1'221.77 has); “Mesófilo” 1'571.67 has (2.64 %), ganando 3.79 % (2'263.33 has); “Zacatonal” 250.06 has (0.42 %), ganando 1.62 % (610.96 has); “Sin vegetación” 132.27 has (0.22 %), ganando 0.61 % (364.81 has); y “Agua” has (0.50 %), ganando 0.50 % (300.48 has) (ver mapa VI.2.6.1.f.).

Tabla VI.2.6.1.d.- Matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 1999.

Usos	1999												Total general	Perdidas
	Pino	Mesófilo	Selva	Agroforestal	Acahual	Agrícola	Pastizal	Zacatonal	Sin vegetación	Infraestructura	Agua	No data		
Pino	4'120.73	43.95		147.87	374.49	93.92	3.88	115.07	25.35	3.74			4'929.01	808.28
Mesófilo	255.02	1'571.67		3'986.16	270.95	297.28	24.63		117.31	176.89		35.47	6'735.39	5'163.72
Selva			419.34	1'884.58	253.83	113.17	35.14		18.11	76.45			2'800.62	2'381.28
Agroforestal	4.14	203.06	720.63	14'806.56	934.97	1'281.58	152.23		0.54	494.04			18'597.75	3'791.19
Acahual	667.65	225.41	67.08	809.20	3'892.28	1'989.23	936.28	217.92	45.95	439.67			9'290.68	5'398.39
Agrícola	173.00	107.32	4.20	1'534.09	1'791.37	5'295.85	635.74	17.91	9.27	707.19			10'275.94	4'980.09
Pastizal	81.63	97.87	1.04	362.32	1'191.76	1'276.40	655.66		5.04	194.66			3'866.38	3'210.73
Zacatonal	5.47				21.11			250.06		10.65			287.30	37.24
Sin vegetación	17.91	14.05	6.24	30.47	102.45	14.84	3.29	9.76	132.27				363.48	231.21
Infraestructura										819.82			819.82	0.00
Agua			3.23	0.74	0.04	1.58		0.23	0.31		300.48		319.74	19.26
No data												1'354.49	1'354.49	0.00
Total general	5'325.56	2'263.33	1'221.77	23'561.99	8'833.27	10'363.85	2'446.85	610.96	364.81	2'957.77	300.48		59'640.60	26'021.39
Ganancia	1'204.83	691.66	802.43	8'755.43	4'940.98	5'068.00	1'791.20	360.89	232.54	2'137.95	0.00		35.47	

Tabla VI.2.6.1.e.- Porcentajes de la matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 1999.

Usos	1999												Total general	Perdidas
	Pino	Mesófilo	Selva	Agroforestal	Acahual	Agrícola	Pastizal	Zacatonal	Sin vegetación	Infraestructura	Agua	No data		
Pino	6.91	0.07	0.00	0.25	0.63	0.16	0.01	0.19	0.04	0.01	0.00	0.00	8.26	1.36
Mesófilo	0.43	2.64	0.00	6.68	0.45	0.50	0.04	0.00	0.20	0.30	0.00	0.06	11.29	8.66
Selva	0.00	0.00	0.70	3.16	0.43	0.19	0.06	0.00	0.03	0.13	0.00	0.00	4.70	3.99
Agroforestal	0.01	0.34	1.21	24.83	1.57	2.15	0.26	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	31.18	6.36
Acahual	1.12	0.38	0.11	1.36	6.53	3.34	1.57	0.37	0.08	0.74	0.00	0.00	15.58	9.05
Agrícola	0.29	0.18	0.01	2.57	3.00	8.88	1.07	0.03	0.02	1.19	0.00	0.00	17.23	8.35
Pastizal	0.14	0.16	0.00	0.61	2.00	2.14	1.10	0.00	0.01	0.33	0.00	0.00	6.48	5.38
Zacatonal	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.42	0.02	0.00	0.00	0.00	0.48	0.06
Sin vegetación	0.03	0.02	0.01	0.05	0.17	0.02	0.01	0.02	0.22	0.05	0.00	0.00	0.61	0.39
Infraestructura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	1.37	0.00
Agua	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.50	0.00	0.54	0.03
No data	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27	2.27	0.00
Total general	8.93	3.79	2.05	39.51	14.81	17.38	4.10	1.02	0.61	4.96	0.50	2.33	100.00	43.63
Ganancia	2.02	1.16	1.35	14.68	8.28	8.50	3.00	0.61	0.39	3.58	0.00	0.06		



Mapa VI.2.6.1.f.- Distribución de las zonas identificadas con y sin cambios en los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio para el periodo de 1993 a 1999.

VI.2.6.2. Matriz de transición 1999-2010.

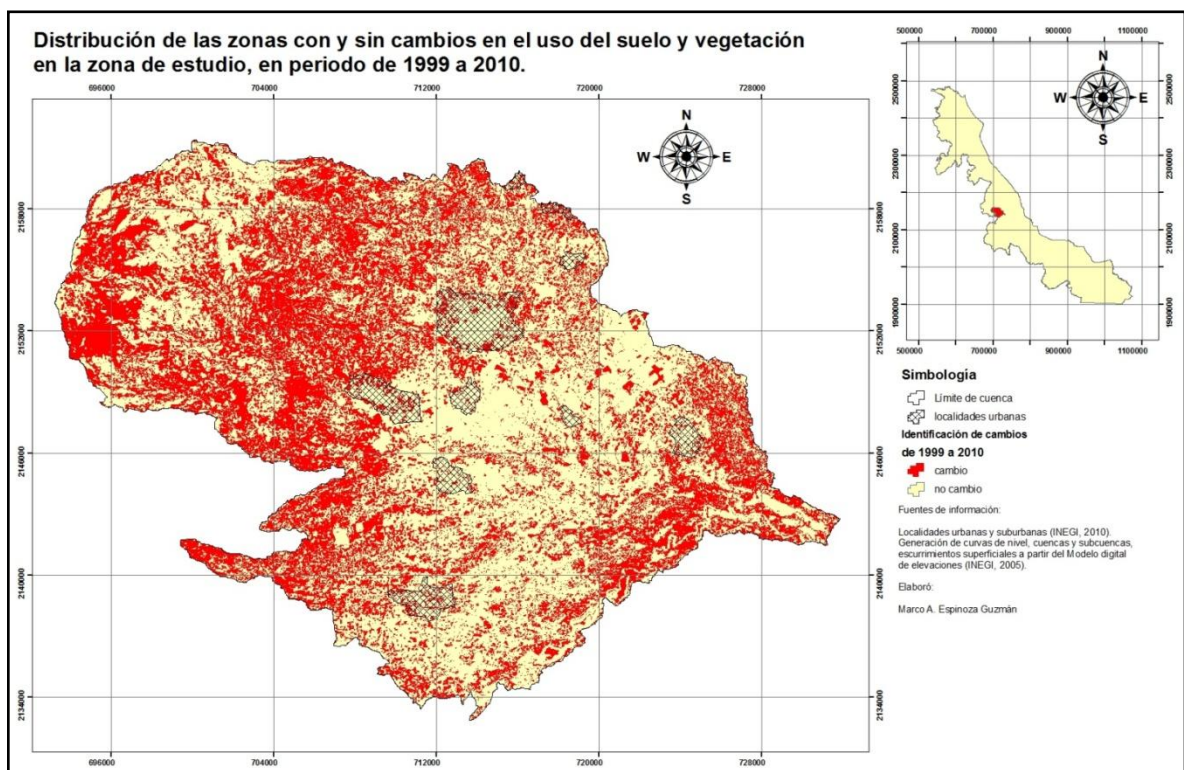
Para el periodo 1999 a 2010, de acuerdo a la matriz de transición (ver tablas VI.2.6.2.g. y VI.2.6.2.h), se cuantifica la superficie de 34'148.49 has, como persistencia del paisaje, que representa el 57.26 %, mientras que el 42.74 % (25'492.11 has) tuvieron cambios (Ver tablas VI.2.6.2.g. y VI.2.6.2.h.). De las superficies sobresalientes por su extensión en el año de 2010 (de mayor a menor) destacan (ver tabla y gráfico VI.2.5.a): el sistema “Agroforestal” ocupó 27'021.02 has (45.31 %), -de las que permanecieron como tal 18'372.62 has (30.81 %), teniendo una ganancia de superficie 8'648.40 has (14.50 %)-; “Agrícola” fue de 6'676.83 has (11.20 %), -manteniendo 3'973.59 has (6.66 %), sumándose a ésta categoría 2'703.24 has (4.53 %)-; “Pino” fue 6'420.82 has (10.77 %) -conservando la superficie de 3'572.19 has (5.99 %) y agregándose a éste tipo de vegetación 2'848.63 has (4.78 %)-; “Acahual” ocupó 4'954.61 has (8.31 %) –que mantuvo 1'393.57 has (2.34 %) y le sumo 3'561.04 has (5.97 %)-; “Pastizal” se calculo que ocupó 4'172.98 has (7.00 %) –manteniendo 979.61 has (1.64) y se le sumaron 3'196.36 has (5.36 %)-; “Mesófilo” 3'774.45 has (6.33 %), -que mantuvo 693.47 has (1.16 %) y gano 3'080.97 has (5.17 %)-; “Infraestructura” fue de 3'301.23 has (5.54 %), -mantuvo 2'957.77 has (4.46 %) y se le sumaron 343.46 has (0.58 %)-; la categoría de “No data” tuvo 1'389.95 has (2.33 %); “Selva” 989.67 has (1.66%), manteniéndose como tal 229.16 has (0.38 %), y agregándose 760.50 has (1.28 %); “Zacatonal” 534.41 has (0.90), - mantuvo 220.67 has (0.37 %) y se le sumaron 313.74 has (0.53 %); “Agua” 297.70 has (0.50 %) y “Sin vegetación” 106.92 has (0.18 %), - mantuvo 71.21 has (0.12 %) y se le agregaron 35.71 has (0.06 %) (ver tabla y gráfico VI.2.5.a, y mapa VI.2.5.c.).

Tabla VI.2.6.2.g.- Matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1999 a 2010.

Usos	2010													Total general	Perdidas
	Pino	Mesófilo	Selva	Agroforestal	Acahual	Agrícola	Pastizal	Zacatonal	Sin vegetación	Infraestructura	Agua	No data			
Pino	3'572.19	19.16		301.12	1'190.75	77.87	50.59	104.03		5.29	4.53	0.03		5'325.56	1'753.37
Mesófilo	66.47	693.47		1'129.96	274.23	34.80	50.00			0.22	14.18			2'263.33	1'569.86
Selva			229.16	919.59	8.09	55.43	6.27			1.73	1.49	0.01		1'221.77	992.61
Agroforestal	96.51	2'187.14	494.21	18'372.62	577.32	1'186.29	471.56			13.33	162.99			23'561.99	5'189.37
Acahual	1'727.46	412.90	164.63	2'850.13	1'393.57	970.52	1'090.24	146.69		10.85	66.28			8'833.27	7'439.69
Agrícola	575.20	330.15	51.29	2'832.83	1'009.35	3'973.59	1'510.95	2.11		2.38	76.02			10'363.85	6'390.26
Pastizal	74.60	80.95	44.85	539.11	343.28	375.21	976.61	0.01		0.13	12.09			2'446.85	1'470.24
Zacatonal	279.14				97.59		11.60	220.67			1.77			610.96	390.29
Sin vegetación	29.20	50.67	2.88	75.67	60.42	3.13	5.16	60.77			71.21			364.81	293.60
Infraestructura											2'957.77			2'957.77	0.00
Agua	0.05		2.63									297.67		300.48	2.82
No data									0.13					1'389.95	0.00
Total general	6'420.82	3'774.45	989.67	27'021.02	4'954.61	6'676.83	4'172.98	534.41		106.92	3'301.23	297.70	1'389.95	59'640.60	25'492.11
Ganancia	2'848.63	3'080.97	760.50	8'648.40	3'561.04	2'703.24	3'196.36	313.74		35.71	343.46	0.04	0.00		

Tabla VI.2.6.2.h.- Porcentajes de la matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1999 a 2010.

Usos	2010													Total general	Perdidas
	Pino	Mesófilo	Selva	Agroforestal	Acahual	Agrícola	Pastizal	Zacatonal	Sin vegetación	Infraestructura	Agua	No data			
Pino	5.99	0.03	0.00	0.50	2.00	0.13	0.08	0.17	0.01	0.01	0.00	0.00	8.93	2.94	
Mesófilo	0.11	1.16	0.00	1.89	0.46	0.06	0.08	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	3.79	2.63	
Selva	0.00	0.00	0.38	1.54	0.01	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05	1.66	
Agroforestal	0.16	3.67	0.83	30.81	0.97	1.99	0.79	0.00	0.02	0.27	0.00	0.00	39.51	8.70	
Acahual	2.90	0.69	0.28	4.78	2.34	1.63	1.83	0.25	0.02	0.11	0.00	0.00	14.81	12.47	
Agrícola	0.96	0.55	0.09	4.75	1.69	6.66	2.53	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	17.38	10.71	
Pastizal	0.13	0.14	0.08	0.90	0.58	0.63	1.64	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	4.10	2.47	
Zacatonal	0.47	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.02	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.65	
Sin vegetación	0.05	0.08	0.00	0.13	0.10	0.01	0.01	0.10	0.12	0.01	0.00	0.00	0.61	0.49	
Infraestructura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.96	0.00	0.00	4.96	0.00	
Agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	
No data	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	2.33	0.00	
Total general	10.77	6.33	1.66	45.31	8.31	11.20	7.00	0.90	0.18	5.54	0.50	2.33	100.00	42.74	
Ganancia	4.78	5.17	1.28	14.50	5.97	4.53	5.36	0.53	0.06	0.58	0.00	0.00			



Mapa VI.2.6.2.i.- Distribución de las zonas identificadas con y sin cambios en los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio para el periodo de 1999 a 2010.

VI.2.6.3. Matriz de transición 1993-2010.

Para éste periodo de 17 años, de acuerdo a la matriz de transición indica que la persistencia del paisaje, ocupa la superficie de 28'214.13 has (47.31 %), mientras que las áreas con cambios en el paisaje suman 31'426.47 has (52.69 %). De los tipos de uso del suelo y vegetación que tuvieron afectación sobre salen: “Acahual” 12.85 % (7'664.26 has), “Agrícola” 11.87 % (7'077.18 has), “Mesófilo” 8.51 % (5'077.25 has), “Agroforestal” 6.93 % (4'133.51 has), “Pastizal” 4.85 % (2'892.36 has), “Selva” 4.36 % (2'597.95 has), “Pino” 2.58 % (1'537.11 has), “Sin vegetación” 0.49 % (293.22 has), “Zacatonal” 0.22 % (131.55

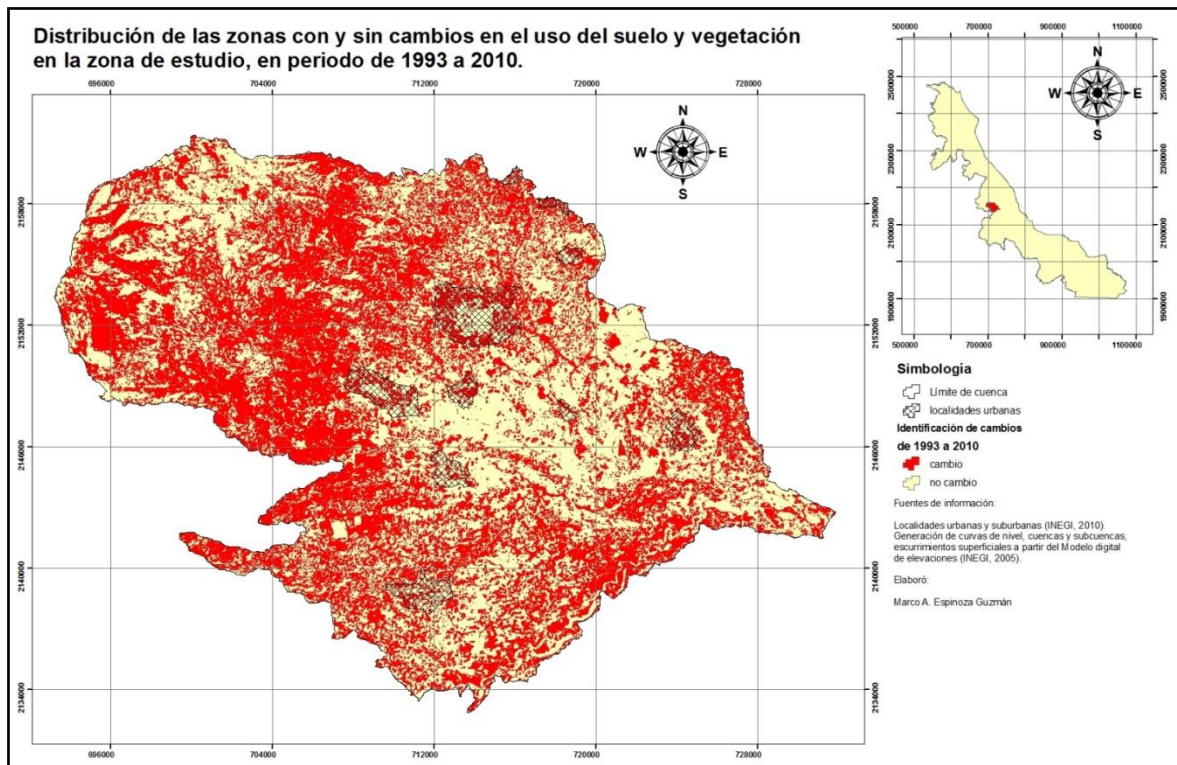
has), “Agua” 0.04 % (22.08 has), las categorías “Infraestructura” y “No data” no se registran cambios (Tabla VI.4.6.3.j, tabla VI.2.6.3.k, mapa VI.2.6.3.1.).

Tabla VI.2.6.3.j.- Matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 2010.

		2010												Total general	Perdidas
Usos	pino	mesof	selva	agrofo	acahu	agríco	pastiz	zocat	s veg	infraest	agua	no data			
1993	Pino	3'391.90	14.09		258.05	999.52	33.51	53.09	166.75	4.58	7.49	0.03		4'929.01	1'537.11
	Mesófilo	150.78	1'658.14	6.67	3'784.02	569.90	163.72	131.76		0.57	234.37		35.47	6'735.39	5'077.25
	Selva		34.35	202.68	2'211.24	30.66	196.40	39.52		3.68	82.09	0.01		2'800.62	2'597.95
	Agroforestal	5.67	1'051.48	529.98	14'464.24	182.74	1'337.09	406.05		10.47	610.03			18'597.75	4'133.51
	Acahual	2'018.18	331.67	94.83	2'303.98	1'626.41	927.36	1'330.83	163.45	8.07	485.89			9'290.68	7'664.26
	Agrícola	626.36	430.05	59.60	3'153.26	791.51	3'198.77	1'226.10	7.71	1.95	780.64			10'275.94	7'077.18
	Pastizal	153.74	221.90	92.15	753.03	635.58	807.02	974.02	1.23	1.09	226.62			3'866.38	2'892.36
	Zacatonal	49.15				74.47		1.54	155.75	6.25	0.14			287.30	131.55
	Sin vegetación	24.97	32.77	1.13	87.89	43.38	12.90	10.06	39.16	70.26	40.96			363.48	293.22
	Infraestructura										819.82			819.82	0.00
	Agua	0.07	0.01	2.65	5.32	0.45	0.06		0.35	0.00	13.17	297.67		319.74	22.08
	No data												1'354.49	1'354.49	0.00
	Total general	6'420.82	3'774.45	989.67	27'021.02	4'954.61	6'676.83	4'172.98	534.41	106.92	3'301.23	297.70	1'389.95	59'640.60	31'426.47
	Ganancia	3'028.92	2'116.31	786.99	12'556.79	3'328.20	3'478.06	3'198.95	378.66	36.67	2'481.41	0.04	35.47		

Tabla VI.2.6.3.k.- Porcentajes de la matriz de transición de uso del suelo y vegetación por categoría para los años 1993 a 2010.

		2010												Total general	Perdida
Usos	pino	mesof	selva	agrofo	acahu	agríco	pastiz	zocat	s veg	infraest	agua	no data			
1993	Pino	5.69	0.02	0.00	0.43	1.68	0.06	0.09	0.28	0.01	0.01	0.00	0.00	8.26	2.58
	Mesófilo	0.25	2.78	0.01	6.34	0.96	0.27	0.22	0.00	0.00	0.39	0.00	0.06	11.29	8.51
	Selva	0.00	0.06	0.34	3.71	0.05	0.33	0.07	0.00	0.01	0.14	0.00	0.00	4.70	4.36
	Agroforestal	0.01	1.76	0.89	24.25	0.31	2.24	0.68	0.00	0.02	1.02	0.00	0.00	31.18	6.93
	Acahual	3.38	0.56	0.16	3.86	2.73	1.55	2.23	0.27	0.01	0.81	0.00	0.00	15.58	12.85
	Agrícola	1.05	0.72	0.10	5.29	1.33	5.36	2.06	0.01	0.00	1.31	0.00	0.00	17.23	11.87
	Pastizal	0.26	0.37	0.15	1.26	1.07	1.35	1.63	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	6.48	4.85
	Zacatonal	0.08	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.26	0.01	0.00	0.00	0.00	0.48	0.22
	Sin vegetación	0.04	0.05	0.00	0.15	0.07	0.02	0.02	0.07	0.12	0.07	0.00	0.00	0.61	0.49
	Infraestructura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	1.37	0.00
	Agua	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.50	0.00	0.54	0.04
	No data	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27	2.27	0.00
	Total general	10.77	6.33	1.66	45.31	8.31	11.20	7.00	0.90	0.18	5.54	0.50	2.33	100.00	52.69
	Ganancia	5.08	3.55	1.32	21.05	5.58	5.83	5.36	0.63	0.06	4.16	0.00	0.06		



Mapa VI.2.6.3.1.- Distribución de las zonas identificadas con y sin cambios en los tipos de cobertura del uso del suelo y vegetación en la zona de estudio para el periodo de 1993 a 2010.

VI.2.6.4. Tasas de cambio de uso del suelo

En relación a las tasas de cambio se observa en la tabla VI.2.6.4.m, que las tasas positivas más altas para el periodo 1993 a 1999 corresponden a “Infraestructura” (0.238), “Zacatonal” (0.134), “Agroforestal” (0.040), “Pino” (0.013), “No data” (0.004), “Agrícola” (0.001), y “Sin vegetación” (0.001); mientras que las más altas en cifras negativas fueron: “Mesófilo” (-0.166), “Selva” (-0.129), “Pastizal” (-0.073), “Agua” (-0.010), y “Acahual” (-0.008). De la misma manera para el periodo de 1999 a 2010, las tasas más altas positivas fueron: “Pastizal” (0.050), “Mesófilo” (0.048), “Pino” (0.017), “Agroforestal” (0.013), “Infraestructura” (0.010); mientras que las tasas negativas (de mayor a menor) “Sin vegetación” (-0.106), “Acahual” (-0.051), “Agrícola” (-0.039), “Selva” (-0.019), “Zacatonal” (-0.012), y “Agua” (-0.001), y la categoría “No data” (0.000), no presentó cambios (ver gráficos VI.2.6.4.n, VI.2.6.4.ñ, VI.2.6.4.o, y VI.2.6.4.p.).

Para el periodo 1993 a 2010 (tabla VI.2.6.4.d.), se muestra que de mayor a menor tasa de cambio de uso del suelo: “Infraestructura” (0.085), “Zacatonal” (0.037), “Agroforestal” (0.02), “Pino” (0.02), “Pastizal” (0.004), “No data” (0.002); en relación a las tasas negativas las más altas son: “Sin vegetación” (-0.069), “Selva” (-0.06), “Acahual” (-0.036), “Mesófilo” (-0.03), “Agrícola” (-0.025), y “Agua” (-0.004) cambios (ver gráficos VI.2.6.4.e, y VI.2.6.4.h).

Tabla VI.2.6.4.m.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría e intervalo de tiempo.

Categorías	1993 a 1999	1999 a 2010	1993 a 2010
Pino	0.013	0.017	0.02
Mesófilo	-0.166	0.048	-0.03
Selva	-0.129	-0.019	-0.06
Agroforestal	0.040	0.013	0.02
Acahual	-0.008	-0.051	-0.036
Agrícola	0.001	-0.039	-0.025
Pastizal	-0.073	0.050	0.004
Zacatonal	0.134	-0.012	0.037
Sin vegetación	0.001	-0.106	-0.069
Infraestructúra	0.238	0.010	0.085
Agua	-0.010	-0.001	-0.004
No data	0.004	0.000	0.002

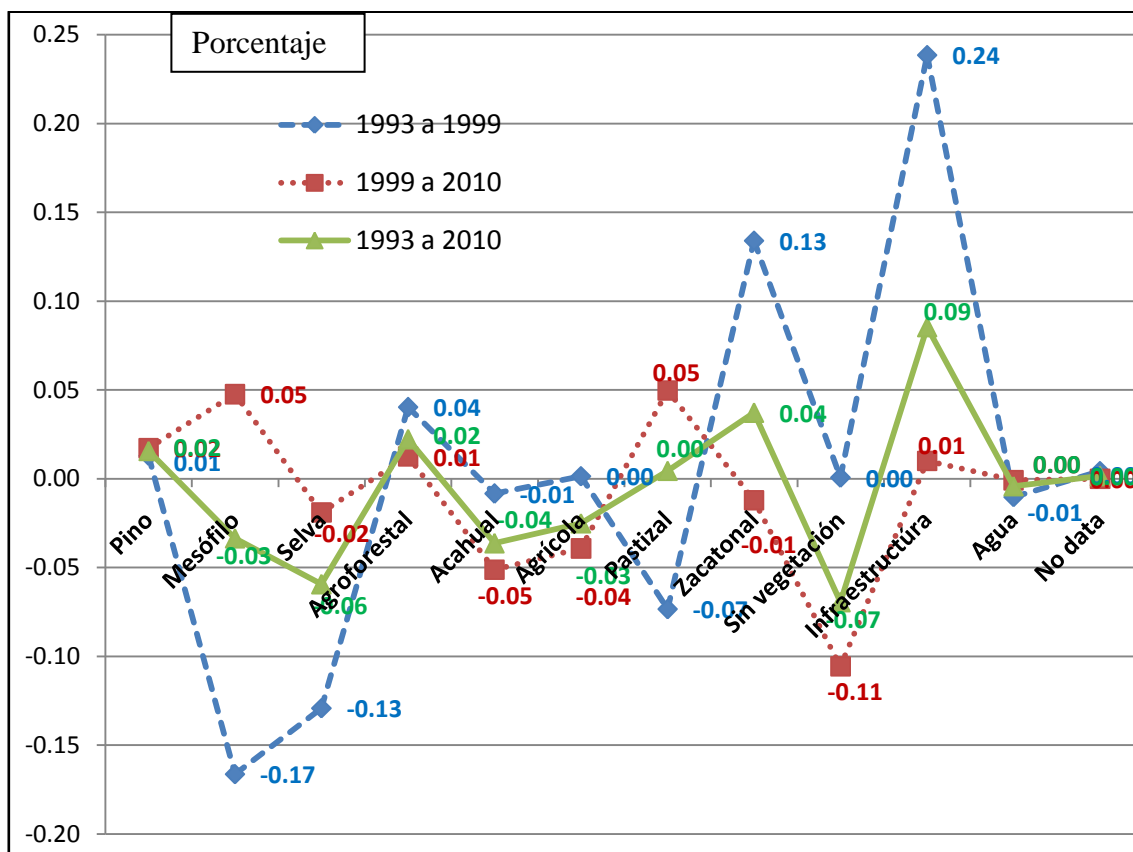


Gráfico VI.2.6.4.n.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1993, 1999 y 2010.

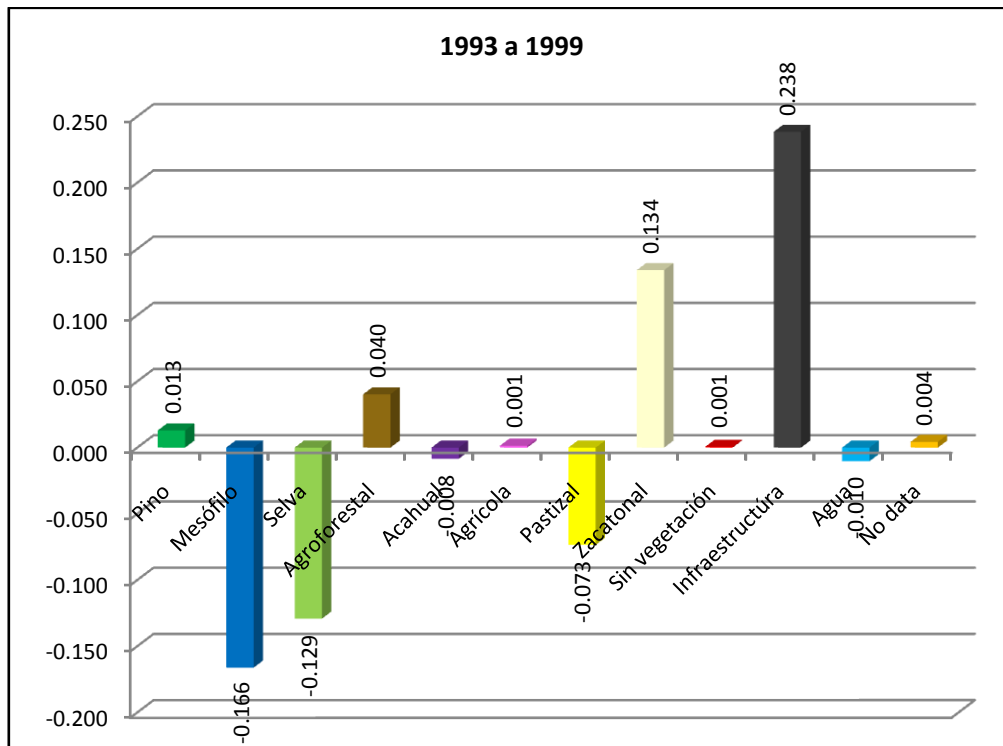


Gráfico VI.2.6.4.ñ.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1993 a 1999.

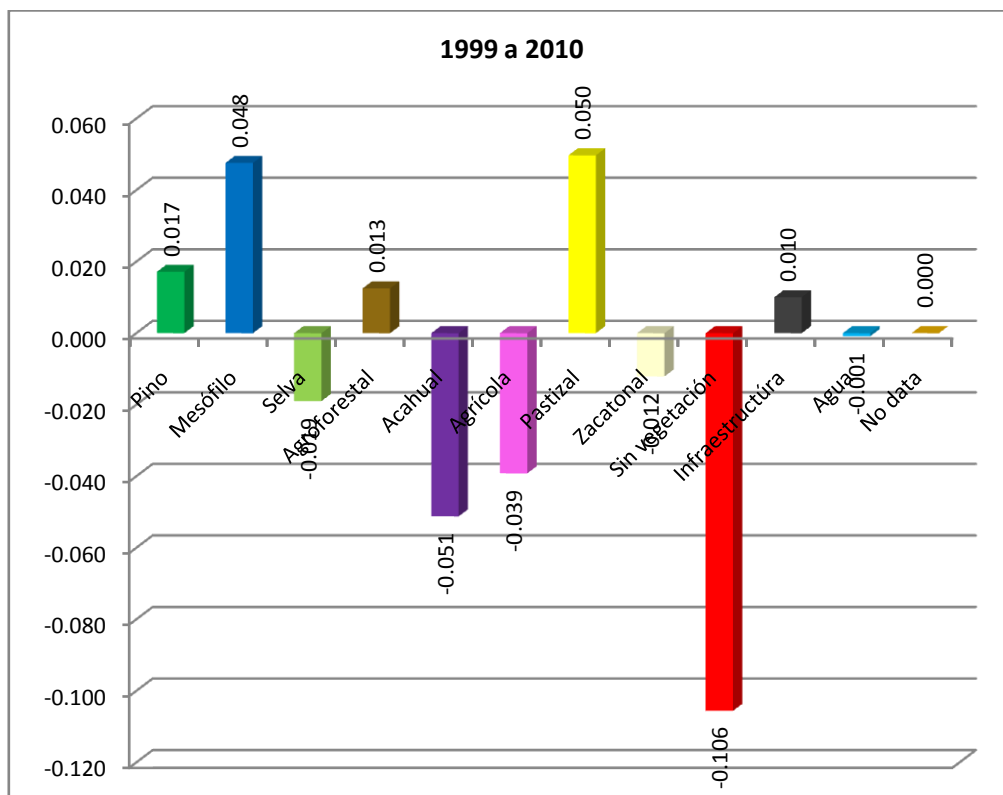


Gráfico VI.2.6.4.o.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1999 a 2010.

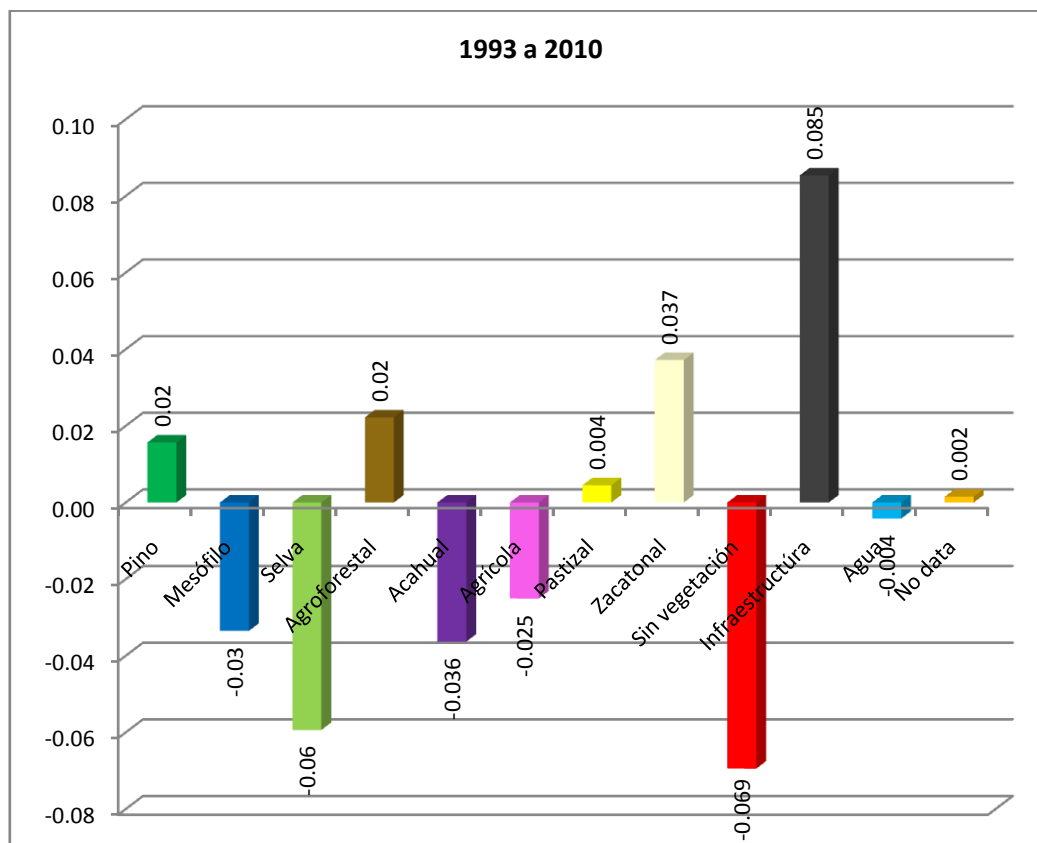


Gráfico VI.2.6.4.p.- Tasas de uso del suelo y vegetación por categoría de 1993 a 2010.

VI.2.6.5. Análisis por superficie forestal y no forestal

Por otra parte, la reorganización de las doce categorías de uso del suelo y vegetación en dos grupos el “Forestal” y “No forestal”. El primer grupo incluye los tipos de vegetación de las categorías “Pino”, “Mesófilo” y “Selva”; mientras que el segundo está formado por “Agroforestal”, “Acahual”, “Agrícola”, “Pastizal”, “Zacatonal”, “Sin vegetación”, “Infraestructura”, “Agua”, y “No data” (Ver tabla VI.2.6.5.q). En relación a las dos reagrupaciones, la superficie correspondiente a “Forestal” en el año de 1993 ocupó 14’465.02 has, representó el 24.25 % y para el año de 1999 paso a 8’810.66 has (14.77), indicando una tasa negativa de cambio de -0.28. Ésta misma categoría para el año de 2010 pasó a una superficie de 11’184.94 has (18.75), lo que representa una tasa de cambio de 0.05. Al comparar la superficie del año de 1993 al año de 2010, se calculó una tasa de cambio de -0.08 (Ver tabla VI.4.6.5.r.; gráficos VI.2.6.5.s. y VI.2.6.5.t.).

Con respecto al segundo grupo que se refiere a las categorías incluidas en “No forestales”. En el año de 1993 se identificó en 45’175.58 has (75.75 %) y para el año de 1999, ocupó 50’829.93 has (85.23 %), lo que representa una tasa de cambio de 0.33; para el año de

2010, este reagrupamiento pasó a 48'455.66 has (81.25 %) mostrando una tasa de cambio del año de 1999 a 2010 de -0.14. Mientras que la tasa de cambio del periodo de 1993 a 2010 es de 0.02 (Ver tabla VI.4.6.5.r; gráficos VI.2.6.5.s. y VI.2.6.5.t.).

Tabla VI.2.6.5.q.- Categorías, superficies, porcentajes y tasas de cambio de uso del suelo.

Usos		Año y porcentaje correspondiente						Tasas de cambio= [S2/S1] ^{1/n} - 1		
		1993		1999		2010		1993 a 1999	1999 a 2010	1993 a 2010
		Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%			
Forestal	Pino	4'929.01	8.26	5'325.56	8.93	6'420.82	10.77	0.01	0.02	0.02
	Mesófilo	6'735.39	11.29	2'263.33	3.79	3'774.45	6.33	-0.17	0.05	-0.03
	Selva	2'800.62	4.70	1'221.77	2.05	989.67	1.66	-0.13	-0.02	-0.06
	Subtotal	14'465.02	24.25	8'810.66	14.77	11'184.94	18.75	-0.28	0.05	-0.08
No forestal	Agroforestal	18'597.75	31.18	23'561.99	39.51	27'021.02	45.31	0.04	0.01	0.02
	Achual	9'290.68	15.58	8'833.27	14.81	4'954.61	8.31	-0.01	-0.05	-0.04
	Agrícola	10'275.94	17.23	10'363.85	17.38	6'676.83	11.20	0.00	-0.04	-0.03
	Pastizal	3'866.38	6.48	2'446.85	4.10	4'172.98	7.00	-0.07	0.05	0.00
	Zacatonal	287.30	0.48	610.96	1.02	534.41	0.90	0.13	-0.01	0.04
	Sin vegetación	363.48	0.61	364.81	0.61	106.92	0.18	0.00	-0.11	-0.07
	Infraestructura	819.82	1.37	2'957.77	4.96	3'301.23	5.54	0.24	0.01	0.09
	Agua	319.74	0.54	300.48	0.50	297.70	0.50	-0.01	0.00	0.00
	No data	1'354.49	2.27	1'389.95	2.33	1'389.95	2.33	0.00	0.00	0.00
	Subtotal	45'175.58	75.75	50'829.93	85.23	48'455.66	81.25	0.33	-0.14	0.02
Total	59'640.596		59'640.596		59'640.596					

Tabla VI.2.6.5.r.- Categorías reorganizadas, superficies, porcentajes y tasas de cambio de uso del suelo.

Usos	1993	%	1999	%	2010	%	1993 a 1999	1999 a 2010	1993 a 2010
Forestal	14'465.02	24.25	8'810.66	14.77	11'184.94	18.75	-0.28	0.05	-0.08
No forestal	45'175.58	75.75	50'829.93	85.23	48'455.66	81.25	0.33	-0.14	0.02
Total	59'640.60		59'640.60		59'640.60				

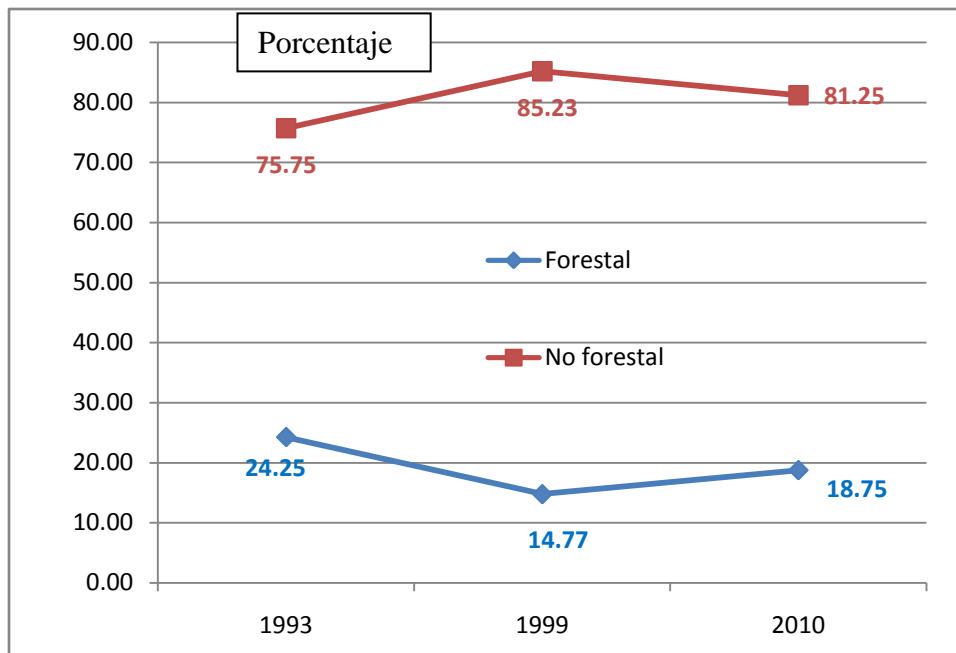


Gráfico VI.2.6.5.s.- Porcentajes de las categorías reorganizadas.

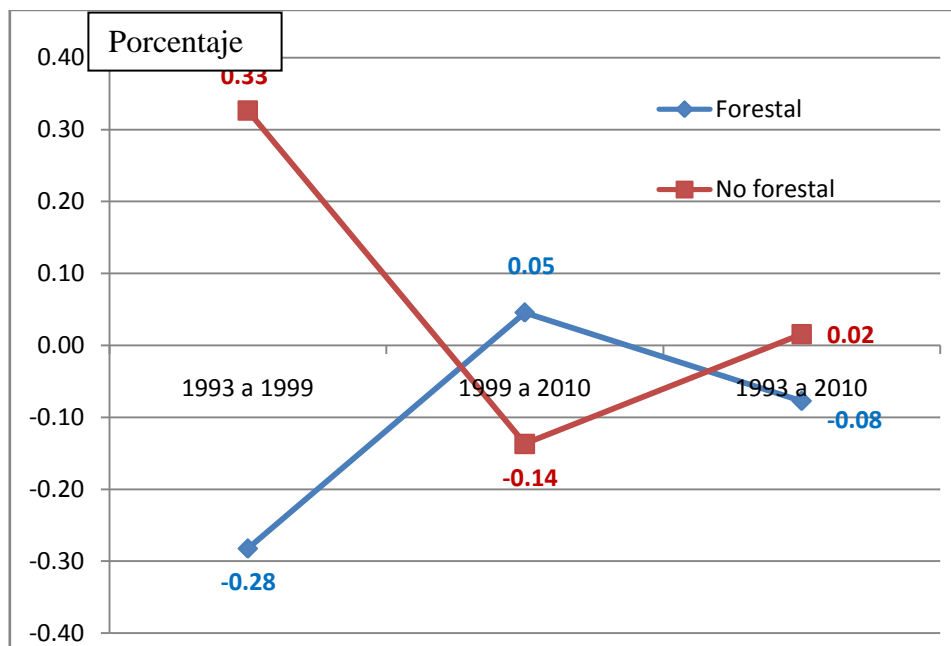


Gráfico VI.2.6.5.t.- Tasas de cambio de uso del suelo de las categorías reorganizadas.

VI.3. Sistematización de las entrevistas de profundidad.

Se aplicaron 18 entrevistas de profundidad a habitantes de la zona de estudio que cumplieran con los requisitos señalados en el apartado V.1. (pág. 40), con la siguiente distribución (ver Tabla VI.3.a.).

Tabla VI.3.a.- Municipio, nombre del entrevistado, localidad y actividad económica del mismo.

Número	Municipio	Nombre	Localidad	Actividad
1	Coatepec	Rey fuentes	Mahuixtlán	Comerciante
2	Coatepec	Polo Ruiz	Coatepec	Productor y comerciante
3	Coatepec	Fernando Cervantes Sánchez	Coatepec	Dir. De Fomento Agropecuario
4	Cosautlan	María Leticia Morales	Cosautlan	Dir. De Fomento Agropecuario
5	Cosautlan	José Manuel Quiroz	Cosautlan	Consejo de Des. Rural Sustentable
6	Teocelo	Florinda Martínez	Baxtla	Comerciante
7	Teocelo	Heraclio Moreno	Baxtla	Agricultura
8	Teocelo	Eduardo Cervantes	Teocelo	Consultor
9	Teocelo	Rogelio Cabrera Salazar	Teocelo	Técnico inseminador Ayto. Teocelo
10	Teocelo	Cristian Horacio Teczon Viccon	Teocelo	Pte. Municipal de Teocelo
11	Xico	Efrén Pozos Aparicio	San Marcos	Agricultor
12	Xico	Consuelo Nieto Pérez	San Marcos	Agricultor
13	Xico	José Luis Pozos	Xico	Presidente municipal
14	Xico	Miguel Hernández	Xico	Asc. Ganadera
15	Xico	Rafael Fuentes Espinoza	Tonalaco	Productor y comerciante
16	Xico	Rafaela Álvarez Olvera	Tonalaco	Ama de casa
17	Xico	Maribel Rodríguez Sánchez	Tonalaco	Ama de casa
18	Xico	Micaela Ruiz Hernández	Tonalaco	Ama de casa

Posterior a generar la sistematización de las respuestas obtenidas, se realizó la categorización de las entrevistas de acuerdo a lo propuesto por Bardin (2002), teniendo en cuenta el cumplimiento de la exclusión mutua, la homogeneidad, la pertinencia, la objetividad-fidelidad y la productividad. Y con lo anteriormente descrito generar la codificación e interpretación correspondiente, quedando de la siguiente manera (Ver anexo 1):

- ¿Qué regiones o zonas productivas reconocen?
- ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?
- ¿Otras modificaciones? 1*

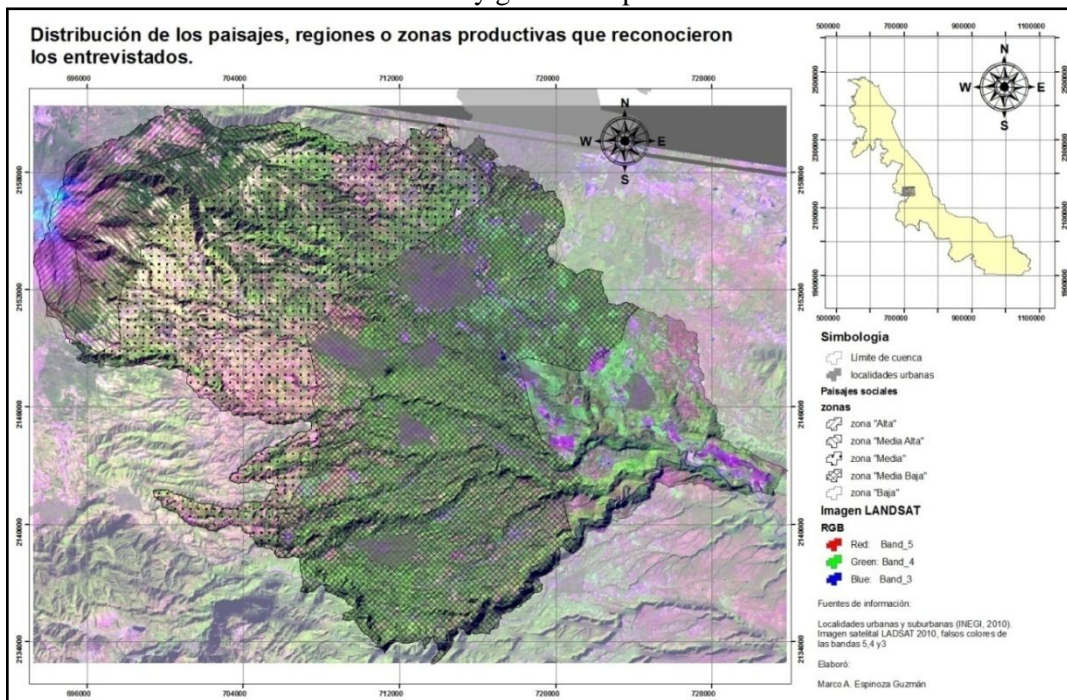
- ¿Otras modificaciones? 2*
- ¿Otras modificaciones? 3*
- ¿Otras modificaciones? 4*
- ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas?
- ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? ¿Por qué se permitieron?
- ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto?
- ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?

En relación a la segunda pregunta “¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?”, fue necesario generar otros campos con información “¿Otras modificaciones? (marcados con un número y asterisco)”, debido a que los entrevistados hicieron énfasis a respuestas de interés para el presente documento.

Los entrevistados manifestaron reconocer de cinco a cuatro paisajes, parajes o zonas productivas, basados en la fisonomía vegetal, pendiente y actividades productivas. Ésta última basada en las pecuarias quedando de la siguiente manera: "Alta" donde se crían borregos, la cual cubre una superficie de 3'178.55 has (5.33 %); la zona "media alta" se destaca por la crianza de chivos y tiene un área de 3'924.00 has (6.58 %); la "media" conocida como zona de ganado vacuno representa el 29.43 % (17'552.06); el 45.50 % (27'139.29 has) esta ocupada por la región "media baja" conocida como la zona cafetalera; y finalmente la "baja" donde se establece el ganado vacuno para clima tropical, además de ser zona de cultivo de caña que ocupa el 13.16 % (7'846.47 has) (ver imagen VI.3.b., mapa VI.3.c. y tabla VI.3.d.).



Imagen VI.3.b.- Distribución aproximada de los cinco paisajes productivos, identificados y generados por los entrevistados.



Mapa VI.3.c.- Distribución aproximada de los cinco paisajes productivos, identificados por los entrevistados.

Tabla VI.3.d.- Distribución de los cinco parajes con superficie en m², hectáreas y su porcentaje correspondiente.

ZONA	Superficie	has	Porcentaje
zona "Alta"	31'785'469.44	3'178.55	5.33
zona "Media Alta"	39'242'288.70	3'924.23	6.58
zona "Media"	175'520'558.08	17'552.06	29.43
zona "Media Baja"	27'1392'946.35	27'139.29	45.50
zona "Baja"	78'464'737.43	7'846.47	13.16
	596'406'000.00	59'640.60	100.00

Es importante destacar que la Sra. Maribel Rodríguez Sánchez, habitante de la comunidad de “Tonalaco” manifestó no conocer la porción extrema oriente de la zona de estudio, por lo que solo indicó cuatro de cinco paisajes; sin embargo señaló que sabía que en la parte más baja se producía mucha caña de azúcar.

La codificación e interpretación de las entrevistas (organizadas por orden alfabético con base al municipio de los entrevistados).

Entrevista 1.- Sr. Rey fuentes

La entrevista correspondiente a la del Sr Rey fuentes, habitante de la localidad de Mahuixtlán, Municipio de Coatepec; comerciante, quien manifestó identificar 5 paisajes que son: "Alta" Borregos, "media alta" chivos, "media" vacas, "media baja" café, "baja" ganado vacuno tropical. En relación de la percepción de ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? Manifestó que su preocupación principal es la “deforestación” con la frase: *estaba bien montañoso aquí, era montaña virgen y ya casi se lo acabaron, sic*. En relación a las modificaciones en la zona, el manifestó que había “menos lluvia” (*La caña últimamente ha tenido muchos problemas, una que ya casi no quiere llover seguido y otra que la caña estuvo muy barata, los productores han sacado muy poquito, yo no tengo parcelas ni caña pero yo me doy cuenta que ahorita ya subió mucho el dulce pero a ellos no le han dado nada, sic*), además de “falta de mercado para productores locales”, por lo que los habitantes se ven obligados a exprimir lo poco que tienen y tienden a sembrar “caña de azúcar” que requiere menos trabajo en campo y tienen oportunidad de tener otro empleo. La respuesta en torno a ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? Fue el aumento en la superficie de caña, indicando en la respuesta de la pregunta: ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?, que fue a partir del año de 1987. Al preguntar ¿Por qué se permitieron? Indicó que “no hay permisos, la gente lo necesita, sic”, éste sentido al cuestionamiento de ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Respondió que “no sabe, sic”, finalmente a la pregunta ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? manifestó la necesidad de “que la población participe en la conservación”

Entrevista 2.- Sr. Polo Ruiz

Habitante de Coatepec, con actividad de productor y comerciante reconoce cinco zonas productivas que son: "Alta", "media alta", "media", "media baja" y "baja". Al preguntarle que ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? Manifestó que es debido a la “deforestación” (*antes había mucho monte y no era tan caluroso y llovía mucho, por lo que ahora, sic*), “escasez de agua”,

En relación al cuestionamiento ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?

Indico que era “constante” (*desde siempre, sic*) y al preguntar ¿Por qué se permitieron? Manifestó que “no hay permisos, la gente lo necesita” (*hace falta donde vender los productos de la región, y eso provoca desempleo, sic*). Al preguntar ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? Manifestó que se requiere reforestar y no se permita la deforestación.

Entrevista 3.- Sr. Fernando Cervantes Sánchez

Oriundo de Coatepec y habitante del mismo, se desempeña como Director de Fomento Agropecuario de la municipalidad antes citada, al cuestionarle ¿Que regiones o zonas productivas reconocen? son: "Alta", "media alta", "media", "media baja" y "baja", indicando que “*en la primera zona prevalecen los ovinos que fueron introducidos en los años 70, al igual de la cría de trucha, mientras que en la según los caprinos es donde es benévolo para ellos al ser menos húmedo y no se les pudren las pezuñas, la región “media” desde siempre ha sido ganadera lechera, mientras que la cuarta zona es la zona cafetalera reconocida a nivel internacional y en las áreas más bajas de la cuenca se desarrolla la crianza del ganado cebú y otros de engorda, sic*”. Al preguntar que ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?, indicó que en primer lugar en la “deforestación” sobre todo en “*las zonas que antes eran cafetaleras y las zonas más altas donde se recargan los mantos acuíferos, por lo que se ha notado que hay menos lluvia, y por ello se tienen planeado una serie de represas, pero al ser muy costoso, está en espera de respuesta del gobierno federal, sic*”. Otro de problemas relacionados es el “*desempleo y el acaparamiento de inmobiliarias, que desde el año de 1998 aproximadamente han estado comprando terrenos donde antes había cultivos, todo ello por no respetar el ordenamiento ecológico que se tiene, sic*”, respondiendo así a: ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?, y del ¿Por qué se permitieron? Respondió que desde el año de 1995 se ha visto una migración de muchos estados de la república y extranjeros que están requiriendo de áreas habitacionales, por lo que ha crecido la ciudad a costa de los cafetales. Al cuestionarle ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto?, manifestó que: el pago por servicios ambientales hidrológicos desde el año de 2002. Y finalmente la respuesta a ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?, respondiendo que se requiere de “*legislar y hacer cumplir la ley para proteger, sic*” (ver foto VI.3.e.)



Foto VI.3.e.- Sr. Fernando Cervantes.

Entrevista 4.- Srita. María Leticia Morales

La Srita. Morales es director de Fomento Agropecuario, del municipio de Cosautlan de Carvajal, al preguntarle ¿Que regiones o zonas productivas reconocen?, indico no tener conocimiento de ellas, en relación a la pregunta ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?, indicó que principalmente se identifican por el “abandono de actividades agrícolas” por la “escasez de agua”, “crecimiento desordenado”, el “desempleo” y la “migración” aproximadamente a partir del año de 1992. Al preguntar ¿Por qué se permitieron?, indico que *“no hay permisos” para ello, pero la gente los hace sin previo aviso, sic.* En relación a ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?, *indico que es necesario un proceso como el del municipio de Coatepec que desde el año de 2002, llevan a cabo el pago por servicios ambientales hidrológicos, y por ello se requiere de “legislar para proteger” los recursos naturales, sic.* (ver foto VI.3.f.)



Foto VI.3.f.- Ing. María Leticia Morales

Entrevista 5.- Sr. José Manuel Quiroz

Habitante y empleado del municipio de Cosautlan , miembro del Consejo de Des. Rural Sustentable, del la misma municipalidad. Al responde a la pregunta ¿Que regiones o zonas productivas reconocen?, indicó que identifica cinco que son: "Alta" donde principalmente hay ovinos, "media alta" se desarrolla el pastoreo de la chivos, "media" hay ganado lechero, "media baja" la zona cafetalera, "baja" ahí se desarrolla el cultivo de caña de azúcar. En relación a la pregunta ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?, señalo que: *“se ha visto una amplio abandono de las de las actividades agropecuarias, debido a que hay menos lluvia y más áreas deforestadas, lo que genera escasez de agua. Otro factor importante que promueve el cambio de uso del suelo es el desempleo que desde el año 1970 o 1975 cambio zonas de cafetales por cañales, tal es el caso de Tuzamapan, sic”*. Al cuestionarle el ¿Por qué se permitieron? Recalcó que no hay permisos, y la gente ve oportunidad de algún cultivo alternativo y desmonta. ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?, *“indico que la reforestación es una actividad necesaria al igual que legislar para proteger, sic.* (ver foto VI.3.g.)



VI.3.g.- Sr. José Manuel Quiroz.

Entrevista 6.- Sra. Florinda Martínez

Habitante y oriunda de la localidad de Baxtla, del municipio de Teocelo, de actividad comerciante y productor cafetalero. Al preguntarle a *¿Que regiones o zonas productivas reconocen?*, manifestó no conocerlas como tal, sin embargo que *“si percibe una diferencia en zonas donde se produce diferentes productos agrícolas y también en el monte, sic”*. Con respecto a la pregunta: *¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?* Manifestó que *la “deforestación” es el principal por la destrucción de cafetales para hacer zonas habitacionales, la falta de monte está que generando que halla menos lluvia, sic”*. La respuesta a las preguntas *¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Y ¿Por qué se permitieron?*, ella reconoce *“que desde el año de 1990 las compañías inmobiliarias, quienes han aprovechado la falta de empleo para los vecinos y la falta de mercado para los productos locales, lo que ha motivado a vender fincas y se manifiesta en el abandono de actividades tanto agrícolas como pecuarias, sic”*. La preguntarle *¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?*, manifestó que se requiere de *“reforestación”*, y por otra parte que la población participe en la conservación (ver foto

VI.3.h.).



Foto VI.3.h.- Sra. Florinda Martínez

Entrevista 7.- Sr. Heraclio Moreno Calte

Habitante y vecino de la comunidad de Baxtla, del municipio de Teocelo , agricultor y comerciante cafetalero. Sus respuestas a las preguntas: ¿Que regiones o zonas productivas reconocen?, mencionó que distingue cinco en la zona de estudio y que son: "Alta", "media alta", "media", "media baja", y "baja". *“En la primera indica que es una zona donde se desarrolla la actividad de ovino-cultura debido a las condiciones de frio, mientras que en la segunda esta dedicada a la caprino-cultura y al cultivo de trucha que inicio en los años setenta, en la porción media es donde se ha desarrollado la ganadería lechera ya que una parte del terreno por el terreno ondulado permiten los pastizales para el mantenimiento de éste ganado, sic”*. En la porción “Media Baja” es la cuota de está la conocida franja del café de altura, y finalmente la “zona baja” es donde se establece el ganado típico de regiones tropicales y el cultivo de la caña de azúcar. Además indica que en todas las zonas se desarrolla la agricultura de temporal y en la zona baja, además la de riego. La respuesta a la pregunta ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? Respondió que *la deforestación es el principal modificador, y es por abrir nuevas áreas para cultivos o pastizales, crecimiento urbano*. En éste sentido también indica que debido a la deforestación se está generando la escasez de agua y de lluvia. Al cuestionarle ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? Y ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Manifestó que *desde el la*

década de 1990, diversas inmobiliarias han generado cambios de uso del suelo, otro elemento es el desempleo que junto con la falta de mercados para los productos locales se han estado las actividades agropecuarias. Con respecto a la preguntas el ¿Por qué se permitieron? Y ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? El entrevistado respondió *que se requiere de actividades de reforestación y se necesita aplicar la ley para regular el cambio de uso del suelo*, finalmente se le preguntó ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? Menciona *que es difícil ante la voracidad de acaparadores de tierras y la necesidad de los habitantes* (ver foto VI.3.i.).



Foto VI.3.i- Sr. Heraclio Moreno Calte.

Entrevista 8.- Sr. Eduardo Cervantes

Éste entrevistado vecino de la población de Teocelo, del municipio del mismo nombre de actividad “consultor” en una organización de la sociedad civil. Las respuestas de las siguientes preguntas son: ¿Que regiones o zonas productivas reconocen? Reconoce *cinco debido a las características topográficas, de vegetación y uso del suelo que son: "Alta", "media alta", "media", "media baja", y "baja", donde se desarrollan actividades productivas diferentes*. En la pregunta ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas

identifican y por qué? Manifestó que *la deforestación es un factor importante que es resultado por falta de un ordenamiento que regule las actividades productivas y de crecimiento urbano, sic.* Otra pregunta que se le hizo fue *¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas?* Indicó que es *el crecimiento desordenado quienes han modificado el paisaje, sic;* la siguiente pregunta fue *¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Y ¿Por qué se permitieron?* Respondió que *se inicia de manera relevante en la zona a partir del año de 1990 y por falta de reglamentación que regule estas actividades.* La respuesta de *¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto?* Indicó *la reforestación es una actividad que se requiere de manera urgente para evitar abatir los nacimientos de agua, sic.* Finalmente se le cuestionó *¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?* A lo que manifestó que *se requiere de la participación de la en actividades de conservación (ver foto VI.3.j.).*



Foto VI.3.j.- Sr. Eduardo Cervantes.

Entrevista 9.- Sr. Rogelio Cabrera Salazar

Habitante de la comunidad de Teocelo, en el municipio del mismo nombre, y de actividad técnico inseminador del Ayto. Teocelo. *Manifestó no reconocer zonas en la región; la siguiente pregunta fue ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? Indicó que no le parece haber modificaciones importantes, aunque manifestó que actualmente hay una escasez de agua, debido a la deforestación, además señala que hay un el crecimiento habitacional desordenado.* En relación a las preguntas *¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas?, ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?, ¿Por qué se permitieron?* No supo que responder. De las preguntas *¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?* Respondió que *el pago por servicios ambientales puede ser una alternativa y que se requiere legislar para proteger la naturaleza* (ver foto VI.3.k.).



Foto VI.3.k.- Sr. Rogelio Cabrera.

Entrevista 10.- Sr. Cristian Horacio Teczon Viccon

Se trata del presidente municipal de Teocelo, y es habitante del mismo quien respondió a la pregunta ¿Que regiones o zonas productivas reconocen? Indico que por las actividades productivas pueden ser cinco a manera muy general "Alta", "media alta", "media", "media baja", y "baja", al preguntarle ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?, manifestó *un problema es latente es la acelerada deforestación que está generando escasez de agua y el cambio de uso del suelo por el crecimiento desordenado de la mancha urbana y la venta de parcelas por el desempleo en la región por la falta de mercado para los productos de la región y que se está observando una constante abandono de las actividades agropecuarias, sic.* Las respuestas a ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? Respondió *que una estrategia podría ser el pago por servicios ambientales y legislar para proteger los recursos naturales* (ver foto VI.3.1.).



Foto VI.3.1.- Sr. Christian Teczon.

Entrevista 11.- Sr. Efrén Pozos Aparicio

El Sr. Efrén Pozos Aparicio, habitante de la población de San Marcos del municipio de Xico, es agricultor de actividad productiva. Al preguntarle *¿Que regiones o zonas productivas reconocen?* Indicó que pueden ser cinco: "Alta", "media alta", "media", "media baja", y "baja", *en donde se diversifican las actividades productivas dependiendo del clima, como lo es la zona de bosques de pino en la parte más fría, y en donde se cría ganado ovino, más abajo esta la zona donde hay cultivos de clima frio y ganado caprino, otra zona es la lechera, después está la cafetalera a partir de los 1400 msnm y finalmente la zona tropical donde los cultivos de riego como es la caña de azúcar, sic.* En relación a la pregunta *¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?*, manifestó que *el principal es el abandono de las actividades agrícolas y la deforestación en las partes altas, lo que está generando la escasez de agua. Otro fenómeno que se observa que es el desempleo y la falta de mercado para productos locales que obligan a la venta de las fincas, sic.* Al hacerle la pregunta *¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?* Indicó que *en el año de 1995 inició la venta de grandes áreas cafetaleras, y del ¿Por qué se permitieron?* *No es que se permitiera, pero la migración y el abandono de las actividades agropecuarias y falta de mercado para los productos locales que dejan sin opciones a los productores, sic.* Con las preguntas *¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?*, manifestó que *se requiere la reforestación con la participación de la población además de que participe en la conservación de los recursos naturales.*

Entrevista 12.- Sra. Consuelo Nieto Pérez

La Sra. Consuelo Nieto Pérez, habitante de San Marcos, municipio de Xico, agricultor y ama de casa. Al preguntar *¿Que regiones o zonas productivas reconocen?*, *no reconoció claramente, sin embargo menciona que hay diferencia de climas desde la parte alta del cofre de Perote a la zona baja de la cuenca.* En relación a la pregunta *¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?* Manifiesta que *debido al abandono de las actividades agrícolas, se está desmontando áreas donde se recargan los mantos acuíferos generando escasez de agua, otro elemento que detecta es la deforestación y el poco o nulo interés de la población en éste sentido, sic.* Al preguntarle *¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Y ¿Por qué se permitieron?* Contestó que *ella recuerda que inicio a ser palpable en el año de 1995 y fue por el abandono del campo.* Las siguientes preguntas *¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?*, fueron respondidas de la siguiente manera *la reforestación es necesaria, pero siempre y cuando participe la población.*

Entrevista 13.- Sr. José Luis Pozos

El Sr. José Luis Pozos es otra autoridad que fue entrevistada, es el presidente del municipio

de Xico, al preguntar ¿Que regiones o zonas productivas reconocen?, indicó que son cinco: Alta", "media alta", "media", "media baja", y "baja", *de donde hay una diversidad de productos del campo*. Con respecto a la pregunta ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? *Manifestó que no percibe cambio, aunque reconoce que la problemática de la deforestación está generando escasez de agua, sic.* Otra pregunta fue ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? Y ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Y del ¿Por qué se permitieron? Dijo que *no tiene conocimiento de ello, sic.* En las respuestas de las preguntas ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? *Que se requiere de la reforestación en las partes altas y de la necesidad de legislar para proteger los recursos naturales.*

Entrevista 14.- Sr. Miguel Hernández

El Sr Miguel Hernández, es el presidente de Asociación Ganadera Regional, y es habitante de la comunidad de Xico, en el mismo municipio, con actividad de empresario y ganadero. Al cuestionarle ¿Que regiones o zonas productivas reconocen? Menciona que pueden ser cinco y que dependen de la altitud, el clima y el tipo de pendiente. Al preguntar ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? *Respondió que no percibe tal situación, sin embargo manifestó que la deforestación está generando escasez de agua para la ciudad y se están secando los afluentes, sic.* Otra pregunta fue ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? ¿Por qué se permitieron? *Manifestó no tener conocimiento de ello,* y en relación a ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?, dijo que *no había problema tal* (ver foto VI.3.m.).



Foto VI.3.m.- Sr. Miguel Hernández.

Entrevista 15.- Sr. Rafael Fuentes Espinoza

El Sr. Rafael Fuentes Espinoza, habitante de la comunidad de Tonalaco, del municipio de Xico, Productor agrícola y comerciante. El Sr. Fuentes reconoce cinco regiones bajo la pregunta *¿Que regiones o zonas productivas reconocen?, y que son: la "Alta" en las proximidades de la cumbre del cofre de Perote, la "media alta" donde está la zona de bosque de pino, "media" donde se identifica la actividad ganadera y de cultivo de trucha, "media baja" ahí se establece la franja cafetera, y "baja" donde básicamente se cultiva caña de azúcar.* Al preguntarle *¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?* Mencionó que *la deforestación es el principal causa, sic.* También se le preguntó *¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? Y ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Y del ¿Por qué se permitieron?* Señaló que *otro de los factores que están modificando el paisaje son los incendios forestales el más sobresaliente fue el del año de 1998, generado por descuidos, sic.* Las respuestas a las preguntas *¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? Indicó que requiere de actividades de reforestación y de leyes para proteger.*

Entrevista 16.- Sra. Rafaela Álvarez Olvera

Es habitante de la comunidad de Tonalaco, del municipio de Xico, de ocupación ama de casa. Al preguntarle ¿Que regiones o zonas productivas reconocen? Indicó *no saber de ello, aunque le preocupa mucho la deforestación y la escasez de agua*. También se le preguntó ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? respondió que *los incendios han destruido el bosque*, también se le hizo la pregunta ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? Y ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Respondió que *los grandes incendios como los del año de 1998*. Se le preguntó ¿Por qué se permitieron?, y mencionó que *es para abrir nuevas áreas para cultivos y la quema no controlada*. Finalmente se le preguntó ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? Respondió que *es necesario mucha reforestación y que la gente participe en el combate de incendios y en la conservación de la naturaleza, sic.*

Entrevista 17.- Sra. Maribel Rodríguez Sánchez

Habitante de la comunidad de Tonalaco, en la comunidad de Xico, su ocupación es ama de casa. Al preguntarle ¿Que regiones o zonas productivas reconocen? Mencionó *cuatro que son: "Alta", "media alta", "media", y "media baja"*. También se le preguntó ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? Manifestó que *el abandono del campo y la migración, están haciendo que el bosque tenga más presión por parte de los taladores, otra cosa que está modificando el bosque en la región son los incendios forestales*. Otra pregunta que se le hizo fue ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? Y ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?

Repitió que los incendios por descuidos (año de 1998), y la deforestación. Las preguntas ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas? Indicó que es necesario *que la población participe en la conservación*.

Entrevista 18.- Sra. Micaela Ruiz Hernández

La Sra. Micaela es oriunda de la comunidad de Tonalaco, del municipio de Xico, su ocupación es ama de casa, se le preguntó ¿Que regiones o zonas productivas reconocen? Señalo *no saber*. Otra pregunta fue ¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué? A lo que respondió que *la deforestación no solo está modificando la zona sino también la escasez de agua y los incendios forestales*. La siguiente pregunta fue ¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas? ¿En qué año se presentaron dichas modificaciones? Los taladores e incendios como el del año de 1998. Se continuó con las preguntas ¿Por qué se permitieron?, ¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto? Y ¿Cómo se espera sean en el futuro los

paisajes, parajes o zonas? Por una parte es que no hay trabajo en la región por lo que se está abandonando las actividades agropecuarias, y también para abrir nuevas áreas para cultivos y pastos para el ganado. Se requiere de programas serios de reforestación y prohibir quemas.

VI.4. Descripción y síntesis e integración de los sistemas

VI.4.1. Sistema 1993

En el diagrama VI.4.1.a., se muestra la aproximación del sistema que corresponde al año de 1993, en el mismo, se muestran los elementos de contorno: “Crisis mundial del Café de acuerdo a la Organización Internacional del Café (Osorio, 2009)” (ver gráfico VI.4.1.b.), la helada del año de 1989 y los incendios de los años de 1987 y 1988 (ver gráfico VI.4.1.c.). En el mismo esquema antes citado, también se puede observar las superficies calculadas mediante la metodología de percepción remota para cada tipo de uso del suelo y vegetación (exceptuando la categoría “No data”).

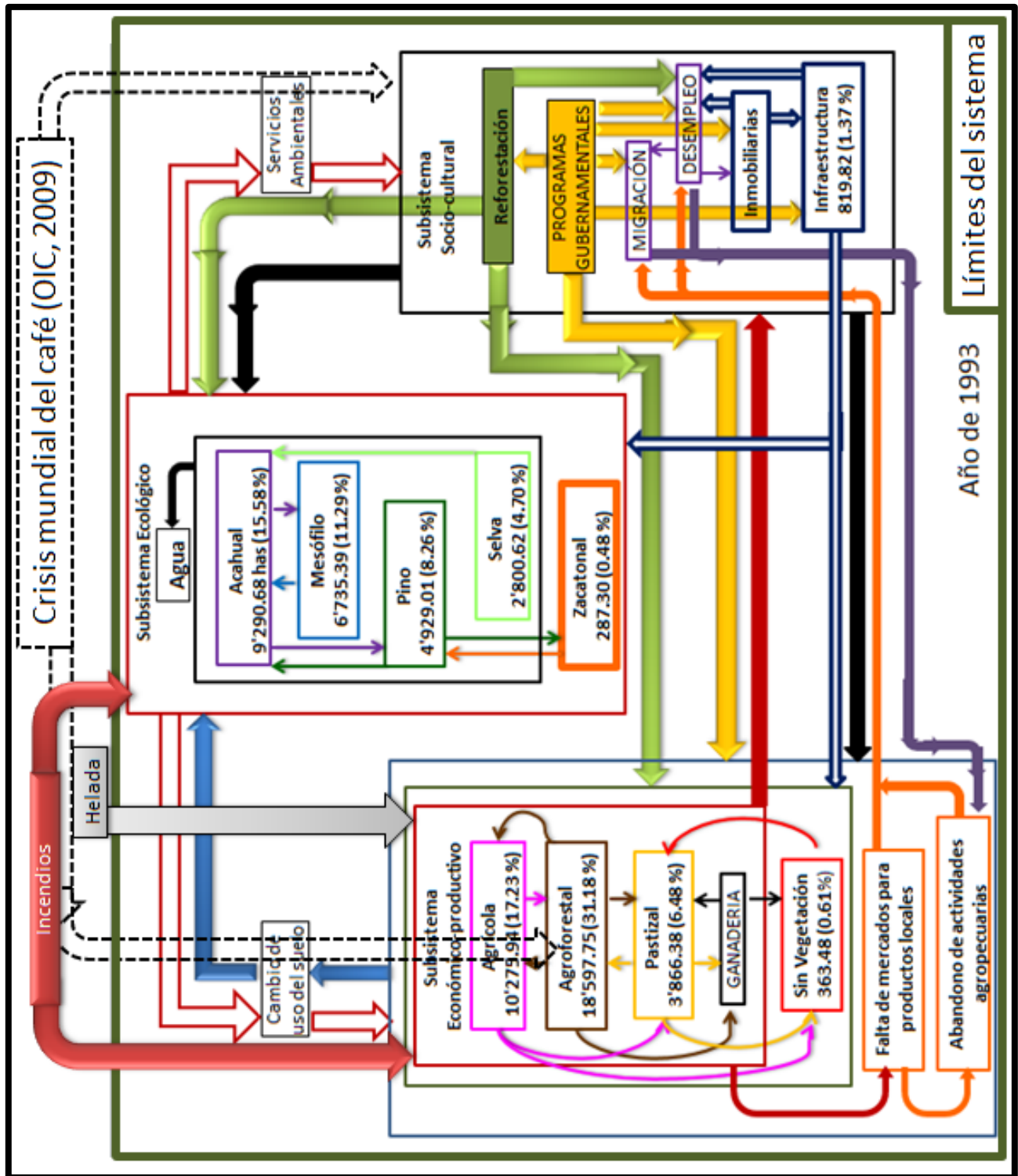


Diagrama VI.4.1.a.- Aproximación del sistema y subsistemas correspondiente al año de 1993.

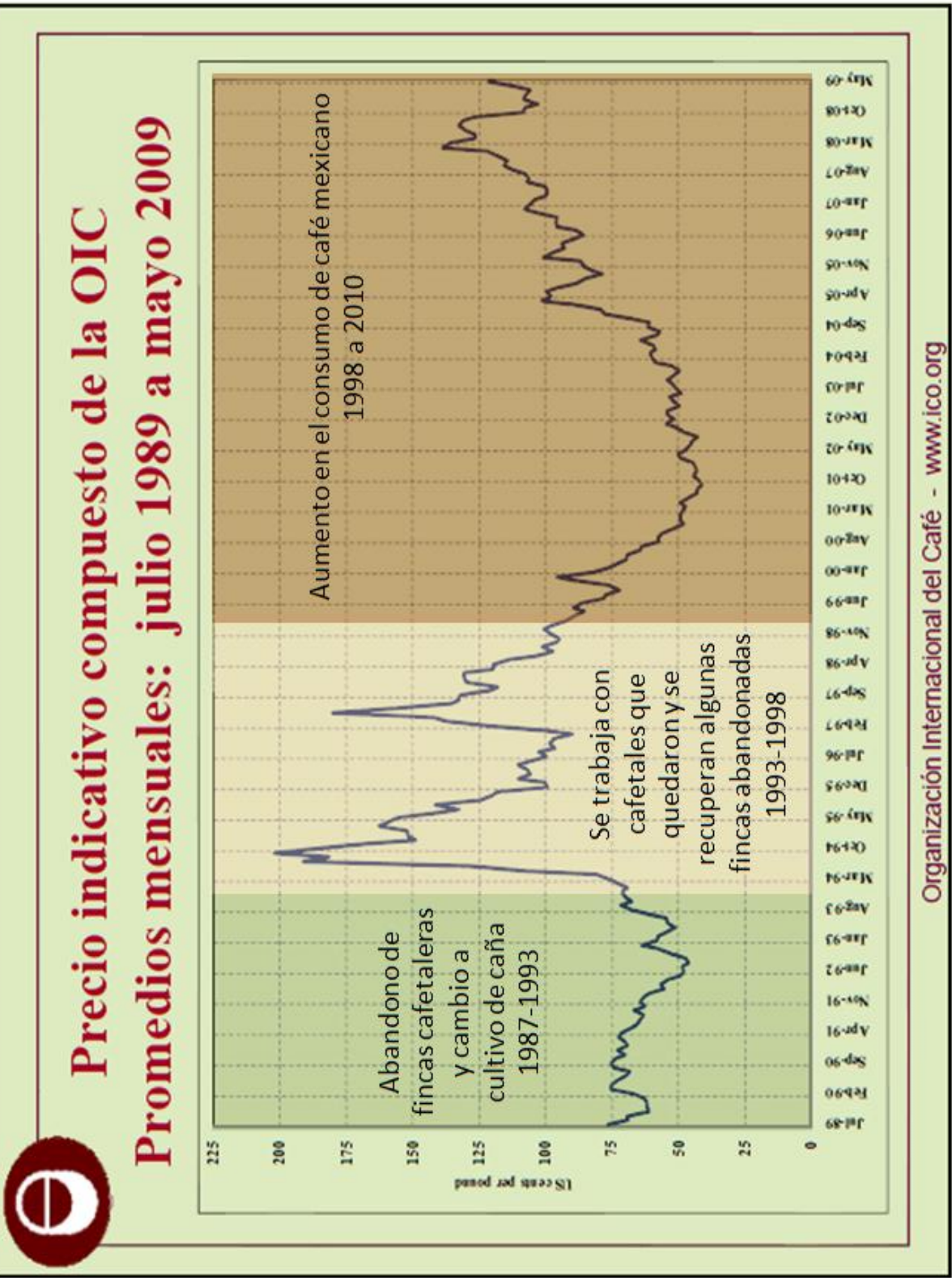


Gráfico VI.4.1.b.- Precio indicativo compuesto de la OIC. (Promedios mensuales de julio de 1989 a mayo de 2009, de acuerdo a Osorio (2009)), y la sobre posición de los tres periodos (1987-1993, 1993-1998, y 1998 a 2010).

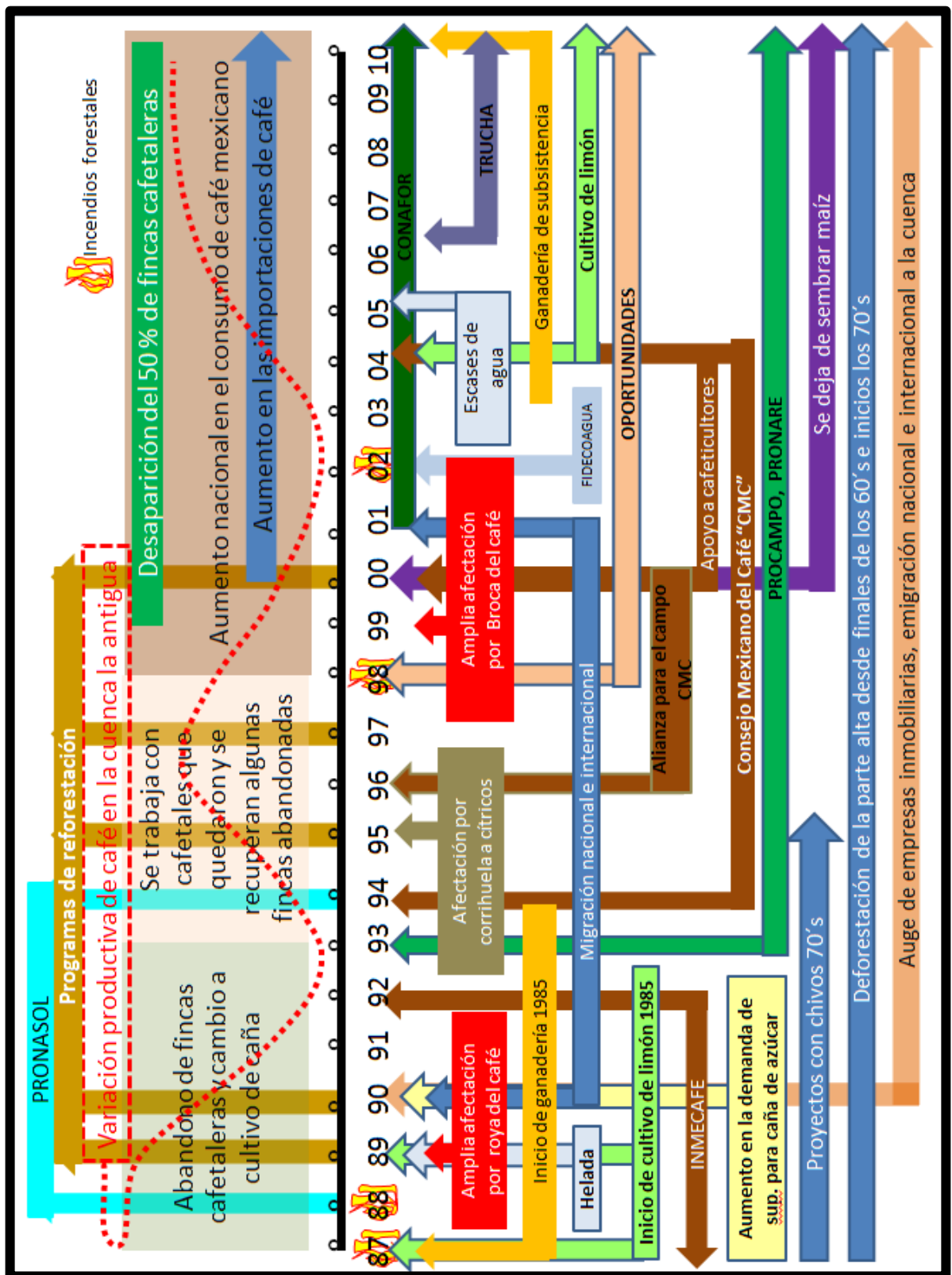


Diagrama VI.4.1.c.- esquematización de la información relevante y su división en tres periodos (1987 a 1993, 1993 a 1999 y de 1999 a 2010) para el presente documento, con base a las entrevistas a profundidad.

VI.4.1.1. Subsistema ecológico

Éste subsistema está formado, por los elementos: “Acahual” (9'290.68 has; 15.58 %), “Mesófilo” (11.29 %, 6'735.39 has, “Pino” (4'929.01 has, 8.26 %), “Pastizales” (3'866.38 has, 6.48 %), y “Selvas” (2'800.62 has, 4.70 %) (ver tabla y gráfico VI.2.3.a. y mapas VI.2.3.b y VI.2.3.c.), los cuales reciben influencia directa del subsistema socio-cultural, al ser la fuente de materia prima (madera, productos no maderables, etc.) y que se identifica como generadora de servicios ambientales (agua, aire, recursos escénicos, eco-turísticos, etc.), de manera directa para las comunidades asentadas en la zona de estudio, por lo que las actividades humanas del subsistema socio-cultural funcionan como modificadores de los elementos del subsistema ecológico (ver diagrama VI.2.3.a.).

La intrusión más sobresaliente en éste subsistema (en sentido positivo) por parte de las actividades humanas –según los entrevistados la más recordadas- fueron las campañas de reforestación para la recuperación de áreas dañadas por los incendios de los años de 1987 y 1988, y en la transformación de “Acahuales” y “Zacatonal”, en zonas silvícolas (siembra de *Pino pátula* principalmente), con la finalidad de coadyuvar en la captación de agua desde la parte alta de la cuenca, y para el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables a mediano y largo plazo (ver diagrama VI.2.3.a.).

Otra modificación de los elementos del subsistema ecológico por parte del subsistema socio-cultural en el subsistema ecológico fue el de las actividades inmobiliarias -que ha decir de los entrevistados- en las áreas con Acahual”, “Mesófilo” y “Selva”, debido a la ampliación de superficie con “Infraestructura” necesaria para hacer llegar los insumos de las inmobiliarias (redes de luz, agua, drenaje), y para la construcción de caminos y vías de acceso en general, así como la construcción de casas habitación.

VI.4.1.2. Subsistema económico-productivo

Éste subsistema, está formado por los usos del suelo y vegetación: “Agroforestal” (31.18 %, 18'597.75 has), “Agricultura” (17.23 %, 10'275.94 has), “Pastizales” (3'866.38 has, 6.48 %), y “Sin vegetación” (363.48 has, 0.61 %) (ver tabla y gráfico VI.2.3.a. y mapas VI.2.3.b y VI.2.3.c.). Los dos primeros fueron afectados por la helada suscitada en el año de 1989 -principalmente afectó a la zona cafetalera- mientras que los incendios de los años de 1987 y 1988 devastaron la zona con vegetación de “Pino” y “Zacatonal” (ver diagrama VI.2.3.a.).

En éste subsistema, de acuerdo a los entrevistados hubo cambios importantes en referencia al uso del suelo y vegetación principalmente en las categorías “Agroforestal” y “Agricultura”, que debido a los bajos precios del café (ver gráfico VI.4.1.b.), fueron desmontadas amplias áreas de las categorías “Agroforestal”, “Acahual”, “Mesófilo” y “Selva”, para el cultivo de caña de azúcar (ver diagrama VI.4.1.a.), para la creación de pastizales para la actividad ganadera extensiva (zonas “Media Alta” a la “Baja”) (ver tabla VI.3.d.) y el establecimiento de amplias áreas para huertos de limón persa (esto es

percibido desde el año de 1985). Es importante señalar que muchas áreas identificadas sin vegetación probablemente se refieren a zonas cubiertas con “Pastizal” –seco- y áreas para agricultura de temporal –sin cobertura de cultivo-, muchas de ellas son ocupadas para alimentar al ganado con los rastrojos mediante el pastoreo extensivo.

Es relevante citar, que como se muestra en los diagramas VI.4.1.a. y VI.4.1.b., la crisis mundial del café, que sumada a la afectación por la helada del año de 1989, afectó a los sistemas agroforestales generando serias repercusiones en la producción del café. El primer elemento (helada) mermó la cantidad y calidad del mismo, dificultando con ello la venta del mismo, mientras que los bajos precios del aromático, obligo a muchos productores a abandonar los cafetales y otras actividades agrícolas al migrar a otros estados en busca de empleo y para procurar el sustento de sus familias, lo que incidió en los futuros cambios de uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.

VI.4.1.3. Subsistema socio-cultural

Éste subsistema tienen como elementos sobresalientes: la reforestación, los programas gubernamentales (PRONASOL y SEDUE), la migración, el desempleo, las actividades por parte de las inmobiliarias (“Infraestructura”). En relación a éste última categoría de uso del suelo citada, es importante señalar que en el año de 1993 ocupó, 819.82 has, lo que representó el 1.37 % de la zona de estudio (ver diagrama VI.4.1.a.; tabla y gráfico VI.2.3.a., y mapas VI.2.3.b. y VI.2.3.c.), y ha tenido –de acuerdo a los entrevistados- una intervención importante en el cambio de uso del suelo y vegetación, modificando sustancialmente a los otros dos subsistemas.

Uno de los programa gubernamentales implementados en la zona de estudio fue PRONASOL¹², que apoyó de manera parcial a la mitigar el desempleo que presentó en el periodo 1987 a 1993 desatado por la crisis internacional del café (Osorio, 2009), y por las condiciones ambientales desfavorables para el sector agropecuario, tal y como se mencionó anteriormente.

La crisis percibida por los entrevistados (año de 1992), se manifestó en el desempleo, lo que provocó la migración de los habitantes de las comunidades asentadas en la zona de estudio, a otros estados de la república mexicana y a los Estados Unidos de Norte América. En éste sentido, -también se percibió en las entrevistas - que muchos de productores quedaron endeudados, por lo que se vieron obligados a vender sus propiedades a inmobiliarias –las que vieron su oportunidad de negoció ante la necesidad de los afectados- sino también, a particulares provenientes de otras entidades del país, en especial de la zona

¹² El Programa Nacional de Solidaridad, su objetivo era el de “atender a un gran número de mexicanos que viven en condiciones de pobreza y que sus necesidades básicas no están adecuadamente satisfechas – nutrición, salud, educación, vivienda, medio ambiente, acceso a los servicios públicos y empleo productivo–. Trató de romper el círculo vicioso que la produce y acrecienta generacionalmente. La población objetivo por prioridades eran los pueblos indígenas, los campesinos y habitantes del medio rural en las áreas semidesérticas y serranas, así como los pobres de las ciudades” (Ontiveros, 2005).

centro del país – ciudad de México y Puebla -.

Otro programa que intervino en la zona, fue el programa de reforestación por parte de la SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) (1982-1992) que apoyo con programas de reforestación de las zonas afectadas por los incendios -de los años de 1987 y 1988-, y su vez con empleo temporal para algunos habitantes de la zona de estudio (ver diagrama VI.2.3.a.). De acuerdo los entrevistados en éste sentido además indicaron que el programa de reforestación no solo se remitió a las áreas con pino (“zona Alta”), sino también se sembró en zonas templadas (acahuales, mesófilo, agroforestal y áreas “Sin vegetación”) –y que mucha de la planta se usó para la sombra del café- y tropicales (acahuales, selvas y áreas sin vegetación).

Es importante recalcar que de acuerdo al sentir de los entrevistados, PRONASOL generó apatía generalizada de los habitantes beneficiados con los subsidios, resultado en el acentuado desinterés por las actividades en el sector agropecuario.

VI.4.2. Sistema 1999

El sistema 1999, tienen como inicio el año de 1993, y termina en el año de 1998 (ver diagrama VI.4.4.a), mientras que en el diagrama VI.4.2.a., se observa que dentro de los recuadros (de color) las superficies de cada uso del suelo y vegetación que permanecieron sin cambio en cada subsistema (exceptuando la categoría “No data”), mientras en la parte superior de cada recuadro de color negro -antes citado- indican la superficie que se incorporó a esa categoría. Los círculos de colores señalan la procedencia por tipo de vegetación que se incorporó a esa categoría de acuerdo a las tablas VI.2.6.1.d. y VI.2.6.1.e. (Matriz de transición 1993 a 1999). En el mismo diagrama –antes citado- se identifican como elementos de contorno: la “Crisis mundial del Café de acuerdo a la Organización Internacional del Café (Osorio, 2009)” (ver gráfico VI.4.1.b.), el incendio del año de 1998 (ver gráfico VI.4.2.a.).

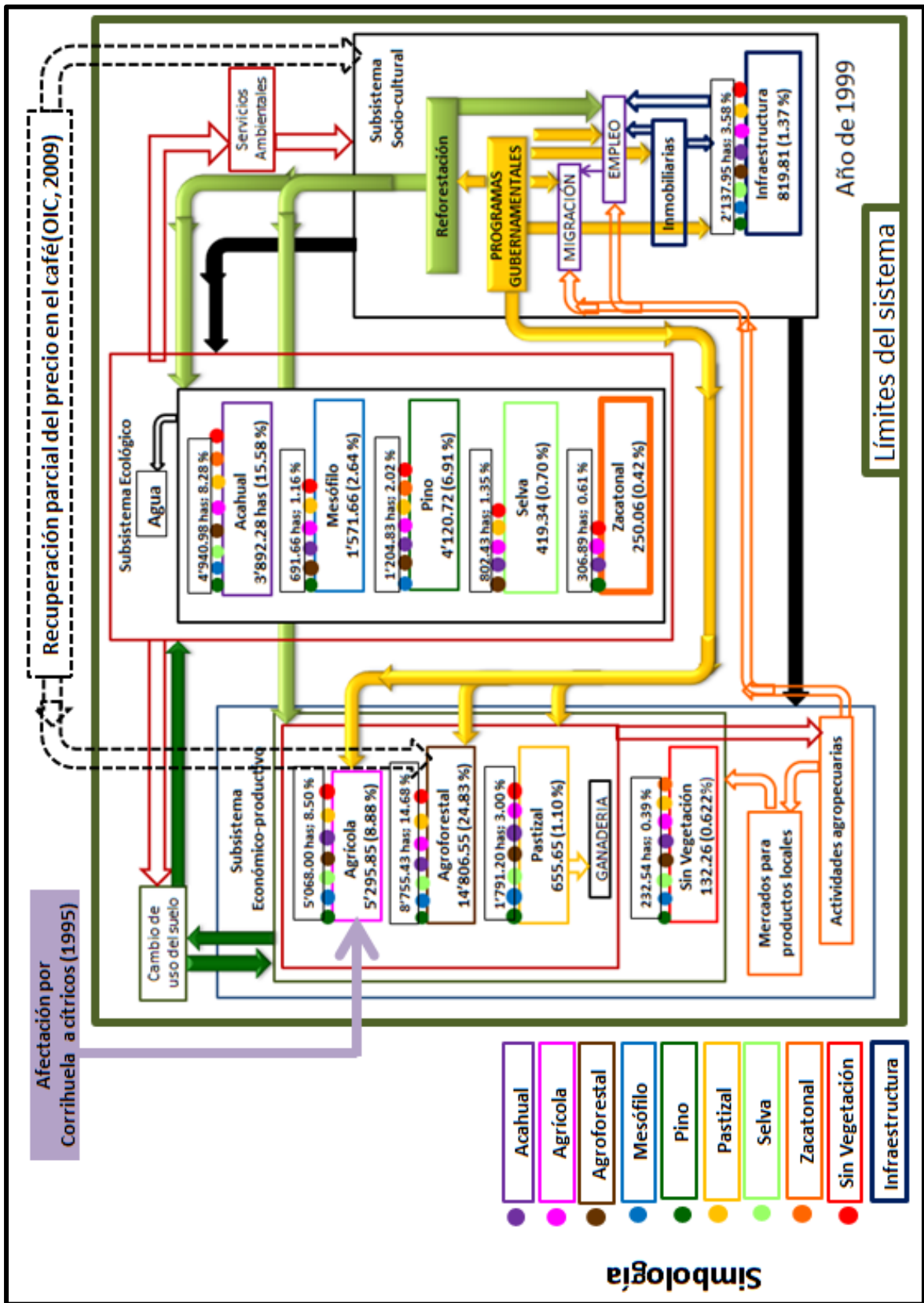


Diagrama VI.4.2.a.- Aproximación del sistema y subsistemas correspondiente al año de 1999.

VI.4.2.1. Subsistema ecológico

En el diagrama VI.2.2.a, se muestran los tipos de uso del suelo y vegetación considerados en el presente análisis, y se observa que se aplicaron dos programas de reforestación –según los entrevistados- en los años de 1995 y 1997, por parte del programa PRONARE (proveniente de SEDESOL), tuvo un impacto relevante como se observa en la matriz de transición de 1993 a 1999 (ver tablas VI.2.6.2.g. y VI.2.6.2.h.), que en el caso del bosque de “Pino” que pasó de 4'929.01 has a 5'325.56 has (8.26 %) (Recibió aportaciones en superficie del bosque mesófilo de montaña, agroforestal, acahuales, agrícolas, pastizales, zacatonales y zonas sin vegetación), identificándose un tasa de cambio positiva del 0.013. Lo que incidió directamente en los servicios ambientales (principalmente en la captación de agua) para las comunidades asentadas en la cuenca, y a su vez influyendo en el cambio de uso del suelo y vegetación. Otro de los tipos de vegetación que aumentaron en superficie se refiere al “Zacatonal” que paso de 287.30 a 610.96 has (1.02 %) (ver tabla VI.4.6.5.q.), recibiendo contribuciones del bosque de pino, acahual (éstos dos últimos probablemente debido al desmonte), áreas agrícolas (abandonadas) y de zonas sin vegetación, identificándose un tasa de cambio positiva del 0.134.

En relación a los usos de suelo que se vieron mermados se refieren a la categoría identificada como “Selva”, la que pasó de 2'800.62 has a 1'221.77 has (2.05 %), identificándose un tasa de cambio negativa del -0.129; el “Mesófilo” ocupaba 6'735.39 has y paso a 2'263.33 has (3.79 %), y el “Acahual” cubría una superficie de 9'290.68, pasa 8'833.27 has (14.81 %) (Desmonte para agricultura y asentamientos humanos), identificándose un tasa de cambio negativa del -0.166.

VI.4.2.2. Subsistema económico-productivo

En el subsistema económico – productivo se observa que para el año de 1999, hay un incremento en la superficies de los usos del suelo “Agroforestal” que tenía 18'597.75 has pasando a 23'561.99 has (39.51 %) (ver gráfico VI.2.6.5.q.), provenientes de bosque de pino, mesófilo, selva, acahual, agrícola, pastizal y áreas sin vegetación (ver gráfico VI.4.2.a.), lo anteriormente probablemente sea consecuencia de la recuperación de los cafetales y de fincas abandonadas (ver diagrama VI.4.1.c.), de la recuperación de los precios del café (ver gráfico VI.4.1.b.) y programas gubernamentales que apoyaron al sector agropecuario.

En relación al uso del suelo “Agrícola” mostro una afectación grave a los huertos citrícolas por la plaga conocida localmente como “corrihuela” ya que muchas plantaciones fueron eliminadas por tal afectación. Es importante señalar que en el año de 1994 y 1996 se recibieron importantes apoyos a los cafecultores por parte del Consejo Mexicano del Café mediante el programa “alianza para el campo”, reactivando al sector agropecuario y colocando los productos del campo en el mercado no solo nacional sino internacional (ver gráfico VI.4.2.a.).

La categoría “Agrícola” no tuvo un cambio importante en la zona de estudio ya que paso de 10'275.94 has (17.38 %) a 10'363.85 has, mientras que el “Pastizal” tuvo un descenso en su superficie que tenía en el año de 1993, 3'866.38 pasó a 2'446.85 has (4.10 %), y la categoría “Sin vegetación” de 363.48 pasó a 1999 con 364.81 has (0.61 %), lo anterior probablemente sea el reflejo como se mencionó anteriormente de los apoyos gubernamentales tanto del Consejo Mexicano del Café (Alianza para el campo)¹³ y del programa PROCAMPO¹⁴, y de los programas de reforestación de los años de 1995 y 1997, que sin duda coadyuvaron al fortalecimiento de los sistemas agroforestales en la zona de estudio (generación de empleo y disminución de la migración). Mitigando los efectos en el sistema socio –cultural seriamente afectado en el periodo próximo pasado que se manifestó en el abandono de las actividades agropecuarias por la falta de mercado para los productos de la zona.

VI.4.2.3. Subsistema socio-cultural

Éste subsistema tiene como elementos relevantes: los programas gubernamentales, el empleo, la migración, y la infraestructura (ver diagramas VI.4.1.c. y VI.4.2.a). En relación a los programas de reforestación, provienen de los programas gubernamentales (PRONARESEDESOL), que han influido sobre el sistema-ecológico, recibiendo no solo plantas forestales (tanto para climas fríos como templados y cálidos), sino también en la generación de empleos temporales y conformación y refuerzo de los sistemas agroforestales, así como

13 Consejo Mexicano del Café, A.C. (1993 – 2006). En 1993 se creó el Consejo Mexicano del Café como una asociación civil con personalidad jurídica y patrimonio propio, integrada por los titulares de la Secretarías de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), de Hacienda y Crédito Público (SHCP), de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y de Desarrollo Social (SEDESOL), los gobernadores de los 12 estados que producen café, los titulares de los bancos de desarrollo y los representantes de asociaciones nacionales de los distintos eslabones de la cadena (AMECAFE, 2011).

14 El Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) se instrumenta a finales de 1993 y surge como un mecanismo de transferencia de recursos para compensar a los productores nacionales por los subsidios que reciben sus competidores extranjeros, en sustitución del esquema de precios de garantía de granos y oleaginosas. El PROCAMPO otorga un apoyo por hectárea o fracción de ésta a la superficie elegible, inscrita en el Directorio del PROCAMPO, y que esté sembrada con cualquier cultivo lícito o que se encuentre bajo proyecto ecológico autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El apoyo se entrega a los productores que acrediten ser propietarios o poseedores de buena fe o en posesión derivada (en arrendamiento, usufructo, aparcería) de predios con superficies elegibles en explotación inscritos en el PROCAMPO. En el PROCAMPO se encuentran los productores del país que voluntariamente se inscribieron en el Directorio, independientemente del tamaño del predio, tipo de tenencia de la tierra, régimen hídrico, modo de producción o filiación política. El objetivo de acuerdo con el Decreto que regula al Programa de Apoyos Directos al Campo, denominado PROCAMPO, es transferir recursos en apoyo de la economía de los productores rurales, que siembren la superficie elegible registrada en el directorio del programa, cumplan con los requisitos que establezca la normatividad y acudan a solicitar por escrito el apoyo. La población objetivo se refiere a los productores, personas físicas o morales, con predios registrados en el PROCAMPO, a los que se les haya integrado en el Centro de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER) que les corresponda su Expediente Único Completo, que mantengan el predio en explotación y cumplan la normatividad de este Programa (DOF, 1994).

para la generación y establecimiento de plantaciones forestales comerciales, en zonas donde anteriormente había actividades agrícolas, pastizales (zona alta de la cuenca) y áreas sin vegetación.

Otro de los programas gubernamentales, se refiere a PROCAMPO que incidió en las zonas agrícolas con apoyo a los productores agrícolas, y que de la misma manera también apoyo a los cafecultores mediante el programa “alianza para el campo” del Consejo Mexicano del Café.

En relación al elemento “Infraestructura” cubría en el año de 1993, de 819.82 has, pasaron a 2'957.77 (4.96 %) (intervención directa del sector inmobiliario), y que tiene efectos directos en los sistemas ecológico (demanda de servicios ambientales) y el económico-productivo (apoyo a las actividades productivas, mediante la generación de empleo, y por consiguiente la disminución en la migración). Es importante señalar que de acuerdo a los entrevistados, la migración que se percibe y esta acentuada en éste periodo, es la que se da del campo a la ciudad, al emplearse los habitantes rurales en el sector terciario –servicios-.

VI.4.3. Sistema 2010

El sistema 2010, tienen como inicio el año de 1998, y termina en el año de 2010 (ver diagrama VI.4.1.c.). En el diagrama VI.4.2.a., se indican dentro de los recuadros (de color) las superficies de cada uso del suelo y vegetación que permanecieron sin cambio en cada subsistema, mientras en la parte superior de cada recuadro de color negro -antes citado- indican la superficie que se incorporo a esa categoría. Los círculos de colores señalan la procedencia por tipo de vegetación que se incorporó a esa categoría de acuerdo a las tablas VI.2.6.2.g. y VI.2.6.2.h. (Matriz de transición 1999 a 2010). Como elementos de contorno se identificaron la precaria recuperación de los precios del café a nivel internacional (Osorio, 2009), aumento en el consumo de café nacional e incendios forestales de los años de 1998 y 2005.

VI.4.3.1. Subsistema ecológico

En éste subsistema se reconocen los siguientes tipos de vegetación: “Pino” fue 6'420.82 has (10.77 %), “Acahual” ocupó 4'954.61 has (8.31 %), “Mesófilo” 3'774.45 has (6.33 %), “Selva” 989.67 has (1.66%), y “Zacatonal” 534.41 has (0.90) (Ver tabla y gráfico VI.2.5.a, tablas VI.2.6.2.g. y VI.2.6.2.h -matriz de transición- y mapa VI.2.5.c.). Las superficies antes citadas representan no solo servicios ambientales para la cuenca, sino también recursos forestales maderables y no maderables para las comunidades asentadas en las proximidades de estos ecosistemas, y que han sido intervenidos por programas gubernamentales como los de reforestación y control de incendios. Sobre éste último elemento se reconoce por parte de los entrevistados un incendio importante en las zonas “Alta” y “Media Alta” en el año de 1998, destruyendo una importante área de

aproximadamente 121 has, mientras que en el año 2002, fueron afectadas 1'746 has (Tivo e Iglesias, 2006; Tivo e Iglesias, 2008). En relación al recurso agua y derivado de las entrevistas a profundidad se detectó que desde el año de 2005, los manantiales -ha decir de los entrevistados- han sido afectados por los periodos de lluvia que son más cortos y están desfasados (cambio en el clima), afectando en la infiltración de la precipitación a los mantos freáticos, y en los cultivos al ser sometidos a un mayor periodo de estrés hídrico (ver diagramas VI.4.1.c. y VI.4.3.a.).

VI.4.3.2. Subsistema económico-productivo

Los elementos de uso del suelo y vegetación considerados en éste subsistema son: “Agroforestal” que ocupó 27'021.02 has (45.31 %), la superficie “Agrícola” con 6'676.83 has (11.20 %), la vegetación de “Pastizal” con 4'172.98 has (7.00 %), y la categoría “Sin vegetación” 106.92 has (0.18 %) (Ver tabla y gráfico VI.2.5.a, tablas VI.2.6.2.g. y VI.2.6.2.h (matriz de transición); mapas VI.2.5.b. y VI.2.5.c.). En éste tercer periodo con base a las entrevistas se percibe la desaparición del 50 % de fincas cafetaleras en la zona de estudio debido posiblemente a tres factores importantes la afectación por broca del café que mermo calidad y cantidad de producto cosechado, la importaciones de alimentos (incluyendo café proveniente de países como Brasil, Vietnam, Indonesia, Uganda, etc.), y la falta de mercados para los productos locales. Esto ultimo también afecto al sector ganadero que a decir de la Asociación Ganadera por parte de su titular los ganaderos pasaron de 35 de vacunos a 17, por lo que ésta actividad ya se considera por parte de la Asociación como de autoconsumo o subsistencia (que al igual que el café, el sector ganadero se vio rebasado por las importaciones de carne principalmente de Estados Unidos de Norte América por sus prácticas desleales, en éste sentido Marques-Sánchez *et al.* (2003), Se calcula que tan solo en el año 2001, las importaciones de carne en México se incrementaron en 800 %). Otro sector afecta fue el cultivo de maíz, que a decir de los entrevistados se ha dejado de sembrar y representa buscar el grano en otros municipios como Gonzáles Ortega (Puebla) y Cardel (Veracruz), lo anterior se manifiesta en cambio de uso del suelo y vegetación, convirtiendo amplias zonas de sistemas agroforestales en monocultivos como lo es el limón persa, caña de azúcar (ver diagrama VI.4.3.a.).

VI.4.3.3. Subsistema socio-cultural

Los elementos incluidos en éste subsistema son: “Infraestructura” que tuvo en 2010 una superficie de 3'301.23 has (5.54 %), y se le sumaron del año de 1999 a 2010 343.46 has (0.58 %) (Ver tabla y gráfico VI.2.5.a, tablas VI.2.6.3.j. y VI.2.6.3.k (matriz de transición) y mapa VI.2.5.c.). Así como los elementos Programas Gubernamentales, el fenómeno migratorio, y el empleo (ver diagrama VI.4.3.a.)

En relación a los programas gubernamentales la truiticultura es uno de ellos y que depende directamente del subsistema ecológico, ya que ocupan de manera básica el recurso agua, y

que desde el año de 2006, fueron promovidos los estanques y la capacitación para el cultivo de la trucha arco iris desde la zona “Media alta” a la “Media”. Sin embargo, al igual que muchos otros proyectos adolecen de mercado para los productos de la región, por lo que se genera un creciente desempleo con “el desencanto” de los proyectos, y a su vez oleadas migratorias como la acontecida en el año 2001 –que, según manifiestan los entrevistados-, que se dirigen a estados vecinos y a los Estados Unidos de Norte América, para ser empleados en el sector terciario (servicios). Otros programas que tienen incidencia en la zona de estudio son: OPORTUNIDADES, alianza para el campo (Apoyo a cafetaleros), PROCAMPO, PRODEFOR (CONAFOR año 2000) y el pago por servicios ambientales, que han impactado positivamente a la zona pero de manera parcial, tan es así, que algunos entrevistados señalaron que *“más que apoyar desmotivaron al sector agropecuario y generando el abandono de éstas actividades (por hacer pagos como en el caso de PROCAMPO que sin sembrar tenían el apoyo)”*; mientras que OPORTUNIDADES proporcionan becas a menores de edad que son simpatizantes al partido político en turno, el alcalde, conocidos, etc.

Lo anteriormente señalado en el párrafo anterior, han motivado la venta de amplias zonas productivas a inmobiliarias voraces que sin ninguna restricción han deforestaron y fraccionado las mejores tierras, convirtiéndolas en parque industriales como en la zona de “El Grande”, las zona de café Texín, los cafetales “Bola de Oro”, la hacienda Zimpizahua, en el municipio de Coatepec; la creación de amplias áreas comerciales (a la entrada de Xico), por citar algunas (ver diagrama VI.4.3.a.)

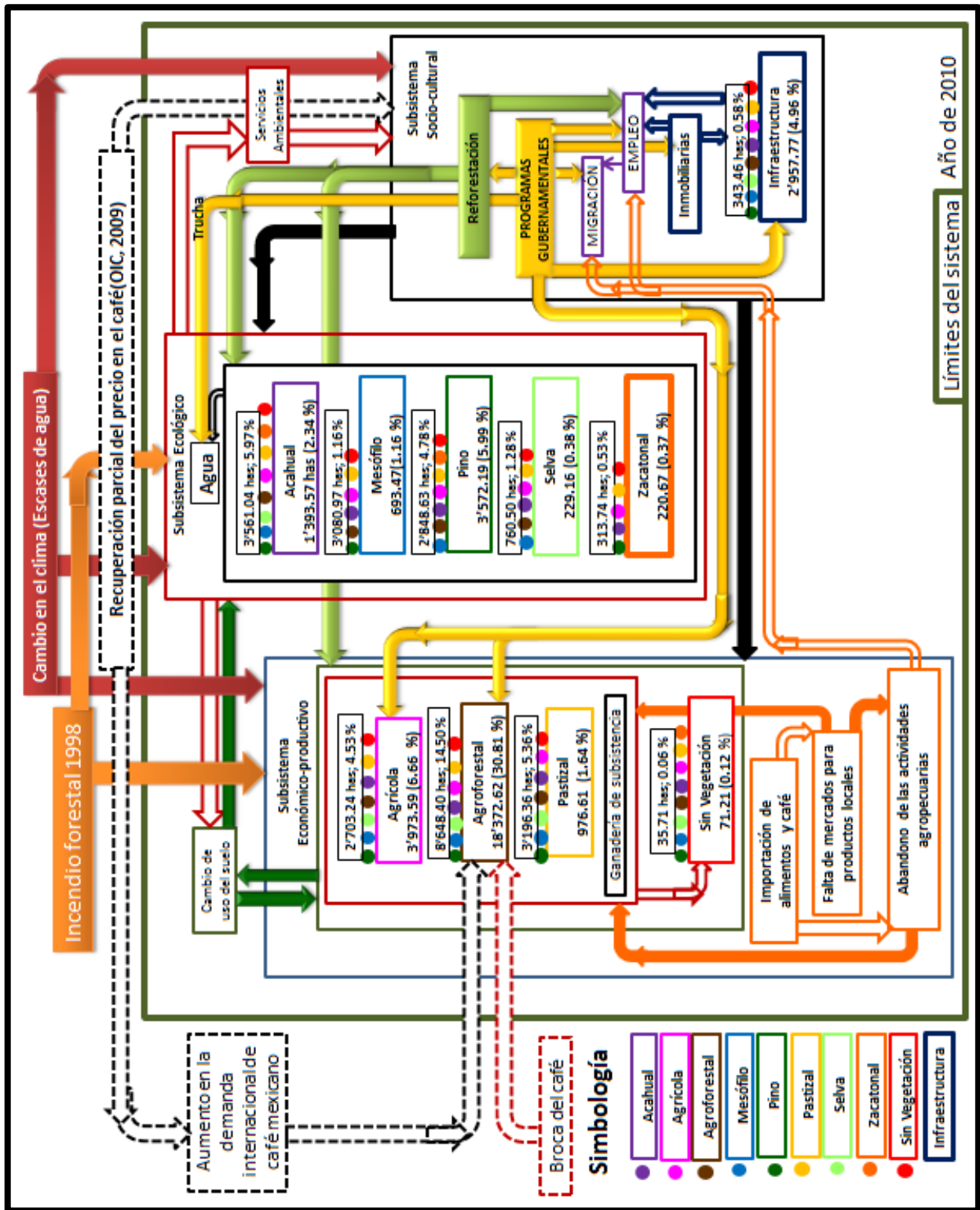


Diagrama VI.4.3.a.- Aproximación del sistema y subsistemas correspondiente al año de 2010.

VI.4.4. Síntesis e integración de los sistemas

A manera de resumen el diagrama VI.4.1.c, se muestran los comentarios realizados por los entrevistados con respecto los eventos que sucedieron en la zona de estudio y que han incidido en la modificación de los paisajes. Es importante denotar que con base a la información de las entrevistas de profundidad el presente documento consideró al café como un producto relevante para el desarrollo socioeconómico de la región, además de que en el área de estudio ocupa el 45.50 % de la superficie (ver tabla y gráfico VI.2.5.a., y mapas VI.2.5.b. y VI.2.5.c.), por lo que se tomó como referencia para el análisis de las entrevistas. En éste sentido, también se identificaron tres periodos en el diagrama VI.4.1.c, que van del año de 1987 al año de 1993, de 1993 a 1998 y de 1998 al año de 2010 (ver diagrama VI.4.1.c), mismos que se sobrelaparon con el gráfico de los precio indicativo compuesto de la OIC (Promedios mensuales de julio de 1989 a mayo de 2009, de acuerdo a Osorio (2009).

En el **primer periodo “Sistema 1993”**, se percibe un abandono de las fincas cafetaleras debido principalmente por la desaparición paulatina del INMECAFE que se consumó en el año de 1992, *-que sumado a la crisis mundial del café, con la consecuente pérdida de valor del mismo, desde finales de los años ochenta, además de falta de políticas públicas suficientes, eficientes y sensibles para éste sector (Santander, 2012)-* afectó seriamente a éste sector, ya que brindaba apoyo, no solo en la venta y comercialización, sino también en la asesoría técnica a los productores. Lo anterior es muy sobresaliente ya que de acuerdo a Santander (2012) *fue la principal fuente de ingresos para más de tres millones de personas en más de 4'500 comunidades rurales, ingreso que satisfacía alimentación, medicina, educación, etc.*

Es importante señalar que desde *los años setenta se promovieron proyectos con caprinos en la zona “alta” y “media alta”, pero que debido a la gran cantidad de humedad ambiental no prosperaron debido a que enfermaban constantemente de las pezuñas los chivos* (Sres. Heraclio Martínez, Fernando Cervantes, Miguel Hernández, Rogelio Cabrera), al parecer por fungosis. Más tarde en el año de 1985, los entrevistados indicaron que hubo importantes programas de ganadería promovidos por las municipalidades, que representó la deforestación de la zona “media”, abriendo espacios para el pastoreo extensivo (Sr. Fernando Cervantes, José Manuel Quiroz, Rafael Fuentes Espinoza, Rafaela Álvarez Olvera, Cristian Horacio Teczon). Así como en ese mismo año se implementaron áreas de cultivo de cítricos, en especial del limón persa (Sr. José Manuel Quiroz)

Continuando con éste primer periodo, se observa además en el diagrama VI.2.4.a y gráfico VI.2.4.b, *un descenso en la producción y bajo precio del café, y la presión de otros cultivos sobre los sistemas agroforestales, por cultivos como el limón persa y cultivos de caña de azúcar principalmente en la porción oriental (zona “baja”), así como en la zona “media baja”. Un elemento que afecto de manera importante a la zona de estudio fue la helada del año de 1989, que se presentó arriba de la cota de los 1'200 msnm hacia la cumbre, lo que*

mermó no solo la producción del grano, sino también su calidad (Sr. Heraclio Moreno). En relación a las áreas de café afectadas por el meteoro antes citado, represento la llegada de programas de reforestación (años de 1989 y 1990) –Sres. Rafael Fuentes, Rafaela Álvarez Olvera, Maribel Rodríguez, y Micaela Ruiz), que para la zona “Media Baja”, significó la sustitución de plantas de cafetal afectadas por las bajas temperaturas, –en éste sentido el Sr. Efrén Pozos indica que el gobierno regalo plantas para la sobra del cafetal (mango, pimienta, bracatinga, melina, cedro rosado, primavera, etc.), además de pesetilla de café para mitigar la pérdida de plantas, las variedades obsequiadas fueron Costa Rica, Oro Azteca y Garnica principalmente-.

El programa de reforestación de los años de 1989 y 1990, apoyó con plantas para climas fríos (pinos) (donde se presentó la afectación importante por los incendios de los 1987 y 1988, proximidades al cofre de Perote) (Sr. José Luis Pozos), sino también al oriente del área de estudio (zonas “Media baja” y “baja”) que corresponden a climas templados y cálidos (muchas de éstas fueron empleadas para la sombra del café).

La pérdida de cosecha del año 1989, más la merma en la calidad del mismo (mancho el grano de café), que sumado a la muerte de matas de café en etapa productiva, significó falta de capital para actividades de mantenimiento de los cafetales y sostén de los productores. Lo anterior hizo que muchos finqueros decidieran abandonar el cultivo de éste producto y migrar temporal y semipermanente a otros estados y fuera del país en busca de trabajo-, a decir de los entrevistados es el año de 1990 cuando se percibe de manera más fuerte la ausencia de vecinos en la región (Sres. Heraclio Moreno, Efrén Pozos y Eduardo Cervantes). Es en el año de 1990 de éste primer periodo que muchos cafetaleros vieron la oportunidad de quitar cafetales para cultivar caña de azúcar (de acuerdo al Sr. Rey fuentes, el cultivo del endulzante requiere menos mano de obra y con ganancias importantes, que junto con la oleada migratoria, significó una oportunidad para los que se quedaron). A lo anterior otro elemento que se sumó modificaciones a los paisajes, fue el auge de la actividad inmobiliaria de 1990, que con el abandono de fincas, la migración (Sr. Heraclio Martínez y Eduardo Cervantes), la caída en la producción del café, la aparición de la roya del café (Sr. Heraclio Martínez), así como la creciente deuda de los cafecultores se vieron obligados a vender las propiedades no solo a vecinos sino a personas externas a la comunidad (de otros estados de la república mexicana y de países) (Sr. Eduardo Cervantes).

En relación a los programas gubernamentales sobresalientes en éste periodo estuvo el Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL), que trajo consigo no solo el *apoyo económico a unos cuantos, sino también el desinterés por el campo, ya que sin trabajar – sembrar- tenían un ingreso seguro* (Sres. José Manuel Quiroz, Florinda Martínez, Heraclio Moreno y Eduardo Cervantes).

En el **segundo periodo**, que correspondiente de 1993 al año de 1998, sobresale el rescate de muchas fincas cafetaleras y del trabajo con las que continuaron del periodo anterior, percibiendo una recuperación en la producción del café, tan solo en éste sentido Fernando Cervantes señala que *en la parte media del municipio lo que pertenece alrededor de Coatepec lo que es la ciudad es la zona que existe todavía café, de 10 mil hectáreas que*

existían en 1998 todas las demás han cambiado, la mayoría se han vuelto cañales y otros cultivos, el cambio a caña es porque es relativamente fácil de dos o tres manejos al año y es más redituable a comparación del café.

Dentro de los programas implementados en la zona fueron los de reforestación con PRONARE, que permitieron fortalecer los sistemas agroforestales (años de 1995 y 1997). Otro programa que apoyo a los sistemas agrícolas fue PROCAMPO (Sr. José Manuel Quiroz), que tuvo un efecto similar al periodo anterior desmotivando el interés del campo y los beneficiarios que sin trabajar la tierra tenían un ingreso que les permitía a “ir pasándola” (Sres. Polo Ruiz, Fernando Cervantes, Efrén Pozos, Consuelo Nieto, Rafael Fuentes, Rafaela Álvarez Olvera).

*Un fenómeno que afecto las plantaciones de cítricos realizadas en el año de 1995, fue la corrihuela (de acuerdo a lo descrito por los entrevistados corresponde a *Phytophthora* spp. “gomosis”), lo que desmotivo a los productores y consecuente abandono de la actividad y el endeudamiento por la inversión en el proyecto (Sres. Rey fuentes, Polo Ruiz, Efrén Pozos, Consuelo Nieto, Fernando Cervantes, María Leticia Morales, José Manuel Quiroz, Heraclio Moreno). En éste periodo surge el Consejo Mexicano del Café (1994) con algunas atribuciones del extinto INMECAFE, que apoyó a los productores cafetaleros pero de la misma magnitud que ésta última, adoleciendo principalmente en la comercialización y posicionamiento del aromático.*

Un programa sobresaliente de éste periodo fue el Consejo Mexicano del Café, mediante “alianza para el campo” (Santander, 2012), que fungió como operador de programas de apoyo al sector cafetalero, coordinación de los Consejos Estatales y Regionales del Café, durante la gestión de éste programa se orientó al incremento de la productividad y de la producción, a través de jornales, mejoramiento y renovaciones de café.

En el **tercer periodo** que va desde el año de 1998 hasta el 2010, está marcado principalmente por un incendio que duro más de mes quemando una gran área en las faldas del cofre de Perote (Sres. Rafael Fuentes Espinoza, Rafaela Álvarez Olvera, Maribel Rodríguez Sánchez, Micaela Ruiz Hernández, Fernando Cervantes, Heraclio Moreno, José Luis Pozos), éste sentido el Sr. José Luis Pozos dice que: *en 1998 hubo un incendio terrible de Tonalaco hasta tembladeras, y que la afectación que fue mitigada con programas de reforestación, destacando la participación de CONAFOR a partir del año 2001 (Sres. Fernando Cervantes, José Luis Pozos, Cristian Horacio Teczon). En las fincas cafetaleras, se dio una merma sustancial en la producción motivado por la afectación de la broca del café (año de 1999) y el aumento de las importaciones de éste grano provenientes de países como Brasil, Vietnam, Colombia, etc. (Sres. Heraclio Moreno, José Manuel Quiroz), lo que motivo una segunda oleada de migrantes hacia Estados Unidos principalmente en el año de 2001 (Sres. Heraclio Moreno, Cristian Horacio Teczon, Eduardo Cervantes, José Manuel Quiroz, Rafael Fuentes, Efrén Pozos, Fernando Cervantes, Polo Ruiz), presionados por la falta de trabajo, comercialización y sobre todo por el endeudamiento por préstamos adquiridos para el mantenimiento del sector.*

Se considera que a partir del año de 1999, desapareció el 50 % de las parcelas dedicadas a la cafeticultura en éste periodo (Sres. Heraclio Moreno, Cristian Horacio Teczon, Eduardo Cervantes, José Manuel Quiroz, Rafael Fuentes, Efrén Pozos, Fernando Cervantes). Más tarde en el periodo de los años de 2000 al 2004, surge un apoyo importante a éste sector por parte del Consejo Mexicano del Café -hasta la desaparición de ésta instancia en el año 2004-, en el que las fincas logran posicionarse al aromático en el mercado mexicano y lograr un buen consumo *per cápita* en México (Sres. Heraclio Moreno, Florinda Martínez, Eduardo Cervantes, y Fernando Cervantes). Un dato interesante es que las fincas que se recuperaron y que estuvieron abandonadas por varios años sin ninguna aplicación de agroquímico debido a los escasos ingresos por éste producto, lo que sirvió para “desintoxicar” a la tierra y al producto por consiguiente, quedando con calidad de “producto orgánico” (Sres. Heraclio Moreno, Florinda Martínez). En éste sentido Santander (2012) señala que: el café de sombra y el orgánico se da en una relación complementaria, por lo que no son términos idénticos. El café de sombra se puede o no cultivar orgánicamente; sin embargo o el café orgánico que se cultiva en México es bajo sombra.

Un logro relevante para la conservación de los ecosistemas y sus funciones se presenta en el año de 2002, específicamente en el mes de julio al formalizarse FIDECOAGUA, apoyando con 1'400 pesos anuales por hectárea como pago por servicios ambientales, lo que amortigua la dura caída en producción de café -de ese mismo año-, y sobretodo disminuye la presión sobre el desmonte para actividades agropecuarias. En éste orden de ideas los entrevistados indican la percepción de un fenómeno no visto antes, que es la escasez de agua a partir del año de 2005, generada principalmente por el cambio de uso del suelo, tal y como lo cita Eduardo Cervantes: *“los cambios más abruptos –de cambio de uso del suelo- se da en torno a la zona de Coatepec, ya es un sitio propiamente de producción de café, y solo quedan las comunidades alrededor que todavía se resisten a la venta de sus fincas, se ve la llegada de algunas gentes de Puebla, México y la generación de fraccionamientos, ya que para los propietarios es mayor negocio. Nosotros hemos visto que la salida hacia Coatepec en la parte hacia el grande, y hacia la parte de arriba es una zona un poco más quebrada ahí hay ciertas restricciones, van mucho en esta idea de desarrollar el ecoturismo y más hacia el norte esta Xalapa y el corredor industrial. En la zona de Xico, a mí una de las cosas que yo he visto ha sido más dramático es que Xico ha crecido muy a lo bruto de como el lado de Cosautlan la verdad es que es un verdadero desastre las condicionantes del terreno son más evidentes pero tienen mucho ver la cultura”. Otra de las zonas que están siendo afectadas por el cambio de uso del suelo y que son fuentes de abastecimiento de agua es la de Oxtlapa (mpio. de Xico) que es fundamental porque es una de las fuentes de aprovisionamiento y hay otro tramo entre Cocosatla e Ixhuacan que abastece otro manantial”. Otro comentario sobresaliente a éste tema es el de Rogelio Cabrera quien manifiesta que: desde hace unos 30 años (1980), cuando con el auge de la ganadería – y por consiguiente la deforestación- provocó la desecación y disminución de caudal de los manantiales, aquí es donde más nos ha pegado –Cosautlán de Carvajal- lo que se ha hecho en zona “alta”, y lo más grave es que allá es donde comienza la cuenca.*

De los proyectos sobresalientes se mencionan la truticultura que inicia incipientemente en los años 70's, pero es en año de 2006 que recibe atención y se establecen más estanques para el desarrollo de ésta actividad (Sres. Fernando Cervantes, José Luis Pozos, Polo Ruiz). Una nota que recalca la Asociación Ganadera, es que a partir de la década del año 2000, la ganadería pasa a de ser extensiva a muy local y es considerada por ésta institución como ganadería de subsistencia (Sres. Cristian Horacio Teczon, Miguel Hernández, Rafael Fuentes Espinoza, Rafaela Álvarez Olvera, Micaela Ruiz, José Luis Pozos) y es mayoritariamente *afectada por la importación e introducción carne sudamericana, más que nada de Uruguay* (Sr. Miguel Hernández). En éste mismo sentido Rogelio Cabrera, señala que *las grandes áreas deforestadas en Xico y toda esta zona de Xico viejo, que fueron potreros, ahora prácticamente están abandonados porque la ganadería solo aparece como familiar y no es rentable debajo de 30 o 40 cabezas de ganado y por ahí en Xico tuvieron el problema de que desapareció la ganadería intermedia que la manejaban con 15 cabezas y tenían un trabajador y con toda esta crisis hizo que desapareciera prácticamente ésta actividad.*

En relación a los cultivo de maíz y limón persa, el primer producto indican –los entrevistados- que partir del año 2000 se deja de sembrar en la zona, por lo que tienen que ir por éste grano a la región de Cardel, Veracruz, y al municipio de Guadalupe Victoria en el Estado de Puebla (Sres. Heraclio Moreno, Florinda Martínez, José Manuel Quiroz, Polo Ruiz). Mientras que en el caso del limón surge otro auge en su cultivo y se presenta en las proximidades de las comunidades de Tlaltetela, Tuzmapan, Jalcomulco, etc. (Sres. Heraclio Moreno, Polo Ruiz, Rey Fuentes).

VII. DISCUSIÓN.

Los resultados generados en el presente documento muestran la situación presente y la dinámica histórica de la región denominada como “la parte alta de la cuenca del río La Antigua”. El estudio está conformado por la aportación de elementos teóricos para el análisis y síntesis, la integración de la información cuantitativa y cualitativa bajo un enfoque sistémico; y los datos empíricos provenientes de la percepción remota.

En relación a la aportación teórica, es importante reconocer que el entendimiento de un fenómeno no puede ser explicado desde la descripción de sus partes aisladas, sino mediante su integración articulada obteniendo una visión más dinámica y flexible con una mayor capacidad explicativa. De esta manera el desarrollo sustentable de una región requiere del entendimiento de las relaciones mutuas entre el sistema natural, social y el desarrollo económico, con la finalidad de la utilización racional y eficiente de los ecosistemas y con ello la preservación de los mismos (Bifani, 1993; Barrow, 1995). Lo anterior obliga a ver a los recursos naturales no solo como útiles en la medida que se conviertan en productos, bienes o servicios (Berkes y Folke, 1998), ya que como lo menciona Boege (1996), esta visión ha generado una degradación irremediable comprometiendo su calidad y cantidad para las presentes y futuras generaciones, al superar la capacidad de renovabilidad (UICN et al., 1991). Por lo anterior es de reconocerse que se requiere de la adopción de nuevas relaciones no solo institucionales sino también prácticas entre el aparato productivo y el medio ambiente (SEMARNAP, 1995), los dueños –legítimos- y usuarios directos de los recursos naturales, bajo las mejores condiciones posibles, tomando en consideración la diversidad cultural, de la tierra y de los diferentes grados de acción del hombre (Tricart y Killian, 1982). Es en éste sentido que ésta tesis reconoce las formas de integración de la sociedad organización a los ecosistemas, así como su diversificación en función del espacio, y al ordenamiento de las tierras y aguas como elemento total para adaptar la diversidad de acciones humanas en los ecosistemas, y con ello la toma de decisiones bajo condiciones de racionalidad ambiental (Leff, 2006), y pleno conocimiento de causa.

El ordenamiento ecológico como instrumento representa la plataforma para la regulación apegado a derecho constitucional para regular, fomentar, desarrollar y limitar las actividades humanas dentro de un territorio, que a su vez se inserta en las políticas locales, planes, programas y proyectos en los tres órdenes de gobierno, mismos que consideran de manera parcial o general las necesidades de los gobernados. En éste sentido la presente tesis hace énfasis en el ordenamiento del medio rural mediante el ordenamiento ecológico y territorial a nivel regional, pero sobre todo que sea participativo, buscando romper con ello la forma autoritaria y eliminar la discrecionalidad con el que se hace la planificación del ordenamiento del territorio, y que de acuerdo a lo expresado por los entrevistados en su mayoría han desencadenado la desarticulación de los modelos de producción y de auto-organización de las comunidades que repercuten en el uso irracional de los recursos naturales, lo anterior se identifica y manifiesta en la deforestación, crecimiento no planeado y ni mucho menos planificado, invasión de infraestructura en zonas agropecuarias, por citar solo algunos fenómenos.

El modelo de ordenamiento territorial comunitario identifica la concepción colectiva del

territorio de las comunidades humanas y las relaciones que inducen a la regulación, acceso y uso, con base a las instancias de representación y autoridad que conforman su base institucional (asambleas, sistemas de cargo, comités, etc) y que constituyen unidades ideales para los procesos de planeación del territorio y el uso, manejo y conservación de los recursos naturales (González y Miranda, 2006).

Lo anteriormente expuesto representa la tesis de generar un diálogo de saberes que permita profundidad y rigurosidad el pluralismo de valores, significados y formas de vida resultante de la existencia de múltiples medios y mediaciones que potencian o encierran las posibilidades comunicativas de personas, grupos e instituciones diversas lo dialógico, recontextulizando y resignificando los procesos, acciones, saberes historias y territorialidades locales (Leff, 1998), con la información técnico-científica, generando con ello agendas de negociación política.

La información vertida por lo usuarios y dueños de los recursos naturales requieren de un análisis flexible, que permita sugerir relaciones posibles entre un índice del mensaje y una o varias variables. Es en éste sentido que el análisis cualitativo mostrado en la presente tesis representa la herramienta para hacer válidas deducciones específicas a propósito de acontecimientos de una variable precisa y no para inferencias generales, es decir la interpretación (cada vez que se hace), está basada en la presencia del índice (tema, palabra, personaje, etc.), no en la frecuencia de su aparición en cada comunicación.

En relación a la integración de la información cuantitativa y cualitativa en el presente trabajo, los sistemas de información geográfica representaron el elemento clave para ello, coadyuvando en la generación de modelos que hacen referencia a una parte de la realidad en un tiempo y espacio determinado, satisfaciendo con ello necesidades concretas de información, al generar la posibilidad de generar múltiples consultas interactivas, de tipo espacial, datos concretos, mapas temáticos, bases de datos, presentar los resultados de todas estas operaciones, geográfico, ecológico, dinámica de poblaciones, por citar solo algunas.

La información de tipo cualitativa del estudio provino básicamente las entrevistas de profundidad (trabajo de campo), que a pesar de las limitaciones tal y como lo reconoce Frechtling y Sharp Westat (1997), en éste caso al basarse en las preguntas de investigación y los objetivos planteados para el mismo, mostró ser la herramienta adecuada, y que auxiliada con material gráfico (mapa de la zona de estudio) durante su desarrollo, permitió la recuperación de información socio-ambiental relevante de la zona de estudio. Durante el desarrollo de las entrevistas se caracterizaron por los entrevistados, cinco paisajes, en los que se desarrollan las diferentes actividades productivas humanas y que son relevantes a nivel regional, además de las actividades de conservación, pero sobre todo donde han incidido las políticas locales, regionales, nacionales e internacionales, que a su vez definen los aspectos sociales, culturales, económicos, políticos, y las formas organizativas dentro de la zona de estudio.

Es sin duda que el aporte de la herramienta entrevistas de profundidad, en el ejercicio del dialogo de saberes contribuyó de manera muy significativa el entendimiento y

caracterización espacio temporal de los elementos incluidos en los diferentes subsistemas de cada sistema, permitiendo interpretar, deducir y relacionar todos y cada uno de ellos, éste dio la entrada para generar tres sistemas para su interpretación que van del año de 1987 al año de 1993, de 1993 a 1998 y de 1998 al año de 2010. En ellos no solo se incluye la percepción de los habitantes, sino también se incorpora la información cuantitativa (mapas de uso del suelo y vegetación).

En relación a la información de tipo cuantitativo que generó la presente investigación están los mapas de uso del suelo y vegetación resultantes de la método de percepción remota que permitió generar la clasificación en las imágenes cumpliendo con los estándares de las evaluaciones de exactitud (Chuvieco 2008), con un valor de “casi perfecto” y “muy bueno”, indicando un alto acuerdo entre el mapa y la realidad, de acuerdo a Landis y Koch (1977; citado en Cerda y Villarroel, 2008) y López de Ullibarri - Galparsoro y Pita-Fernández (1999). Cabe denotar que las inexactitudes identificadas en su mayoría, se atribuyen a la heterogeneidad de hábitat, básicamente por la orografía que prevalece en el área de estudio, principalmente en las zonas “Alta”, “Media Alta” y “Media” (ver mapa VI.3.c.), y sobre todo, por los ecotonos de los diferentes uso del suelo y tipos de vegetación, mismos que impidieron la identificación exacta de las categorías en las imágenes Landsat de 30 m de resolución espacial.

En éste sentido es importante señalar, que a pesar de las limitantes que podrían llevar a errores de clasificación de sitios, algunos de estos errores fueron detectados y corregidos oportunamente mediante los datos de campo, y con ello se obtuvo un producto final de mejor calidad. Lo anterior confirma lo expuesto por Hiraes-Cota et al., (2010) que las imágenes Landsat, especialmente aquellas de los sensores TM y ETM+, producen resultados satisfactorios a pesar de su resolución espacial, y que son preferidas para estudios de detección de cambio, debido a al bajo costo de adquisición, largas series de tiempo y cobertura, además de ser fáciles de usar.

Los mapas de uso del suelo constituyen el aporte empírico del presente trabajo, al generarse y analizarse tres años (1993, 1999 y 2010), generando escenarios para cada periodo identificando además la tasa de cambio de entre los años de 1993 a 1999, de 1999 a 2010 y de 1993 a 2010. Lo anterior al ser conjuntado con la información cualitativa se identificaron tanto las causas inmediatas y las fuerzas subyacentes de los cambios en los paisajes. Observando que, los principales elementos que están modificando de manera irreversible los paisajes en la zona de estudio, primariamente se refiere al incremento de la “Infraestructura”, seguido del abandono de las actividades de la “Agricultura” y la ganadería, mismos que han sido identificadores como generadores de cambio en otros estudios (en el caso de zonas tropicales -Geist y Lambin, 2002-).

En el caso de las zonas tropicales la deforestación Geist y Lambin (2002) –cambio de uso de suelo-, las sinergias causales de dichos cambios se refieren a los factores económicos donde participan instituciones (públicas, privadas, educativas, de la sociedad civil), las políticas nacionales y las influencias de las distancia impulsan la expansión agrícola, la extracción de madera, y la ampliación de las infraestructuras, continuando con los

resultados –de Geist y Lambin (2002)- revelan que estudios previos, han dado demasiado énfasis al crecimiento de la población y la agricultura migratoria, como principales causas de la deforestación, lo anterior evidencia un vínculo universal entre causa y efecto; por lo que se sugiere la necesidad del conocimiento detallado de la compleja serie de causas inmediatas y de las diferentes fuerzas que influyen y que afectan los cambios de uso del suelo antes de cualquier intervención política. Es decir tener una visión sistémica tanto como sea posible y con ello evitar el reduccionismo, la determinación o visto de manera uni-casual o uni-disciplinar (Duval, 2005), ya que se trata de un fenómeno de tipo complejo (Miranda, 2005).

Continuando con la síntesis e integración de la información de la presente tesis, que se muestra en el diagrama VI.4.1.c., es importante señalar, que se consideró como relevante la categoría “Agroforestal” –zona principalmente productora de café-, que ocupa el 45.31 % (27’021.02 has) (ver tabla y gráfico VI.2.5.a.), del territorio bajo estudio al año de 2010, que en el año de 1993 ocupaba el 31.18 % (18’597.75 has) (ver tabla y gráfico VI.2.3.a.), mientras que en el año de 1999 ocupó el 39.51 % (23’561.99 has) (ver tabla y gráfico VI.2.4.a.), mostrando un incremento de 1993 al año de 2010, de 14.13 puntos porcentuales y una tasa positiva de cambio de 0.02 (ver tabla VI.2.6.a.). Lo anterior probablemente se deba a la migración de los varones a otros estados de la república mexicana y a Estados Unidos de Norte América principalmente, por lo que los cafetales fueron abandonados y posteriormente recuperados como se observa en el diagrama VI.4.1.c. Durante éste aparente abandono de los sistemas agroforestales (por los bajos precios del grano y la falta de mercado, que generó migración de los trabajadores cafeticultores), se continuó cosechando y manteniendo los árboles sombra, que proveen de otros productos como son: plátano, hoja de plátano, macadamia, jinicul, gasparitos, naranjas, limones, leña, maderas preciosas, etc., -significando no solo alimentos para autoconsumo, sino también un ingreso económico por la venta y también empleo-, es decir que el aromático pasa a ser un subproducto de la zona cafetalera principalmente cuando los precios del café están en crisis. Es necesario señalar, que el aumento de superficie de la categoría “Agroforestal”, provino de categorías de uso del suelo y vegetación que antes eran “Selva”, “Acahuales”, “Mesófilo”, “Agrícola”. Ésta última tuvo una reducción importante en la zona de estudio y además se explica –a decir de los entrevistados-, que ya no se cultivar maíz en la zona agroforestal, por lo que tienen que ir a buscarlo y sembrarlo a municipios vecinos (como Cardel –Veracruz- y Patlanala –Quimixtlan-) (ver tablas VI.2.6.3.j. y VI.2.6.3.k.).

Se puede decir, que la desmotivación de la población al sector agropecuario es tanto económica como gubernamental (la primera por el ínfimo precio de los productos locales y la falta de mercado para los mismos; mientras que los subsidios aportados por el gobierno, son usado para que las familias sobrevivan y no para invertirlos en el sector agrícola). En éste sentido y como se ha señalado anteriormente, la falta de mercados ha generado el abandono de las actividades del sector primario en la zona de estudio, por lo que el café ha dejado de ser cultivado de manera convencional, debido a la falta de capital para invertir agroquímicos para su fertilización, por lo que la salida de los productores es fertilizar las fincas con estiércol (de animales de traspatio y con otros productos como la gallinaza o pollinaza –que son adquiridas de otros lugares-), lombri-compostas y compostas; lo que

demuestra, el apego y añoranza de las familias y productoras al aromático, a pesar de las fuertes fluctuaciones de los precios del café –y que ha decir de los entrevistados, esto es desde la desaparición de INMECAFE-. Éste aparente abandono, generó que el cultivo del café en la zona de estudio sea de tipo “orgánico” -además de todos los subproductos de las fincas cafetaleras-, el cual adolece del reconocimiento internacional– por ser muy cara la certificación, y más al tratarse de pequeños productores-, por lo que recurren a reconocimientos y certificaciones locales, buscando darle un valor agregado al producto.

Otro de los productos que se ven afectados por la crisis de los productos agropecuarios en la zona, es la caña de azúcar, que está sometida a una fuerte competencia desleal por importaciones provenientes de la Unión europea, India, Brasil, Estados Unidos de Norte América (CDHCU, 2001) –tan solo en éste sentido se ha autorizado un cupo de importación de 150’000 tn (Martínez, 2011)-, lo que muestra el aparentemente esfuerzo de gobierno mexicano por acabar con el sector. Lo anterior se refleja, en muchas de las áreas donde antes se sembraba caña han pasado a “Acahuales” y algunos de ellos ahora son “Agroforestales”.

Por otra parte y retomando la situación de los sistemas cafetaleros, se puede considerar que hay dos elementos importantes que influyen en su resiliencia en torno a las zonas agroforestales –que en su mayoría es café-; el primero, es el apego a éste cultivo y segundo son las condiciones ecológicas del entorno –clima, dinámica ecosistémica del café de sombra, esto último lo hace más resiliente, a manera de ejemplo están los aprovechamientos forestales, que después de cosechar, tendrían que esperar de 15 a 20 años (según sea la especie) para el siguiente ciclo–, y que en el caso de la cultura en los cafetales se trata de solo extracción –cosecha- y el mantenimiento de los árboles de sombra, lo que permite que se regenere. A pesar de lo anteriormente expuesto, se puede identificar una oportunidad de gestionar y planificar, con el área destinada al café en la zona de estudio, una cuenca cafetalera orgánica basado en la información que aporta éste trabajo de investigación, y que requiere del impulso de la organización social local, y del apoyo gubernamental (a nivel estado de Veracruz) para que mediante una política de estado impulse y apoye, no solo los productos agropecuarios orgánicos de la región, sino también los servicios ambientales (agua, aire, biodiversidad, etc.) que brindan. Lo anterior a pesar de las amenazas detectadas (importaciones de productos agropecuarios) y de los efectos del cambio en el clima, el abandono de ésta actividad y las inmobiliarias.

La inmobiliarias (categoría “Infraestructura” y que esta incluido en el subsistema socio cultural), se presentan como otro elemento relevante en la zona de estudio que está modificando de manera irreversible a los paisajes, sepultando bajo concreto y asfalto áreas productivas, y que paradójicamente es el elemento que requiere de bienes y servicios en mayor cantidad del sector agropecuario, lo anteriormente expresado denota la urgencia de generar un documento de regule el uso del suelo y vegetación en la zona de estudio.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En relación a las preguntas de investigación:

¿De qué manera interactúan los elementos de contorno del sistema complejo de la parte alta de la cuenca del río La Antigua en los procesos de transformación del paisaje y cambio de cobertura y uso de suelo de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec, ubicados en el Estado de Veracruz? En éste sentido primero se identificaron para cada sistema analizado, los elementos de contorno que influyen en él, tales como: Incendios forestales, heladas, la crisis mundial del café, afectación por plagas y enfermedades y cambio en el clima (ver diagramas VI.4.1.a., VI.4.1.c., VI.4.2.a., VI.4.3.a., gráfico VI.4.1.b.), que influyen directamente en los sistemas y subsistemas (ecológico, económicos-productivo, y socio-cultural).

En relación a la pregunta: ¿El enfoque de los Sistemas Complejos permite una visión integral de los procesos de cambio de la cobertura y uso del suelo de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec (la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz)? La aplicación del enfoque sistémico permitió la integración de información teórica así como cuantitativa, cualitativa y empírica, buscando romper con la visión mono-disciplinar, uni-casual, y hacer una construcción histórico-social, de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, de manera interdisciplinaria tal y como lo recomienda García (1986) y García (2006), de tal manera que el presente documento proporciona una visión dinámica, flexible, y con una mayor capacidad explicativa de acuerdo a lo señalado por Morín (2007).

En relación a los objetivos planteados en éste documento:

Evaluar la dinámica de los paisajes socio-naturales de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz, desde la perspectiva de Sistemas Complejos. Resulto ser una estrategia adecuada para abordar de manera sistemática el problema de investigación, no solo de manera cuantitativa, sino también cualitativa, identificando cada uno de los elementos que intervienen para cada sistema y subsistema, pero sobre todo las relaciones entre ellos, así como los elementos de contorno que influyen de manera decisiva. Desprendiéndose como resultado de evaluar el acumulado histórico, el contexto, las necesidades actuales y la información empírica vertida.

Se recomienda a mediano y largo plazo, la construcción de un proyecto colectivo de mayor sostenibilidad social y político en la porción de “la parte alta de la cuenca del río La Antigua”, que refleje no solo las circunstancias actuales, sino también que mediante la participación de la sociedad, que generen un documento rector para el desarrollo de las actividades humanas en relación al manejo y conservación de los recursos naturales. Dicho documento rector se refiere al ordenamiento ecológico y del territorio participativo, y de los planes municipales de desarrollo que evoquen la consolidación de propuestas, programas y proyectos, atendiendo de manera integral, las necesidades de los habitantes tales como el

uso del suelo y vegetación, manejo de residuos sólidos municipales, compensación por servicios ambientales, etc.

En el corto plazo, se recomienda la formalización de la participación de los municipios de Teocelo, Xico, Cosautlán de Carvajal y Coatepec, para la conformación de una junta intermunicipal que fomente la toma de decisiones colegiada, participativa y por lo tanto consensada, para la asignación de recursos económicos, humanos y políticos, pero sobre todo, que mejore la comunicación entre ellos y las comunidades humanas asentadas en la parte alta de la cuenca del río La Antigua, y con ello, revalorar y reapropiarse del patrimonio social, natural y cultural. Es importante reconocer que se tiene una rica memoria individual y colectiva que es el fundamento para promover acciones de identificación, investigación, valoración, protección, formación, divulgación y el disfrute del marco del patrimonio el patrimonio.

Lo anterior se espera que repercuta en las relaciones entre los subsistemas ecológico, económico, productivo y socio-cultural, no solo ajustándose a las condiciones de contorno prevalecientes, sino también a las necesidades locales relacionadas al mercado de los productos agropecuarios (fortalecimiento del mercados locales), el empleo, migración, etc.

La caracterización social y ambiental de los paisajes de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. Permitió identificar mediante la participación de los habitantes (dueños y usuarios directos de los recursos naturales) cinco paisajes socioculturales (donde se desarrollan actividades económicas, sociales y culturales) denominados como zonas: "Alta", "Media Alta", "Media", "Media Baja" y "Baja" (ver tabla VI.3.d.) además temporal tal y como lo muestran los diagramas VI.4.1.a., VI.4.1.c., VI.4.2.a., y VI.4.3.a.

Los factores históricos que determinan la transformación de los paisajes de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz, se sintetizan a manera de diagrama (ver diagrama VI.4.1.c.) de acuerdo a los resultados de las entrevistas de profundidad aplicadas a habitantes de los municipios bajo estudio, permitiendo reconocer, sino también identificar ¿Cómo? ¿Cuándo? y ¿Por qué? Sucieron los eventos citados, no solo desde la parte documental sino también desde la percepción los mismos habitantes.

Los procesos de cambio de cobertura y uso de suelo en los paisajes de la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz, mediante modelos geo estadísticos. Identifico tanto en el tiempo como en el espacio los usos del suelo y vegetación de los años de 1993, 1999 y 2010, éste último tuvo una validación estadística con un valor de $K=0.87$, cifra que de acuerdo a Landis y Koch, 1977 (Citado en Cerda y Villarroel, 2008); López de Ullibarri - Galparsoro y Pita - Fernández (1999), indicando que el presente modelo a nivel global tiene una fuerza de concordancia (modelo-realidad) de "Muy Buena" a "Casi Perfecta".

IX. BIBLIOGRAFÍA

- AMECAFE (Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café A.C.). 2011. Antecedentes. En: <http://www.amecafe.org.mx/2011/sobre/antecedentes/86-cmc.html>
Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2011.
- Andrade, B. (coord.). 2002. La Cholula Que Deseamos: Guía didáctica y Cuaderno de trabajo para el desarrollo de Círculo de Reflexión y Gestión Ambiental Comunitaria. Universidad Iberoamericana Puebla/ H. Ayuntamiento de San Pedro Cholula / CONACYT.
- Andrade, B. y B. Ortiz-Espejel. 2005. Círculo de Reflexión y Gestión Comunitaria. Cuaderno de trabajo. Etnoecología A.C./ Toyota/ Coop. TosepanTiatataniske. Puebla.
- Banchs, M. A. (2000). Aproximaciones procesuales y estructurales al estudio de las representaciones sociales. *Paperson Social Representations*. Vol. 9, Electronic Version. Consultado el 01 de septiembre de 2009 en [http:// www. psr.jruiat/frameset.html/](http://www.psr.jruiat/frameset.html/).
- Bardin, L. (2002). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Barrow, C. J. (1995). "Sustainable Development. Concept, Value and Practice". *Third World Planning Review* 17(4) (1995): 369–386.
- Beck, R. 2003. Scan Line Corrector-off Products Available. *Landsat Project News* October/November 2003. http://landsat.usgs.gov/project_news/October_November_2003.php
- Benítez B. G., A. Hernández H., M. Equihua Z., M. T. P. Pulido S., S. Ibáñez B. y L. Miranda M. del C. (2010). Biodiversidad. En: *Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Tomo I Patrimonio Natural*. Págs. 171- 202.
- Berkes, F., and C. Folke, editors. 1998. *Linking sociological and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press, New York, New York, USA.
- Berlanga R. C. A., R. R. García C., J. López-Blanco y A. Ruíz Luna. (2010). Patrones de cobertura del uso del suelo en la región costa norte de Nayarit (1973-2000). *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Núm. 72, págs. 7-22.
- Berlanga Robles. C. A. y A. Ruiz Luna. 2007. Análisis de las tendencias del cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite LANDSAT. *Rev. Universidad y Ciencia Trópico húmedo* 23 (1): 29-46 año 2007.

- Bertalanffy, L.V. (1986). Teoría General de los Sistemas. Santa fe de Bogotá: Fondo de cultura Económica Ltda.
- Batllori-Sampedro, E, M. Santibáñez-Mendieta, J. Novelo-López., F. Bautista-Zúñiga, M. A. Ortiz-Pérez, D. Quezada-Domínguez, R. Vallejo-Molina, J. Lizama, A. Cataño-Pérez, O. Pavia-Martín, y F. Cime-López. 2006. Ordenamiento ecológico local del territorio en la reserva de la Biosfera Ria Celestun: Una perspectiva estructuralista. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - Unidad Mérida, Departamento de Ecología Humana- Laboratorio de Hidrobiología. 1011 págs.
- Bifani P. (1993). Desarrollo sostenible, población y pobreza: algunas reflexiones conceptuales. En: Educación ambiental y universidad. Ed. Universidad de Guadalajara, México.
- Boege E. (1996). El desarrollo sustentable y la producción campesina e indígena: una aproximación agroecológica. En: Mackinlay H. y E. Boege. (Coordinadores del volumen). H., C de Grammont y H., Tejera Gaona (coordinadores generales) 1996. Vol. III. El acceso a los recursos naturales y el desarrollo sustentable La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio. INAH, UAM, UNAM, PLAZA Y VALDÉS EDITORES.
- C.F.E., (1977), Boletín Hidrométrico: Cuenca del río Tecolutla. Comisión Federal de Electricidad. Vol. No. 7.
- Castillo-Campos G. y J. Laborde (2004) La Vegetación. En: D. Guevara, S., J. Laborde, & G. Sánchez-Rios. (Eds.) 2004 . LOS TUXTLAS. El Paisaje de la Sierra. Instituto de Ecología, A. C., Unión Europea. Xalapa, Ver., 288 pp. http://www1.inecol.edu.mx/paisaje/documentos/publicaciones_LosTuxtlas.htm
- Castañares M. E. J. 2009. Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Conocimientos / Número 6. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 68. págs.
- CDHCU (Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión). La agroindustria azucarera en México. Informe CEFP/039/2001. 34 págs. Disponible en: <http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C CMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cefp.gob.mx%2Fintr%2Fedocumentos%2Fpdf%2Fcefp%2Fcefp0392001.pdf&ei=svmiT93tIMvrggeS6OTkCA&usg=AFQjCNEDU TH8hVWocVBQizWZMDFjmCbR6Q&sig2=A4IjvfpRfQqhtwQwSzSWKQ>
- Cerda L. J., y L. Villarroel del P., 2008. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. Rev Chil Pediatr 2008; 79 (1): 54-58.

- Cervantes-Zamora, Y., Cornejo-Olgín, S. L., Lucero-Márquez, R., Espinoza-Rodríguez, J. M., Miranda-Viquez, E. y Pineda-Velázquez, A., 1990. Provincias Fisiográficas de México. Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad En: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Chapela M. F. y Y. Lara P. (1996). La planeación comunitaria del manejo del territorio. Consejo civil mexicano para la silvicultura sostenible A. C. - Estudios Rurales y Asesoría, A. C. Cuadernos para la silvicultura sostenible. Serie métodos para la participación núm. 2. febrero – marzo de 1996. 45 págs.
- Chávez, A. M. 2000. Migración en el estado de Veracruz. 1996-2000, Xalapa, Consejo Nacional de Población de Veracruz, año 2000.
- Churchman C. W. (1984). El enfoque de sistemas. Ed. Diana. 270 págs.
- Chuvieco S. E. 2008. Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Ed. Ariel Alianza. 3ra. Edición. 594 págs.
- Cincotta, R. P., J. Winsnewski, y R. Engelman 2000. Human population in the biodiversity hotspots. Nature, 404: 990-991.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (1998). Mapa vectorial Climatología 1:1'000'000. García, E - CONABIO.
- CONAGUA, (2005), Mapa Hidrológico, escala 1:1'000'000. Sistema de Información Geográfica del Agua, Subgerencia de Programación de la Gerencia Regional Golfo Centro de la Comisión Nacional del Agua.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2010. Índice de marginación urbana 2010. Anexo B. Datos de marginación urbana por entidad federativa y municipio, 41 págs.
- De Haro Guijarro S. (2006). Efecto del manejo del cafetal sobre las aves en el centro del Estado de Veracruz, México. Tesis de maestro en manejo de fauna silvestre. INECOL-Xalapa. Xalapa, Veracruz, México, 67 págs.
- Díaz-Granados M., D. Céspedes, A. Tamayo, W. Clavijo y J. Sáenz. (2010). Sistemas de Información Geográfica como herramienta de apoyo al estudio de cuencas de páramo. En: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.banrepcultural.org%2Fblaavirtual%2Fgeografia%2Fcongresoparamo%2Fsistemas.pdf&ei=oY-MT8j2NuTe2QXVmf2_CQ&usg=AFQjCNEgX9_k55PWdGOBT8NgKTiDgHJ4w&sig2=mveXOHFvHw-5k1ztmM1NoQ Fecha de consulta: 12 de febrero de 2010.

- DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). 1994. Decreto que regula el Programa de Apoyos Directos al Campo denominado "PROCAMPO". PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL LUNES 25 DE JULIO DE 1994. 4 págs.
- Duval B. G. (1999). Teoría de sistemas. Una perspectiva constructivista. En: Ramos S. (coordinador) 1999. Perspectivas en la teoría de sistemas. Serie aprender a aprender. Ed. Siglo XXI. Págs 62 – 69.
- Duval B. G. y G. Hernández. 2000. Realidad y conocimiento científico, En: Del Río Norma (Coord.). La producción textual del discurso científico en México. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. págs. 11 - 31.
- Duval B. G. (2005). Pobreza, sustentabilidad y desarrollo desde la perspectiva de los sistemas complejos. Maestría de Estudios Regionales en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Iberoamericana – Puebla. Documento interno. 18 págs.
- Ellis E.A., y L. Porter-Bolland. 2008. Is community-based forest management more effective than protected areas? A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management* 256 (2008) 1971–1983.
- Ellis E.A., y R. Pontius. 2007. Land-use and land-cover change. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). En: http://www.eoearth.org/article/Land-use_and_land-cover_change. Fecha de consulta: 14 de mayo de 2009.
- Ellis E.A., y Martínez (2010). Vegetación y uso de suelo. En: Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Tomo I Patrimonio Natural. Págs. 203- 226.
- Ellis, E.A., Beck, C.T., 2004. Dinámica de la vegetación y uso del suelo en los bosques tropicales de la Zona Maya de Quintana Roo. In: Armijo, N., Llorens, C. (Eds.), *Uso, conservación y cambio en los bosques de Quintana Roo*. Universidad de Quintana Roo, pp. 203–230.
- ENVI. (2010). "Envi User's Guide" En: <http://www.innovanet.com.ar/gis/TELEDETE/TELEDETE/pant2.htm> Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2010.
- ESRI (Environmental Systems research). 1996. ArcView Ver. 3.2.; v. 9.3 Environmental Systems research, Institute, Inc.

- Evangelista O. V., J. López-Blanco, J. Caballero N. y M. A. Martínez A. (2010). Patrones espaciales de cambio de cobertura y uso del suelo en el área cafetalera de la sierra norte de Puebla. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 72, págs. 23-38.
- Fernández L. L. E. 1999. La complejidad según Edgar Morin. Revista Atajo núm. 83, Nov – dic 1999, págs. 29-33.
- Fernández-Coppel I. y E. Herrero-Llorente. (2001). Análisis visual de imágenes obtenidas del satélite landsat. Universidad de Valladolid. 37 págs.
- Frechtling J. and Laure Sharp Westat. 1997. PART II. Overview of Qualitative Methods and Analytic Techniques. En: Joy Frechtling and Laure Sharp Westat. 1997. User-Friendly Handbook for Mixed Method Evaluations. NSF Program Officer Conrad Katzenmeyer. Directorate for Education and Human Resources.
- Favennec J. 1997. Gestión integrada de dunas por la oficina nacional de bosques en la Costa Atlántica de Francia. Memorias del XI Congreso Forestal Mundial 13 a 22 de Octubre de 1997, Antalya, Turquía. volumen 2, tema 11. págs. 334-340.
- GAIA (Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental). 2006. Ordenamiento Territorial Comunitario. En: <http://www.raises.org/Gaia/ordenamiento-gaia.htm> Fecha de consulta: 10 de octubre de 2006.
- García B. R. (1986) Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. En: Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Coord. Enrique Leff. pp. 45-71. México. Siglo XXI.
- García B. R. (2000). conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. En: Leff E. (Coordinador). (2000). Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo (Segunda edición). Ed. Siglo XXI. México, D. F. págs. 381 – 409.
- García, R. 2006. Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Filosofía de la ciencia. Gedisa editorial. Barcelona, España. 195 Págs.
- García E. 1998. Climatología. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), En: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/clima1mgw.xml? httpcache=yes & xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl& indent=no
- García L. T. (2011). Hacia una política ambiental basada en las cuencas: la cuenca de la Antigua. Universidad Anáhuac, Xalapa. En: <http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=hacia%20una%20pol%C3%ADtica%20>

ambiental%20basada%20en%20las%20cuencas&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ine.gob.mx%2Fdescargas%2Fcuencas%2Fcong_nal_06%2Ftema_06%2F06_tania_garcia.pdf&ei=OPNvT-L4CqmCsALCu8n9BQ&usg=AFQjCNF3RIrbygUG1PoI8bMtsVdv_SYfw&cad=rja

- Geist H. J. and E. F. Lambin. 2001. What drives Tropical Deforestation?: a meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation base on subnational case study evidence. LUCC (International Project Office) Report Series No. 4. 116 pp.
- Geist H. J. and E. F. Lambin. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience* February 2002 / Vol. 52 No. 2. 143-150 pp.
- Ghiso A. 2000. Potenciando la diversidad (Diálogo de saberes, una práctica hermenéutica colectiva). Documento interno de la Fundación Universitaria Luis Amigo.- FUNLAM -. Universidad de Antioquia Medellín, Dpto. Trabajo Social, Centro.
- González M. A. y M. E. Miranda. 2006. Ordenamiento territorial comunitario: un plan de uso del suelo y una estrategia de desarrollo Inter-comunitario en Oaxaca, México. Bases para el ordenamiento de territorios y recursos colectivos. En: <http://www.raises.org/centros/Gestionterritorial/Ordenamientoterritorial/ord-territorial.pdf> Fecha de consulta: 12 de octubre de 2006.
- GRGCCNA (Gerencia Regional Golfo-Centro de la Comisión Nacional del Agua). (2005). En: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/GOBVERSFP/SFPPDIFUSION/SF POTRASPUBLICACIONES/SFPFORODELAGUA2006/3.%20LA%20CNA%20Y%20EL%20AGUA%20EN%20VERACRUZ.PDF> Fecha de consulta: 15 de agosto de 2010.
http://www.ine.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_06/06_tania_garcia.pdf
Fecha de consulta 15 de enero de 2011.
- Guevara, S.; J. Laborde; D. Liesenfield y O. Barrera. 1997. Potreros y Ganadería. Páginas 43-54 en E. González-Soriano; R. Dirzo y R. C. Vogt. Editores. *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM. México, D. F.
- HCUEUM (Honorable Congreso de la Unión de los Estados Unidos Mexicanos) (2005). (LGEEPA) Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente Legislación Federal. Diario Oficial de la Federación del 20 de junio de 2005.
- Hiraes-Cota, M, J. Espinoza-Avalos, B. Schmook, A. Ruiz-Luna, y R. Ramos-Reyes. 2010. Drivers of mangrove deforestation in Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, southeast México. *Universidad Autónoma de Baja California, México. Revista de Ciencias Marinas*, Vol. 36, Núm. 2, 2010, pp. 147-159

- Hernández-Gómez, I.U.; Ellis, E. A. y Gallo-Gómez, C.A. 2011. Deforestación y deterioro de las selvas tropicales de la región Uxpanapa, Veracruz. XIII Conferencia Iberoamericana en Sistemas de Información Geográfica. 25 al 27 de Mayo. Ciudad de Toluca, Estado de México, México. Disponible en: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=deforestaci%C3%B3n%20y%20deterioro%20de%20las%20selvas%20tropicales%20en%20la%20region%20del%20uxpanapa&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.inegi.org.mx%2Feventos%2F2011%2FConf_Ibero%2Fdoc%2FET6_54_HERN%25C3%2581NDEZ.pdf&ei=D2gT7WbDcfo2gXk3pHWAg&usq=AFQjCNFSsQwdcDIBnZ9FV14CczI7qVYpBQ&cad=rja
- Ibáñez, T. (1994). Representaciones sociales, teoría y método. En Psicología social construccionista. (pp. 153 – 216), Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- IRM-GEA (Instituto de los Recursos Mundiales – Grupo de Estudios Ambientales A. C.). 1993. El proceso de la evaluación rural participativa: una propuesta metodológica. Coediciones del Instituto de los Recursos Mundiales y el Grupo de Estudios Ambientales A. C. México. 103 págs.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). (2005). Modelos Digitales de Elevación En: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/mde/menu.cfm?c=198>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). Áreas geoestadísticas municipales. Marco Geoestadístico Nacional V.6.
- INIFAP-CONABIO. (1995). Edafología, tipos, suelos, 1:1000000, aspecto, físico, edafología. Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/eda251mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- Jenness J. y J. Judson. 2007. Cohen's Kappa and Classification Table Metrics 2.1a: An ArcView 3x Extension for Accuracy Assessment of Spatially-Explicit Models. En: http://www.jennessent.com/arcview/kappa_stats.html
- Jenness, J. J. y J. Wynne. 2005. Cohen's Kappa and Classification Table Metrics 2.0: An ArcView 3x Extension for Accuracy Assessment of Spatially Explicit Models. USGS.Open-File Report OF 2005-1363.
- Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. En: Moscovici S. (coord.) Psicología social II. Pensamiento y vida social. Psicología social

y problemas sociales. (pp. 469 – 494), Barcelona España: Paidós.

- Jodelet, D. (2000), “Representaciones sociales: contribución a un saber sociocultural sin fronteras”, en D. Jodelet y A. Guerrero, *Develando la cultura. Estudios en representaciones sociales*, México, UNAM, pp.7-30.
- Köeppen E., R. Mansilla y P. Miramontes. (2005). La interdisciplina, desde la teoría de los sistemas complejos. *Revista Ciencias UNAM*, número 79, julio – septiembre de 2005, págs. 4 – 12.
- Lambin, Eric F., B.L. Turner, Helmut J. Geist, Samuel B. Agbola, Arild Angelsen, John W. Bruce, Oliver T. Coomes, Rodolfo Dirzo, Gunther Fischer, Carl Folke, P.S. George, Katherine Homewood, Jacques Imbernon, Rik Leemans, Xiubin Li, Emilio F. Moran, Michael Mortimore, P.S. Ramakrishnan, John F. Richards, Helle Skanes, Will Steffen, Glenn D. Stone, Uno Svedin, Tom A. Veldkamp, Coleen Vogel y, Jianchu Xu. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11: 261–269.
- Lee, H., J.L. Carr y A. Lankerani, 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level análisis of a global data set. *Biodiversity and Conservation* 4: 128 – 155.
- Leff, E. 1998. *Saber Ambiental: Sustentabilidad, Racionalidad, Complejidad, Poder*. Ed. Siglo XXI, PNUMA. 417 págs.
- Leff, E.. 2006. *COMPLEJIDAD, RACIONALIDAD AMBIENTAL Y DIÁLOGO DE SABERES*. Ponencia fue presentada en el I Congreso internacional interdisciplinar de participación, animación e intervención socioeducativa, celebrado en Barcelona en noviembre de 2005. En:http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2006_01eleff_tcm7-53048.pdf
- Lofland, J., and Lofland, L.H. (1995). *Analyzing Social Settings: A Guide to Qualitative Observation and Analysis*, 3rd Ed. Belmont, CA: Wadsworth.
- López de Ullibarri - Galparsoro I., y S. Pita - Fernández (1999). Medidas de concordancia: el índice de Kappa. *Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario-Universitario Juan Canalejo. Coruña (España). Cad Aten Primaria* 1999; 6: 169-171.
- Marín-C, S. y C. Torres- Ruata. (1990). Mapa vectorial hidrogeológico, 1:4´000´000, en: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Marín-C, S. y C. Torres- Ruata. (1990a). Hidrogeología. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/hidgeo4mgw.xml? httpcache=ye>

[s& xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl& indent=no](#)

- Martínez, J. 1980. Prácticas tradicionales de establecimiento y uso de los potreros en una región cálido-húmeda (Balzapote, Veracruz). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México D. F. 57 págs.
- Martínez M. J. y A. Díaz P. 2005. Percepción remota “fundamentos de teledetección espacial”. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Programación. Subgerencia de Informática y Sistema Geográfico del Agua. Jefatura de Control Cartográfico. 62 págs.
- Martínez M. del P. 2011. Innecesarios, los cupos de importación de azúcar: CNIAA. Periódico el Economista del día 10 de noviembre de 2011. En: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2011/11/10/camara-azucarera-mexico-subio-proyeccion-produccion>
- Masera, O. R. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Documentos de trabajo núm. 19. GIRA A.C., Pátzcuaro, México. (Enero).
- Masera, O. R., M. J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35: 265-295.
- Maskrey A. 1998. La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina. NAVEGANDO ENTRE BRUMAS. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina
- Massiris C. A. 2006. Ordenamiento territorial: Experiencias internacionales y desarrollos conceptuales y legales realizados en Colombia. Biblioteca electrónica Luis Ángel Arango. En: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/geografia/orden/5.htm> Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2006.
- Mestries Benquet F. 2003. Crisis cafetalera y migración internacional en Veracruz. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Rev. Migraciones Internacionales, VOL. 2, núm. 2, julio-diciembre de 2003.
- Miranda V. J. I. (2005). Teoría general de sistemas: Desarrollo histórico. Documento interno: Maestría de Estudios Regionales en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Iberoamericana – Puebla. 14 págs.
- Moguel, P. B. Andrade y M. Hernández. 2006. Un programa de educación ambiental en una región indígena de México: la sierra norte de Puebla. En Rev. Tópicos. No. 15. México.
- Morin E. 1997. Introducción al pensamiento complejo, Ed. Gedisa, Barcelona

- Morin E. 2006. El pensamiento Ecologizado .CNRS, París. Gaceta de Antropología Consultado en: http://www.ugr.es/~pwlac/G12_01Edgar_Morin.html 15 de Enero de 2006.
- Morin E. 2007. Introducción al Pensamiento Complejo. Consultado en: <http://www.udo.mx/convocatorias/Archivos/Edgar%20Morin%20INTRODUCCION%20AL%20PENSAMIENTO%20C.doc> 18 diciembre de 2007
- Moscovici, S. 1979. El psicoanálisis, su imagen y su público. Buenos Aires: Huemul.
- Moscovici, S. y Hewstone. 1986. De la ciencia al sentido común. En Moscovici, S. (coord.) Psicología social II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales. (pp.679 – 711), España, Paidós.
- Muñoz-Villers L. E. y J. López-Blanco. 2007. Land use/cover changes using Landsat TM/ETM images in a tropical and biodiverse mountainous area of central-eastern Mexico. International Journal of Remote Sensing Vol. 29, No. 1, 10 January 2008, 71–93.
- Navarrete Vázquez, S., E. Díaz-Pardo y A. Gutiérrez-Hernández. 2007. Descripción Hidrográfica e Ictiológica de la Parte Alta de la Cuenca del Río La Antigua, Veracruz. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. http://www.ine.gob.mx/dgioece/cuencas/descargas/cong_nal_06/tema_03/32_saul_navarrete.pdf
- Noble, I. R. y R. Dirzo 1997. Forest as human dominated ecosystem. Science 277: 522-525.
- Ontiveros Ruíz, G. (2005) La política social en México 1988– 1994: El programa nacional de solidaridad.)2 págs. En: www.eumed.net/libros/2005/gor/
- Osorio N. 2009. Perspectivas del café en el marco de la crisis económica mundial. Día del Café. Federación Española del Café. Organización Internacional del Café - www.ico.org En: <http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C CYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ico.org%2Fnews%2Fspain0609c.pdf&ei=IGS UT7qBNYjs2QWjiq30BA&usg=AFQjCNG sdGOBBFradCsnXg d6aQw4-KRQ&sig2=RudNgdscAgNXtgXBTdED6w> Fecha de consulta: 8 de junio de 2010.
- Ortiz – Espejel B. 2005. Sistemas Complejos; una propuesta de investigación. Revista Atajo núm. 24, septiembre de 2005, págs. 40-43.
- Palacio-Prieto J.L., M.T. Sánchez-Salazar, J.M. Casado Izquierdo, E. Propin Frejomil,

J. Delgado Campos, A. Velázquez Montes, L. Chias Becerril, M.I. Ortiz Álvarez, J. González Sánchez, G. Negrete Fernández, J. Gabriel Morales, R. Márquez Huitzil. 2004. Capítulo 2. TASA DE DEFORESTACIÓN. Instituto de Geografía – UNAM. En: Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Secretaría de Desarrollo Social. 161 págs.

- Palacio-Prieto J.L., M.T. Sánchez-Salazar, J.M. Casado Izquierdo, E. Propin Frejomil, J. Delgado Campos, A. Velázquez Montes, L. Chias Becerril, M.I. Ortiz Álvarez, J. González Sánchez, G. Negrete Fernández, J. Gabriel Morales, R. Márquez Huitzil. 2004a. 3. TASA DE CAMBIO EN VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO. Instituto Nacional de Ecología – INE. En: Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Secretaría de Desarrollo Social. 161 págs.
- Parker D. C., S. M. Manson, M. A. Jassen, M. Hoffmann and P. Deadman. 2003. Multi-agent system for simulation of land-use and land-cover change: a review. *Annals of the association of American Geographers*. 93 (2), 2003, pp. 314-337.
- Patton, M.Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*, 2nd Ed. Newbury Park, CA: Sage.
- Pereyra Díaz D. y J. A. Agustín Pérez Sesma. (2005). Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz. Hidrología de superficie y precipitaciones intensas 2005 en el Estado de Veracruz. Departamento de Hidrometeorología de la Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, zona universitaria, Xalapa, Veracruz. C. P. 91090. dpereyra@uv.mx
En:
http://www.uv.mx/eventos/inundaciones2005/PDF/06_HIDROLOG%C3%ADA.pdf
Fecha de consulta: 23 abril de 2010.
- Pérez, M. (2001). “Buscando el norte: la ‘nueva migración’ de Veracruz a Estados Unidos”, *El Cotidiano*, núm. 108, México, julio-agosto de 2001.
- Pineda J. N. B., J. Bosque S., M. Gómez D. y W. Plata R. 2009. Análisis de cambio de uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Núm. 69, págs. 33-52.
- Porter-Bolland L, E. A. Ellis, M. R. Guariguata, I. Ruiz-Mallén, S. Negrete-Yankelevich, y V. Reyes-García. 2011. Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics.

Forest Ecology and Management. 12 p.p.

- Porter-Bolland, L., Ellis, E.A., Gholz, H.L. 2007. Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning* 82(4): 198-207.
- PRODAF – GTZ. 1995. *Nuestro congreso: manual de diagnóstico rural participativo*. PRODAF – GTZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica), Santiago de Puriscal, Costa Rica. 180 Págs.
- Riera E. del C. (2008). *La Complejidad: Consideraciones Epistemológicas y Filosóficas* consultado en Web page: <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieDelC.htm>. Universidad Nacional de Santiago del Estero, República Argentina. Fecha de consulta 26 de noviembre de 2007.
- Rodríguez T. G. 2010. *Sistemas de Información Geográfica, y su aplicación sobre riesgos a la población*. Tesis profesional licenciado en Ciencias de la Computación. Facultad de Ciencias de la Computación. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 98 págs.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.
- Santander E. J. A. 2012. *Percepción social sobre la resiliencia del sistema cafetal bajo sombra en tres localidades de la región cafetalera Coatepec del estado de Veracruz-Llave (1980-2010)*. Tesis de Maestro en Desarrollo Regional Sustentable. Colegio de Veracruz. Xalapa, Veracruz. 134 págs.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1995. *Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995 – 2000*. Ed. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 121 págs.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). (2000). *Indicadores de Desarrollo Sustentable*. Ed. SEMARNAP – INEGI. 120 págs.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de marzo de 2002.
- Storey J., P. Scaramuzza and G. Schmidt. 2005. *LANDSAT 7 SCAN LINE CORRECTOR-OFF GAP-FILLED PRODUCT DEVELOPMENT*. Science Applications International Corporation (SAIC), U.S. Geological Survey (USGS) y Earth Resources Observation and Science (EROS). Pecora 16 "Global Priorities in Land

Remote Sensing" October 23–27, 2005. 13 pp.

- Tivo F. Y. y L. G. Iglesias A. 2006. Rescatemos el Parque Nacional del Cofre de Perote. La ciencia y el hombre. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. Volumen XIX, número 1. Enero – abril de 2006.
- Tivo F. Y. y L. G. Iglesias A. 2008. El pinabete: una especie en peligro de extinción. La ciencia y el hombre. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. Volumen XIX, número 1. Enero – abril de 2008.
- Tlapaya R. L. 2008. La cacería sobre los mamíferos medianos en cafetales del centro de Veracruz, México. Tesis Profesional de Biólogo, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 61 págs.
- Tlapaya R. L. y Gallina, S. 2010. Cacería de mamíferos medianos en cafetales del centro de Veracruz, México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México, Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), vol. 26, núm. 2, 2010, pp. 259-277
- Touraine, A. (1997) ¿Podemos vivir juntos? La discusión pendiente: El destino del hombre en la aldea global. FCE de Argentina. Buenos Aires.
- Tricart J. y J. Kilian. (1982). La eco-geografía y la ordenación del medio natural. Ed. Anagrama, Barcelona, España. 287 págs.
- UICN, PNUMA y WWF. 1991. Cuidar la Tierra. Estrategia para el futuro de la Vida. (resumen) Gland, Suiza, 28 p.
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 1990. Mapa Vectorial Fisiografía 1:250'000. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Velázquez, A., J.F. Mas, J.L. Palacio, J. R. Díaz, R. Mayorga, C. Alcántara, R. Castro y T. Fernández. 2002. Análisis de cambio de uso del suelo. Informe técnico. Convenio INE-Instituto de Geografía, UNAM.
- Velázquez A., J. F. Mas, J. R. Díaz Gallegos, R. Mayorga Saucedo, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio. (2002a). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta Ecológica, número 062. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México págs. 21-37.
- Vitousek, P.M., H.A. Mooney, J. Lubchenco y J.M. Melillo 1997. Human domination of Earth's ecosystems. Science 277: 494-499.

- Warman, A. 2001. El campo mexicano en el siglo XX, México. Fondo de Cultura Económica.

Anexos

Anexo A.- Categorías, codificación e interpretación de las entrevistas a profundidad

Anexo B.- Curriculum Vitae

Anexo A.- Categorías, codificación e interpretación de las entrevistas a profundidad.

Número	Municipio	Nombre	Localidad	Actividad	¿Que regiones o zonas productivas reconocen?	¿Qué modificaciones en los paisajes, parajes o zonas identifican y por qué?
1	Coatepec	Rey fuentes	Mahuixtlán	Comerciante	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	deforestación
2	Coatepec	Polo Ruiz	Coatepec	Productor y comerciante	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	deforestación
3	Coatepec	Fernando Cervantes Sanchez	Coatepec	Dir. De Fomento Agropecuario	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	deforestación
4	Cosautlan	María Leticia Morales	Cosautlan	Dir. De Fomento Agropecuario	no sabe	abandono de actv. agricolas
5	Cosautlan	José Manuel Quiroz	Cosautlan	Consejo de Des. Rural Sustentable	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	abandono de actv. agricolas
6	Teocelo	Florinda Martínez	Baxtla	Comerciante	no sabe	deforestación
7	Teocelo	Heraclio Moreno Calte	Baxtla	Agricultura	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	deforestación
8	Teocelo	Eduardo Cervantes	Teocelo	Consultor	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	deforestación
9	Teocelo	Rogelio Cabrera Salazar	Teocelo	técnico inseminador Ayto. Teocelo	no sabe	no
10	Teocelo	Cristian Horacio Teczon Viccon	Teocelo	Pte. Municipal de Teocelo	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	abandono de actv. agricolas
11	Xico	Efrén Pozos Aparicio	San Marcos	Agricultor	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	abandono de actv. agricolas
12	Xico	Consuelo "N"	San Marcos	Agricultor	no sabe	abandono de actv. agricolas
13	Xico	José Luis Pozos	Xico	Presidente municipal	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	no
14	Xico	Miguel Hernández	Xico	Asc. Ganadera	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	igual
15	Xico	Rafael Fuentes Espinoza	Tonalaco	Productor y comerciante	Alta, "media alta", "media", "media baja", y "baja"	deforestación
16	Xico	Rafaela Álvarez Olvera	Tonalaco	Ama de casa	no sabe	deforestación
17	Xico	Maribel Rodríguez Sánchez	Tonalaco	Ama de casa	Alta, "media alta", "media", y "media baja"	abandono de actv. agricolas
18	Xico	Micaela Ruiz Hernández	Tonalaco	Ama de casa	no sabe	deforestación

Anexo A.- Categorías, codificación e interpretación de las entrevistas a profundidad.
(Continuación)

Número	¿Otras modificaciones?	¿Otras modificaciones? 1	¿Otras modificaciones? 2	¿Otras modificaciones? 3	¿Qué o quienes han originado las modificaciones en los paisajes, parajes o zonas?	¿En qué año se presentaron dichas modificaciones?
1	menos lluvia	deforestación	falta de mercado para prod locales	desempleo	caña de azucar	1987
2	escases de agua	deforestación	falta de mercado para prod locales	desempleo	agricultura	constante
3	menos lluvia	proy de represas		desempleo	inmobiliarias	1998
4	escases de agua	crecimiento desordenado		desempleo	Migración	1992
5	menos lluvia	deforestación	escases de agua	desempleo	Desempleo	1970 o 1975
6	menos lluvia	deforestación	falta de mercado para prod locales	poca a nula participación	inmobiliarias	1990
7	escases de agua	deforestación	falta de mercado para prod locales	poca a nula participación	inmobiliarias	1990
8	escases de agua	crecimiento desordenado	falta de mercado para prod locales	desempleo	inmobiliarias	1990
9	escases de agua	crecimiento desordenado		desempleo	no	no
10	escases de agua	crecimiento desordenado		desempleo	agricultura	constante
11	escases de agua	deforestación	falta de mercado para prod locales	poca a nula participación	Migración	1995
12	escases de agua	deforestación	falta de mercado para prod locales	poca a nula participación	Migración	1995
13	escases de agua	proy de represas		desempleo	no	no
14	escases de agua	ninguno		desempleo	igual	no
15	escases de agua	incendios forestales		desempleo	incendios	98
16	escases de agua	deforestación	falta de mercado para prod locales	desempleo	incendios	98
17	escases de agua	deforestación	falta de mercado para prod locales	desempleo	incendios	98
18	escases de agua	incendios forestales		desempleo	incendios	98

Anexo A.- Categorías, codificación e interpretación de las entrevistas a profundidad.
(Continuación)

Número	¿Por qué se permitieron?	¿Qué es lo que se puede hacer o se está haciendo para minimizar el efecto?	¿Cómo se espera sean en el futuro los paisajes, parajes o zonas?
1	no hay permisos, la gente lo necesita	no sabe	que la poblacion participe en la conservación
2	no hay permisos, la gente lo necesita	reforestación	no permitir la deforestación
3	cambio de cultivos,	pago por serv amb	legislar para proteger
4	no hay permisos, la gente lo necesita	pago por serv amb	legislar para proteger
5	no hay permisos, la gente lo necesita	reforestación	legislar para proteger
6	abandono de actv. De actv agropecuarias	reforestación	que la poblacion participe en la conservación
7	abandono de actv. De actv agropecuarias	reforestación	legislar para proteger
8	abandono de actv. De actv agropecuarias	reforestación	que la poblacion participe en la conservación
9	no	pago por serv amb	legislar para proteger
10	abandono de actv. De actv agropecuarias	pago por serv amb	legislar para proteger
11	abandono de actv. De actv agropecuarias	reforestación	que la poblacion participe en la conservación
12	abandono de actv. De actv agropecuarias	reforestación	que la poblacion participe en la conservación
13	no	reforestación	legislar para proteger
14	no	ninguno	ninguno
15	descuidos	reforestación	legislar para proteger
16	abrir nuevas áreas para cultivos	reforestación	que la poblacion participe en la conservación
17	descuidos	reforestación	que la poblacion participe en la conservación
18	abrir nuevas áreas para cultivos	reforestación	prohibir quemas

Anexo B.- Curriculum Vitae

1 DATOS GENERALES

NOMBRE Marco Antonio Espinoza Guzmán

LUGAR DE NACIMIENTO Puebla, Puebla.

FECHA DE NACIMIENTO Abril 19, 1969

NACIONALIDAD Mexicana

ESTADO CIVIL Soltero

CORREO ELECTRÓNICO marco.espinoza@gmail.com; marco_spinoza@yahoo.com.mx

2. FORMACIÓN ACADÉMICA

2.1. EDUCACIÓN PROFESIONAL:

INSTITUCIÓN: Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Puebla.

FECHA DE INICIO Y TERMINO: Septiembre de 1987 - julio de 1992.

2.2. TÍTULO DE TESIS

"Listado e Índices relativos de abundancia de mamíferos carnívoros en Selva Baja Caducifolia y Bosque de Encino".

FECHA DE EXAMEN PROFESIONAL Febrero 2 de 1996.

Cédula profesional: 2790658

2.3. POSGRADO

Maestría en Ciencias Ambientales

FECHA DE INICIO Y TERMINO: Agosto de 1998 – diciembre de 2000

Cédula profesional: 5380979

2.3.1. TÍTULO DE TESIS

"Enfoque teórico – metodológico para el diagnóstico ambiental comunitario".

2.4. POSGRADO

Maestría de Estudios Regionales en Medio Ambiente y Desarrollo.

FECHA DE INICIO Y TÉRMINO: Agosto de 2005 – agosto de 2007 (100 % créditos).

2.4.1. TITULO DE TESIS Diagnóstico socio – ambiental del TS'UMBAL
XIHTALJA',
CHIAPAS".

2.5 POSGRADO Doctorado Ecología Tropical- Centro de
Investigaciones Tropicales. Universidad Veracruzana.

FECHA DE INICIO Y TÉRMINO: Agosto de 2007 – agosto de 2010 (acta de examen 6 de julio de 2012).

2.4.2. TITULO DE TESIS
"La transformación de los paisajes en la parte alta de la cuenca del río La Antigua, Veracruz. Un análisis desde la perspectiva constructivista de los Sistemas Complejos".

3. EXPERIENCIA PROFESIONAL

35. Caracterización geográfica de cafetales, milpa y apiarios del Ts'umbal Xihtalja, Misión Jesuita de Bachajon Chiapas. Centro de Derechos Indígenas - Centro de Investigaciones Tropicales de la Univ. Veracruzana - Universidad Iberoamericana – Puebla. Del 1 de agosto de 2012 al 1 julio de 2013.

34. Participación en el cálculo del Balance hídrico de la microcuenca del Río Naolinco. Con apoyo del Proyecto 94211: "Programa para la restauración integral de la microcuenca del río Naolinco, Veracruz" número de solicitud 94211, apoyado por el FOMIX CONACyt-Gobierno del estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, Cuerpo académico P-UVER-CA-19 Calidad ambiental. Universidad Veracruzana.

33. Participación de estudio de uso del suelo y vegetación en el año 2010 del Municipio de Teocelo, Veracruz. Universidad Veracruzana - Universidad Iberoamericana – Puebla.

32. Participación en las actividades encomendadas por la Agencia de Cooperación al Desarrollo entre México y Alemania GIZ, en el Proyecto: Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas (CCyANP). PN: 10.9070.3-001.00 "Corredor Biológico de la Sierra Madre Oriental (CBSMO)" al equipo de la Universidad Iberoamericana Puebla. De Noviembre de 2011 a febrero de 2012.

31. Colaboración en la Red Temática "Etnoecología y Patrimonio Biocultural" del fondo N0017 de CONACyT en el proyecto "Empresas Sociales". Del 1 de agosto de 2011 al 1 julio de 2012.

30. Colaboración en el Centro Evaluador Estatal – Puebla, Universidad Iberoamericana Puebla. Coordinación de Sistemas. Del 1 de agosto de 2010 al 31 de agosto de 2011.
29. Colaboración en el convenio específico celebrado con PEMEX Exploración, Refinación y Producción, Región Sur, número 425108809, denominado “Monitoreo de las condiciones ambientales y seguimiento, evaluación y validación del cumplimiento de términos y condicionante del Proyecto Regional Ogarrío - Magallanes”, en el periodo del 25 de mayo de 2009 al 31 de mayo de 2010.
28. Participación en el estudio de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto Modernización del Riego del Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, en los capítulos de clasificación del uso del suelo y vegetación, así como en fauna silvestre. Colegio de Posgraduados. Montecillos Estado de México. 2010.
27. Participación en la Consultoría Ambiental Integral Seguridad e Higiene, S. A. de C. V. en la elaboración de Sistemas de Información Geográfica en lo referente a la clasificación del Uso del Suelo y vegetación y apoyo de elaboración de ordenamientos territoriales.
26. Instructor del Curso-Taller “Sistemas de Información Geográfica”. Para INIFOR (Instituto de Investigaciones Forestales) - UNIVERSIDAD VERACRUZANA, del 8 al 12 de febrero de 2010.
25. Participación en el Proyecto: “Diagnóstico de las condiciones de desarrollo en la Sierra de Zongolica, Veracruz”. En estudios de cambio de uso del suelo y vegetación mediante sistemas de información geográfica. CDI (Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas) - Universidad Iberoamericana Puebla. 2009.
24. Participación en el Proyecto: “Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la detección de cambio climático en México (FCIDCCM)”. Programa de fondos estratégicos del Gobierno de Reino Unido – Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT – Universidad Iberoamericana Puebla. 2009.
23. Participación en el Proyecto: “Diseño de políticas de transversalidad para enfrentar el cambio climático en el Estado de Puebla”. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla – Centro de Ciencias de la Atmósfera – Instituto Nacional de Tecnología del Agua – Universidad Iberoamericana Puebla. 2009.
22. Instructor del Curso-Taller: “Tecnología de GPS, Cartografía Básica, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota (PR)”. En calidad de colaborador del cuerpo académico Calidad Ambiental de la Facultad de Biología campus Xalapa de Universidad Veracruzana. CONAFOR. 2009.
21. Asesoría del proyecto de investigación “Migración internacional, alternativas de desarrollo y manejo de recursos naturales por género en comunidades cafetaleras del centro

de Veracruz”. Proyecto financiado por FOMIX Gobierno del Estado de Veracruz y el International Development Research Institute, en materia de manejo de Sistemas de Información Geográfica y herramientas metodológicas para el análisis de cambios de uso del suelo. Instituto de Investigaciones Histórico Sociales - Universidad Veracruzana. 2009.

20. Instructor del Curso-Taller “Sistemas de información para la conservación de orquídeas Mexicanas”. SENAREFI - U.A. OAXACA - U. Nicolaita - UNAM. 1 al 4 de abril, 2009.

19. Profesor de la Universidad Iberoamericana, Puebla; licenciatura Procesos Sustentables y Desarrollo Regional (año 2007 - 2008).

18. Participación en la elaboración del: “Curso de Formación Ambiental a Distancia”. Universidad Iberoamericana Puebla. Enero de 2006. UIA Puebla. Puebla, Pue.

17. Participación como colaborador de la vertiente de medio ambiente del proyecto “Adopta un municipio para Huehuetla y Hueytlalpan, Puebla”. Universidad Iberoamericana – Puebla. Agosto – diciembre de 2007.

16. Participación en: “Caracterización de actores y redes sociales del Municipio de Zacatlán, Puebla, para la Elaboración del Ordenamiento Ecológico y del Territorio. H. Municipio Constitucional de Zacatlán. Septiembre de 2007.

15. Participación en la edición y compilación de los trabajos del libro “Perspectivas en el uso sostenible de la diversidad biológica: perspectivas en el siglo XXI” Ortiz-Espejel, B., F. Chapela y P. Alvarez Icaza. COINBIO/UIA Puebla. 2007.

14. Participación en la elaboración del: “Manual de Procedimientos del Centro Ciudadano de Información Socio-ambiental para el Desarrollo Sustentable”. Programa Habitat 2005. Secretaría de Desarrollo Social del Municipio de Puebla y UIA- P. Mayo 2006.

13. Coordinador del Programa de Desarrollo Sustentable del Municipio. de Atlatlahuca, Etlá, Oaxaca. Universidad Iberoamericana Puebla. 2004.

12. Colaborador en el programa de posgrado en Estudios Regionales en Medio Ambiente y Desarrollo, en proyectos de manejo sustentable en áreas de vida silvestre, recursos maderables, no maderables, ecoturismo, proyectos de productos orgánicos y comercio justo Universidad Iberoamericana Puebla. 15 de abril a 30 agosto de 2008.

11. Participación como Asesor en estudios de Impacto y riesgo ambiental en la empresa “Consultoría Ambiental Ing. Miguel Ángel Mosqueda Lagunes” (a la fecha).

10. Participación en las actividades de la Secretaría de Desarrollo Urbano Ecología y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Puebla como: “Jefe de Departamento de

Inspección y Vigilancia”. 1 de mayo de 2001 a el 30 de septiembre de 2002

9. Profesor de asignatura en los periodos verano-otoño de 2001. Universidad Iberoamericana Puebla.

8. Profesor honorario de la materia obligatoria “Morfología de los vertebrados superiores” en la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla” agosto – diciembre del 2000. Agosto – diciembre del 2000.

7. Participación en las actividades de la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlan como Jefe de Proyecto de Conservación y Restauración Ambiental. del 15 de junio de 1997 al 30 de junio de 1998.

6. Inspector y verificador ambiental y de recursos naturales, Subdelegación de Recursos Naturales. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Estatal en Puebla. del 31 de agosto de 1996 al 15 de junio de 1997.

5. Participación en las actividades de la Subdirección de Ecología y Protección Ambiental, de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología como Jefe de Sección del Ordenamiento Ecológico del Municipio de Puebla del 1° de Septiembre de 1994 al 31 de marzo de 1995.

4. Participación en las actividades del programa “Solidaridad Forestal”, Subdelegación de Protección Ambiental. Secretaría de Desarrollo Social. 1993.

3. Participación en el proyecto IN 208091-UNAM "Ecología de los perros llaneros *Cynomys luduvicianus* y la conservación de la biodiversidad de los pastizales del noroeste Mexicano" en el Centro de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 1993.

2. Participación en las actividades encomendadas por la Comisión Federal de Electricidad, en el área de Ecología e Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Zimapan, Querétaro. 1992.

1. Colaboración en las actividades de la Dirección de Investigaciones Oceanográficas. Secretaría de Marina Armada de México. 1991.

4. CURSOS y TALLERES

31. Participación al XIII Taller Internacional sobre Especialización de Informática Sociodemográfica y Económica. INEGI, Puebla, Puebla del 27 de septiembre al 8 de octubre de 2010.

30. Participación en el “Taller sobre el uso de información de cambio climático para la

toma de decisiones”. SEMARNAT – INE y Universidad Iberoamericana - Puebla. 23 y 24 de noviembre de 2009.

29. Participación en el Curso – Taller “uso de la biblioteca virtual de la Universidad Veracruzana” 15, 16 y 17 de junio de 2009. Universidad Veracruzana.

28. Participación en el: “Taller de Detección e Índices del Cambio Climático en México”. Marzo 23 al 27, 2009. Gobierno Británico, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Iberoamericana Puebla.

27. Asistencia al taller: “Herramientas para la elaboración de estrategias Estatales ante el cambio climático”. UNAM, SEMARNAT – INE, CONAGUA, SMRN – Gobierno del Estado de Puebla.

26. Asistente al taller: “Procesos de capacitación, adopción y apropiación de tecnologías de bajo costo”. Segundo Congreso Internacional de Casos Exitosos: Educación para el Desarrollo de Sociedades Sustentables. CITRO - Universidad Veracruzana.

25. Participación en el: Taller V, “El Desarrollo Integral y uso de medios para el aprendizaje”. Universidad Iberoamericana – Puebla. 14, 21 y 28 de septiembre de 2007.

24. Participación al Curso teórico - práctico: “Curso básico sobre inspección y certificación de productos y procesos orgánicos”. Universidad Iberoamericana – Puebla, CERTIMEX e IDEAS.

23. Participación en el Seminario: “Análisis de políticas públicas relacionadas con las iniciativas comunitarias y privadas de mantenimiento de la biodiversidad en México”. GAIA, COINBIO, ERA A. C. PROCYMAF, CMS, USAID, Conservación Internacional, WWF, The Nature Conservancy, FMLN y PRONATURA. 23 y 24 de noviembre de 2006.

22. Asistencia al Curso: “Hermenéutica y Educación Ambiental. 16 y 17 de noviembre de 2006. Universidad Iberoamericana – Puebla.

21. Asistencia al Curso: “Uso de software para la elaboración de mapas mentales y conceptuales”. 24 y 26 de octubre de 2006. Universidad Iberoamericana – Puebla.

20. Participación en el “Seminario para el Análisis de enfoque metodológico del ordenamiento comunitario del territorio”. GAIA, COINBIO, ERA A. C. PROCYMAF, CMS, USAID, Conservación Internacional, WWF, The Nature Conservancy, FMLN, PROBATURA, Universidad Iberoamericana – Puebla. 27 y 28 de septiembre de 2006.

19. Asistencia al: Taller III, “Decidir con base en valores”. Universidad Iberoamericana – Puebla. 1, 8 y 15 de julio de 2006.

18. Asistencia al: “Curso de desarrollo de material educativo a través de Flash”, 10, 12

y 14 de julio de 2006. Universidad Iberoamericana – Puebla.

17. Asistencia al: “Taller II, Aspectos metodológicos básicos para el desarrollo intelectual (aprender a aprender y aprender a resolver)”. Universidad Iberoamericana – Puebla. 13 de mayo de 2006.

16. Participación en el Seminario “Sistemas complejos”. Universidad Iberoamericana – Puebla. enero de 2006.

15. Asistencia al: “Taller I, Finalidad educativa: el Desarrollo Integral”. Universidad Iberoamericana – Puebla. 2 de septiembre de 2005.

14. Participación en el taller “Introducción al Modelo Educativo de la UIA-P”. Universidad Iberoamericana – Puebla. 6 de agosto de 2005.

13. Participación en el: “Taller de Internalización de la Carta de la Tierra”. Universidad de Guanajuato – SEMARNAT. 11 y 12 Noviembre de 2004.

12. Participación en el: “Taller de Construcción de indicadores de la cuenca Lerma – Chapala – Santiago”. Universidad de Guadalajara – Universidad de Guanajuato. Del 1 al 3 de Noviembre de 2004.

11. Asistencia al: “Seminario Unidad y diversidad del Conocimiento”. Universidad Iberoamericana Puebla. 10 de marzo, 14 de abril, 19 de mayo, 16 de junio y 25 de agosto de 2004.

10. Asistencia al: “Curso de Inducción al PRODEFOR 2004”. SEMARNAT, Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Desarrollo Rural, Gobierno del Estado de Puebla. 12 y 13 de Abril de 2004, Puebla, Pue.

9. Asistencia al: “Curso de programación Neurolingüística”, Instituto de Formación y Desarrollo Volkswagen, S. C. 10 de noviembre de 2001.

8. Participación al: “Taller 1 de Aplicación de Herramientas Informáticas para el Análisis de la Información. Secretaría de Finanzas y Desarrollo Social. Gobierno del Estado de Puebla. 21 de septiembre de 2001.

7. Asistencia al: “Seminario de Sistemas de Información Geográfica”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, SEMARNAT, del 12 al 16 de julio de 1999.

6. Asistencia al: Curso Internacional sobre Mejoramiento Genético Forestal y Plantaciones Comerciales”, Impartido por el Centro de Genética Forestal, Universidad Autónoma de Chapingo y North Carolina State University E. U. A., del 3 al 7 de noviembre de 1997.

5. Participación en el “CAMP DE CACTÁCEAS”, Africam Safari y C.B.S.G. México, del 12 al 15 de mayo de 1997
4. Participación en el: “CURSO DE CAPACITACIÓN EN MATERIA DE INSPECCIÓN Y VIGILANCIA FORESTAL”. Subdelegación de Recursos Naturales. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Estatal en Puebla. Del 2 al 4 de abril de 1997.
3. Asistencia a las asignaturas: Desarrollo Regional; Ecología General; Desarrollo Pobreza y salud; y Seminario de Tesis I. Colegio de la Frontera Sur.
2. Participación al: “CURSO DE VIVEROS Y PLANTACIONES FORESTALES”, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarios, celebrado del 24 al 28 de enero de 1994.
1. Participación en el Curso teórico práctico "Pruebas genéticas con Drosophila sp. para evaluar la toxicidad genética de contaminantes ambientales". Departamento de Radiobiología del Instituto de Investigaciones Nucleares. 11- 12 de Julio de 1991

5. PRESENTACIÓN DE PONENCIAS

8. Reconocimiento por participación en el 4º. Foro de Investigación 2011, presentando los avances del proyecto: “Regionalización, migración y medio ambiente”. Universidad Iberoamericana Puebla. Enero de 2012.
7. Reconocimiento por participación en el 4º. Foro de Investigación 2011, presentando los avances del proyecto: “Red de Etnoecología y patrimonio biocultural”. Universidad Iberoamericana Puebla. Enero de 2012.
6. Reconocimiento por participación en el 4º. Foro de Investigación 2011, presentando los avances del proyecto: “Historia ambiental y territorial de la región de Cholula siglos XVI a XX”. Universidad Iberoamericana Puebla. Enero de 2012.
5. Constancia de participación con la ponencia “Cambio climático y conocimiento alternativo”, en la serie de seminarios del Centro de Investigaciones en Ecosistemas – UNAM. 16 de febrero de 2010.
4. Participación como expositor de cartel del: “Seminario Internacional Slow Food, Defensa del patrimonio cultural y alimentario de los pueblos”. Universidad Iberoamericana - Puebla, Alternativas A. C. SLOW FOOD. 7 de noviembre de 2007.
3. Presentación de ponencia en Mesa redonda “Importancia y perspectiva del desarrollo sustentable en el Estado de Puebla” organizado por la Universidad de Puebla 31

de marzo del 2001.

2. Conferencista “Medio Ambiente, Salud y Desarrollo Sustentable”. Escuela Primaria Ley Agraria del 6 de enero de 1915, Puebla, Puebla.

1. Presentación de ponencia: “Colección Herpetológica de la Escuela de Biología”. Segundo encuentro regional de Investigadores de Flora y Fauna de la zona V de ANUIES. 3 y 4 de Octubre de 1991”.

6. TRABAJOS DIRIGIDOS

1. Organizador de la “Reunión de Unidades Intensivas y Extensivas de Flora y Fauna Silvestre”, Africam Safari, Escuela de Biología, Gobierno del Estado de Puebla, H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, PROFEPA Delegación Puebla y Patronato Puebla Verde, del 29 al 30 de abril de 1997.

2. Organizador de la Segunda Reunión Unidades Intensivas y Extensivas de Flora y Fauna Silvestre. Africam Safari, Escuela de Biología, Gobierno del Estado de Puebla, H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, PROFEPA Delegación Puebla y Patronato Puebla Verde, del 23 al 25 de agosto de 2000.

3. Organizador del “Segundo Congreso Iberoamericano sobre desarrollo y medio ambiente”. Octubre de 2005, Universidad iberoamericana – Puebla.

4. Organizador del “Taller regional de discusión: Agua, Medio Ambiente y Sociedad en el “ de México”, Universidad Iberoamericana – Puebla. 14 de febrero de 2006.

5. Coordinador del “Foro sobre el uso sostenible de la diversidad biológica: perspectivas en el siglo XXI”, 17 de mayo de 2006, Universidad iberoamericana – Puebla.

6. Constancia de participación como sinodal en 23 exámenes profesionales en los programas académicos de: Contaduría Pública, Comercio exterior y Relaciones Industriales. Universidad Iberoamericana – Puebla. De los años de 2004 a 2007.

7. Constancia de dirección de 13 proyectos de titulación de 2005 a 2008, en la Licenciatura de Comercio Exterior y Aduanas. Universidad Iberoamericana – Puebla.

7. Publicaciones

12. Balance hídrico de la microcuenca del Río Naolinco. Clementina Barrera Bernal y Marco A. Espinoza-Guzmán. Con apoyo del Proyecto 94211: “Programa para la restauración integral de la microcuenca del río Naolinco, Veracruz” número de solicitud 94211, apoyado por el FOMIX CONACyt-Gobierno del estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, Cuerpo académico P-UVER-CA-19 Calidad ambiental. Universidad

Veracruzana (En preparación).

11. Uso del suelo y vegetación en el año 2010 del Municipio de Teocelo, Veracruz. Pineda-López Rosario, Espinoza-Guzmán Marco Antonio y Martínezcano Ana Karen. Universidad Veracruzana - Universidad Iberoamericana – Puebla. (En preparación).

10. Ortiz-Espejel B., B. Andrade Frich, G. Duval B., M. A. Espinoza-Guzmán y S. Madrigal G. 2012. Sistemas complejos e investigación participativa. Consideraciones teóricas, metodológicas y epistémicas para el estudio de las Organizaciones Sociales hacia la Sustentabilidad. Revista: Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente. Universidad Metropolitana Xochimilco. Vol.11 No.22, págs. 133- 150: ISSN: 1665-1189

9. Espinoza-Guzmán M. A., 2012. Escenarios de vulnerabilidad socio-ambiental para el año 2020, en las Provincias Eclesiásticas de la República Mexicana. En: Caritas Mexicana I. A. P. 2012. Dolor de la tierra, dolor de los pobres ¡Actuemos ya!. Comisión Episcopal para la Pastoral Social. Cáritas Mexicana Federación Nacional. Catholic Relief Services y Centro Linda vista (Centro de Investigación, Información y Apoyo a la Cultura A. C.) págs. 120-144.

8. Ortiz Espejel B., U. Bando, J. L. Vázquez Aguirre, M. A. Herrera, B. Andrade Frich y M. A. Espinoza-Guzmán. 2012. Fortalecimiento de las capacidades institucionales en México para la detección del cambio climático. En: Ortiz Espejel B. (Coordinador). Estudios y propuestas ante el cambio climático en Puebla, México. Ed. Universidad Iberoamericana Puebla, Servicio Meteorológico Nacional, Programa de Investigación en Cambio Climático, UNAM. Primera edición, 2012, págs.. 27 - 32. ISBN: 978-607-7901-23-5.

7. Ortiz- Espejel, B., G. Tapia Hervert., M. A. Espinoza-Guzmán. 2010. Medio ambiente y desarrollo. El caso de los municipios de Huehuetla y Hueytlalpan, Puebla. Págs. 243-287. En: Reyes G. G. (coordinador). 2010. Tierra de dos tiempos: diagnóstico de la pobreza en Huehuetla y Hueytlalpan. Ed. Lupus Inquisitor. Universidad Iberoamericana Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Pedagógica Nacional, Inst. de Evaluación y Medición de la Migración y Pobreza del Gobierno del Estado de Puebla. 287 págs.

6. Ortiz-Espejel B., B. Andrade F., A. Andrade F., H. Martínez, E. Canales, M. A. Espinoza-Guzmán y G. Velazco 2010. Condiciones y propuestas para el desarrollo local en comunidades indígenas de la región Zongolica, Veracruz (Informe final, síntesis ejecutiva y anexos; línea de investigación: desarrollo regional integral). Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Unidad de planeación y consulta. Dirección General de Investigación del Desarrollo y las Culturas de los Pueblos Indígenas.

5. Ortiz- Espejel, B., A. Olvera E., R. Vázquez P., R. Montes B., M. A. Espinoza-Guzmán, G. Vargas, E. Juárez y G. López. 2009. Transversalidad y definición de capacidades y competencias institucionales para la prevención del cambio climático en el

Estado de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Puebla Universidad Iberoamericana Puebla.

4. Ibararán V. M. E., M. del C. Santillán V., M. A. Espinoza-Guzmán y B. Otiz-Espejel. 2009. Análisis de la vulnerabilidad, niveles de resiliencia e identificación de sectores de alto riesgo (Introducción y Marco conceptual). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno del Estado de Puebla - Universidad Iberoamericana Puebla.

3. Ortiz-Espejel, B. y M. A. Espinoza Guzmán. 2008. “Curso de Formación Ambiental a Distancia”. Universidad Iberoamericana Puebla. UIA Puebla. Puebla, Pue.

2. Ortiz-Espejel B., A. Guevara S., J. Morales H., H. Ochoa G. B, Andrade F., M. A. Espinoza-Guzmán y V. Sánchez C. 2007. Movimientos Sociales y Desarrollo Sustentable: el caso de experiencias comunitarias en el sureste mexicano. En: R. Enríquez (Coord.) Los Rostros de la Pobreza. Vol. V. UIA-ITESO. México, D.F.

1. Ortiz-Espejel, B., F. Chapela y M. A. Espinoza-Guzmán. 2007. Foro sobre el uso sostenible de la diversidad biológica: perspectivas en el siglo XXI. COINBIO/UIA Puebla.

8. OTROS

15. Participación en tercer coloquio “Regiones: construyendo sociedades en el siglo XXI”. Instituto de Investigaciones Sociales – UNAM. 12 y 13 de agosto de 2010.

14. Participación en segundo coloquio “Regiones: construyendo sociedades en el siglo XXI”. Instituto de Investigaciones Sociales – UNAM. 29 y 30 de mayo de 2008.

13. Asistente al: “Segundo Congreso Internacional de Casos Exitosos: Educación para el Desarrollo de Sociedades Sustentables”. CITRO - Universidad Veracruzana.

12. Participación en concurso “Nuestra espiritualidad en el mundo: Ignacio, Xavier y Fabro”. 24 de noviembre de 2006. Universidad Iberoamericana – Puebla.

11. Participación en el: “IV Seminario Itinerante en Pobreza y Exclusión”. Universidad Iberoamericana Puebla. 9 y 10 de noviembre de 2006

10. Participación en el: “II Encuentro Estatal Universitario de temas y proyectos ambientales“. SEMARNAT, UMAD, Universidad de las Américas – Puebla, BUAP, Universidad Iberoamericana – Puebla, Universidad Anahuac, Universidad Tecnológica de Puebla, UTH y UPAEP, del 17 al 20 de octubre de 2006.

9. Participación en el foro “Urbanismo y desarrollo sustentable”. Cátedra Alain Touraine Universidad Iberoamericana – Puebla. 14 y 15 de marzo de 2005.

8. Asistencia al: “Primer encuentro de Instituciones de Educación Superior con

trabajos y proyectos en temas ambientales en el Estado de Puebla”. BUAP, UIA-PUEBLA, UPAPEP, UTP, ITP, CICATA, CESDER, COLPOS, UNIPUE, UTH, U. CUAUHTEMOC; del 18 al 20 de septiembre de 2002.

7. Asistencia al: Séptimo Congreso Latinoamericano de Parques, Zoológicos, Criaderos y Afines. 16 al 20 de Abril de 1997, Puebla, Pue.

6. Asistencia al: “II Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental, Tras la huella de Tbilisi”. Jalisco, México, 5 de junio de 1997.

5. Asistente al: “V SIMPOSIO SOBRE VENADOS DE MEXICO”, del 24 al 27 de abril de 1996.

4. Asistente al “Ciclo de Conferencias”. El Acuario de Veracruz en Puebla. 29 al 20 de abril de 1997.

3. Asistencia a la: Reunión de Promoción de Unidades Intensivas y Extensivas de Flora y Fauna Silvestre, SEMARNAP, Gobierno del Veracruz. 3, 4 y 5 de abril de 1997.

2. Asistencia al: "Cuarto encuentro regional de Investigadores de Flora y Fauna de la región Centro Sur de México. 1 - 3 de septiembre de 1993, PUEBLA, PUE.

1. Asistencia al: “XI Congreso Nacional de Zoología”, Mérida, Yucatán. 28-31 Octubre de 1991.

9. Software

Manejo de paquetería: ERDAS, ENVI, IDRISI, Arc View, Arc Map, Linux, Office, Windows.

“No podemos resolver problemas usando el mismo tipo de pensamiento que usamos cuando los creamos”

Y

“No todo lo que puede ser contado cuenta, y no todo lo que cuenta puede ser contado”