



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA Y
USO DEL TERRENO EN LOS FRAGMENTOS DE BOSQUE MESÓFILO DE
MONTAÑA DEL ESTADO DE MICHOACÁN

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
MARIA GUADALUPE ALVAREZ VERDUGO

TUTOR
DR. MANUEL EDUARDO MENDOZA CANTÚ
(CIGA-UNAM)

CO-TUTOR
DRA. ERNA MARTHA LÓPEZ GRANADOS
(IIM-UMSNH)

MÉXICO, D.F. DICIEMBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi familia
A la memoria de mi madre
Para Elisa

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto “Caracterización y dinámica espacio temporal del BMM del estado de Michoacán bajo un enfoque de paisaje” financiado por Dirección del General de Apoyo del Personal Académico (DGAPA), a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT).

Agradezco mucho el apoyo económico de CONACYT a través de la beca de maestría, sin la cual habría sido imposible continuar mis estudios. Por lo que tengo un gran compromiso social para devolver algo de lo que me han dado.

A las personas que en campo me apoyaron: comunidad de Tingambato, Zirahuén, Madero y Tacámbaro. Así como a los entrevistados que me hicieron ver su realidad y problemática espero poder ayudar en algo con este trabajo.

Al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA, UNAM) por darme la oportunidad de aprender, pensar, razonar y formarme como una geógrafa completa.

A los sinodales: Dra. Isabel Ramírez, Dr. Diego Pérez, Dr. Manuel Bollo por su tiempo dedicado en la revisión así como sus comentarios de la tesis.

A mis compañeros de grupo: Lauris, Yuritzí, Yunuen, Anita, Abelardo, Camilo, Gerardo y Carlos gracias además por tu apoyo en campo, y a los extranjeros también. Esperemos encontrarnos de nuevo y recordar viejos tiempos. A mis compañeros del CIGA que son todos mis amigos y muy importantes para mí gracias por su apoyo.

A mis muy cercanas, amigas que me han dado más que su tiempo para que pueda terminar la tesis en las tres sedes: en Morelia: Angélica Murillo, Guadalajara: Elisa Viveros y en el D.F. Dulce Reynoso. Sigamos trabajando así, si se puede.

A los encargados de que el CIGA luzca brillante porque son unas grandes personas Lupis, Abner y compañía. También mantener el orden es importante gracias a los administrativos por su trabajo constante.

Al Dr. Manuel Mendoza y Dra. Erna López gracias por su asesoría y correcciones que fueron muchas de todo tipo... gracias por darme la oportunidad de trabajar con los bosques mesófilos de montaña aprendí mucho de ellos y de mi.

RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) se considera uno de los hábitats más diversos en términos biológicos; sin embargo, también está en peligro de extinción. En Michoacán, los BMM han sido escasamente estudiados y de acuerdo a la CONABIO (2010), los fragmentos fueron evaluados como de alta prioridad porque han sido severamente amenazados en su calidad y permanencia por las actividades humanas, y además la información es escasa o nula. En consecuencia, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo general elaborar una evaluación del cambio de cobertura vegetal y uso del terreno (CVUT) en los fragmentos del BMM del Estado de Michoacán, con el fin de identificar y explicar los factores causantes que originan los procesos de cambio del BMM, para lo cual se identificaron y clasificaron, en los fragmentos de BMM, las coberturas vegetales y usos del terreno mediante la interpretación visual de Ortofotos e imágenes de satélite SPOT-5, las cuales comprenden un periodo de tiempo de 1995 y 2010 respectivamente, de dos ventanas de estudio con BMM: 1) Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y 2) Madero-Tacámbaro. El resultado de lo anterior fue la generación de los mapas de CVUT de donde se obtuvieron las superficies de cada cobertura del año inicial y final, con esta información se elaboraron las matrices de transición para conocer los valores de cambios o permanencias que tuvieron las coberturas así como el tipo de cambio que sufrió el BMM, o los procesos de cambio que se presentaron, los cuales fueron de tres tipos: I) Deforestación; II) Degradación; y III) Recuperación, con los que también se elaboraron mapas para cada ventana. Para determinar las causas que originan los procesos de cambio en los BMM se realizó un análisis cuantitativo que consistió en un cálculo estadístico para conocer la correlación de variables socioeconómicas y las distancias a los procesos de cambio. El resultado no fue significativo, es decir, no hubo una asociación importante que indicara que la variable poblacional fuera causa o factor de cambio. El otro análisis para conocer las causas del cambio de cobertura, fue de tipo cualitativo, a partir de la aplicación de entrevistas a determinadas personas que habitan las localidades cercanas a los fragmentos de BMM. El análisis de las entrevistas se realizó con la ayuda del programa de computo ATLAS.ti, en donde se categorizaron las respuestas en tres grupos a) Causas subyacentes, que son factores resultado de acciones externas; b); Otros factores, como presiones, oportunidades, políticas, vulnerabilidad y organización social; c) y Causas inmediatas, las cuales contiene a las dos clases anteriores (Geist y Lambin 2002). Las causas y factores

de cambio que se identificaron con el análisis cualitativo se asociaron al resultado de los procesos de cambio de cada ventana para explicar cómo y por qué se originó la deforestación, degradación y recuperación del BMM. Por último también se asociaron los procesos de cambio con las condiciones físicas del terreno encontradas en los fragmentos del BMM, como el paisaje geomorfológico (unidades de relieve e inclinación de la pendiente, roca y suelo) para determinar donde se manifiestan los cambios y cuáles son las características del terreno más susceptibles al cambio.

Palabras claves: Bosque mesófilo de montaña, cambio de cobertura vegetal y uso del terreno, Procesos de cambio, Deforestación, Degradación, Recuperación, Causas del cambio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TEMA	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE CUADROS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	11
INTRODUCCIÓN	13
Hipótesis	17
Objetivo general	17
Objetivos particulares	17
Preguntas de investigación	17
Capítulo 1 REVISIÓN DE LA LITERATURA	
1.1 El Bosque mesófilo de montaña en México	18
1.1.1 Origen y biogeografía	20
1.1.2 Factores físicos	22
1.1.3 Diversidad de la flora y fauna	24
1.1.4 Factores históricos y usos	24
1.1.4.1 Agricultura	26
1.1.4.2 Huertos frutales	27
1.1.4.3 Ganadería	27
1.1.4.4 Forestal	28
1.1.4.5 Sucesión secundaria	28
1.1.5 Estado de conservación y protección	28
1.2 Bosque mesófilo de montaña en Michoacán	29
1.2.1 Región forestal-aguacatero	31
Capítulo 2 ÁREA DE ESTUDIO	
2.1 Ubicación	33
2.2 Clima	34
2.2.1 Climogramas	36
2.3 Hidrología	38
2.4 Geología	39
2.5 Edafología	40
2.5.1 Descripción de perfiles de suelo	42
2.6 Geomorfología	46
2.7 Cobertura vegetal y uso del terreno	49
2.8 Áreas Naturales Protegidas (ANPs)	51
2.9 Población e Indicadores socio- económicos	53
2.9.1 Tasa de crecimiento medio anual	58
2.9.2 Atracción Migratoria Reciente	62

2.9.3	Atracción Migratoria Acumulada	62
2.9.4	Tasa de actividad económica	63
2.9.5	Población ocupada	63
2.9.5.1	Población ocupada por sectores productivos	66
2.9.6	Índice de dependencia económica	71
2.9.7	Población hablante de lengua indígena	71
2.9.8	Índice de suficiencia vial (índice de Engel)	74
2.9.9	Grado de calificación de la población	75
2.9.10	Marginación	76
Capítulo 3 METODOS		
3.1	Cambio de cobertura vegetal y uso del terreno	80
3.1.1	Interpretación visual	80
3.3.2	Corrección geométrica	85
3.3.3	Validación	85
3.3.4	Matriz de transición o de cambio	85
3.3.5	Tasa de deforestación	85
3.3	Causas de cambio de cobertura vegetal y uso del terreno	86
3.3.1	Análisis cuantitativo	89
3.3.2	Análisis cualitativo (entrevistas)	90
3.3.2.1	Procesamiento de datos	91
3.3.2.2	Categorización	92
Capítulo 4 RESULTADOS		
4.1	Mapas cobertura vegetal y uso del terreno	93
4.2	Cambios cobertura vegetal y uso del terreno 1995-2010	101
4.2.1	Matriz de transición	103
4.2.2	Procesos de cambio	107
4.2.3	Tasa anual de deforestación	113
4.3	Análisis cuantitativo causas del cambio CVUT	116
4.4	Análisis cualitativo causas del cambio CVUT	120
4.4.1	Causas del cambio de CVUT ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	127
4.4.2	Causas del cambio de CVUT ventana Madero-Tacámbaro	130
Capítulo 5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		132
Capítulo 6 REFERENCIAS		144
Capítulo 7 ANEXOS		151

ÍNDICE DE CUADROS

	TEMA	PÁGINA
Capítulo		
1	REVISIÓN DE LA LITERATURA	
1.1	Factores físicos ambientales del BMM en México	23
Capítulo		
2	ÁREA DE ESTUDIO	
2.1	Localización y superficie del área de estudio	33
2.2	Tipos de climas del BMM en las ventanas de Madero-Tacámbaro y Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	35
2.3	Tipos de suelo del BMM en la ventana Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén	41
2.4	Tipos de suelo del BMM en la ventana Madero-Tacámbaro	41
2.5	Tipos de cobertura vegetal y uso del terreno en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	49
2.6	Tipos de cobertura vegetal y uso del terreno en la ventana Madero-Tacámbaro	50
2.7	Población total por sexo y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	53
2.8	Población total por sexo y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	54
2.9	Densidad de población por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	54
2.10	Cambio de densidad poblacional por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	55
2.11	Densidad poblacional por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	57
2.12	Cambio de densidad poblacional por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	57
2.13	Tasa de crecimiento medio anual de la población por municipio en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	58
2.14	Tasa de crecimiento medio anual de la población por municipio en la ventana Madero-Tacámbaro	61
2.15	Atracción migratoria reciente por ventana de estudio	62
2.16	Atracción migratoria acumulada por ventana de estudio	63
2.17	Población económicamente activa y tasa de actividad por sexo y por ventana de estudio	63
2.18	Población ocupada por sexo y por ventana de estudio	64
2.19	Población ocupada por sector productivo y por municipio en las ventanas estudio	67
2.20	Índice de dependencia económica por sexo y por ventana de estudio	71
2.21	Población hablante de lengua indígena año 2000 por ventana de estudio	72

	Población hablante de lengua indígena año 2010 por ventana de estudio	72
2.22	Índice de suficiencia vial de Engel en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	74
2.23	Índice de suficiencia vial de Engel en la ventana de Madero-Tacámbaro	74
2.24	Grado de calificación de la población por ventana de estudio	75
2.25	Grado de calificación de la población por sexo y por ventana de estudio	76
2.26	Variables de población para el índice de marginación	77
2.27		
Capítulo	3 METODOS	
3.1	Claves de las Ortofotos utilizadas para la interpretación	81
3.2	Claves y fechas de las imágenes SPOT-5 para la interpretación visual	82
Capítulo	4 RESULTADOS	
4.1	Leyenda de la cobertura vegetal y uso del terreno de las áreas de BMM	94
4.2	Puntos de control para la verificación en campo por ventana de estudio	94
4.3	Superficie de pérdida-ganancia y porcentaje de cambio por clase de CVUT en la zona de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	102
4.4	Superficie de pérdida-ganancia y porcentaje de cambio por clase de CVUT en la zona de la ventana Madero-Tacámbaro	103
4.5	Tipos de procesos de cambio	108
4.6	Tipos de Cobertura vegetal y uso del terreno	109
4.7	Procesos de cambio por superficie km ² y porcentaje para el periodo 1995-2010 en la zona de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	109
4.8	Procesos de cambio por superficie (km ²) y porcentaje para el periodo 1995-2010 en la zona de la ventana de Madero-Tacámbaro	112
4.9	Tasa anual de deforestación por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	115
4.10	Tasa anual de deforestación por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	116
4.11	Variables socio-económicas para el análisis cuantitativo	116
4.12	Correlación de variables socio-económica con la distancia a los procesos de cambio de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	117
4.13	Correlación de variables socioeconómicas con la distancia a los procesos de cambio de la ventana Madero-Tacámbaro	119
4.14	Entrevistas realizadas por ventana de estudio	120

ÍNDICE DE FIGURAS

	TEMA	PÁGINA
Capítulo 1 REVISIÓN DE LA LITERATURA		
1.1	Mapa de distribución del BMM en México	20
1.2	Mapa de las provincias florísticas de México	22
1.3	Mapa de principales regiones de distribución del BMM de México	31
1.4	Mapa de la franja aguacatera en el estado de Michoacán	32
Capítulo 2 ÁREA DE ESTUDIO		
2.1	Localización de los fragmentos de BMM y de las zonas de las ventanas Meseta purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro	34
2.2	Mapa de tipos de clima y estaciones meteorológicas en las ventanas de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro	35
2.3	Climograma de Precipitación y Temperatura máxima y mínima, periodo 1947-2003, de la estación Zirahuén, Salvador Escalante	36
2.4	Climograma de Precipitación y Temperatura máxima y mínima, periodo 1922-2003, de la estación Tacámbaro, Tacámbaro	37
2.5	Climograma de Precipitación y Temperatura máxima y mínima, periodo 1961-1994, de la estación Villa Madero, Madero	38
2.6	Mapa Hidrológico de las en las ventanas de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro	39
2.7	Mapa geológico de las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro	40
2.8	Mapa edafológico de las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro	43
2.9	Perfiles de suelo 1 con BMM cerrado (izq) y perfil 2 con BMM abierto (der) de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	44
2.10	Perfiles de suelo 3 con BMM cerrado (izq) y perfil 4 con BMM abierto (der) de la ventana Madero-Tacámbaro	45
2.11	Mapa geomorfológico de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	47
2.12	Mapa geomorfológico de la zona Madero-Tacámbaro	48
2.13	Mapa cobertura vegetal y uso del terreno en las ventanas Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro	50
2.14	Mapa áreas naturales protegidas en las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro	52
2.15	Mapa de localidades, densidad y población total por sexo y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	56
2.16	Mapa de localidades, densidad y población total por sexo y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	58
2.17	Mapa de la tasa de crecimiento medio anual por localidad y municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	60

2.18	Mapa de la tasa de crecimiento medio anual por localidad y municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	61
2.19	Mapa de la población ocupada y económicamente activa en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	65
2.20	Mapa de la población ocupada y económicamente activa en la ventana de Madero-Tacámbaro	66
2.21	Mapa de la población ocupada económicamente activa por sector productivo y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	69
2.22	Mapa de la población ocupada y económicamente activa por sector productivo y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	70
2.23	Mapa de la población hablante de lengua indígena por localidad y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	73
2.24	Mapa del grado de marginación por localidad y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	78
2.25	Mapa del grado de marginación por localidad y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro	79
Capítulo 3 METODOS		
3.1	Ortofoto (1995) de la parte sur del cerro de Cumburinda de la ventana de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	83
3.2	Imagen Spot (2010) de la parte sur del cerro de Cumburinda de la ventana de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.	83
3.3	Imagen de alta resolución Google Earth del BMM en la ventana de la zona de Madero-Tacámbaro	84
3.4	Imagen de alta resolución World View 2 del BMM en la ventana de la zona de Madero-Tacámbaro	84
3.5	Factores del cambio de la CVUT por Lambin	89
Capítulo 4 RESULTADOS		
4.1	Mapa del recorrido en campo y puntos de control en las ventanas de estudio	95
4.2	Matriz de validez de la CVUT en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	96
4.3	Matriz de validez de la CVUT en la ventana en la ventana Madero-Tacámbaro	97
4.4	Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 1995 en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	98
4.5	Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 2010 en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	99
4.6	Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 1995 en la zona de la ventana de Madero-Tacámbaro	100
4.7	Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 2010 en la zona de la ventana de Madero-Tacámbaro	101

4.8	Matriz de transición periodo 1995-2010 en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	104
4.9	Modelo de la matriz de transición de la CVUT en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	105
4.10	Matriz de transición periodo 1995-2010 en la ventana Madero-Tacámbaro	106
4.11	Modelo del cambio de la CVUT en la ventana Madero-Tacámbaro	107
4.12	Matriz de las CVUT 1995-2010 y los tipos de procesos de cambio	108
4.13	Mapa de los procesos de cambio en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	111
4.14	Mapa de los procesos de cambio en la ventana Madero-Tacámbaro	113
4.15	Matriz de correlación de las variables socioeconómicas y procesos de cambio en la ventana	118
4.16	Matriz de correlación de las variables socioeconómicas y procesos de cambio en la ventana Madero-Tacámbaro	119
4.17	Imágenes utilizadas como apoyo visual para entrevistas e identificación del BMM	122
4.18	Diagrama de causas del cambio de CVUT en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	129
4.19	Diagrama de causas del cambio de CVUT en la ventana Madero-Tacámbaro	131

ÍNDICE DE ANEXOS

	TEMA	PÁGINA
Capítulo		
2	ÁREA DE ESTUDIO	
	Perfiles de suelo (INEGI, 2000) localizados en los fragmentos de BMM	
2.1	BMM	152
Capítulo		
3	MÉTODOS	
	Listado del muestreo de vegetación con el método Gentry en fragmentos del BMM en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	
3.1	Zirahuén	153
	Listado del muestreo de vegetación con el método Gentry en fragmentos del BMM en la ventana Madero-Tacámbaro	
3.2	Madero-Tacámbaro	155
Capítulo		
4	RESULTADOS	
	Puntos de control para la validación con imágenes de mayor resolución (google earth y World View 2) en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	
4.1	Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	156

	Puntos de control para la validación con imágenes de mayor resolución (google eart y World View 2) en la Ventana Madero-	
4.2	<u>Tacámbaro</u>	158
4.3	<u>Formato del cuestionario guía para aplicación de entrevistas</u>	159
4.4	Personas entrevistadas en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-	
	<u>Zirahuén</u>	162
4.5	<u>Personas entrevistadas en la ventana de Madero-Tacámbaro</u>	162
4.6	Respuestas de las entrevista y frecuencias en la ventana de	
	<u>Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén</u>	163
4.7	Temas y frecuencias en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-	
	<u>Zirahuén</u>	168
4.8	Respuestas de las entrevista y frecuencias en la ventana de	
	<u>Madero-Tacámbaro</u>	169
4.9	<u>Temas y frecuencias en la ventana de Madero-Tacámbaro</u>	173
Capítulo		
5	DISCUSIÓN	
5.1	Paisaje geomorfológico asociado a procesos de cambio en la	
	<u>ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén</u>	174
5.2	Paisaje geomorfológico asociado a procesos de cambio en la	
	<u>ventana de Madero-Tacámbaro</u>	175

INTRODUCCIÓN

La realización de esta tesis se enmarca dentro del proyecto institucional multidisciplinario – Caracterización y dinámica espacio temporal del BMM del estado de Michoacán bajo un enfoque de paisaje- el cual fue financiado por Dirección del General de Apoyo del Personal Académico (DGAPA), a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT).

Se realizó la revisión de la literatura referente al bosque mesófilo de montaña (BMM) del país, para conocer las diferentes denominaciones que corresponden al BMM obtenidos de otros estudios, así como la definición que Rzedowski, (2006) realizó sobre el BMM mexicano y del cual se tomó de base en este estudio del BMM michoacano. Fue importante conocer además la situación de su distribución a nivel mundial y nacional del BMM, el cual está considerado como uno de los ecosistemas más amenazados (Hamilton et al., 1995) y un habitat en peligro de extinción (Cárdenas-Hernández et al.; Bubb, 1991). En México actualmente la superficie total del BMM representa el 1% del territorio nacional INEGI (2008). La distribución del BMM se da en determinadas partes del país como en la Sierra Madre Oriental, Oaxaca, Chiapas y en la vertiente pacífica, en esta última más dispersa, la cual incluye al norte de Sinaloa (Gentry, 1946), Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán (Rzedowski y McVaugh, 1966), Cuenca del Balsas y Valle de México (Rzedowski, 1978) y la Sierra Madre del Sur de Guerrero. Es importante conocer cual fue la distribución desde el origen y pasado geológico del BMM en México, el cual aún cuentan con muchas especies paleoendémicas (Challenger y Caballero, 1998), lo que da una idea de las condiciones físicas pasadas del BMM, para entender y evaluar las características físicas en las que el BMM actualmente se está desarrollando.

Se obtuvo información sobre las características físicas y de la composición vegetal del BMM, según los diversos estudios en diferentes zonas de México, para ver coincidencias y diferencias con el BMM michoacano el cual cuenta con elementos físicos y vegetales muy particulares determinados por el área geográfica que ocupa. En general un BMM es muy diverso ya que albergan aproximadamente entre 10 y 12 por ciento de la flora de todo el país, y estructuralmente esta compuesto particularmente de epífitas, arbustos, herbácea y helechos, así como, especies de plantas parásitas y saprófitas (Rzedowski, 1991).

La referencia histórica sobre el uso del BMM, antes de la llegada de los españoles, es que los bosques eran considerados sagrados ya que solo accedían a él para extraer materiales para la guerra, rituales religiosos y practicar la cacería (Ruiz, 1985). En la actualidad ha cambiado su uso y las actividades son otras, las cuales se realizan sin control lo que ha provocado serios daños al ecosistema y a la desaparición del BMM. La principal amenaza del BMM es el sistema de producción, del cual surgen diferentes factores que afectan y causan el cambio de cobertura vegetal y uso del terreno (CVUT). Además la información sobre el uso del BMM en México sirvió para conocer el panorama social y económico en el que se encuentra este tipo de bosque. Así como el estado de conservación y programas de protección y manejo que tienen las áreas con BMM del país.

A nivel Estado de Michoacán la información sobre los BMM que se utilizó fue también para conocer su distribución, origen, características físicas y vegetales apoyado principalmente en lo realizado en esta zona del país por Rendowski (2006); y de Michoacán mediante diferentes estudios como Palacio-Prieto (2000) el cual estimó que el BMM en Michoacán comprende 85 km², el 1% de los BMM mexicanos y el 0.1% de la superficie en el estado los cuales albergan una alta riqueza de especies. Otro estudio del cual se obtuvo información del BMM michoacano fue el realizado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2010) el cual evaluó, en fragmentos ubicados en el eje volcánico transnacional, la prioridad para su conservación en donde el resultado fue alto debido a que la información del BMM es nula o muy básica. En esta misma zona se localiza una parte de la región forestal-aguacatera en donde el cultivo de aguacate y el aprovechamiento de bosques de coníferas, representan el sistema-producto con el mayor porcentaje de utilización en el estado de Michoacán, generando importantes aportes económicos pero también deterioro de los recursos agua, suelo y biodiversidad (Bravo et al., 2009), aunado al cambio climático que se vive en la actualidad debido a que los agricultores de aguacate buscan zonas con mayor humedad (Chávez et al., 2012). Lo anterior resulta ser uno de los factores que originan y causan el cambio de CVUT y la desaparición del BMM.

Posteriormente se presenta la delimitación del área de estudio el cual consiste en dos ventanas con fragmentos de BMM ubicados en Tingambato Pátzcuaro-Zirahuén y en

Madero-Tacámbaro y que forman parte de la vertiente sudoccidental del sistema eje volcánico transversal.

Se realizó la caracterización física de los fragmentos de BMM, a nivel de ventana de estudio, con información existente de diferentes fuentes sobre el clima, hidrología, geología, edafología, cobertura vegetal y uso del terreno, y las áreas naturales protegidas (ANPs). También de información generada en campo como la descripción de perfiles de suelo; y en gabinete como climogramas, con información de las estaciones meteorológicas cercanas a las ventanas de estudio, y la elaboración del mapa geomorfológico.

Para la caracterización socioeconómica, de ambas ventanas, se empleo información documentada, poblacional (INEGI, 1996, 2001, 2006 Y 2011) y de marginación (CONAPO, 2010) a nivel localidad, así como la generación de indicadores para la caracterización del territorio (Palacio et al., 2004), obteniéndose la descripción de la tasa de crecimiento medio anual de la población; migración reciente y acumulada; tasa de actividad económica; población ocupada por sector productivo; índice de dependencia económica; población hablante de lengua indígena; índice de suficiencia vial; grado de calificación de la población; y por último el grado de marginación.

La evaluación del cambio de CVUT en ambas ventana se comenzó con la interpretación visual de las ortofotos e imágenes satelitales SPOT las cuales contienen la información del año inicial 1995 y final 2010 respectivamente. Después se generó la cartografía de la CVUT para cada año y ventana de estudio, de los cuales el mapa del año final 2010 se evaluó, confrontando la información de las coberturas delimitadas con la realidad de campo mediante una matriz de confusión lo que permitió identificar los errores y realizar modificaciones a los mapas y obtener una mejor calidad de los productos cartográficos generados, los cuales servirán para obtener las superficies que ocuparon las coberturas en ambas fechas, dicha información se integra en una matriz de transición del cual se pueden observar los cambios o la permanencia que tuvo cada cobertura en un periodo de tiempo. Del análisis realizado con las matrices se obtuvo, además, los procesos de cambio los cuales son: 1) Deforestación; 2) Degradación y 3) Regeneración.

A sí mismo con las superficies de las coberturas de los bosques y selvas se calculó la tasa de deforestación media anual a nivel municipal con la ecuación utilizada por FAO (1996).

El análisis de las causas del cambio de CVUT se ha movido de la explicación simplista de una causa única a un entendimiento que integra múltiples causas y sus interacciones complejas (Lambin et al., 2003). Para determinar las causas o factores que originan los cambios en la cobertura del BMM se empleó, además de las matrices de transición, otro tipo de análisis con datos cuantitativos y cualitativos con el objetivo de encontrar una explicación amplia sobre el porqué y cómo suceden los procesos cambios en los BMM particularmente. El primer análisis cuantitativo se cálculo estadísticamente para conocer la correlación entre las variables de la caracterización socioeconómica y las distancias a los procesos de cambio. El segundo análisis fue cualitativo el cual está basado en las opiniones de los pobladores, que viven cercanos a los fragmentos de BMM, sobre los temas referentes al bosque y del cambio en la cobertura. La información se obtuvo a través de la aplicación de entrevistas, las cuales fueron procesadas para su análisis con el programa ATLAS.TI.

Con el análisis cualitativo se pudo determinar las causas del cambio de CVUT en ambas áreas de estudio y que se clasificaron en tres tipos: 1) causas inmediatas; 2) causas adyacentes o externas y 3) otros factores (Geist y Lambin, 2002). Dichas causas de cambio se asociaron a los procesos de cambio que se presentaron en los BMM de cada ventana.

Las condiciones físicas del terreno encontradas en los fragmentos del BMM como el relieve, la pendiente de ladera, el tipo de roca y suelo, se asociaron también a los procesos de cambio que ocurrieron en los BMM de cada ventana.

Inicialmente, la intención de esta tesis era elaborar un modelamiento multitemporal del cambio de cobertura vegetal y uso del terreno, el cual tendría como insumos clave la cartografía de cobertura vegetal y uso de suelo elaborada por el INEGI (2008), COFOM, IFN, INEGI (1979) a escala 1:250,000; Sin embargo, durante las observaciones de campo iniciales, se identificó que la cartografía existente no era lo suficientemente confiable para alcanzar los objetivos de la investigación. Por lo cual se decidió generar datos propios a

partir de la interpretación visual de las imágenes con mayor resolución y elaborar una cartografía a una escala mayor (1:20,000). La información existente a escala 1:250,000, sólo se utilizó para referenciar y ubicar de la distribución de los fragmentos de BMM en el estado de Michoacán, así como verificar datos en campo, observar tendencias y para la delimitación de las áreas trabajo de este estudio.

Hipótesis

La evaluación de los cambios de cobertura y uso del terreno en espacio y tiempo permitirá identificar, en las áreas del bosque mesófilo de montaña, los procesos de cambio y determinar las causas que los originan.

Objetivo General

Evaluar el cambio de cobertura vegetal y uso del terreno en el bosque mesófilo de montaña, de dos áreas del estado de Michoacán, en el periodo de 1995 al 2010; así como identificar, describir y explicar los procesos de cambio y los factores causantes que los originan.

Objetivos Particulares

Generar información cartográfica a escala local del bosque mesófilo de montaña.

Obtener una descripción de las condiciones físicas y sociales que se manifiestan en las áreas de BMM.

Construir la dinámica de cambio espacio-temporal que tiene el BMM y distinguir los procesos de cambio generados como la deforestación, degradación y recuperación.

Conocer desde diferentes aspectos y puntos de vista de la población las causas del cambio de cobertura vegetal y uso del terreno del BMM.

Preguntas de Investigación

¿Qué características medio ambientales se presentan en un bosque mesófilo de montaña michoacano?

¿Cómo es el cambio de cobertura vegetal y uso del terreno del BMM y dónde se producen los procesos de cambio como la deforestación, degradación y recuperación?

¿Cuáles son los factores causantes de los procesos de cambio en el BMM y por qué se originan?

Capítulo 1

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 El Bosque mesófilo de montaña en México

La denominación de BMM fue utilizada por primera vez por Miranda (1947) para describir una comunidad vegetal de la Cuenca del Balsas, que se presentaba en el mismo piso altitudinal que el encinar, pero en condiciones de humedad más favorables. Posteriormente cambiaría el nombre a selva mediana o baja perennifolia (Miranda y Hernández X, 1963).

En el enfoque sintético de Rzedowski (2006) se adopta el término de BMM con un significado más amplio, pues incluye la formación que Miranda y Hernández X. (1963) reconocieron como bosque caducifolio y selva mediana o baja perennifolia. La diferencia entre BMM y bosque caducifolio es que en uno predomina la condición siempre verde y en el otro prevalecen árboles de hoja decidua.

Rzedowski (2006) distingue algunos autores y denominaciones que corresponden aproximadamente al BMM como: Beard en 1946 "selva nublada"; Leopold en 1950 "Cloud forest" (Bosque de neblina) el cual señaló su analogía con los bosques andinos; Trochain en 1957 "Forêt dense humide de montagne y Moist montane forest". En 1965 Knapp "Berg-Regenwald"; En 1968 Lauer lo identificó como "Bosque ombrófito de montaña"; Rzedowski en 1965 también lo llamaría "Bosque deciduo templado"; Breedlove, 1973 para el estado de Chiapas, utilizó un enfoque distinto el cual divide a este tipo de vegetación en tres categorías: "Montane rain forest, Evergreen cloud forest y Pine-oak *Liquidambar forest*"; En 1974 Puig lo denominó como "Forêt caducifoliée humide de montagne"; ZuiH y Lathrop, 1975 "Bosque de pino, encino y liquidámbar". Estudios de Dirzo, 1991 y 1994 se refieren al BMM como "Bosque enano" y "Bosque de niebla" respectivamente.

Se define mesófilo como calificativo de plantas o de comunidades vegetales que se desarrollan en condiciones de humedad abundante en el medio terrestre. El BMM en México se localiza en regiones de clima húmedo de altura, en zonas montañosas con sitios muy húmedo que los acostumbrados en bosques de encino y pino, pero más cálidos

que los bosques de *Abies* y más frescos que el clima de bosques tropicales (Rzedowski, 2006).

En consecuencia se puede indicar que el BMM es un conjunto de ecosistemas y ecotipos que no se prestan fácilmente a la clasificación dentro de un solo tipo de vegetación por consiguiente las denominaciones que los distintos investigadores asignan a los ecosistemas de esta zona son muy diversas. Algunos investigadores consideran que estas comunidades son en realidad bosques húmedos de encino (Challenger y Caballero, 1998).

De acuerdo al documento denominado Agenda de los Bosques de Niebla, mundialmente, éstos cubren cerca de 380,000 km² de la superficie terrestre (Bubb et al., 2004). Al nivel de bosques tropicales cubren el 2.5%, y de esta proporción los BMM del continente asiático son los de mayor cobertura con un 6.6% en tanto que el americano tiene el 1.2% (Bubb et al., 2004) sin embargo se considera que son uno de los ecosistemas más amenazados (Hamilton et al., 1995).

En México la superficie total del BMM, según INEGI (2008), es de 18,535 km² representa casi el 1% del territorio nacional (Figura 1.1). Leopold (1950) estimó que cubría el 0.5% del territorio, mientras que Flores et al. (1971) proporcionaron la cifra de 0.87%. Las condiciones en la que se encuentra el BMM del país lamentablemente es un hábitat en peligro de extinción (Cárdenas-Hernández et al, 1994; Bubb, 1991).

De acuerdo a Challenger y Caballero (1998), si se compara su distribución actual y potencial del BMM en México, éste sigue existiendo en casi todas las áreas correspondientes a su distribución natural pero cada vez se ha reducido en pequeños fragmentos o eliminado por completo.

El BMM se desarrolla a lo largo de la Sierra Madre Oriental, en una una faja angosta y no del todo continua que se extiende desde el suroeste de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca, incluyendo porciones de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz. En Oaxaca la franja se interrumpe a nivel del Istmo de Tehuantepec y reaparece nuevamente en Chiapas donde se distinguen dos áreas: en la vertiente septentrional del Macizo Central y en ambos declives de la Sierra Madre.

En la vertiente pacífica, al oeste del Istmo de Tehuantepec la distribución es aún más dispersa pues el BMM se encuentra confinado, por lo general, a los fondos de cañadas y laderas protegidas. Se conoce desde el norte de Sinaloa (Gentry, 1946), Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán (Rzedowski y McVaugh, 1966), de la Cuenca del Balsas y aun del Valle de México (Rzedowski, 1978), al parecer sólo en la vertiente exterior de la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca existen manchones continuos de consideración.



Figura 1.1 Mapa distribución del BMM en México. INEGI, 2008.

1.1.1 Origen y biogeografía

En el pasado geológico el BMM cubría extensas áreas de México, ahora sobrevive como comunidades relictas distribuidas en forma de archipiélagos vegetacionales. Estos bosques aún cuentan con muchas especies paleoendémicas (Challenger y Caballero, 1998).

Los primeros BMM aparecieron durante el Eoceno, hace unos 50 millones de años donde el clima en casi toda Europa, Asia y Norteamérica era moderado, húmedo y cálido favoreciendo el desarrollo de selvas tropicales y subtropicales. Esta se extendió hasta México siendo las especies de BMM asiáticos los más escasos debido a su lejanía. En los últimos cinco millones de años, el BMM ha sido invadido por especies tropicales de Sudamérica vía Centroamérica, desplazando a las especies de afinidad boreal

(Norteamérica) durante el aumento de la aridez en el Plioceno. Esto explica la afinidad neotropical de la vegetación del BMM incluso hasta su límite septentrional (Rzedowski, 1991).

Basado en el análisis de las afinidades florísticas de las especies y sus relaciones con los procesos tectónicos y el registro fósil, Rzedowski (1991) señala que los ecosistemas del BMM en México son muy antiguos, muchos de sus componentes se presentan desde el Mioceno y el Oligoceno, entre 20 a 40 millones de años.

Después de una serie de procesos orogénicos, tectónicos-volcánicos y de cambios climáticos mayores, la vegetación del BMM acabó por fragmentarse dando origen a un conjunto de islas que dan paso al endemismo aislado de flora y fauna. Vázquez-García (1995) se refiere a los BMM como “sistemas mayormente residuales” que albergan especies endémicas relictas con un enorme valor científico.

La composición y estructura característica del BMM es resultado de la migración y mezcla de flora holártica y neotropical, de modo que en el dosel suelen dominar árboles caducifolios de clima templado, y en el sotobosque prevalecen las especies tropicales perennifolias. El BMM permite que especies del trópico húmedo prosperen en latitudes superiores. Su distribución limitada y fragmentada es consecuencia de las condiciones climáticas específicas y terreno restringido. Muchos de los BMM son islas ecológicas de vegetación húmeda rodeadas por comunidades subhúmedas como el bosque de pino y encino aún en regiones no perturbadas (Challenger y Caballero, 1998).

La biografía del BMM del país puede dividirse a grosso modo en cuatro provincias florísticas las cuales pertenecen, según Rzedowski (1978), a la Región Mesoamericana de Montaña en donde se llegan a encontrar los reinos Holártico y Neotropical (Figura 1.2).

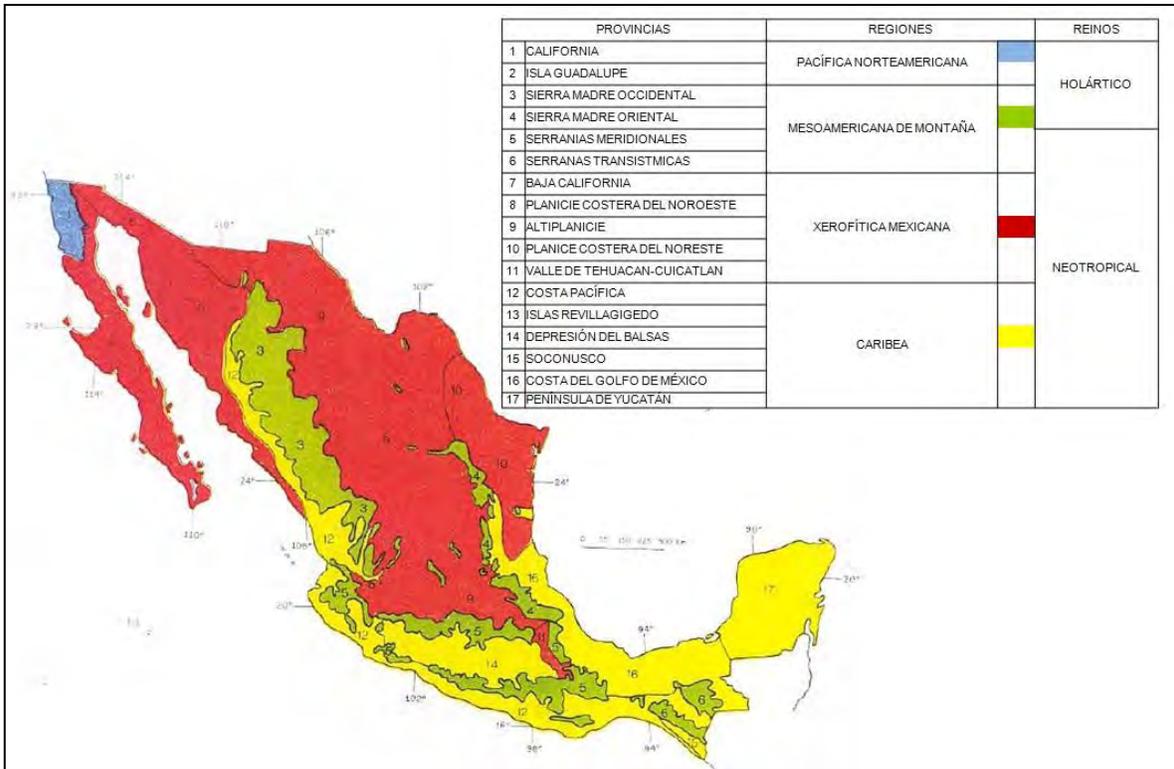


Figura 1.2 Mapa de las provincias florísticas de México. Rzedowski, 2006.

El BMM es también conocido como zona ecológica templada húmeda de México (Toledo et al., 1985) la cual se restringe a regiones de montaña, donde se presentan sobre la vegetación, procesos climáticos como la condensación de masas de aire saturadas de humedad ocasionando neblinas frecuentes, además como consecuencia de la variabilidad altitudinal y la orografía, se forma una distribución naturalmente fragmentada del clima.

1.1.2 Factores físicos

Según la información encontrada por varios autores que han estudiado el BMM en diferentes lugares de México, los principales factores que determinan su existencia son: el rango altitudinal inferior y superior que va desde los 400 a los 2700 msnm; El clima de tipo subcálido y templado con humedad, la temperatura la cual varía entre los 12°C a 23°C así como una precipitación anual mínima de 1000 mm y donde solamente se tengan cuatro meses secos; El relieve se limita a zonas de montaña con pendientes pronunciadas preferentemente en cañadas; El suelo es de lento drenaje, profundo y con abundante materia orgánica, son ácidos de textura arenosa a arcillosa y húmedos durante todo el año. En el Cuadro 1.1 se describen los rasgos físicos y sus principales

características así como las observaciones u otras condiciones existentes en los BMM del país:

Cuadro 1.1 Factores físicos ambientales del BMM en México. Rzedowski, 2006, Miranda, y Hernández X. 1963, Challenger y Caballero, 1998.

RASGO FÍSICO	Características				Observaciones
Límite altitudinal	Inferior		Superior		El límite altitudinal superior a menudo no depende tanto de la temperatura, y sí de la distribución altitudinal de la humedad en cada región.
	600 m	San Luis Potosí y al norte de Sinaloa	2700 m; A más altura lo sustituye el bosque de <i>Abies</i> si el clima es húmedo	En muy pocos sitios de México	
	800 m	Jalisco			
	400 m	Centro de Veracruz			
	1000 m	Chiapas			
Clima	Precipitación media anual	Meses secos	Temperatura media anual	Clima	Son pocas las estaciones meteorológicas ubicadas en BMM por lo que se desconocen las condiciones climáticas en que se desarrolla en muchas regiones de México; Son frecuentes las neblinas y alta humedad atmosférica; La humedad unida a la falta de luminosidad suple las deficiencias de la lluvia en periodo seco del año condiciones ideales para la existencia de BMM; Se presentan heladas en los meses más fríos, las nevadas llegan a tener efectos destructores sobre la vegetación; En el interior del bosque se atenúan considerablemente los cambios diurnos de temperatura y de humedad atmosférica, de tal manera que las plantas de los estratos inferiores viven en un microclima diferente al que están expuestos los árboles del dosel de esta comunidad vegetal.
	> 1000 mm hasta más de 1500 mm; En algunas zonas excede 3000 mm	Varía de 0 a 4	Varía de 12 a 23° C	Subcálido y Templado húmedo de altura	
Relieve	Accidentado y las laderas de pendiente pronunciada.				Restringido a cañadas protegidas por el viento y la fuerte insolación
Suelo	Drenaje regular o lento.				
	A menudo se desarrolla sobre sustrato de calizas con topografía kárstica y existe asimismo sobre laderas de cerros andesíticos, basálticos, así como formados por tobas, granitos, gneis y muchos otros tipos de roca.				
	Son someros o profundos, amarillos, rojos o negruzcos, con abundancia de materia orgánica en los horizontes superiores.				
	Son ácidos (pH 4 a 6), de textura arenosa a arcillosa y húmedos durante todo el año.				

1.1.3 Diversidad de la flora y fauna

A pesar de que las formaciones de BMM representan casi el uno por ciento del territorio de México albergan aproximadamente entre diez y doce por ciento de la flora de todo el país. Entre los factores que fomentan el alto grado de diversidad de los BMM son los amplios límites altitudinales (400 a 3,100 msnm) dentro de los cuales se desarrolla la vegetación nacional (Challenger y Caballero, 1998).

El BMM se presenta en forma de diversas asociaciones vegetales, con diferentes tallas y sobre todo de especies dominantes las cuales varían de una ladera a otra o de una cañada a otra, constituyendo así una unidad bastante heterogénea, pero con ligas florísticas y ecológicas entre sí (Rzedowski, 2006).

Los BMM alojan una diversidad particularmente de epífitas, arbustos, herbácea y helechos, especies de plantas parásitas y saprófitas. A estas las favorece la lenta descomposición de la materia orgánica, común en estos bosques templados, lo que permite la acumulación de gruesas capas de hojarasca y otras formas de biomasa muerta (Rzedowski, 1991).

Además de acuerdo a Challenger y Caballero (1998), los factores más notables que contribuyen a la alta biodiversidad de los ecosistemas de BMM, es que muchos de sus taxa componentes no se encuentran en otros tipos de vegetación así como del aislamiento de los grupos con movilidad restringida. A la diversidad de la fauna del BMM, se suman especies que migran hacia ese tipo de vegetación desde los hábitats vecinos, creandose patrones de migración de actividades alimentarias y de intercambios faunísticos.

1.1.4 Factores históricos y usos

Antes de la llegada de los españoles, los bosques montaños, eran considerados sagrados, por ejemplo los Purepechas de Michoacán, obtenían las plumas de pájaros exóticos para adornar los trajes de los jefes, extraían madera para mantener iluminados los altares de sus Dioses y elaboración de flechas utilizadas por guerreros así como para practicar la cacería. (Ruiz, 1985).

Toldeo et al. (1989), indica que es poco probable que el BMM fuera talado para fines agrícolas sino hasta después de la conquista española, antes eran utilizadas otras áreas estratégicamente apropiadas para la agricultura, siendo las prácticas agrícolas tradicionales las que mantenían una armonía con el medio ambiente, además, ningún centro de población de las grandes civilizaciones prehispánicas de México surgieron en esta zona montañosa, hasta que con las presiones de aculturación y explotación española, grupos indígenas buscaron refugio en el escarpado terreno de montaña para protegerse.

La tala a gran escala se dio durante el porfiriato (1876 a 1911) debido a las políticas de gobierno, así como posteriormente por la formación de ejidos en 1934 y luego por el crecimiento demográfico a partir de la segunda mitad del siglo XX, siendo los años 70s y 80s el periodo durante el cual se perdió la mayor parte de las selvas húmedas del país y el de más destrucción de los bosques mesófilo. Sin embargo de manera global a partir de la década de los 40s son considerados tres factores de destrucción forestal: la expansión hacia esta zona de la agricultura de subsistencia; el comienzo de la ganadería extensiva a pequeña escala y la expansión de la producción de huertas frutales comerciales (Challenger y Caballero, 1998).

Otros factores de destrucción que se han observado en sitios específicos del BMM son: incendios forestales, asentamientos humanos o expansión urbana, obtención de leña, extracción minera de materiales para la construcción, apertura de caminos, etc (Challenger y Caballero, 1998). Existe además la explotación descontrolada de productos no maderables como orquídeas, helechos y palmas, la industria de la horticultura y la floricultura (Riba, 1993).

Se reconocen dos aspectos que amenazan a los BMM: su grado de fragmentación y el cambio de uso del terreno (Williams-Linera et al., 2002) y la principal causa o factores que lo originan son las relacionadas a las actividades humanas principalmente las agropecuarias seguido de pastizales y por último la conversión a zonas urbanas. El crecimiento demográfico, la pobreza, los enlaces de comunicación rudimentarios, conflictos de uso de los recursos rurales y cambios en el uso tradicional de la tierra son factores en la destrucción del BMM y de los bosques adyacentes de pino y encino.

Las presiones por las actividades humanas vuelven más pronunciada la condición insular del BMM, ya que primero se eliminan las formaciones más estacionales (pino), ubicadas a menor altura, y posteriormente se fragmentan los BMM. El paisaje que resulta son los BMM situados en las cimas de las montañas, que se están volviendo, islas de bosque primario dentro de un mar de tierras agrícolas (Bubb, 1991).

1.1.4.1 Agricultura

La fertilidad de los suelos del BMM los hace atractivos para el uso agrícola, aunque las milpas ubicadas en las laderas del BMM sólo dan buenos rendimientos una o dos temporadas, la pérdida de suelo durante ese lapso es tan grande que resulta imposible obtener más cosechas, lo que obliga a dejar la tierra en barbecho y la erosión resultante hace más lenta la regeneración del BMM (Challenger y Caballero, 1998).

La tala del BMM para uso agrícola reduce la infiltración de agua de lluvia en el subsuelo y la captura de agua por precipitación horizontal en el aire. También cambios en los patrones locales de precipitación pluvial debido a que el suelo desnudo refleja más la radiación solar disminuyendo el reciclaje hacia la atmósfera del vapor de agua producido por la evapotranspiración de las plantas (Challenger y Caballero, 1998).

La quema de terrenos con vegetación para usarlo en cultivos puede por accidente extenderse sin control destruyendo grandes extensiones de bosque intacto, el uso del fuego tiene varias afectaciones principalmente destruye la mayor parte de las semillas y plántulas importantes para la reproducción y renovación de especies del BMM (Jardel, 1992).

En general las relativamente bajas temperaturas y la escasez de radiación solar (debido a la cubierta nubosa superior) retrasan el crecimiento de cultivos. Se necesitan periodos de barbecho más prolongados para que la lenta regeneración del bosque produzca una biomasa suficiente como para liberar una cantidad adecuada de nutrientes después de la roza, tumba y quema. Por estas razones el rendimiento y producción de cultivos es bajo, sin embargo, los agricultores talan incluso bosques ubicados en laderas pronunciadas una vez que agotaron todas las formaciones subhúmedas ubicadas a menor altitud (Bubb, 1991).

1.1.4.2 Huertos frutales

Los huertos prehispánicos se enriquecieron mediante la introducción de especies o por el contrario, sufrieron alteraciones. Solamente el aguacate y el capulín son nativos de México y muchas otras proceden del exterior como el café. En zonas del país donde existe BMM, es común, la practica del cultivo del café y recientemente el aguacate, manzana u otros árboles frutales. Aunque éstos son elementos arbóreos que ofrecen cierta protección contra la erosión del suelo, pues se trata de plantas perennes que amortiguan el impacto directo de las gotas de lluvia contra el suelo, cuando éstos se plantan, se tala totalmente el BMM para que pueda entrar suficiente luz solar que estimule la máxima fotosíntesis de los cultivos frutales, el proceso de deforestación mediante la tala inmoderada provoca de manera directa la disminución de la biodiversidad así como la secundarización vegetal resultando la extinción del bosque (Challenger y Caballero, 1998).

Tambien se cultivan en huerto ciertas plantas del BMM que tienen aplicaciones alimentarias, medicinales, culinarios, etc., así mismo es muy frecuente observar plantas de BMM que tienen valor ornamental, como orquídeas, arbustos, árboles, trepadoras.

1.1.4.3 Ganadería

El BMM no se desmonta en gran escala para las actividades ganaderas, debido a sus pendientes inclinadas y a las dificultades de acceso, sin embargo, la práctica de la ganadería es de tipo extensivo, de modo que los animales se alimentan de pastizales de especies nativas o inducidas. Aunque las densidades de ganado suelen ser muy bajas llegan a compactar el suelo incrementando así el escurrimiento superficial e impidiendo la regeneración del bosque (Stadtmuller, 1987).

La ganadería extensiva en el BMM permite que los animales ramoneen directamente en la vegetación del bosque, o en otros casos, los animales ramonean en las milpas en barbecho, es decir, el BMM proporciona forraje durante la temporada seca de los bosques de pino y encino, éste ramoneo directo afecta la estructura y composición de especies del sotobosque del BMM que a largo plazo podría evitar su regeneración (Jardel et al., 1992).

1.1.4.4 Forestal

El BMM abastece de combustible a la población de la zona, pero la recolección de leña es una actividad que en general tiene poco impacto en la mayoría de esos bosques (Toledo et al., 1989). La recolección se limita a ramas caídas y otros restos leñosos muertos, el cual a largo plazo, puede llegar a tener algún impacto en los ciclos de nutrientes de energía dentro del ecosistema forestal, sin embargo, cuando se agota la materia vegetal muerta se llega a derribar árboles vivos (Rzedowski, 1982).

La tala del BMM, para la explotación de madera, no ha sido tan destructiva como en bosques de coníferas debido a la distribución desperdigada y reducido número de especies con valor comercial que obliga a realizar una tala selectiva y no total, así como las dificultades de acceso y transporte que ayuda a protegerlo contra los aserraderos (Jardel, 1992; Rzedowski, 1978).

1.1.4.5 Sucesión secundaria

Las perturbaciones antropogénicas resultado de la tala, agricultura e incendios forman grandes claros en el bosque, lo que cambia radicalmente el microclima forestal. Estos claros producen en el suelo temperaturas altas y fluctuantes, irradiación solar directa en la superficie del suelo, poca sombra y humedad y a la larga, en el caso de tierras agrícolas o ganaderas, disminución de materia orgánica y de la fertilidad del suelo. Estas condiciones no son las adecuadas para que vuelvan a reestablecerse las especies del bosque primario, aunque favorecen a las especies colonizadoras pioneras de la vegetación secundaria (Jardel, 1991).

Pero como los BMM son los más frágiles, la sucesión secundaria de muchas áreas de BMM que fueron desmontadas para la agricultura, se da hacia las especies del bosque de pino el cual puede durar indefinidamente. Por el contrario si el BMM secundario creciera en las milpas barbechadas ayudaría a conservar las áreas restantes de bosque primario (Challenger y Caballero, 1998).

1.1.5 Estado de conservación y protección

En México existen diversas Leyes y Reglamentos en materia ambiental, entre ellas sobresalen por su importancia, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA, 1988), sin embargo, de acuerdo a Rzedowski (2006) esta

legislación es poco respetada. Algunas reservas de la biósfera que contienen áreas de BMM fueron taladas con fines comerciales a partir de la entrada en vigor de la Ley Forestal de 1942 (Challenger y Caballero, 1998).

Son muy pocos los BMM que gozan de protección o manejo oficial, pese a su gran diversidad biológica, elevado endemismo y afinidades biogeográficas únicas. En los Parques Nacionales el BMM cubre sólo una pequeña parte del área total y como la principal finalidad de éstos ha sido la recreación, es frecuente que la vegetación natural esté muy perturbada. Se surge que para la conservación de los BMM se debe crear una red de nuevas reservas que abarque toda la zona ecológica. Se estima que las áreas de BMM propuestas para futuros proyectos de conservación, junto con las reservas ya existentes, se podrían proteger hasta el 60% de los BMM de México (Challenger y Caballero, 1998).

1.2 Bosque mesófilo de montaña en Michoacán

A nivel estatal el BMM se localiza la parte septentrional del estado de Michoacán, en la llamada vertiente sudoccidental del sistema eje volcánico transversal. También se presenta un BMM en la Sierra Sur de Michoacán (CONABIO, 2010).

El BMM del Sistema Volcánico Transversal, el cual es de las principales provincias florísticas de México (Rzedowski, 2006). Se localiza aproximadamente a lo largo de los paralelos 19° y 20° N, que marca el extremo meridional de la Altiplanicie Mexicana y la separa de la Depresión del Balsas, incluye las prominencias topográficas más altas del estado, formadas por volcanes como el Tancítaro (4,160 msnm). La mayor parte de los valles se sitúan a altitudes cercanas a 2,000 msnm. Predominan los bosques de *Pinus* y de *Quercus* e incluye las elevaciones más altas de México, así como muchas áreas montañosas aisladas, cuya presencia propicia el desarrollo de numerosos endemismos (Rzedowski, 2006), no pertenece totalmente al Reino Holártico ni Neotropical, más bien se presentan elementos de ambos reinos. Esta región presenta en general una distribución geográfica discontinua y la flora es rica, siendo notable el dominio de especies herbáceas.

Los diferentes elementos que componen al BMM en michoacán son: Árboles, trepadoras leñosas, arbustos, hemiparásitos, gimnospermas, cicadáceas, pteridofitas, musgos, hongos y líquenes. A mayores altitudes de 1000 msnm, se encuentran con frecuencia

matorales y herbáceas. Se presentan varias especies de helechos arborescentes que prosperan mejor en lugares perturbados, llegan a formar en ocasiones grupos más o menos grandes. En muchas áreas de BMM se encuentra un pastizal bajo y siempre verde, estos zacatales se originan y persisten bajo una permanente acción de pastoreo y pisoteo (Rendowski,2006).

La mayor parte de los estudios florísticos, fitogeográficos y de estructura del BMM en México, se han centrado en la Sierra Madre Oriental y los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas, lugares donde hay una mayor distribución este tipo de bosque, y en el occidente del país realizados por Jardel et al. (1992). El estado de Michoacán cuenta con información a nivel de regiones geocológicas del BMM michoacano sobre inventarios de estratos arbóreos, principalmente especies de *Pinus*, *Quercus* y *Tilia*, así como del estrato arbustivo y herbáceo. (SEDUE-UMSNH, 2000). Además de investigaciones elaboradas por Vargas-Rodríguez et al (2010) sobre la flora de varios fragmentos de BMM, entre ellos los del Parque Nacional Pico de Tancítaro y Parque Nacional Cerro de Garnica, sí como, Cué et al. (2006) centrados en la flora arbórea del BMM, abarcando todos los tipos de vegetación, reconociendo las especies de distribución restringida.

Se tiene estimado que el BMM en Michoacán comprende 85 km², el 1% de los BMM mexicanos y el 0.1% de la superficie en el estado los cuales albergan una alta riqueza de especies (Palacio-Prieto et al, 2000). A partir de herbarios y trabajos realizados por diversos investigadores en el período 1950 – 2004, se identificaron las especies para 13 tipos de vegetación arbórea, en donde el BMM aporta 295 especies lo que representa el 26.4% en el estado (Cué et al. 2006).

Otro estudio que arroja información del BMM en Michoacán, es el realizado por Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2010) sobre la priorización para la conservación de los BMM mexicanos. En este caso la región Cuenca Alta del Balsas (Región VI, Figura. 1.3) y las subregiones Cuenca del Río Marqués y Cuenca alta del Río Cutzamala-sistema Mil Cumbres, el resultado de su evaluación fue de alta prioridad debido a que la información del BMM es nula o muy básica, además se indicó que los manchones han estado severamente amenazados en su calidad y permanencia por las actividades humanas, aunque consideró que con un buen manejo, algunas zonas con BMM podrían rescatarse. Muchos de los parches más pequeños

tienen pocas posibilidades de sobrevivencia en vista de la presión antropogénica y cambio climático. Las unidades de estudio tienen un estado de conservación bajo con excepción de la zona sur del volcán Tancítaro que está incluida dentro de un área natural protegida siendo casi inexistentes los BMM prístinos por haber sido severamente perturbados. (CONABIO, 2010).

De las regiones que se localizan dentro del estado la Sierra Sur de Michoacán (Región VIII, de la Figura. 1.3), es poco estudiada y por lo tanto no cuenta con información suficiente para conocer su estado de conservación (CONABIO, 2010).

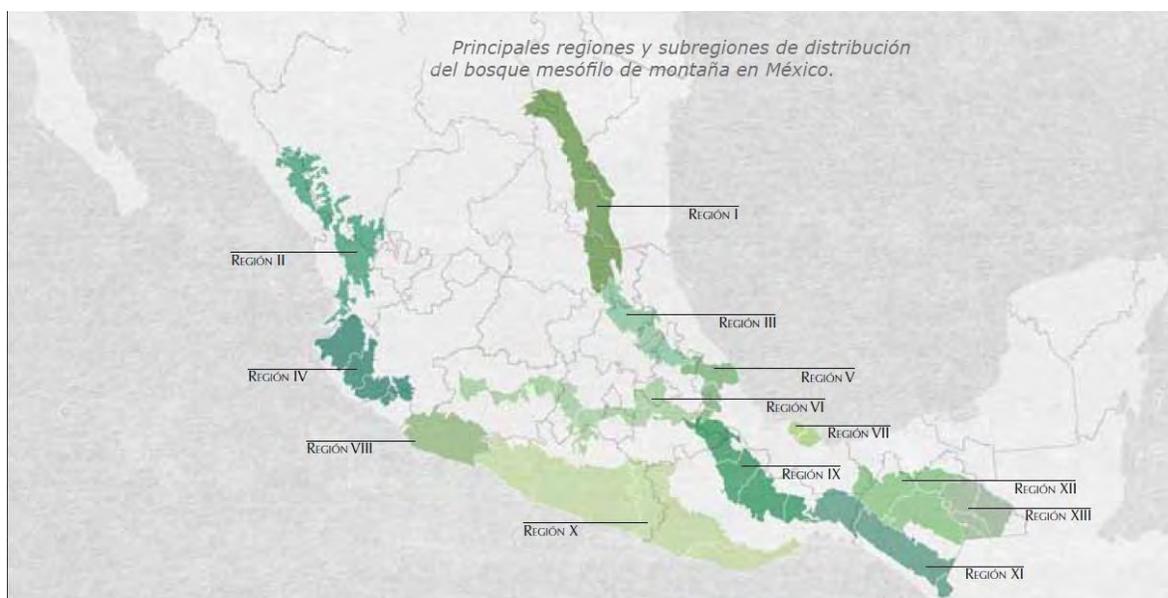


Figura 1.3 Mapa principales regiones de distribución del BMM de México. CONABIO, 2010.

1.2.1 Región forestal-aguacatera

Varias de las especies forestales nativas, incluido el BMM ubicado en la franja aguacatera de Michoacán, presentan un riesgo inminente de desaparecer, esto se acentuaría debido al cambio climático, que inducirá a los agricultores de aguacate a buscar áreas menos cálidas (y con mayor humedad), las cuales actualmente se encuentran ocupadas por especies forestales (Chávez et al, 2012).

La región forestal-aguacatera se ubica en 22 municipios de la porción central del estado de Michoacán, incluyendo la denominada región Purépecha, y tiene una extensión aproximada de 95,000 ha (Figura 1.4). Los municipios productores de aguacate son: Acuitzio, Apatzingán, Ario de Rosales, Cotija, Los Reyes, Madero, Nuevo Parangaricutiro, Peribán, Salvador Escalante, Tacámbaro, Tancítaro, Tangancícuaro, Tangamandapio, Taretán, Tingambato, Tingüindín, Tocumbo, Turicato, Tuxpan, Uruapan, Ziracuaretiro y Zitácuaro (Bravo et al., 2009).

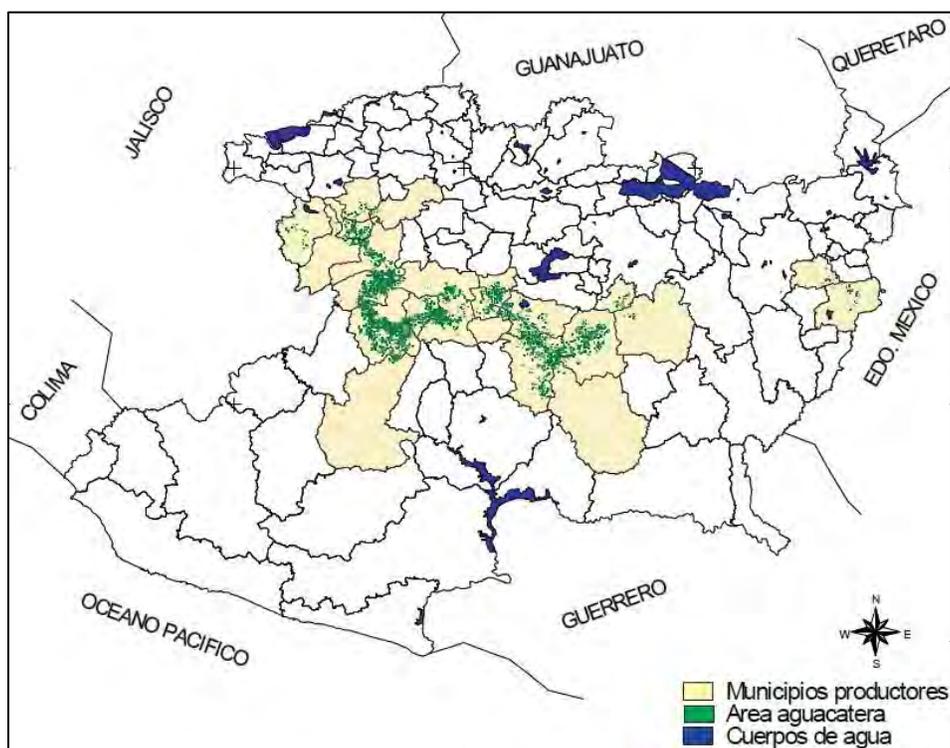


Figura 1.4 Mapa de la franja aguacatera en el estado de Michoacán. Fuente: Chávez et al., 2008

El cultivo de aguacate y el aprovechamiento de bosques de coníferas, representan el sistemas-producto con el mayor porcentaje de utilización en el estado de Michoacán, generando importantes aportes económicos pero también deterioro de los recursos agua, suelo y biodiversidad (Bravo et al., 2009). La derrama económica y alta generación empleos anuales por el cultivo del aguacate contrasta con el desalentador panorama de los silvicultores, mientras que el bosque genera tres veces menos empleos, ahora prefieren eliminar sus bosques o vender sus terrenos para dedicarlos al cultivo de este fruto (Chávez et al, 2012).

Capítulo 2 ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación

Los fragmentos del BMM utilizados en el estudio, forman parte de la vertiente sudoccidental del sistema eje volcánico transversal, se ubican sobre el parteaguas de dos cuencas hidrológicas: Lerma-Santiago y Balsas. El BMM en esta zona se desarrolla en un rango altitudinal entre los 1700 hasta los 3000 msnm.

Se delimitó el área de estudio en dos ventanas, las cuales, agrupan los fragmentos de BMM cercanos y un área de influencia de cuatro kilómetros. La ventana Tingambato Pátzcuaro-Zirahuén es la de mayor superficie con 976 km², sobre el límite Este de la Meseta purépecha, entre los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén. Al Sureste de la ventana anterior, la segunda ventana Madero-Tacámbaro, cuenta con una superficie de 210 km². Territorialmente la primera ventana comprende ocho municipios, mientras que la ventana Madero-Tacámbaro con menor extensión presenta solamente dos municipios (Cuadro 2.1 y Figura 2.1).

Cuadro 2.1 Localización y superficie del área de estudio.

Ventanas	Superficie km²	Municipios
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	976	Tingambato, Salvador Escalante, Pátzcuaro, Nahuatzen, Erongaricuario, Ziracuaretiro, Taretan, Uruapan
Madero-Tacámbaro	210	Madero y Tacámbaro

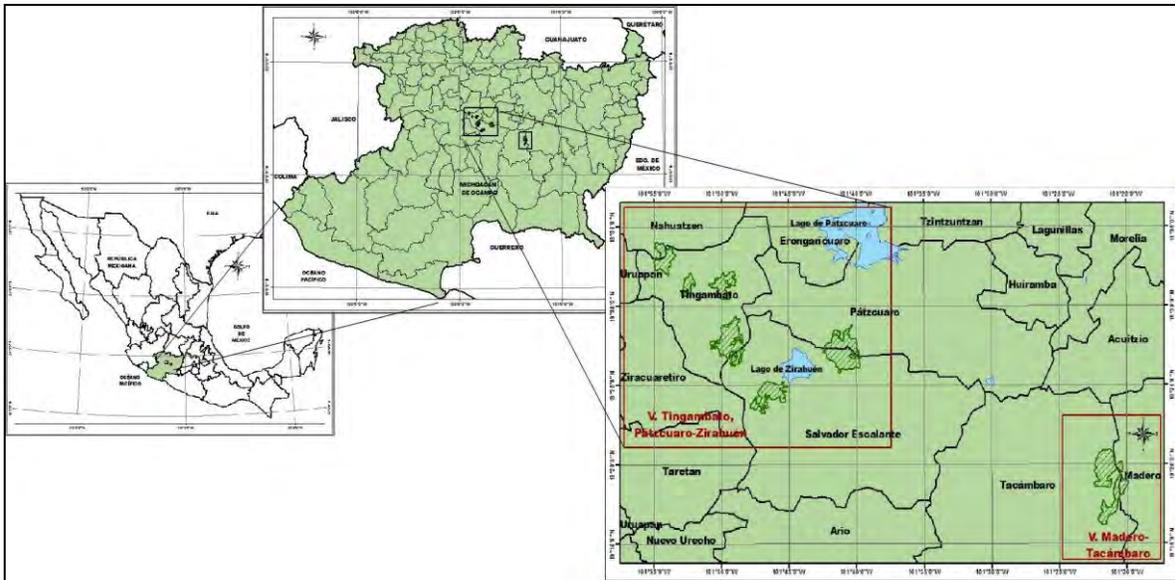


Figura 2.1 Localización de los fragmentos de BMM y de las zonas de las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro. INEGI, 2008

2.2 Clima

En la primera ventana de estudio, Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, dentro de las áreas de BMM, en la parte noroeste, se cuenta con un clima Templado, húmedo pero en la mayoría de los fragmentos predomina el tipo de clima Templado, subhúmedo. Hacia el límite suroeste de la ventana y fuera de los fragmentos de BMM, el clima cambia a los semicálidos húmedos y subhúmedos. En la segunda ventana Madero-Tacámbaro, los fragmentos de BMM presentan un solo tipo de clima Templado, subhúmedo y en dirección sur-sureste cambia a semicálido subhúmedo. Cuadro: 2.2 y Figura 2.2

Cuadro 2.2 Tipos de climas del BMM en las ventanas de Madero-Tacámbaro y Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. CONABIO, 1998.

Tipo	Temperatura	Precipitación	V. Fragmentos BMM
C(m)	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.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén
C(w2)	Templado, subhúmedo, 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.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.	Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén
			Madero-Tacámbaro

La clasificación climática de Köppen modificado por E. García, escala 1:1000000. Esta información fue extraída de la base cartográfica de la República Mexicana elaborada por la CONABIO (1998).

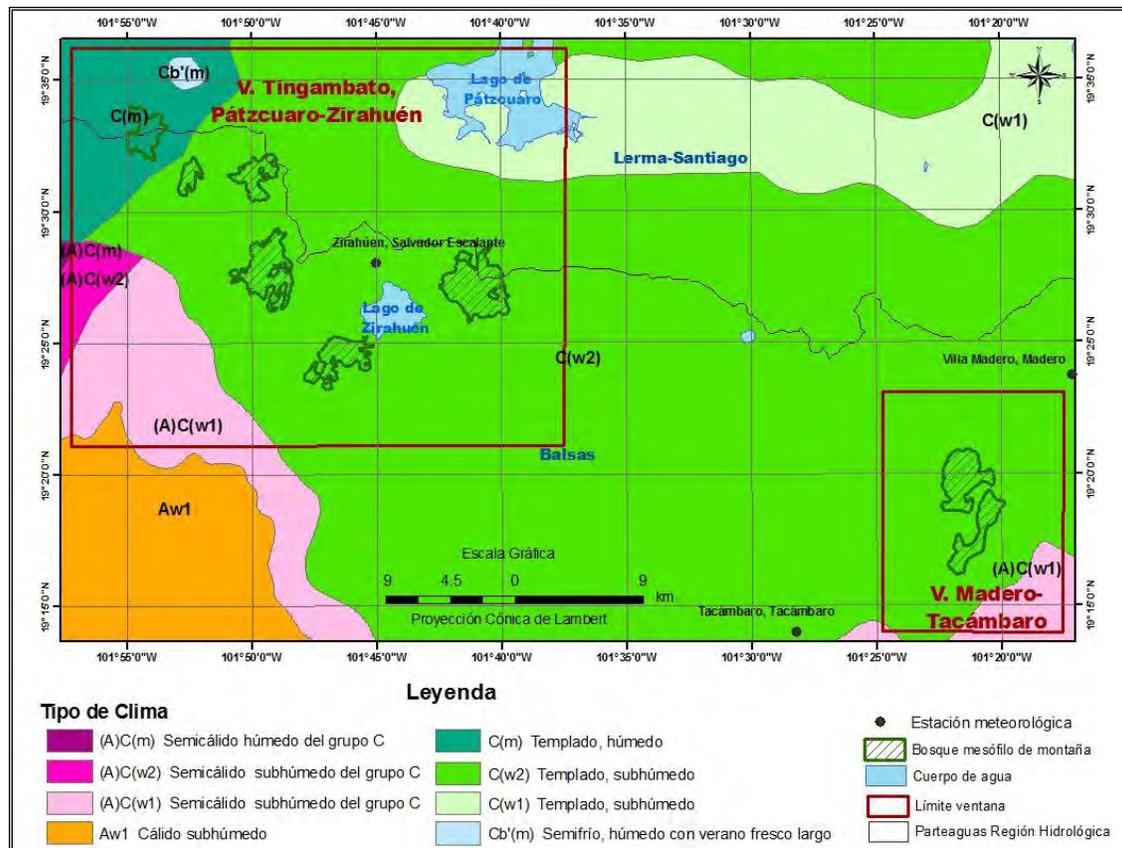


Figura 2.2 Mapa de tipos de clima y estaciones meteorológicas en las ventanas de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro. CONABIO, 1998

2.2.1 Climogramas

Al describir el clima en el que se desarrolla un tipo de vegetación se incluyen los extremos en temperaturas y su duración. Algunos árboles nativos y cultivos pueden tolerar poco tiempo de exposición a temperaturas cercanas a 0°C, pero no toleran una helada durante toda la noche. Lo mismo ocurre con las temperaturas altas: algunas especies del BMM pueden tolerar unos días con temperaturas altas y sin precipitación, pero no toda una estación. Los extremos y no los valores promedio, determinan dónde viven y se reproducen los organismos vivos (Williams-Linera, 2007).

La estación meteorológica ubicada en la localidad de Zirahuén, Salvador Escalante, es la única existente dentro de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, por su localización y años de registro, esta define en general la precipitación y temperatura de los fragmentos de BMM en donde las lluvias abundantes se presentan en tres meses del año de julio a septiembre, cuando la temperatura máxima baja y por otro lado la temperatura mínima sube presentándose una temperatura media entre 10 y 23 °C la cual es constante durante los meses lluviosos y deja de serlo al bajar la temperatura mínima disminuyendo los niveles de precipitación. La temperatura máxima sube durante los meses secos (de marzo a mayo) y disminuye en los meses con más humedad. Figura 2.3

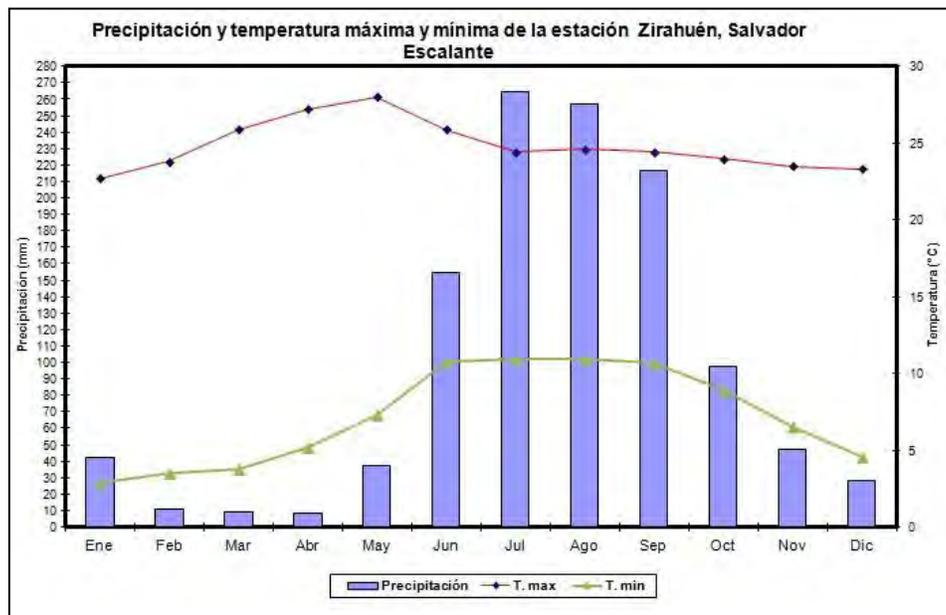


Figura 2.3 Climograma de Precipitación y Temperatura máxima y mínima, periodo 1947-2003, de la estación Zirahuén, Salvador Escalante. IMTA, 2006

Para la ventana Madero-Tacámbaro se contó con dos estaciones meteorológicas las cuales se ubican fuera del área de influencia (ventana) de los fragmentos de BMM, es decir en la parte suroeste, la estación de la localidad de Tacámbaro se ubica a 5 km de la ventana; y del lado noreste se encuentra la otra estación, en la localidad de Villa Madero a 3 km del límite de la ventana.

Al igual que en la primera ventana el comportamiento de las variables de precipitación y temperatura observadas en los climogramas (Figura 2.4 y 2.5) indican que al subir la temperatura mínima se presenta el periodo de lluvias (julio a septiembre) y la temperatura máxima baja. La estación de Villa Madero registra la mayor cantidad de precipitación en donde el mes de junio tuvo el nivel más alto en comparación del registrado en las otras estaciones.

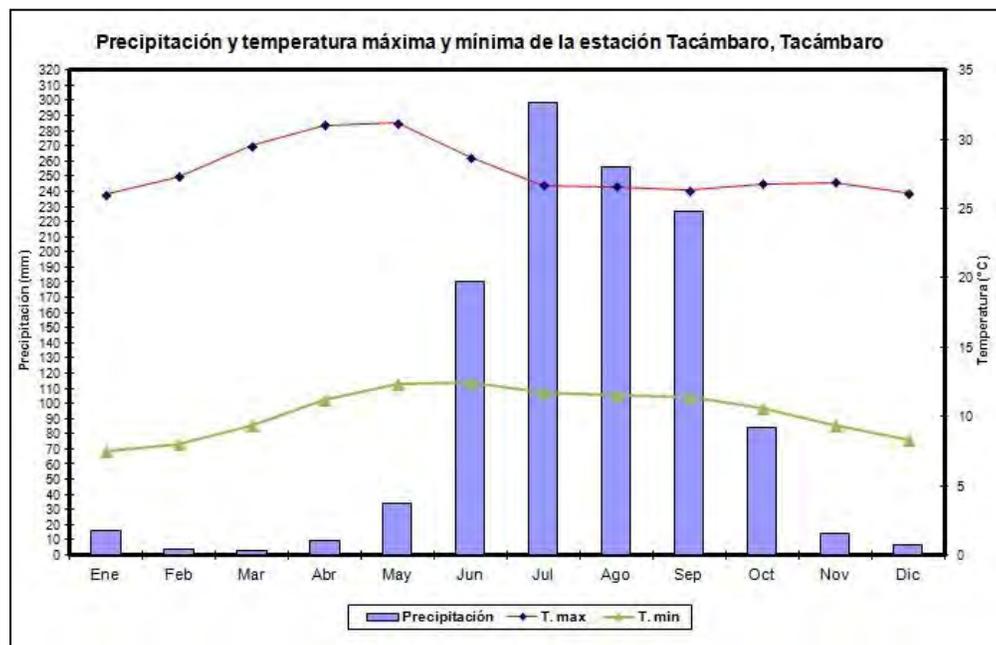


Figura 2.4 Climograma de Precipitación y Temperatura máxima y mínima, periodo 1922-2003, de la estación Tacámbaro, Tacámbaro. IMTA, 2006

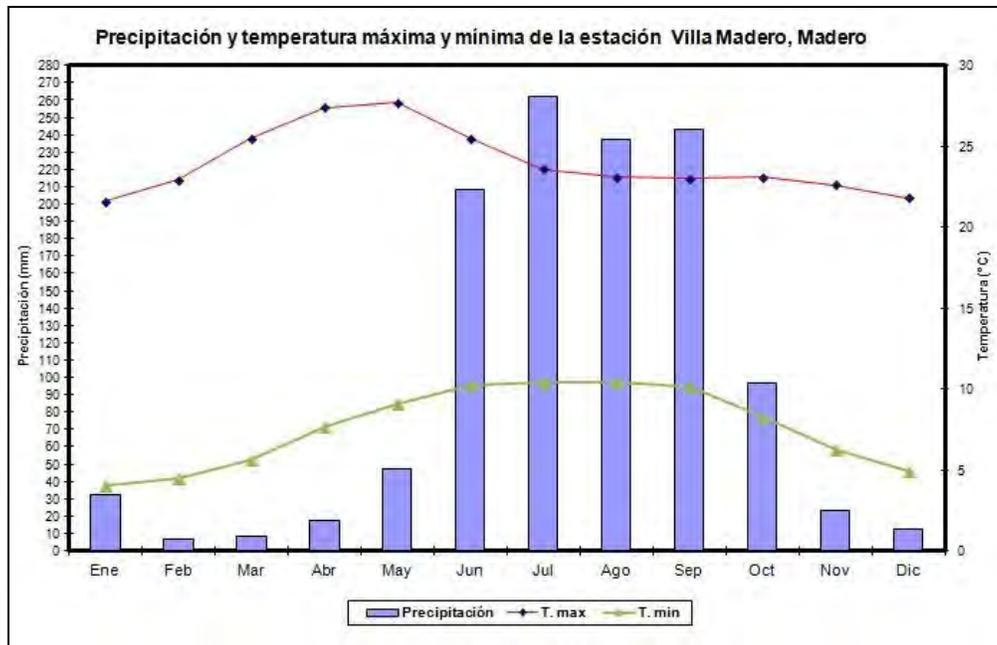


Figura 2.5 Climatograma de Precipitación y Temperatura máxima y mínima, periodo 1961-1994, de la estación Villa Madero, Madero. IMTA, 2006

2.3 Hidrología

Las cuencas de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén forman parte de las regiones hidrológicas Lerma-Santiago y Balsas; y son consideradas endorreicas ya que el agua de lluvia no tiene salidas, sino que escurre y acumula superficialmente al interior de las cuencas, en ambos lagos. El agua proviene únicamente de la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales.

En el área de estudio se encuentran escurrimientos de tipo permanente e intermitente. El patrón de drenaje comienza de la parte alta, en el parteaguas de las cuencas, hacia las partes medias del Balsas y en el caso de Pátzcuaro y Zirahuén, hacia los lagos ubicados en las partes bajas o planas como se muestra en la Figura 2.6

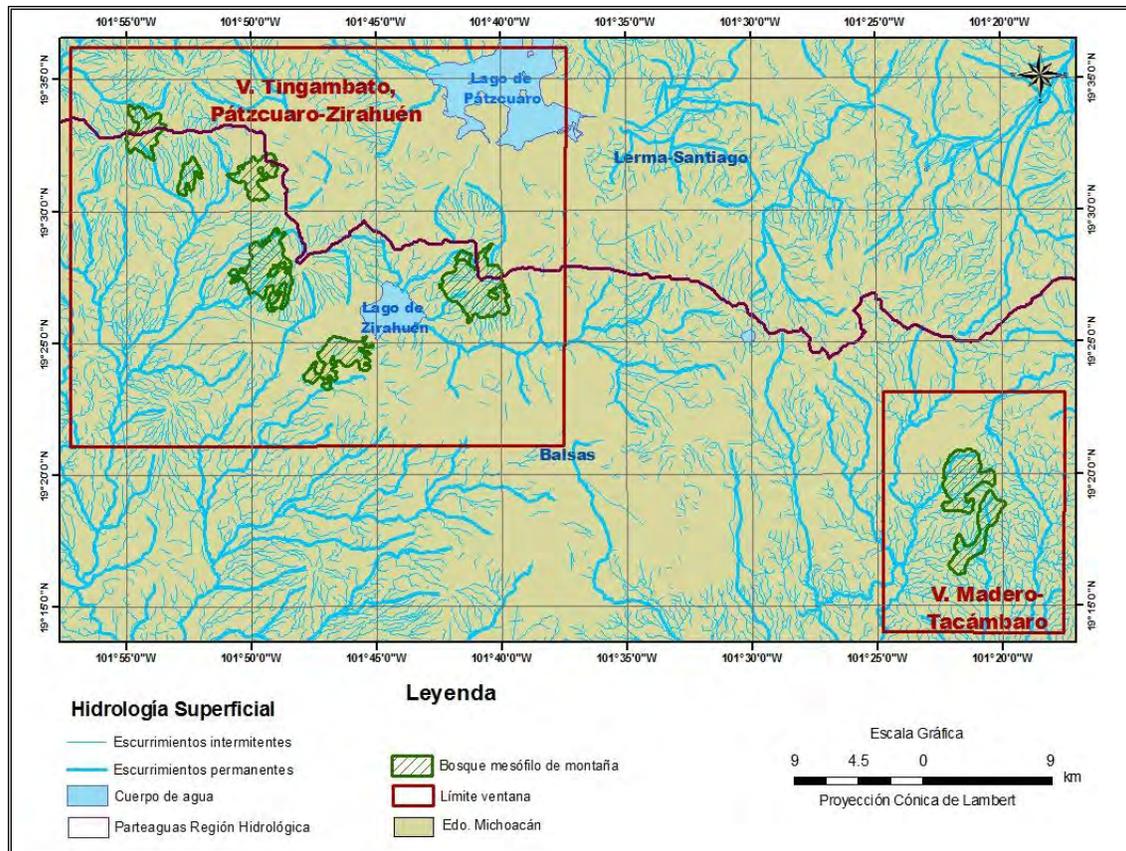


Figura 2.6 Mapa Hidrológico de las en las ventanas de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro. INEGI, 1999

2.4 Geología

Los fragmentos del BMM se encuentran sobre el eje volcánico transversal el cual presenta aparatos volcánicos y flujos de derrames de lava originados por una intensa actividad magmática (Figura 2.7). Las características geológica (INEGI, 1979) de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén en la superficie de los fragmentos de BMM (46.2 km²) la litología superficial presenta solo dos tipos de rocas: basalto en un 70% y brechas volcánicas con el 30%, son ígneas extrusivas, de origen cuaternario, siendo el basalto un más antigua (plioceno-cuaternario).

En los fragmentos de la ventana Madero-Tacámbaro, la litología superficial (16.5 km²), los fragmentos en su mayoría 73% son de tipo dacita-Toba ácida, le sigue brecha volcánica intermedia con 21% y con muy poca presencia se tuvo basaltos 6% éste al igual que en la ventana son ígneas extrusivas de origen cuaternario y pocas áreas el Plioceno-Cuaternario que corresponden al basalto.

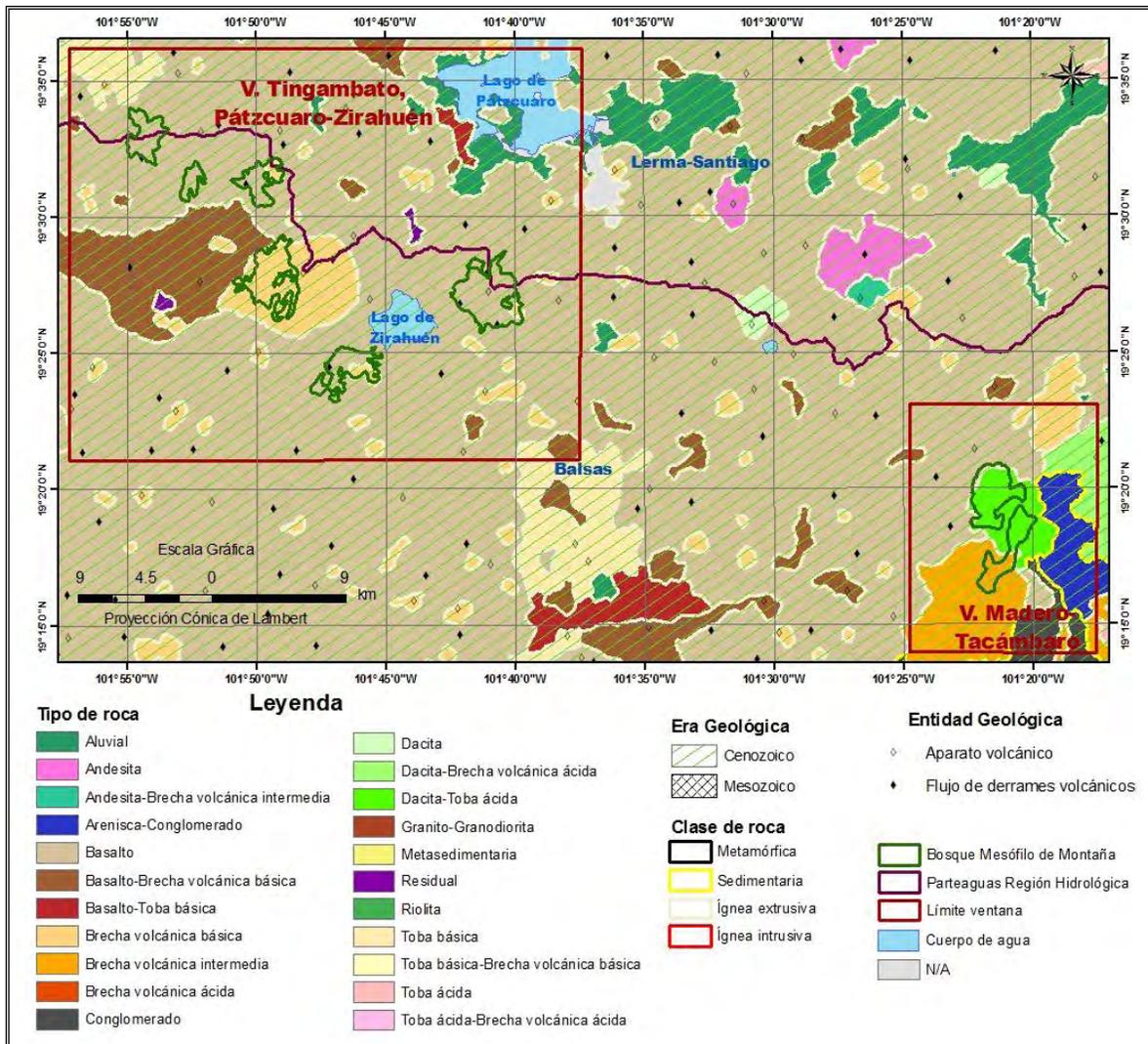


Figura 2.7 Mapa geológico de las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro. INEGI, 1979

2.5 Edafología

El suelo predominante en los fragmentos de BMM de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén es el andosol húmico el cual representa el 55% de la superficie, el resto está distribuido en andosol ócrico, litosol, luvisol crómico y acrisol órtico. El suelo se encuentra en la fase física lítica y pedregosa. Cuadro 2.3 y Figura 2.8

Cuadro 2.3 Tipos de suelo del BMM en la ventana Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2000 y 2002.

fragmentos BMM	Elevación m.s.n.m	Clave	Suelos						Superficie (km ²)	%
			1	Sub1	2	Sub2	Cla_Tex	Fas_Física		
Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén	1900-2300	Ao+To/2	Acrisol	órtico	Andosol	ócrico	Media		0.0205	0.1
		I+Th/2	Litosol		Andosol	húmico	Media		3.0306	6.6
		I+To/2	Litosol		Andosol	ócrico	Media		1.5811	3.4
		Lc+To/2	Luvisol	crómico	Andosol	ócrico	Media		1.164	2.5
		Th+I/2/L	Andosol	húmico	Litosol		Media	Lítica	2.3569	5.1
		Th+To/2	Andosol	húmico	Andosol	ócrico	Media		25.493	55.1
		To/2	Andosol	ócrico			Media		0.0324	0.1
		To/2/P	Andosol	ócrico			Media	Pedregosa	0.9589	2.1
		To+Th/2	Andosol	ócrico	Andosol	húmico	Media		3.1451	6.8
		To+Th/2/P	Andosol	ócrico	Andosol	húmico	Media	Pedregosa	8.4709	18.3
Superficie total (km ²)								46.2534	100	

En los fragmentos de la ventana Madero-Tacámbaro solamente se presenta el tipo de suelo acrisol órtico con una fase lítica profunda. Cuadro 2.4 y Figura 2.8

Cuadro 2.4 Tipos de suelo del BMM en la ventana Madero-Tacámbaro. INEGI, 2000 y 2002.

fragmentos BMM	Elevación m.s.n.m	Clave	Suelos						Superficie (km ²)	%
			1	Sub1	2	Sub2	Cla_Tex	Fas_Física		
Madero-Tacámbaro	1800-2800	Ao+Re/2/LP	Acrisol	órtico	Regosol	éutrico	Media	Lítica Profunda	16.5	100

Los perfiles de suelo proporcionan información puntual de un lugar en este caso donde se localizan los fragmentos de BMM. En cada ventana se tuvo un perfil de suelo (INEGI, 2000) (Figura 2.8 y ANEXO 2.1).

En la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén el perfil I, según la clasificación de suelo de FAO68, corresponde a un andosol ócrico (To). En el perfil II de la ventana Madero-Tacámbaro el tipo suelo del perfil correspondió a acrisol órtico.

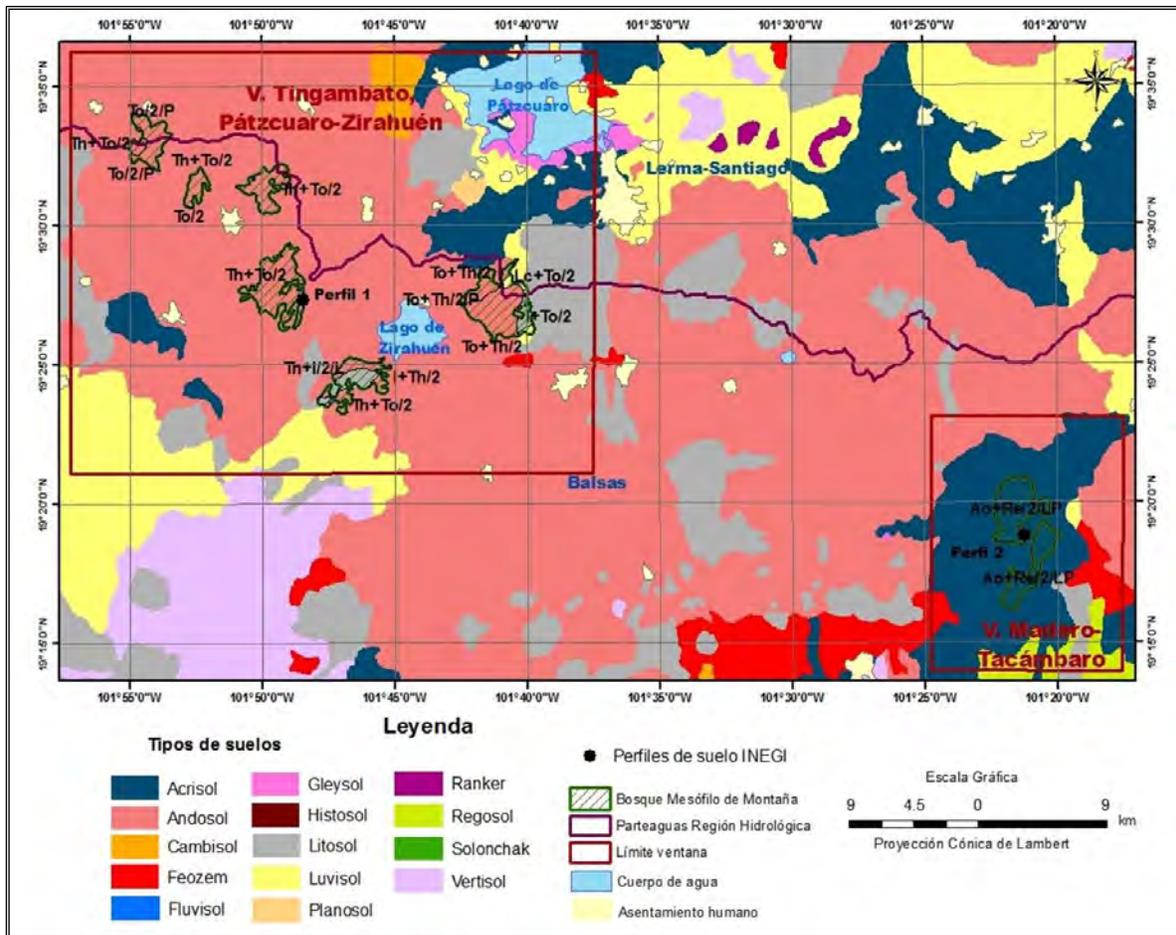


Figura 2.8 Mapa edafológico de las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro. INEGI, 2000 y 2002.

2.5.1 Descripción de perfiles de suelo

Los primeros dos perfiles corresponden a la zona de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y los dos restantes de Madero-Tacámbaro. A continuación se presenta la descripción de los mismos.

El perfil 1 se ubica cercano a la comunidad El Caratacual, Municipio de Salvador Escalante, a 2.5 km, en dirección Este de la comunidad de Zirahuén, región de la cuenca del Lago de Zirahuén; y a una altitud: 2320; es una ladera de cañada con una forma y dirección de la pendiente plano convexo, ubicada dentro de un lomerío alto en volcanes semiescudo cubierto por suelo de tipo Andosol ócrico; el cual está bien drenado, húmedo; sin presencia de rocas superficiales y sin evidencia de erosión, con pendiente muy escarpada (67%) y exposición Oeste; con cobertura arbórea o uso forestal: bosque

natural con tala selectiva. El material parental es roca ígnea extrusiva; del tipo basalto del Plioceno-cuaternario. La vegetación está ligeramente perturbada ya que hubo un incendio forestal en la zona hace tres años. Está dentro del ANP cerro de San Miguel. Figura 2.9

El perfil 2 se localiza cercano a la comunidad de San Miguel Charauén, Pátzcuaro, pertenece a la cuenca del lago de Zirahuén, a 3.5 km, en dirección NE de la comunidad de Zirahuén. La altitud de 2660 msnm, en una ladera plana convexa de un lomerío alto desarrollado en un volcán semiescudo; la pendiente de la porción superior (hombro) es escarpada (40%), con una exposición Noreste cubierta por tipo de suelo Andoso ócrico con drenaje moderado y húmedo; sin presencia de rocas superficiales; sin evidencia de erosión; El sitio presenta cobertura arbórea con vegetación secundaria y uso forestal, está expuesta a procesos de deforestación. El material parental es una ígnea extrusiva del tipo de los basaltos de Plioceno-Cuaternario. El sitio tiene Influencia humana debido a que la vegetación está fuertemente perturbada por deforestación. Dentro del ANP cerro de San Miguel en el límite Norte. A 700 mt al Este se encuentra un área destinada al cultivo de aguacate (1 año). Figura 2.9

Andosoles (T). Suelos oscuros muy ligeros, con alto contenido de ceniza y otros materiales de origen volcánico. Andosol Ocrico (To). Andosol muy limoso o arcilloso a menos de 50 cm de profundidad; tiene una capa superficial clara y pobre en materia orgánica y nutrientes (INEGI, 1998).

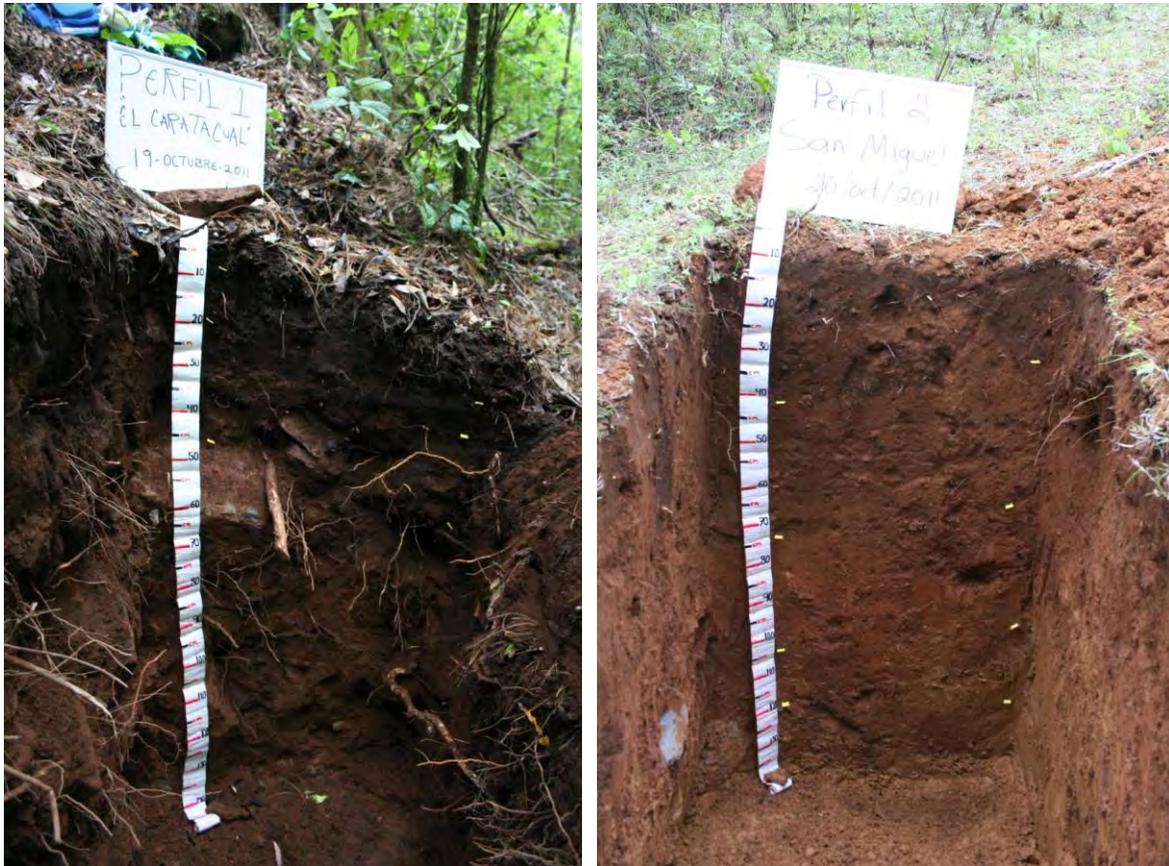


Figura 2.9 Perfiles de suelo 1 con BMM cerrado (izq) y perfil 2 con BMM abierto (der) de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. Inf. de campo (2011)

El perfil 3 pertenece al fragmento norte de la zona de la ventana Madero-Tacámbaro; se localiza sobre la carretera Villa Madero-Carácuaro, en la región cuenca del Medio y Alto Balsas, a 9 km en dirección Suroeste de la comunidad de Villa Madero; a una altitud de 2388 msnm. El sitio pertenece a una ladera medias (espalda de ladera) volcánica de cañada, convexa, de montaña; la pendiente con una inclinación (30%) con exposición NW; con un suelo tipo Acrisol órtico bien drenado, húmedo; sin presencia de erosión ni perturbación. El sitio se encuentra cubierto por vegetación arbórea natural con tala selectiva. La roca es ígnea extrusiva del tipo Dacita-Toba ácida del Neógeno. Figura 2.10

Perfil 4 se encuentra a 2 Kms., de la localidad de Los Sauces, del municipio de Tacámbaro, pertenece a la Región de la cuenca Medio y Alto Balsas y a una altitud de 2075 msnm en una ladera media (espalda de ladera) convexa plana en lomerío bajo, con una pendiente de 32% y con exposición Suroeste. Se desarrolla un suelo Acrisol órtico con drenaje natural y Húmedo; no se observaron presencias de rocas superficiales y no

tiene evidencia de erosión. La cobertura es arbórea vegetal secundaria, expuesta a deforestación. La roca es ígnea extrusiva del tipo Brecha volcánica intermedia del Neógeno. Presenta influencia humana, debido a que la vegetación se encuentra medianamente perturbada por deforestación. A 500 mts se encuentran pequeñas huertas de aguacate (2 años) y mangueras para extraer agua de manantiales. Figura 2.10

Acrisoles (A). Suelos ácidos de climas húmedos, con un subsuelo arcilloso y pobre en general. Acrisol Órtico (Ao). Acrisol sin ninguna otra propiedad especial. (INEGI, 1998).



Figura 2.10 Perfiles de suelo 3 con BMM cerrado (izq) y perfil 4 con BMM abierto (der) de la ventana Madero-Tacámbaro. (Inf. de campo 2011)

2.6 Geomorfología

La distribución de las unidades de relieve en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén (Figura 2.11) predominan los piedemontes con el 31%, seguido de las laderas moderadamente inclinadas en lomeríos altos con el 11.1%, las laderas inclinadas de montañas con el 9.2%, las laderas moderadamente y suavemente inclinadas en colinas con 9.3%, 8.1%, respectivamente. Las planicies se localizan en su mayoría en la parte noreste en el área fluvial lacustre de la rivera del lago de Pátzcuaro, representan el 8.4% del área de la zona.

Las geoformas del terreno en la ventana de Madero-Tacámbaro (Figura 2.12) las más representativas son las planicies (16.1%), seguidas por las laderas inclinadas y moderadamente inclinadas en (14.8% y 14.5%, respectivamente, laderas inclinadas en lomerío bajo (10.6%) y laderas moderadamente inclinadas en lomerío alto (9.9%), las laderas inclinadas y moderadamente inclinadas de montaña ocuparon solamente el 3% y 1.6%, respectivamente. Las planicies con el 7.1 % se localizan la mayoría en la parte norte de la ventana sobre una zona fluvial.

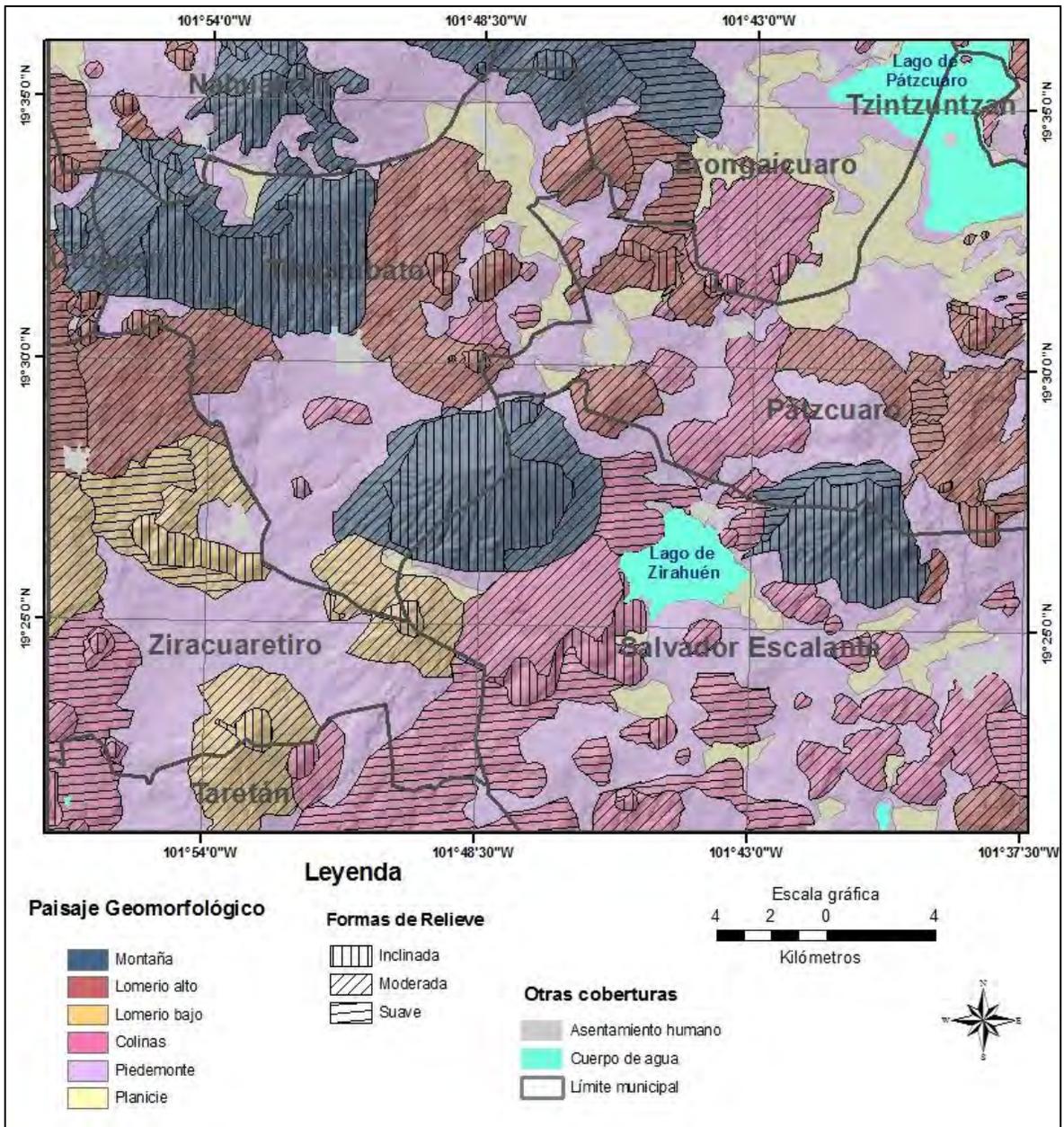


Figura 2.11 Mapa geomorfológico de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. (Datos propios 2011)

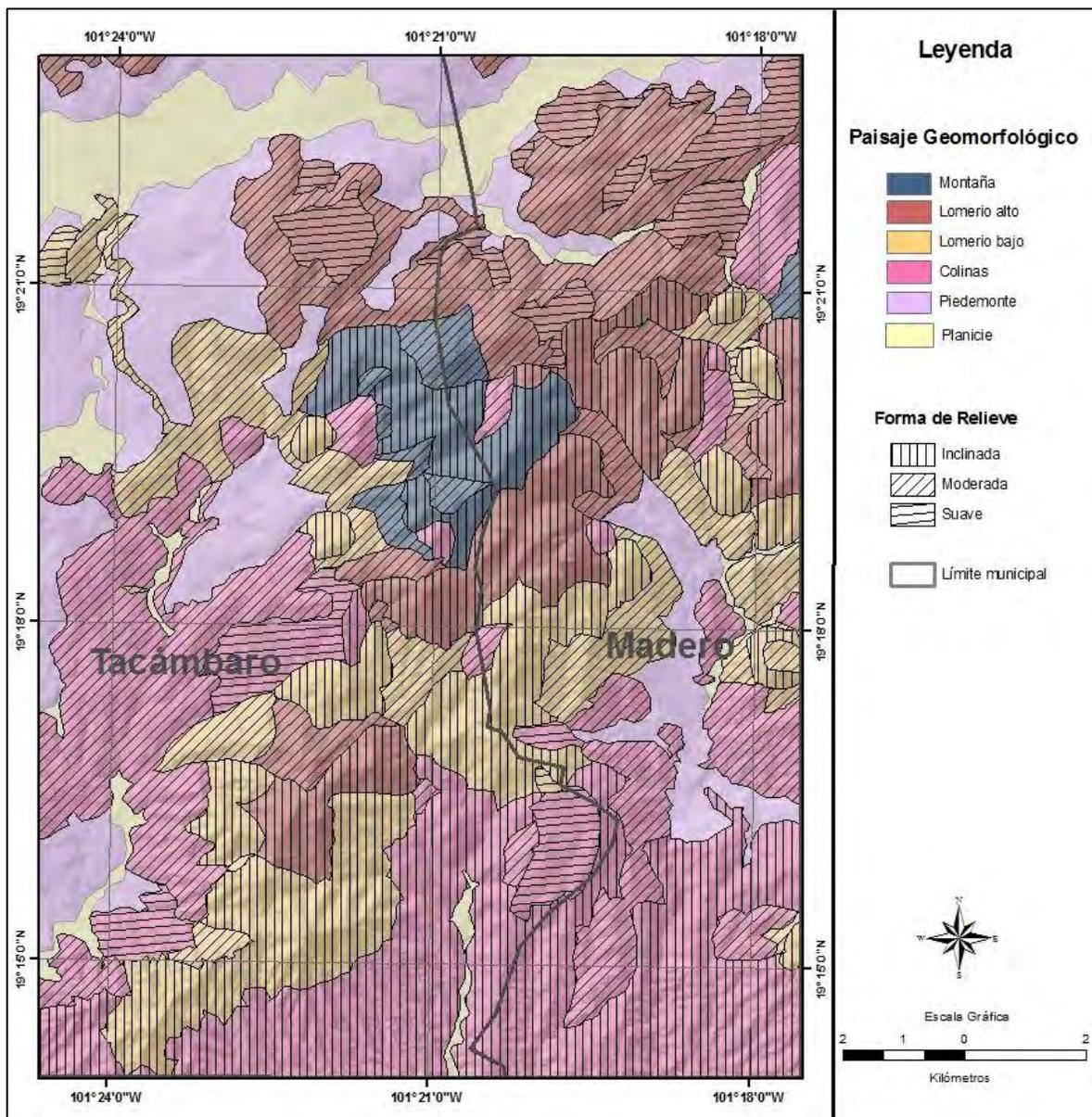


Figura 2.12 Mapa geomorfológico de la zona Madero-Tacámbaro. (Datos propios 2011)

2.7 Cobertura vegetal y uso del terreno

Los tipos y distribución espacial de las coberturas presentes en las ventanas estudio del BMM, (Cuadros 2.5 y 2.6; Figura 2.13) fueron obtenidos de la cartografía temática escala 1:250000 del Cambio de Cobertura y Uso del Suelo (INEGI, 2008).

En la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén predomina en casi un 45% el uso de suelo agrícola de temporal, seguido de la cobertura vegetal bosque de coníferas y latifoliadas con casi el 34%. El resto de las coberturas se distribuyen en el 21% de área restante incluyendo la cobertura del BMM.

Cuadro 2.5 Tipos de cobertura vegetal y uso del terreno en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2008.

Tipo de cobertura vegetal y uso del terreno	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
Bosque de coníferas	15.8	1.6
Bosque de coníferas y latifoliadas	329.4	33.7
Bosque de latifoliadas	21.3	2.2
BMM	46.6	4.8
Vegetación hidrófila	5.2	0.5
Cuerpo de agua	49.7	5.1
Área sin Vegetación aparente	0.7	0.1
Agricultura de riego y humedad	43.9	4.5
Agricultura de temporal	437.1	44.8
Pastizales inducidos y cultivados	11.7	1.2
Asentamiento humano	14.9	1.5
TOTAL	976.2	100

En caso de la ventana Madero-Tacámbaro casi la mitad del área está cubierta por bosque de coníferas y latifoliadas, que junto con las coberturas otras vegetales llegan a ocupar casi el 80% total de la ventana y en segundo lugar lo ocupa la agricultura de temporal con el 25% y pastizales con el 6%.

Cuadro 2.6 Tipos de cobertura vegetal y uso del terreno en la ventana Madero-Tacámbaro. INEGI, 2008.

Tipo de cobertura vegetal y uso del terreno	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
Bosque de coníferas	2.5	1.2
Bosque de coníferas y latifoliadas	101.0	48.1
Bosque de latifoliadas	19.3	9.2
BMM	16.6	7.9
Selva caducifolia y subcaducifolia	5.9	2.8
Pastizales inducidos y cultivados	12.6	6.0
Agricultura de temporal	52.2	24.9
TOTAL	210.1	100

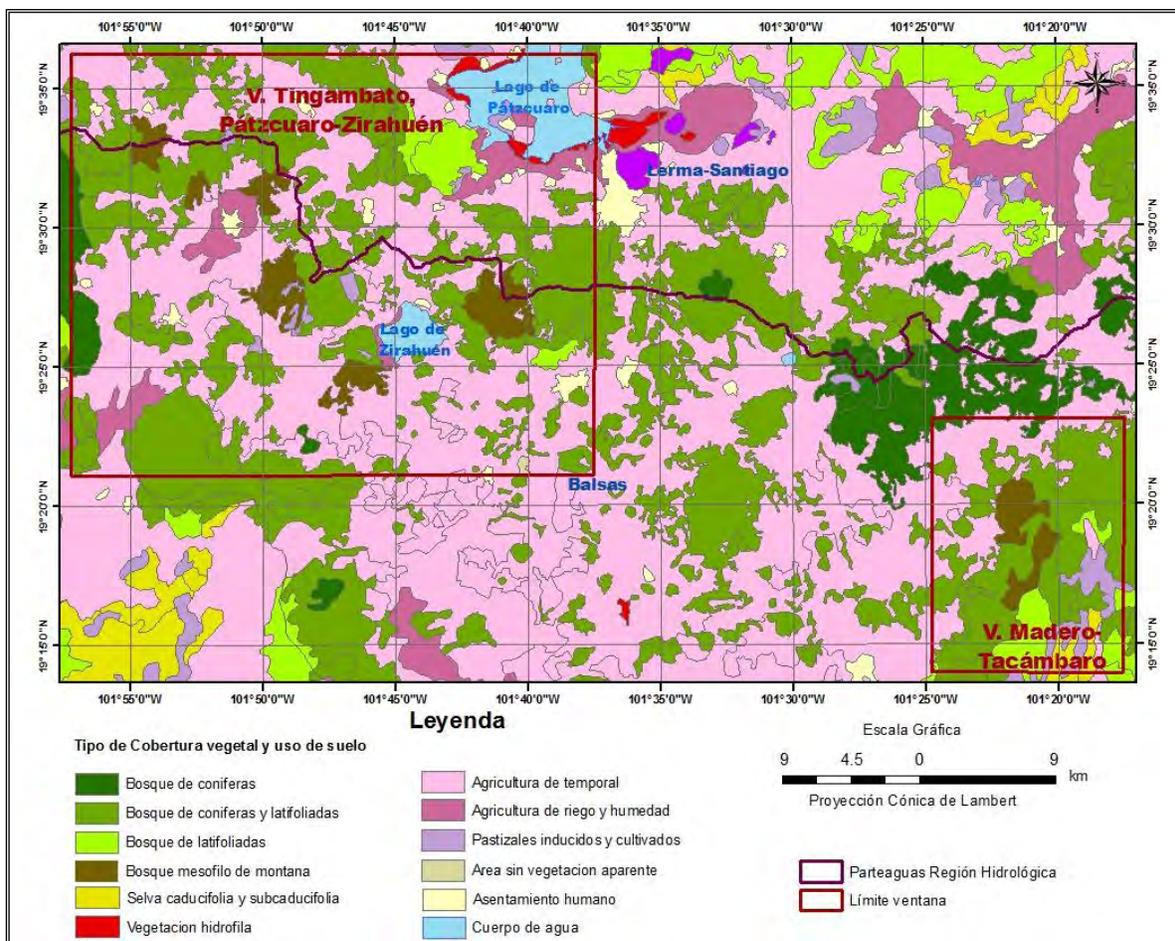


Figura 2.13 Mapa cobertura vegetal y uso del terreno en las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro. INEGI, 2008

2.8 Áreas Naturales Protegidas (ANPs)

En el territorio comprendido por la ventana, Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén se cuenta con el área natural protegida: Cerro del Estribo Grande, en carácter de zona de conservación ecológica en septiembre de 1993 (Decreto, 1994), cubre una superficie de 273.21 ha, y está ubicada en el municipio de Pátzcuaro, al oeste de la cabecera municipal (Figura 2.14).

Otra ANP en el municipio de Salvador Escalante llamada Cerro de San Miguel (Decreto, 2009) la cual se declara como zona de restauración y protección ambiental. Ha sido sujeta a incendios intensos y prolongados, aumento de erosión del suelo y transportación de sedimentos al lago de Zirahuén principalmente. Provocando niveles de degradación irreversible para el ecosistema. Tiene una superficie de 767.58 hectáreas, se ubica sobre el pateaguas de las cuencas de Pátzcuaro y Zirahuén (Figura 2.14).

Además de un Área de Conservación Voluntaria de la Biodiversidad de los Recursos Naturales del Cerro de Cumburinda (Figura 2.14) de la comunidad indígena de Tingambato. La cual se certificó recientemente por parte del gobierno del estado en septiembre de 2011. Consta de 983 hectáreas y es la primera área en el estado y en el país en contar con esta certificación a favor del medio ambiente y recursos naturales. Con el cual podrán destinar recursos para que ese lugar se conserve, y a partir de ahí, se puedan rescatar los bosques de esta comunidad indígena (La Jornada Michoacán, 2011). Cuenta con una zonificación del área de conservación, elaborado por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada (GIRA): I. Bosque conservado; II. Amenazas por fruticultura; III. Fruticultura impuesta y IV. Agricultura de temporal.

La ventana de Madero-Tacámbaro no cuenta, con área natural protegida, pero se han llevado a cabo prácticas de turismo sustentable en áreas de BMM como el Centro Ecoturístico Los Sauces Tacámbaro (Figura 2.14) a través de la Comisión nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas y turismo alternativo en zonas indígenas (Campos, 2010).

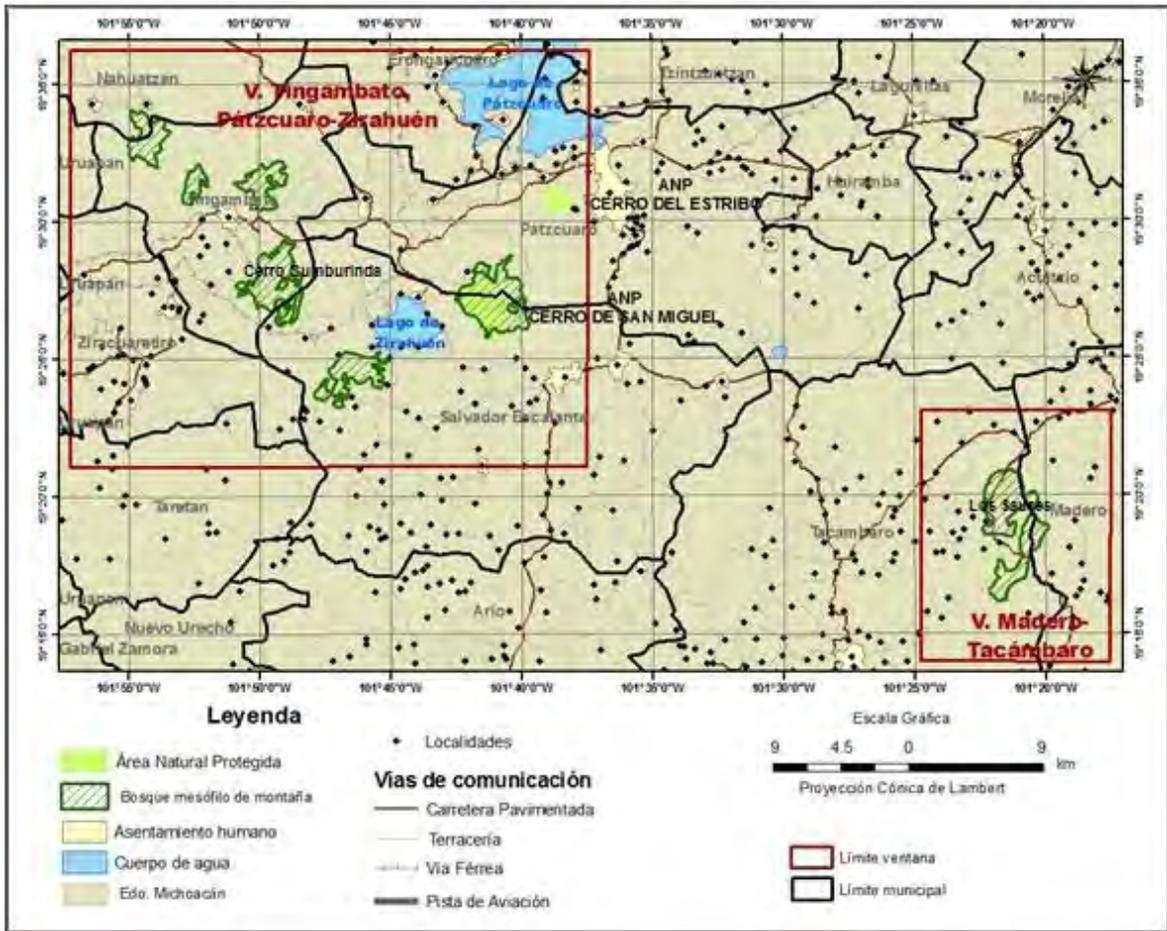


Figura 2.14 Mapa áreas naturales protegidas en las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro. SUMA, 2010

2.9 Población e Indicadores socio- económicos

Para este estudio se utilizaron los Indicadores socioeconómicos para la caracterización y ordenamiento del territorio publicados por SEMARNAT-UNAM (Palacio et al., 2004). Los indicadores se generaron a partir de información de la población elaborada por el INEGI como los censos (2000 y 2010) y conteos (1995 y 2005), así como de la CONAPO (2010) específicamente para obtener la marginación.

La población femenina y masculina en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, la población total de mujeres es mayor que la de hombres, en un 3% en casi todos los municipios (Cuadro 2.7). El caso del municipio de Uruapan no cuenta con población en su territorio dentro del área de estudio.

Cuadro 2.7 Población total por sexo y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011

Municipio	Población*				
	Total	Masculina	%	Femenina	%
Salvador Escalante	24388	11811	48.4	12577	51.6
Tingambato	13932	6721	48.2	7211	51.8
Pátzcuaro	12041	5783	48.0	6258	52.0
Ziracuaretiro	13848	6770	48.9	7078	51.1
Erongarícuaro	12830	6181	48.2	6649	51.8
Nahuatzen	8150	3995	49.0	4155	51.0
Taretan	571	276	48.3	295	51.7
Uruapan	0	0	0.0	0	0.0
Tzintzuntzan	1946	944	48.5	1002	51.5
TOTAL	87706	42481	48.4	45225	51.6

*Población de las localidades con más de 10 hab.

En los municipios de la segunda zona de estudio, Tacámbaro tiene mayor porcentaje de mujeres mientras que Madero el porcentaje de hombres es mayor. Cuadro: 2.8

Cuadro 2.8 Población total por sexo y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011

Municipio	Población*				
	Total	Masculina	%	Femenina	%
Tacámbaro	3633	1804	49.7	1829	50.3
Madero	1147	584	50.9	563	49.1
TOTAL	4780	2388	50.0	2392	50.0

*Población de las localidades con más de 10 hab.

La densidad de población es un indicador que permite evaluar el grado de ocupación del territorio, y consecuentemente de la presión sobre los recursos naturales. La relación del número total de habitantes, de un municipio es determinado por la superficie del mismo.

De los municipios que integran la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, el de mayor superficie y población es Salvador Escalante (Cuadro 2.9) sin embargo, los municipios con mayor densidad de población son Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Nahuatzen los cuales se localizan al norte y noreste de la ventana en la rivera del lago de Pátzcuaro (Figura 2.15), aunque estos no presentan en su territorio fragmentos de BMM como en Salvador Escalante. En general para toda la ventana la densidad tiene un grado medio, con 90 habitantes por km².

Cuadro 2.9 Densidad de población por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011

Municipio	No. Localidades	Población		Superficie km ²	Superficie %	Densidad	
		Total	%			Habitante por km ²	Grado
Salvador Escalante	45	24424	27.8	252.3	25.8	97	Medio
Tingambato	14	13950	15.9	188.4	19.3	74	Medio
Pátzcuaro	18	12046	13.7	166.9	17.1	72	Medio
Ziracuaretiro	30	13904	15.8	141	14.4	99	Medio
Erongarícuaro	17	12838	14.6	95.3	9.8	135	Alto
Nahuatzen	2	8150	9.3	70.7	7.2	115	Alto
Taretan	5	578	0.7	43.8	4.5	13	Bajo
Uruapan	0	0	0	11.6	1.2	0	0
Tzintzuntzan	4	1946	2.2	6.3	0.6	309	Muy alto
TOTAL	135	87836	100	976.2	100	90	MEDIO

El cambio de densidad en esta área de estudio solamente tuvo una diferencia de 16 hab./ km² en un periodo de quince años, sin embargo, por municipio el de mayor cambio de fue Tzintzuntzan con 76 hab./ km² es una diferencia muy alta en comparación del que tuvieron el resto de los municipios e incluso en toda la ventana. De los municipios con fragmentos de BMM en Salvador Escalante y Tingambato hubo un cambio de 18 y 15 hab./ km² respectivamente ambos se encuentran dentro del promedio para toda la ventana. Cuadro 2.10

Cuadro 2.10 Cambio de densidad poblacional por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011, 1996.

Municipio	Superficie km ²	Población total		Densidad Hab. por km ²		Cambio de densidad
		2010	1995	2010	1995	15 años
Salvador Escalante	252.3	24424	19816	97	79	18
Tingambato	188.4	13950	11079	74	59	15
Pátzcuaro	166.9	12046	11098	72	66	6
Ziracuaretiro	141	13904	10387	99	74	25
Erongarícuaro	95.3	12838	11469	135	120	15
Nahuatzen	70.7	8150	6024	115	85	30
Taretan	43.8	578	421	13	10	3
Uruapan	11.6	0	0	0	0	0
Tzintzuntzan	6.3	1946	1467	309	233	76
TOTAL	976.2	87836	71761	90	74	16

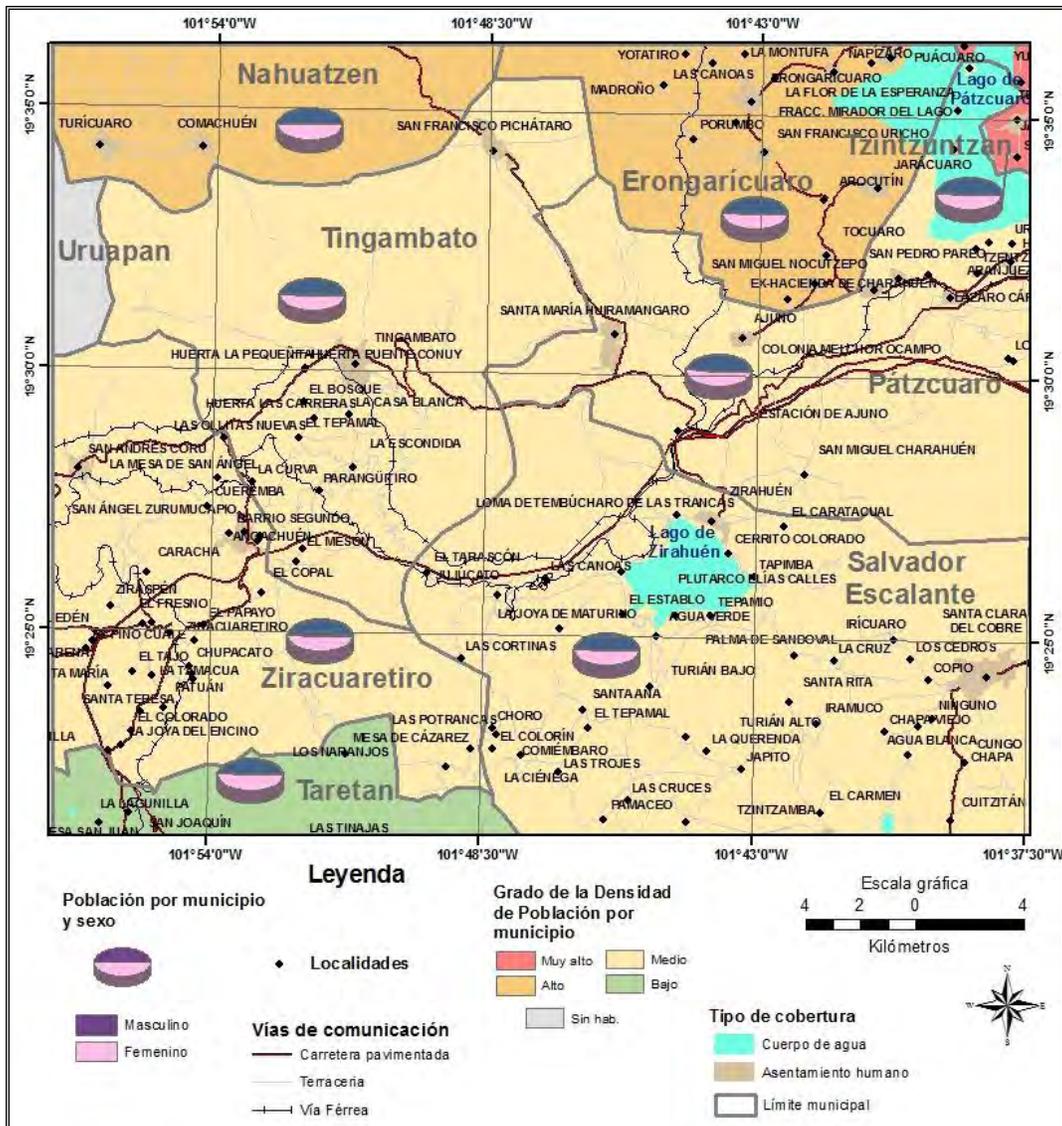


Figura 2.15 Mapa de localidades, densidad y población total por sexo y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011.

La ventana de Madero-Tacámbaro solamente está conformada por dos municipios pero existen diferencias en densidades. En el territorio del municipio de Tacámbaro tiene una mayor densidad, mientras que Madero es menor, con casi la mitad de menos presión poblacional que la que presenta Tacámbaro. Cuadro 2.11 y Figura 2.16

Cuadro 2.11 Densidad poblacional por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011.

Municipio	No. Localidades	Población		Superficie km ²	Superficie %	Habitante por km ²
		Total	%			
Tacámbaro	27	3646	75.4	125	59.5	29
Madero	19	1189	24.6	85.1	40.5	14
TOTAL	46	4835	100	210.1	100	23

El cambio de densidades que se presenta en esta área de estudio es la siguiente: Tacámbaro fue positivo su valor es decir, hubo un crecimiento de solamente el 4.4 hab./km.² mientras que en Madero llama la atención el decremento de su densidad, es decir, en quince años ha disminuido escasamente por lo que se entiende que se ha mantenido la misma población tendiendo más a disminuir. En general en toda la ventana solo aumento 2.6 hab./km.² por lo que no representa una presión el número de población.

Cuadro 2.12

Cuadro 2.12 Cambio de densidad poblacional por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011, 1996.

Municipio	Superficie km ²	Población total		Densidad Hab. por km ²		Cambio de densidad 15 años
		2010	1995	2010	1995	
Tacámbaro	125	3646	3079	29	24.6	4.4
Madero	85.1	1189	1214	14	14.3	-0.3
TOTAL	210.1	4835	4293	23	20.4	2.6

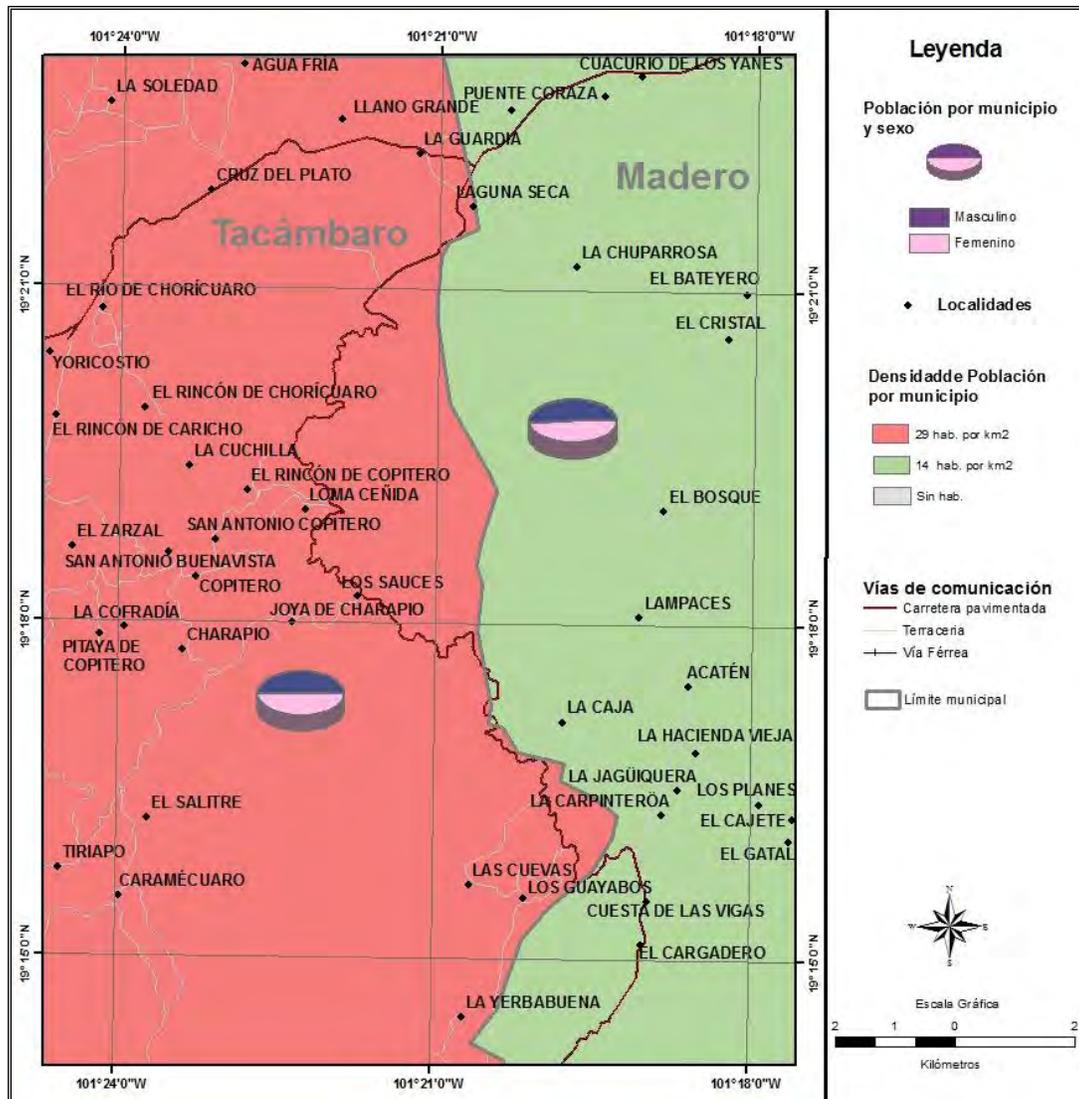


Figura 2.16 Mapa de localidades, densidad y población total por sexo y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011.

2.9.1 Tasa de crecimiento medio anual

La tasa de crecimiento medio anual (TCMA) comprende un periodo de quince años entre 1995 y 2010, en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén se presentan cinco municipios con tasas positivas y tres negativas (Cuadro 2.13). En base a estos resultados se definió el grado de TCMA. En general no se presenta un grado alto de TCMA sino por el contrario los muy bajo y bajo predominan en la mayoría de los municipios de esta ventana.

La TCMA se interpreta de la siguiente manera: Nahuatzen tiene 2.05 % de TCMA positiva es decir que cada año dentro del periodo de estudio, en las localidades de este municipio su población crece anualmente 2.05 por cada 100 habitantes.

Cuadro 2.13 Tasa de crecimiento medio anual de la población por municipio en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011, 2006, 2001, 1996.

Municipio	Tasa de crecimiento medio anual	
	%	Grado
Tzintzuntzan	1.11	Bajo
Nahuatzen	2.05	Medio
Erongarícuaro	1.25	Medio
Tingambato	0.26	Bajo
Ziracuaretiro	-0.02	Muy bajo
Pátzcuaro	-0.02	Muy bajo
Salvador Escalante	0.17	Bajo
Uruapan	0	0
Taretan	-0.88	Muy bajo

El TCMA por localidades y el grado de TCMA de Tingambato y Salvador Escalante ambos tienen grado bajo de TCMA. Figura 2.17

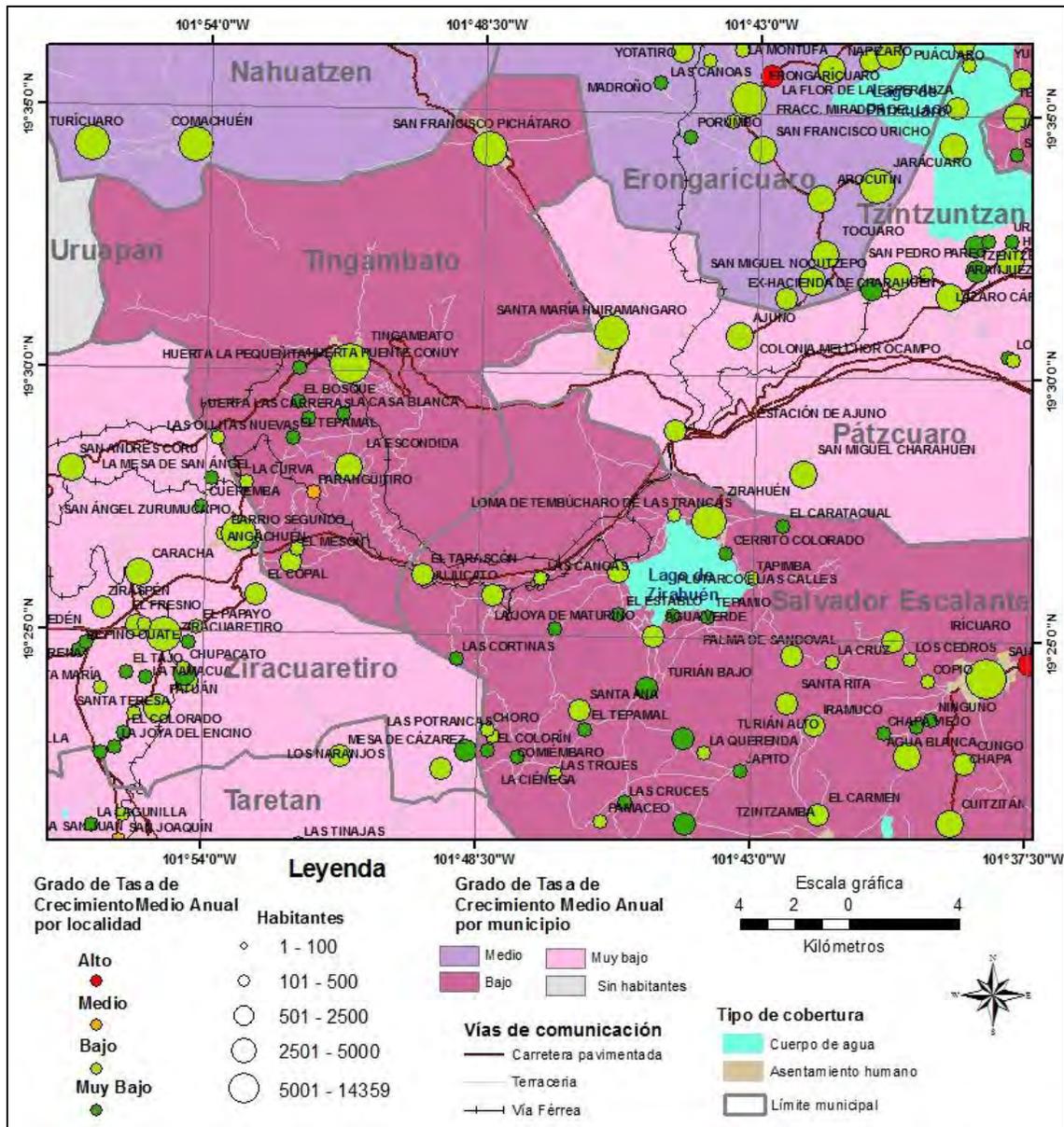


Figura 2.17 Mapa de la tasa de crecimiento medio anual por localidad y municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011, 2006, 2001, 1996.

Para los dos municipios de Madero y Tacámbaro el porcentaje de la TCMA es un poco mayor en Tacámbaro (Cuadro 2.14) su grado medio de TCMA fue debido a que dos localidades: Pitaya de Copitero y Los Guayabos presentaron un alto grado de TCMA (Figura 2.18). En el caso de Madero tuvo un grado bajo.

Cuadro 2.14 Tasa de crecimiento medio anual de la población por municipio en la ventana Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011, 2006, 2001, 1996.

Municipio	Tasa de crecimiento medio anual	
	%	Grado
Madero	0.55	Bajo
Tacámbaro	1.27	Medio

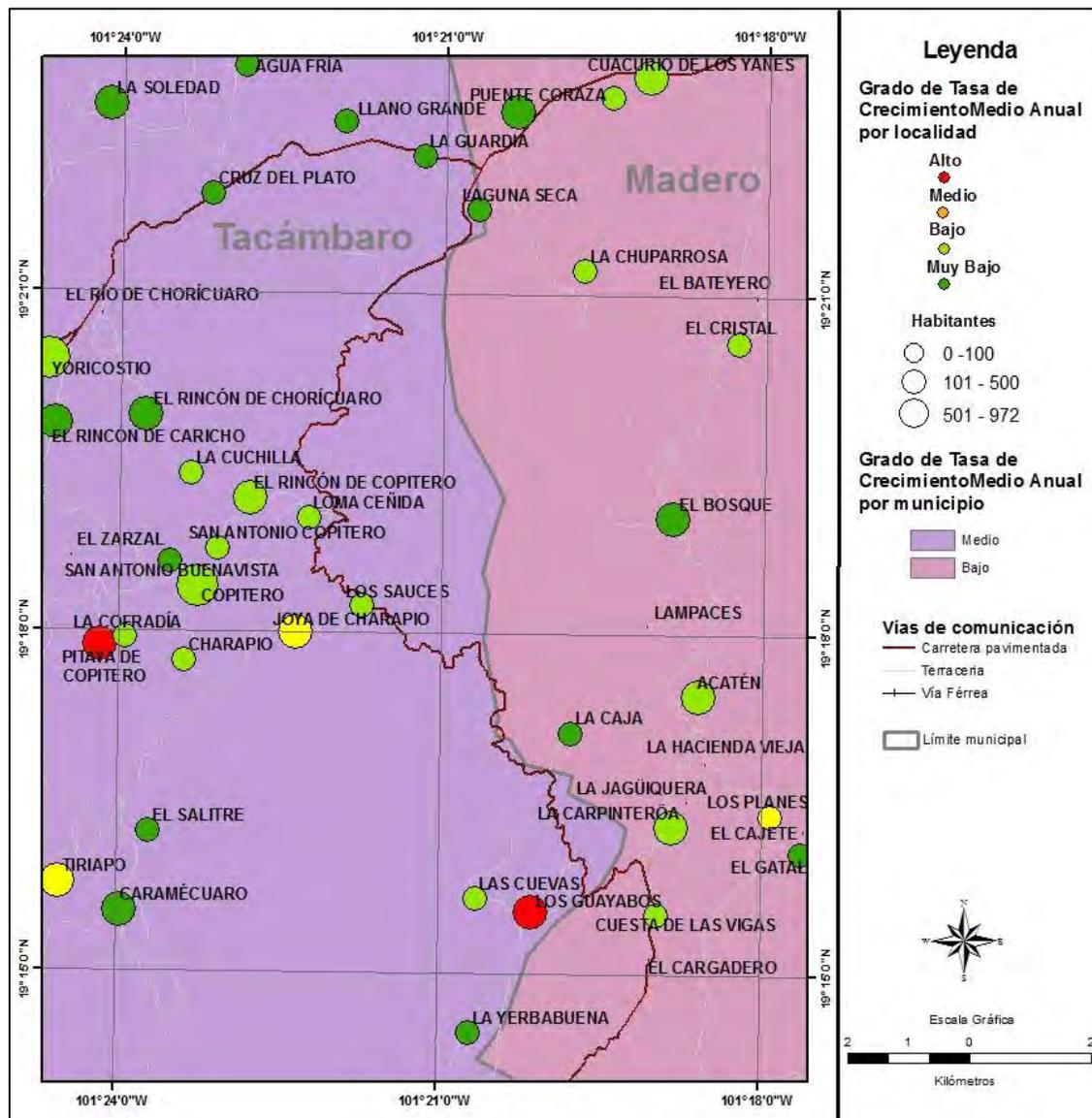


Figura 2.18 Mapa de la tasa de crecimiento medio anual por localidad y municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011, 2006, 2001, 1996.

2.9.2 Atracción Migratoria Reciente

El estudio de los movimientos migratorios, abordado desde los enfoques de lugar de nacimiento y lugar de residencia es uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento de la población (INEGI, 2001). La atracción migratoria reciente (AMR) es el porcentaje de personas mayores de 5 años y más que no nacieron en el municipio y viven temporalmente en el lugar.

Los resultados de la AMR están a nivel de ventana en donde los porcentajes en ambas área de estudio es muy bajo presentandose menos de uno porciento lo que no contribuye en gran medida al aumento poblacional. Cuadro: 2.15

Cuadro 2.15 Atracción migratoria reciente por ventana de estudio. INEGI, 2011.

Ventana	Población total 2010	Población de 5 años y más Residente en otra entidad	Atracción Migratoria Reciente %
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	87836	813	0.9
Madero-Tacámbaro	4835	30	0.6

2.9.3 Atracción Migratoria Acumulada

Este índice describe el número de habitantes cuyo lugar de nacimiento es diferente al de residencia al momento del censo, es decir, son personas que tienen más de 5 años residiendo en el lugar en el cual no nacieron. Sin embargo, no se registra el momento de la migración, ni se puede afirmar que el movimiento sea único en su vida; por lo que se considera a la migración acumulada como un índice estático (Palacio et al., 2004).

La atracción migratoria acumulada (Cuadro 2.16) representa el 2.7% de la población total de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén mientras que para Madero-Tacámbaro es el 2.5%. Es relativamente poco pero se da más este tipo de migración acumulada que la del tipo reciente.

Cuadro 2.16 Atracción migratoria acumulada por ventana de estudio. INEGI, 2011.

Ventana	Población total 2010	Población Nacida en otra entidad	Atracción Migratoria Acumulada %
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	87836	2377	2.7
Madero-Tacámbaro	4835	119	2.5

2.9.4 Tasa de actividad económica

La población económicamente activa (PEA) se refiere a los habitantes de 12 y más años que han trabajado en alguna ocasión. La tasa de actividad es el porcentaje de personas que son PEA con respecto a la población total de 12 y más años. En general ambas ventanas el PEA representa el 47%, casi la mitad del total de la población ha sido empleada en alguna actividad. Se destacan los porcentajes del PEA por sexo en donde el hombre se emplea mucho más que la mujer principalmente en Madero-Tacámbaro donde la mujer tiene poca participación en actividades productivas. Cuadro: 2.17

Cuadro 2.17 Población económicamente activa y tasa de actividad por sexo y por ventana de estudio. INEGI, 2011.

Ventanas	Año 2010								
	Población de 12 años y más			PEA			Tasa de Actividad		
	Total	mas	fem	Total	mas	fem	Total	mas	fem
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	65628	31398	34230	30692	23716	6976	47	75	20
Madero-Tacámbaro	3484	1716	1768	1636	1413	223	47	82	13

2.9.5 Población ocupada

La población ocupada se refiere a las personas de 12 años y más que en el momento del evento censal esta empleado en alguna actividad productiva (Cuadro 2.18).

En la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahué el porcentaje de población ocupada representa el 45% de la población total, mientras que en la ventana de Madero-Tacámbaro la población ocupada es el 51%.

En cuanto a la ocupación por género según los porcentajes los hombres dominan el campo laboral, mientras que es mínima la participación femenina en las actividades productivas.

Cuadro 2.18 Población ocupada por sexo y por ventana de estudio. INEGI, 2011.

Población Ocupada, 2010									
Ventanas	Población de 12 años y más			Población Ocupada, 2010			Tasa de Ocupación %		
	Total	mas	fem	Total	mas	fem	Total	mas	fem
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	65628	31398	34230	29396	22507	6889	45	72	20
Madero-Tacámbaro	3484	1716	1768	1790	1522	268	51	89	15

La población ocupada es mayor en localidades con alta concentración de población o urbanas. A nivel municipal la población ocupada por sexo se da más la ocupación en hombres, solamente en Tzintzutzan aumenta presencia de mujeres en actividades económicas. Seguramente por los servicios derivados del turismo que impera en la región. El PEA por municipio el nivel más alto se localiza en los municipios de Erongaricuaro y Tzintzuntzan, mientras que, el nivel bajo lo tubo Tingambato y Nahuatzen.

Figura 2.19

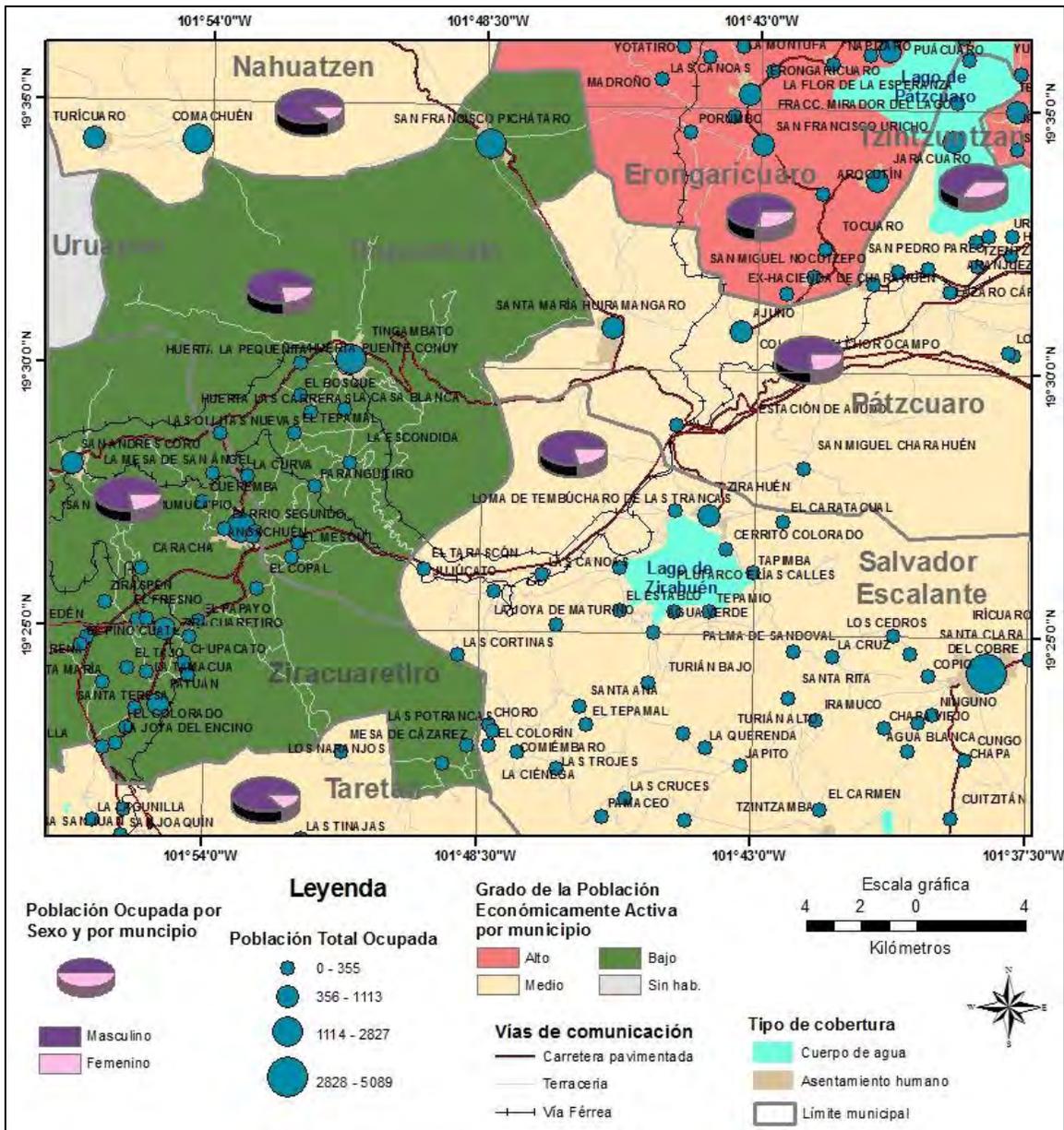


Figura 2.19 Mapa de la población ocupada y económicamente activa en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011

En la ventana de Madero-Tacámbaro, las localidades con población ocupada dentro del rango de 0-100 habitantes es la más representativa, mientras que son muy pocas las localidades con más de 100 las cuales se encuentran concentradas al Este, en el Tacámbaro (Figura 2.20).

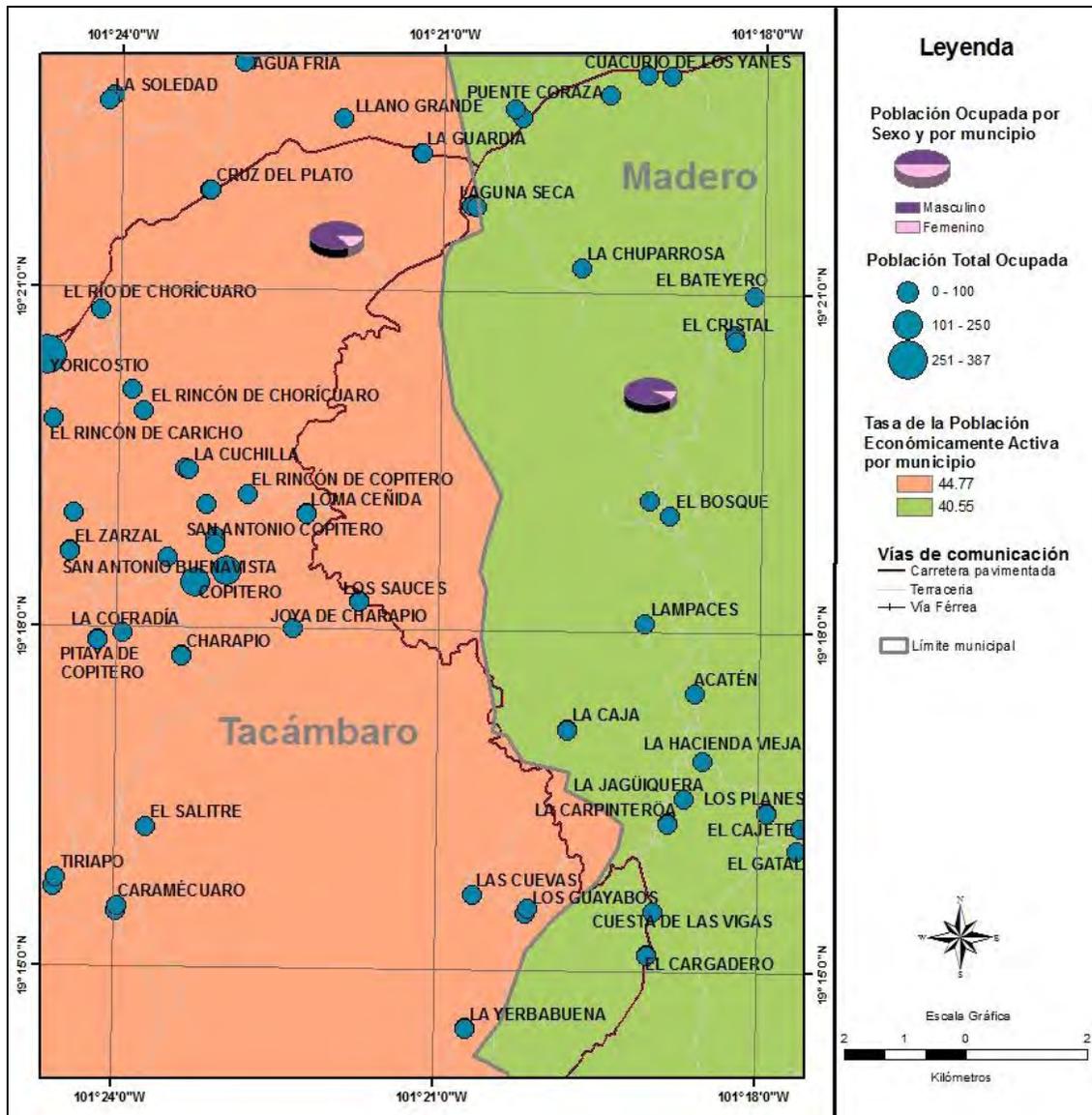


Figura 2.20 Mapa de la población ocupada y económicamente activa en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011

2.9.5.1 Población ocupada por sectores productivos

El análisis Población Económicamente Activa (PEA) por sector de actividad permite evaluar el porcentaje de población que se dedica a las actividades primarias (sector 1 – agricultura, ganadería y pesca–); a las actividades secundarias (incluye sector 2 –minería y extracción de petróleo y gas–, sector 3 –manufacturas–, sector 4 –electricidad y agua–, y sector 5 –construcción–); y a las actividades terciarias (sector 6 comercio–, sector 7 – transportes y comunicaciones– , sector 8 –servicios financieros y alquiler de muebles e

inmuebles–, y sector 9 –servicios profesionales y personales–), lo cual permite tener una primera aproximación de la especialización que tiene una región (Palacio et al., 2004).

La información sobre la población ocupada por sector solo se pudo encontrar por localidad en el censo del año 2000. Cuadro 2.19. Sobresale una característica de la distribución en los sectores por ventana ya que en Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén los porcentajes son casi similares en cada sector siendo el secundario un poco más alto, es decir, las manufacturas están por arriba de la agricultura. Por el contrario en la ventana de Madero-Tacámbaro predomina considerablemente el sector primario y muy poco es el porcentaje en actividades como el manufacturero y de servicios.

Cuadro 2.19 Población ocupada por sector productivo y por municipio en las ventanas estudio. INEGI, 2001.

Ventanas	PEA Ocupada, año 2000						
	Total	Sector Primario	%	Sector Secundario	%	Sector Terciario	%
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	22066	7444	34	7628	35	6419	29
Madero-Tacámbaro	1242	876	70	174	14	160	13

La distribución de la población ocupada por localidad en el año 2000 muestra como se encontraba la situación laboral en el pasado, en donde, la población ocupada en los municipios de Salvador Escalante y Tingambato era muy baja a acepción de las escasas localidades urbanas, mientras que en el área de la rivera lacustre se tenía mayor ocupación (turismo) que en el año 2010. Figura 2.21

Las gráficas de pastel representan la cantidad de población ocupada que se encuentra empleada en algún sector. En los municipios de la parte norte de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén se tuvo porcentajes similares entre los tres sectores, mientras que los municipios de la parte sur el sector agrícola predomina.

El grado de PEA por municipio en el año 2000 solamente Tingambato tenía un nivel bajo y Tzitzuntzan un nivel alto, el resto obtuvo un nivel medio de PEA. Si se compara con el año 2010 los cambios fueron que Ziracuaretiro disminuyó su PEA mientras que Erongarícuaro pasó de un grado medio a alto.

La población ocupada por localidad en la ventana Madero-Tacámbaro en el año 2000 (Figura 2.22) la mayoría tuvieron baja cantidad de población ocupada a excepción de dos localidades ubicadas en el municipio de Tacámbaro: Yoricostio y Copítero, esta distribución no varía en comparación del año 2010.

En el caso de Madero, los porcentajes de la población ocupada por sector productivo muestran que predominaba la agricultura aún más que en Tacámbaro.

En lo referente al PEA en el año 2000 estuvo muy marcada la diferencia entre ambos municipios siendo Tacámbaro el de mayor PEA mientras que Madero fue más bajo sin embargo, en el año 2010 este municipio tuvo un aumento considerable hasta igualarse con el PEA de Tacámbaro.

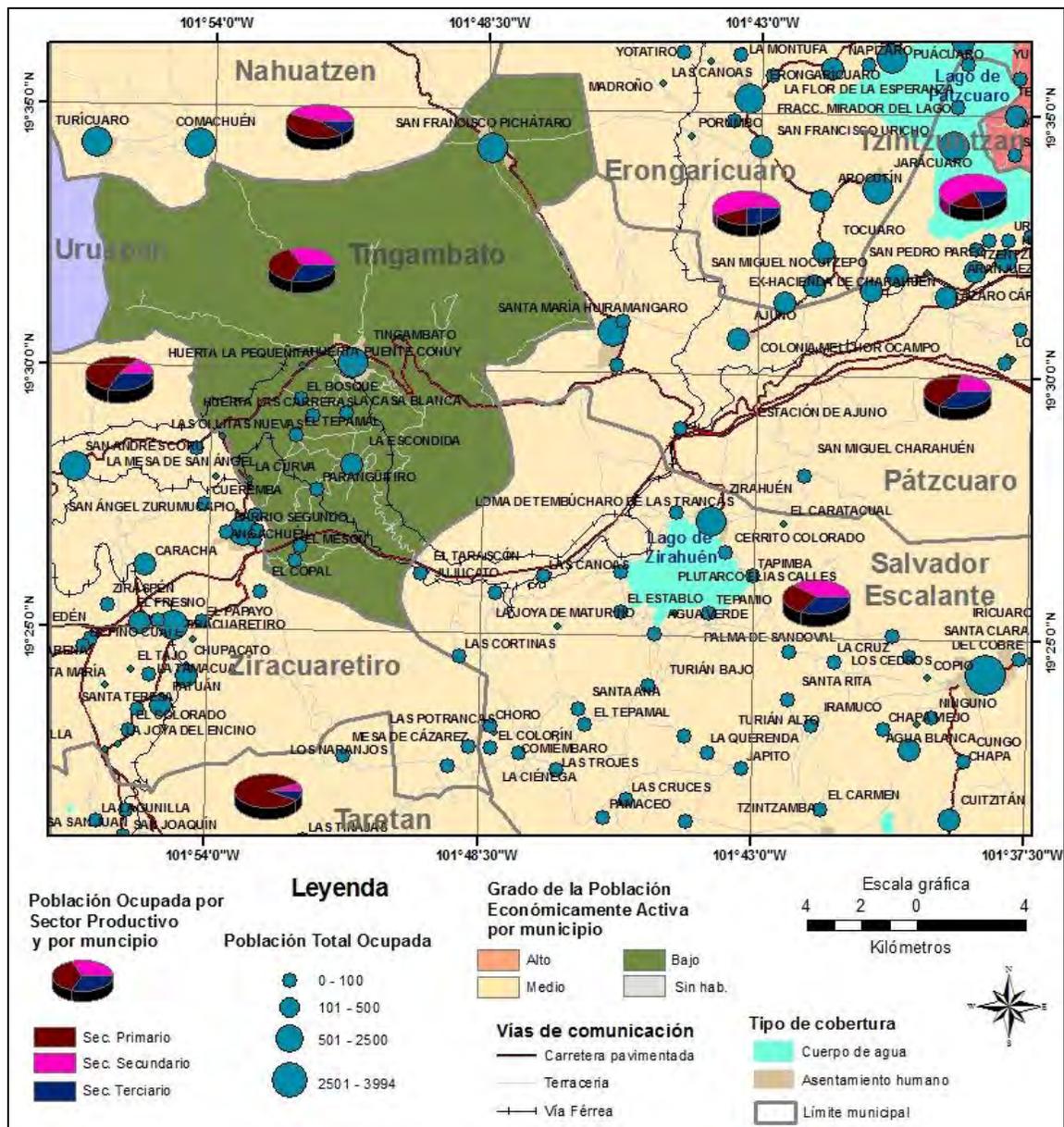


Figura 2.21 Mapa de la población ocupada económicamente activa por sector productivo y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011, 2001

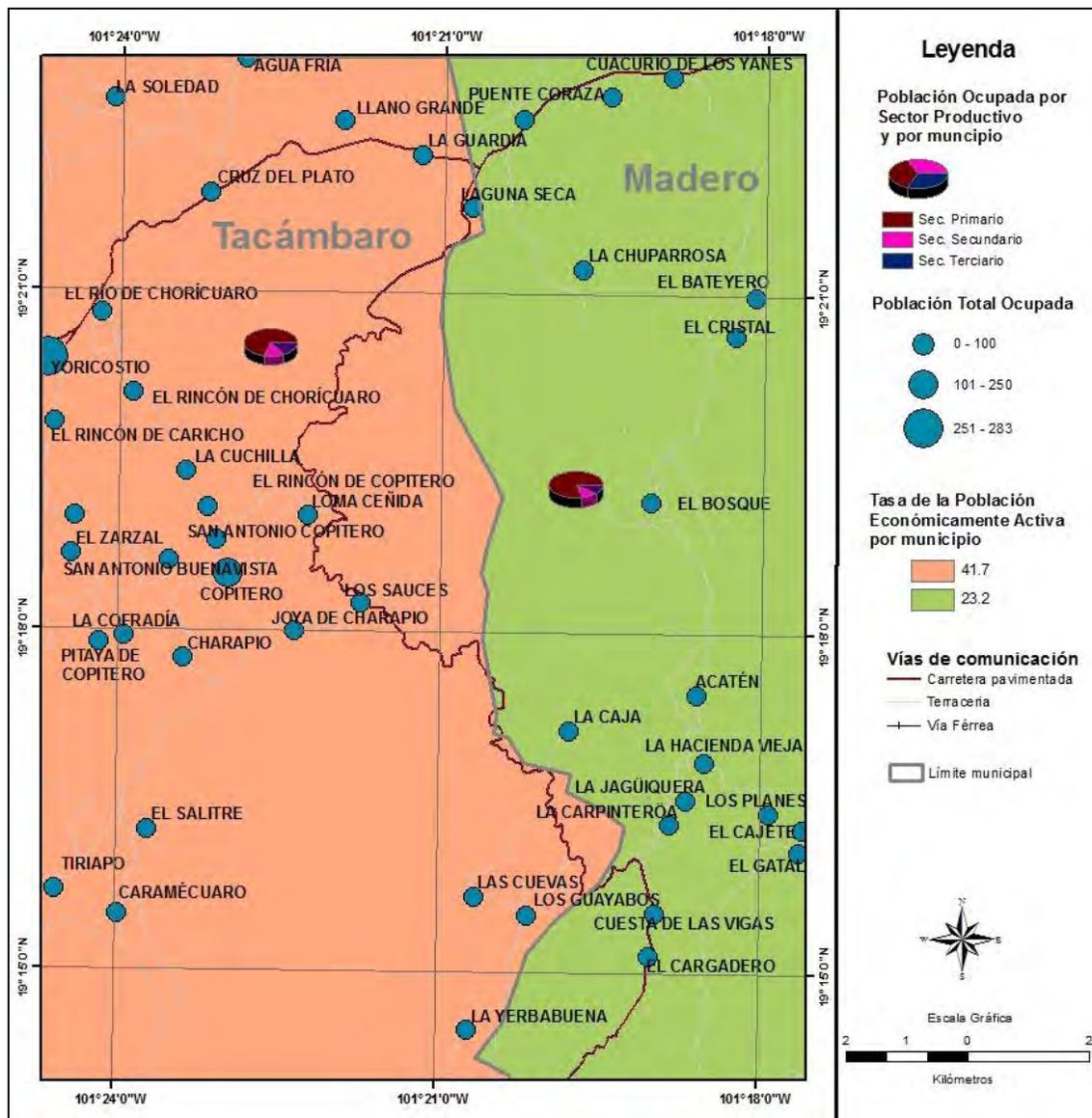


Figura 2.22 Mapa de la población ocupada y económicamente activa por sector productivo y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011, 2001.

2.9.6 Índice de dependencia económica

El índice de dependencia económica (IDE) es el cociente que resulta de dividir la suma de las poblaciones de 0 a 14 años y la de 65 años y más, entre la población de 15 a 64 años de edad por 100. La dependencia es la carga que para la población económicamente activa representa una fracción o la totalidad de la población inactiva (Palacio et al., 2004).

Con poco más del 50% de la población en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén es dependiente (Cuadro 2.20), ya que son mayoría los niños y adultos mayores como también sucede en el caso de la ventana Madero-Tacámbaro en donde la población dependiente representa el 60%, en cuanto a la dependencia por género, el hombre tiene mayor porcentaje en ambas áreas de estudio.

Cuadro 2.20 Índice de dependencia económica por sexo y por ventana de estudio. INEGI, 2011.

Ventanas	Año 2010		
	Índice de Dependencia Económica %		
	Total	mas	fem
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	55	57	52
Madero-Tacámbaro	60	61	55

2.9.7 Población hablante de lengua indígena

En la región purépecha se encuentran ubicadas ambas ventanas de estudio por lo que este indicador sirve para observar cuál ha sido el comportamiento de los elementos culturales indígenas como es el caso de la lengua purépecha.

El porcentaje de la población que habla lengua indígena (PHLI) comprende la población de 5 años y más, que hable español e indígena o solamente alguna lengua indígena. El PHLI en el año 2000, en la ventana de Madero-Tacámbaro, era muy escasa solamente el 0.4% de la población total. En la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén es un poco más representativo la cantidad de PHLI con el 18.6% de los cuales casi una cuarta parte son personas que no hablaban español.

Cuadro 2.21 Población hablante de lengua indígena año 2000 por ventana de estudio INEGI, 2001.

Ventanas	Población de 5 años y más, 2010								
	Total	Habla lengua Indígena	%	Habla lengua Indígena y Español	%	Habla lengua Indígena y no Español	%	No habla Lengua Indígena	%
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	65447	12142	18.6	10268	85	1715	14	53305	83
Madero-Tacámbaro	4042	17	0.4	15	100	0	0	4025	99.8

En los años recientes (2010) la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén sigue representando mayor número de PHLI en comparación Madero-Tacámbaro donde es casi nula la presencia de personas de habla indígena (Cuadro 2.22). Sin embargo en comparación con la población total los hablantes indígenas de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén es minoría con tendencia a disminuir, ya que solo representan el 17% de este porcentaje el 8% no hablan español.

Cuadro 2.22 Población hablante de lengua indígena año 2010 por ventana de estudio (INEGI, 2011)

Ventanas	Población de 5 años y más, 2010								
	Total	Habla lengua Indígena	%	Habla lengua Indígena y Español	%	Habla lengua Indígena y no Español	%	No habla Lengua Indígena	%
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	78249	13362	17	11804	88	1118	8	64887	83
Madero-Tacámbaro	4217	8	0.2	3	100	0	0	4209	99.8

En la PHLI a nivel de localidad y municipio, los grados más altos se localizan hacia el norte de de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén específicamente en el municipio de Nahuatzen y en los municipios que se ubican en la ribera del lago de Pátzcuaro. Por otro lado, hacia el sur de la ventana, predomina una baja a muy baja PHLI. Figura 2.23.

La gráfica de pastel muestra a la población total y el PHLI que representa, en la parte sur el porcentaje de PHLI es nula o escasa, por el contrario en la parte norte se observa población indígena así como al noroeste de la ventana en el municipio de Nahuatzen encontrándose además PHLI que no habla español el cual también presentó el más alto grado de PHLI por lo que se observa una fuerte presencia de la cultura indígena purépecha en este municipio.

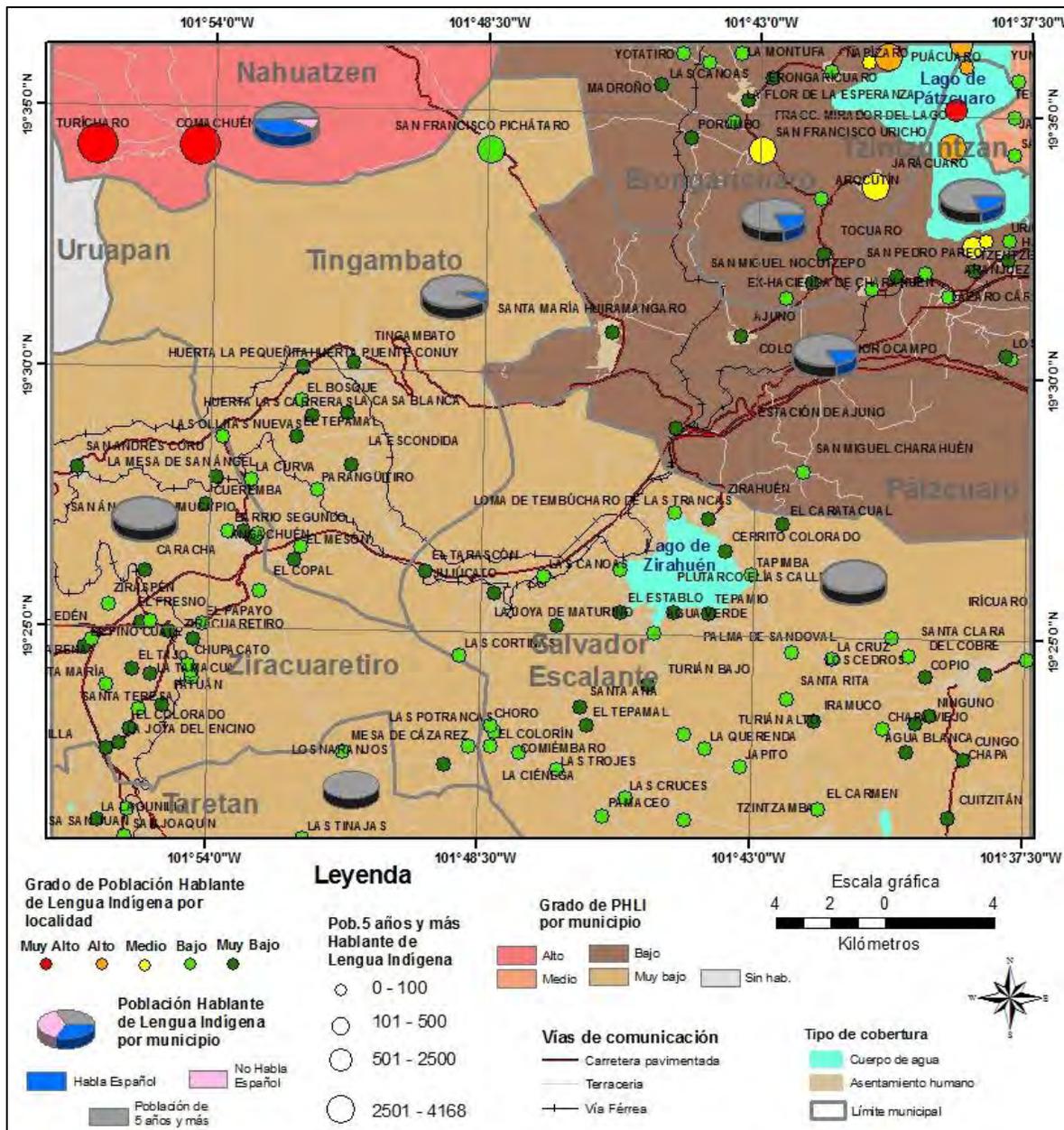


Figura 2.23 Mapa de la población hablante de lengua indígena por localidad y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. INEGI, 2011.

2.9.8 Índice de suficiencia vial (índice de Engel)

El índice de Engel (IE) representa la capacidad que tiene la red vial de un municipio para garantizar los servicios de transporte, considerando la población y la superficie de cada unidad territorial analizada (Palacio et al., 2004).

Mientras más bajo sea el valor del índice, menor es la capacidad de la infraestructura vial, y al contrario, los valores más altos indican la posibilidad de una mayor capacidad para garantizar la circulación y el intercambio de bienes y personas de acuerdo con la población y la superficie involucradas (Palacio et al., 2004).

En la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén las carreteras y vía férrea suman en total 909 kilómetros de longitud dentro de una superficie de 976 km² y con una población de 87,836. El resultado de este indicador fue de 9.8 que es más alto que el IE estimado a nivel estatal de 3 (Cuadro 2.23) por lo cual su infraestructura vial es alta, es decir, la población no tiene problemas para transportarse desde cualquier punto de esta zona.

Cuadro 2.23 Índice de suficiencia vial de Engel en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, INEGI, 2011 y 1999.

Tipo vía de Comunicación y kilómetros	Carretera pavimentada, 4 carriles, de cuota	52
	Carretera Pavimentada, 2 Carriles	139
	Terracería	126
	Brecha	223
	Vereda	239
	Vía Férrea	130
	Total de kms	909
Superficie total de la ventana en km ²		976
No. habitantes		87,836
Índice de Engel		9.8
Michoacán		3

En el caso de la ventana de Madero-Tacámbaro, la longitud de las carreteras fue de 163 km, la superficie del área 210 km² con 4835 habitantes (Cuadro 2.24). El resultado del IE fue de 16, siendo muy alto en comparación con de la ventana anterior y el estatal, significaría que la infraestructura vial existente en esta zona facilita el acceso y transporte de sus habitantes.

Cuadro 2.24 Índice de suficiencia vial de Engel en la ventana de Madero-Tacámbaro. INEGI, 2011 y 1999.

Tipo vía de Comunicación y kilómetros	Carretera Pavimentada, 2 Carriles	42
	Terracería	10
	Brecha	76
	Vereda	35
	Total de kms	163
Superficie total de la ventana en km ²		210
No. habitantes		4835
Índice de Engel		16
Michoacán		3

2.9.9 Grado de calificación de la población

Este indicador muestra el nivel de educación superior de los habitantes de 15 años y más. El porcentaje más alto fue de 56 en Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, un poco más de su población cuenta con estudios básicos de primaria y con más grados de escolaridad. En Madero-Tacámbaro es un poco menor el porcentaje de calificación pero representa casi la mitad de su población con estudios básicos completos y con más estudios. Cuadro 2.25.

Cuadro 2.25 Grado de calificación de la población por ventana de estudio. INEGI, 2011.

2010					
Ventanas	Población de 15 años y más			Población de 18 años y más con Educación Pos-básica	Calificación Pob.
	Total	Con Primaria Completa	Con Secundaria Completa		
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	60047	11429	12005	10211	56
Madero-Tacámbaro	3138	653	674	218	49

La situación del grado de calificación por sexo el (Cuadro 2.26) en el caso de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, el 56% de la población femenina y masculina de 15 años y más cuenta con estudios superiores. Mientras que en Madero-Tacámbaro son un poco más las mujeres con mayor porcentaje de calificación, en el caso de los hombres, es un poco menos de la mitad de su población que cuenta con estudios básicos completos, siendo más bajo los que cuentan con educación pos-básica.

Cuadro 2.26 Grado de calificación de la población por sexo y por ventana de estudio INEGI, 2011.

2010 por sexo										
Ventanas	Población de 15 años y más						Pob. de 18 años y más con Educ. Pos-básica		Grado de Calificación Pob. Mas.	Calificación Pob. Fem.
	mas	fem	Con Primaria Completa		Con Secundaria Completa					
			mas	fem	mas	fem	mas	fem		
Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	28614	31433	5352	6077	5767	6238	5030	5181	56	56
Madero-Tacámbaro	1532	1606	349	304	281	393	82	136	46	52

2.9.10 Marginación

El índice de marginación es una medida resumen que permite diferenciar municipios según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de

ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas (CONAPO, 2005). Para realizar el indicador la CONAPO utilizó las siguientes variables socioeconómicas con información censal por localidad del INEGI, 2010. Cuadro 2.27.

Cuadro 2.27 Variables de población para el índice de marginación. CONAPO, 2010

Indicador socioeconómico
% Población de 15 años o más analfabeta
% Población de 15 años o más sin primaria completa
% Viviendas particulares habitadas sin excusado
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica
% Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador

En la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, primeramente el grado de marginación por localidad presenta tres clases: alto, medio y bajo (Figura 2.24) en donde se distingue el dominio del nivel bajo, seguido del medio y únicamente una localidad tuvo alta marginación la cual se ubica hacia el margen E de la ventana en el municipio de Pátzcuaro y cercano a la rivera del lago.

En los municipios donde se localizan los fragmentos de BMM que son Tingambato y Salvador Escalante se tiene una marginación baja. Mientras que Nahuatzen el cual limita al sur con Tingambato, es el único municipio que presento una marginación media debido a que dos de sus localidades tuvieron un grado medio de marginación.

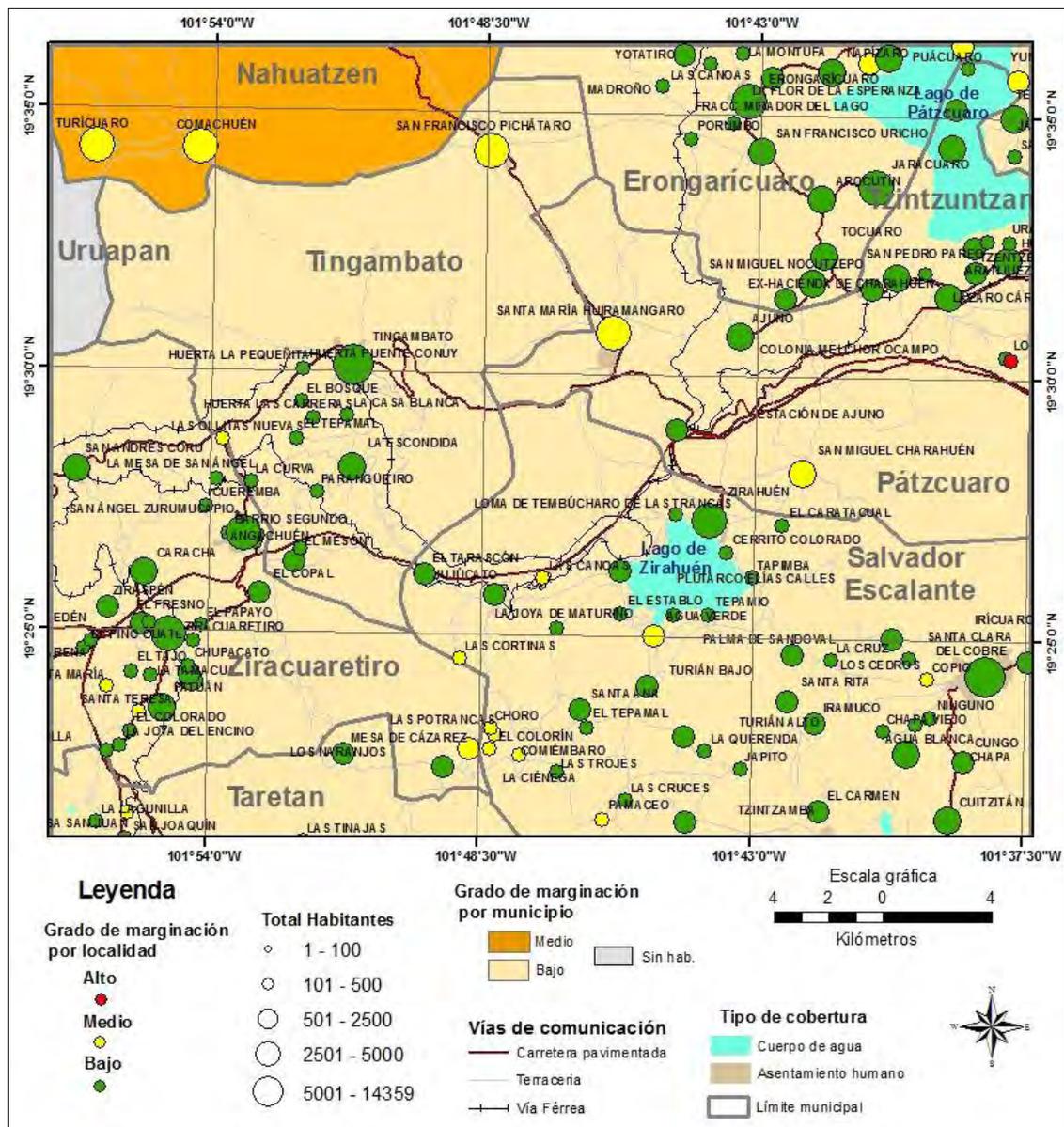


Figura 2.24 Mapa del grado de marginación por localidad y por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. CONAPO, 2010.

La marginación de localidades en la ventana de Madero-Tacámbaro, los niveles que predominan son el bajo y medio y su distribución espacial es en ambas muy semejante (Figura 2.25), pero en la parte sur de la ventana, en ambos municipios, las localidades presentaron mediana marginación e inclusive se puede encontrar la única localidad que tuvo el nivel bajo de marginación en Tacámbaro casi sobre los límites de Madero. Esta zona sur es la transición entre el clima templado y el tropical seco donde no se presenta BMM.

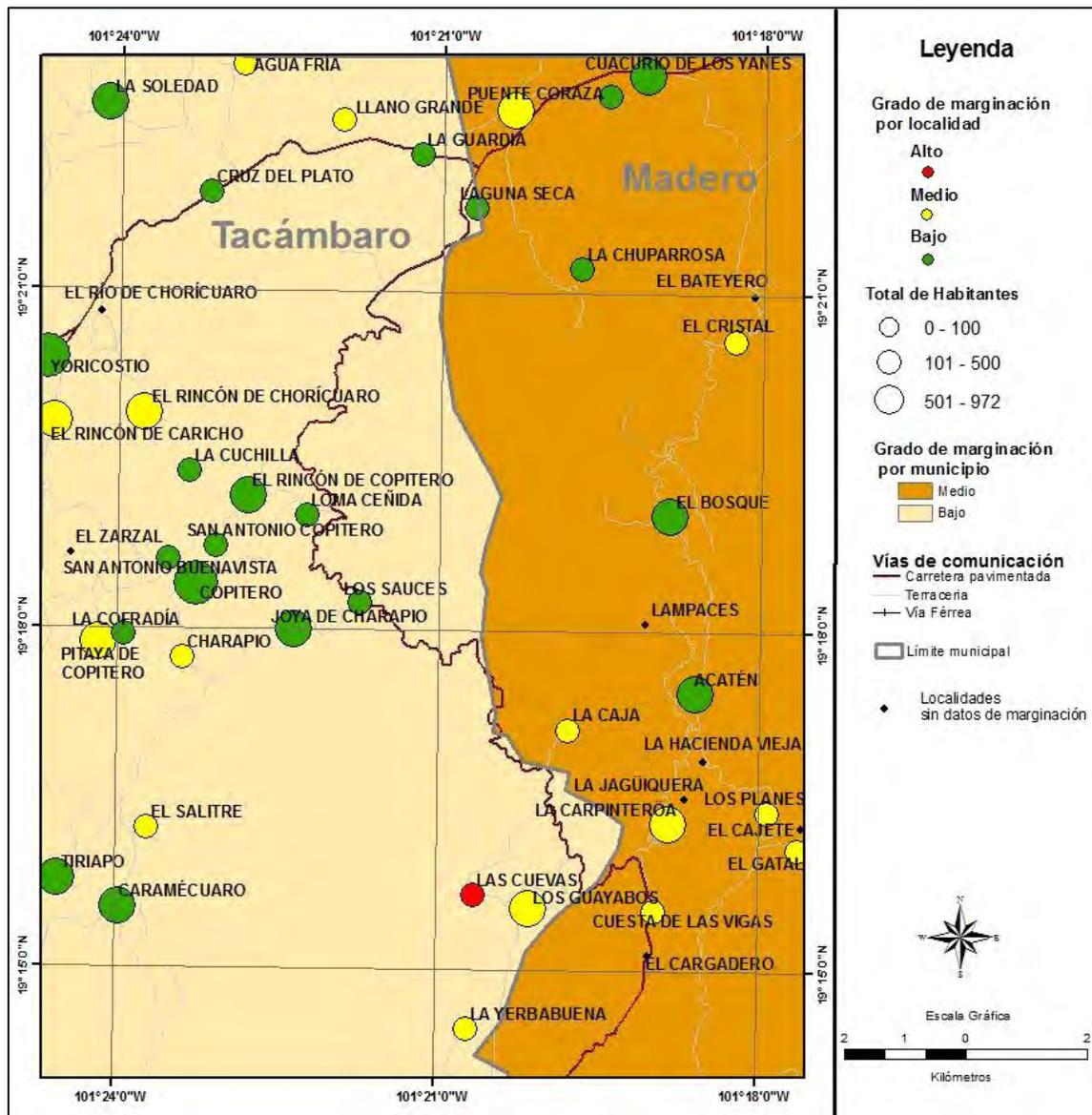


Figura 2.25 Mapa del grado de marginación por localidad y por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro. CONAPO, 2010.

Capítulo 3

METODOS

3.1 Cambio de cobertura vegetal y uso del terreno

Los estudios sobre cobertura y uso del terreno analizan y clasifican los diferentes tipos de cobertura y usos que el hombre realiza en una zona o región determinada. Sin embargo, es importante conceptualizar ambos componentes. La cobertura corresponde a aquellos cuerpos naturales o artificiales que cubren la superficie terrestre originado por ambientes naturales (montañas, bosques, ríos, lagunas, etc.) o el creado y mantenido por el hombre (cultivos, carreteras, presas, ciudades, etc.) (Vargas, 1992; Jansen y di Gregorio, 2002).

Por su parte el uso del terreno se refiere al tipo de actividad humana que se desarrolla en la superficie de la tierra con la finalidad de producir bienes y servicios para satisfacer las demandas de la sociedad en su conjunto (Rosete, 2008). El uso del terreno se define como resultado de las actividades socioeconómicas desarrolladas sobre un territorio: usos naturales- usos antrópicos (Anderson et al., 1976).

El análisis de cambio se realizó por sobreposición cartográfica digital de las bases de datos de cobertura de 1995 y 2010. Esta parte del análisis permite generar cartografía confiable que muestra, en forma concisa, la magnitud y distribución espacial de la compleja dinámica del cambio de uso del terreno (Palacio-Prieto et al., 2000). Se elaboraron mapas de cobertura vegetal y uso del terreno año 1995 y 2010, mapas de procesos de cambio y posteriormente se calculó las tasas de deforestación anual del bosque mesófilo.

3.1.1 Interpretación visual

Para realizar la interpretación visual del año inicial 1995 se utilizaron ortofotos digitales pancromáticas (INEGI, 1995) con 2 metros de resolución a escala 1:75,000 del mes de marzo (temporal seco). Se generó un mosaico con la herramienta SIG ERDAS y posteriormente un recorte con el límite de las ventanas por medio del SIG ArcView 9.3 (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Claves de las Ortofotos para la interpretación visual.

Mosaico ortofotos digitales			
Ventana Meseta Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén			
E14A31a	E14A21d	E14A32a	E14A22d
E14A31b	E14A21e	E14A32d	
E14A31c	E14A21f		
E14A31d			
E14A31e			
E14A31f			
Ventana Madero-Tacámbaro			
E14A32c	E14A42c	E14A33a	E14A43a
E14A32f		E14A33d	
FUENTE: INEGI, Fotografías aéreas escala 1:75,000; marzo de 1995			

Para la interpretación visual de la fecha final de estudio 2010 se utilizaron imágenes de satélite SPOT-5 (Cuadro 3.2), de diciembre de 2010, enero-febrero del 2011 (se consideran finales del 2010), Pancromáticas (2.5 m de resolución) y multiespectrales de 4 bandas (10 m de resolución); las cuales se fusionaron (SIG ERDAS) para obtener una mejor resolución espacial que ayude a la identificación visual de los elementos de interés, en este caso el reconocimiento del BMM.

Se unieron las imágenes multiespectrales fusionadas para formar el mosaico que abarcara toda el área de estudio y se aplicó un recorte al límite de las ventanas. La interpretación visual se realizó en monitor y con despliegue de imagen a una escala de 1:5,000 como máximo de acercamiento en pantalla, la cual permitía identificar las características visuales de la imagen principalmente la textura, el tono y el patrón de la cobertura vegetal del BMM.

El máximo alejamiento en pantalla fue representado por una escala 1:20,000, de la cual se calculó el área mínima cartografiable a utilizar, siendo de 3 x 3 mm, es decir 0.36 ha.

El programa de cómputo que se utilizó para la interpretación visual fue ArcView 9.3 (ESRI, 2008), la imagen SPOT-5 se desplegó en pantalla utilizando una composición de color 1

(rojo), 2 (verde) y 3 (azul). También se empleó la imagen SPOT-5 pancromáticas (blanco y negro) de la cual se pudo delimitar los elementos temáticos de interés a través de las características visuales de la imagen (tono, textura, patrón, estructura, sombras y contexto) (Chuvienco 2007, Janssen 2001).

Cuadro 3.2 Claves y fechas de las imágenes SPOT-5 para la interpretación visual.

Imágenes SPOT-5
Pancromática y Multiespectral
Descripción
5 582-311 11/01/07
5 583-311 11/02/02
5 584-311 10/12/07
5 583-312 11/02/02
5 584-312 10/12/07

La interpretación de la cobertura vegetal, en especial del BMM, requirió entender la relación de los objetos que se visualizan en el terreno con la textura, tono y patrón de cada tipo de imagen, el BMM se observó mucho mejor en la ortofoto (por la textura, color y mejor resolución, (Figura 3.1) que en la imagen SPOT fusionada (Figura 3.2).

En algunos fragmentos se contó con imágenes satelitales de alta resolución: google earth y World View 2 (Figuras 3.3 y 3.4), que permitieron en una primera etapa, apoyar la interpretación visual y en una segunda etapa, validar la interpretación con verdad de foto respecto al lugar o verdad de campo.

En pantalla se desplegó información de apoyo para la clasificación visual, como el modelo digital de elevación (MDE) y sus derivados: sombreado, pendiente y exposición de las laderas, ya que estos aspectos del terreno (geomorfológicos), están muy relacionados con la distribución del BMM, tal como las características particulares de los suelos y microclima.

Para identificar y delimitar con mayor precisión las diferentes coberturas vegetales y usos del terreno, durante los recorridos en campo, se recolectaron y clasificaron puntos de control, además se consultaron datos puntuales y georreferenciados sobre la vegetación

del BMM, a partir del muestreo en campo que se realizó en base al método de transectos Gentry, en ambas ventanas de estudio (ANEXOS 3.1 y 3.2), el cual sirvió para reconocer con mayor precisión la cobertura del BMM.

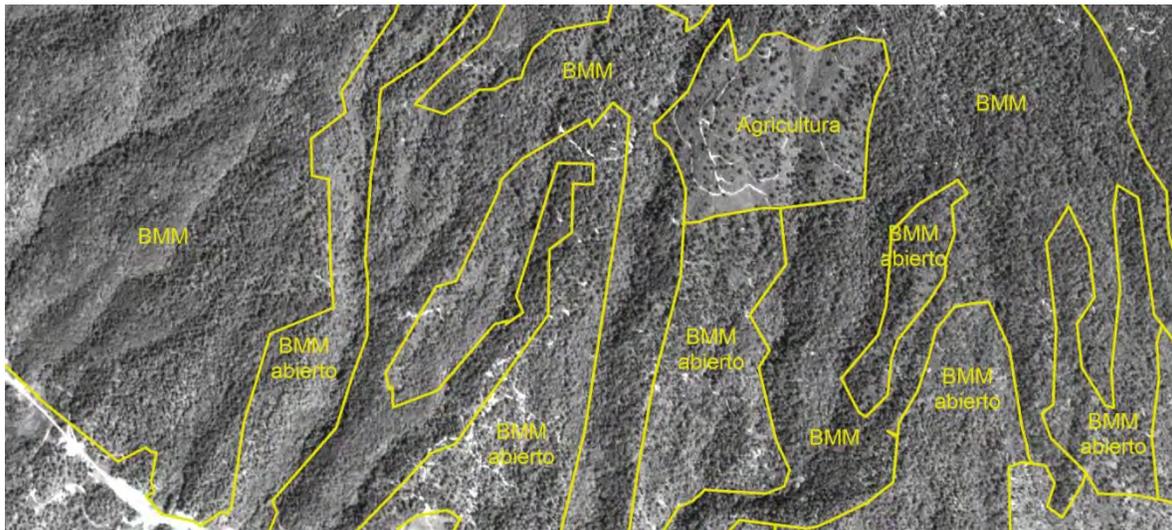


Figura 3.1 Ortofoto (1995) de la parte sur del cerro de Cumburinda de la ventana de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

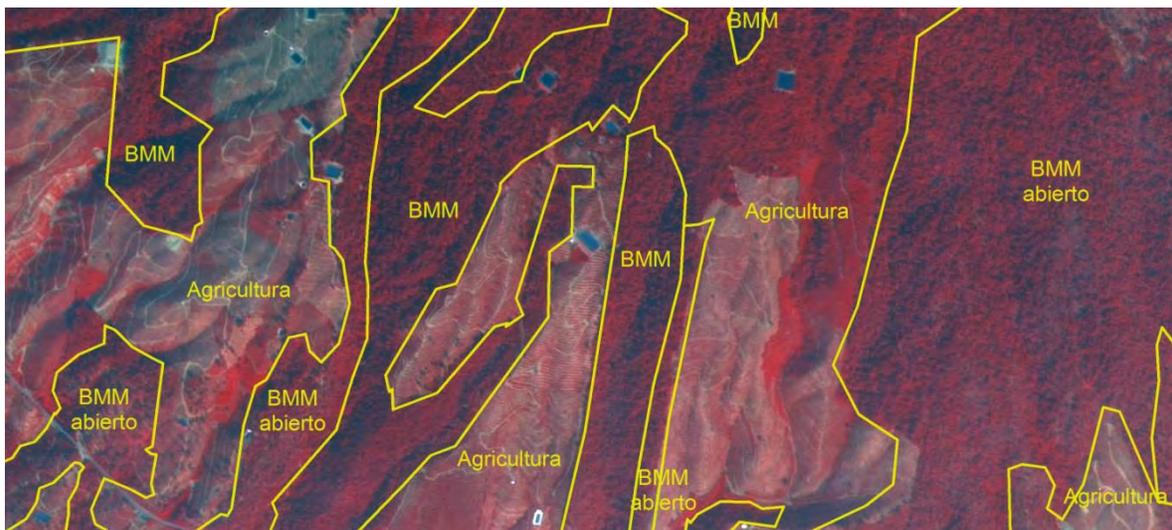


Figura 3.2 Imagen Spot (2010) de la parte sur del cerro de Cumburinda de la ventana de la zona de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.



Figura 3.3 Imagen de alta resolución Google Earth del BMM en la ventana de la zona de Madero-Tacámbaro



Figura 3.4 Imagen de alta resolución World View 2 del BMM en la ventana de la zona de Madero-Tacámbaro

3.3.2 Corrección geométrica

Las imágenes “crudas” contienen distorsiones geométricas, que se corrigieron mediante el programa ArcGis (ESRI, 2008), la información contenida en el documento visual se georreferenció en base al vectorial de las vías de comunicación (INEGI, 1999) el cual sirvió de referencia para ajustar la información de la imagen.

3.3.3 Validación

Se generó una matriz de confusión entre la distribución de la cobertura vegetal y uso del terreno, elaborado en gabinete por medio de la clasificación visual, y la realidad en campo. A si mismo esta matriz se evaluó, por medio de los resultados obtenidos, calculando la frecuencia de coincidencias y no coincidencias y mejorar la calidad del producto cartográfico (USDA, 1995).

3.3.4 Matriz de transición o de cambio

Las matrices de transición se describen como tablas con arreglos simétricos que contienen en uno de los ejes los tipos de vegetación y usos del terreno en el año base y en el otro eje estos mismos tipos de vegetación en el segundo tiempo (tiempo 1 y tiempo 2). De esta forma, cada una de las celdas de la diagonal principal de la matriz representa la superficie (en probabilidad) de cada categoría de uso del terreno que permaneció en la misma categoría en el periodo de tiempo considerado, mientras que el resto de las celdas estiman la superficie de una determinada cobertura o tipo de uso del terreno que se trasformó a otra categoría. Los valores oscilan entre 0 y 1 en donde el uno representa la inexistencia de cambios por lo que si una categoría se acerca a la unidad se interpretaría como la no variación de su cobertura vegetal y uso del terreno en cierto periodo de tiempo (Dirzo y Masera, 1996).

3.3.5 Tasa de deforestación

La caracterización de la dinámica de cambios, también requirió el cálculo de las tasas de cambio anual de áreas deforestadas en bosques y selvas identificadas en las ventanas bajo estudio, dicha tasa se calculó de acuerdo con la ecuación utilizada por FAO (1996)

Ecuación:

$$q = \left(\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^{\frac{1}{(t_2 - t_1)}} - 1 \right) * 100$$

Donde: A_1 es la superficie de clase de cobertura para el tiempo 1, A_2 es la superficie de la clase de cobertura para el tiempo 2, t_1 es el año base (tiempo 1), t_2 es el año final (tiempo 2). Los datos se capturaron en una hoja de cálculo del programa EXCEL Office Windows

$$=(((S2/S1)^{(1/15)}-1)*100$$

En donde

TAD: Tasa Anual de Deforestación

S1: Superficie fecha uno (1995)

S2: Superficie fecha dos (2010)

número de diferencia de años entre fechas

S1 y S2

3.3 Causas de cambio de cobertura vegetal y uso del terreno

En la mayoría de los ecosistemas terrestres los cambios experimentados son producidos por la conversión del uso del terreno, por la intensificación del uso, y la degradación subsecuente de la tierra pero es importante conocer también el porqué y cuáles son los factores que originan estos cambios (Lambin et al, 2003).

El cambio de cobertura vegetal y uso del terreno (CVUT) es ocasionado por una combinación sinérgica de factores de recursos escasos, que provocan un incremento en la presión de producción hacia los recursos, cambiando las oportunidades creadas por los mercados, la intervención de las políticas externas, la pérdida de la capacidad adaptativa, y cambios en las actitudes sociales (Lambin et al., 2003).

Además para explicar las causas del cambio de CVUT es importante tomar en cuenta varios factores que interactúan en diversos contextos a escalas locales, regionales o globales (Geist et al., 2002).

El análisis de las causas del cambio de CVUT se ha movido de la explicación simplista de una causa única a un entendimiento que integra múltiples causas y sus interacciones complejas (Lambin et al., 2003). Por ejemplo las valoraciones a escala global pueden estar en conflicto con lo que se encuentra a partir de datos a escala meso o micro, y que

con base en ciertos estudios se han desarrollado simplificaciones de causa-efecto, las cuales no tienen sustento empírico, pero se han popularizado entre los tomadores de decisiones y políticas ambientales (Lambin et al., 2001).

Un caso de simplificación es que al crecimiento de la población y a la pobreza les han atribuido la causa principal de la deforestación tropical (Mather y Needle, 2000). Numerosos estudios sostienen que estos dos factores por sí solos no son la principal fuerza que explique la disminución de los bosques y encuentran que el punto crucial es el cambio en las oportunidades económicas, mediadas por factores institucionales, sociales, políticos y de infraestructura (Lambin et al., 2001).

Por lo tanto se requiere adoptar un enfoque de manejo integral en donde por medio del conocimiento local permita identificar nuevas variables. Un enfoque más comprensivo y sistemático para incluir las fuerzas sociales del cambio del uso del terreno ya que los cambios en la cobertura son resultado de las relaciones socioeconómicas que inciden en un territorio en particular. (Argarwal et al., 2002; Redman et al., 2004; Brown et al., 2000; Mendoza y Etter, 2002 en Lambin et al., 2003).

En la práctica debido a que el monitoreo del cambio de CVUT no da, por sí mismo las causas de los cambios, diversos investigadores se han dado a la tarea de encontrar la relación del cambio con variables biofísicas y/o socioeconómicas y así obtener un conocimiento profundo del proceso de cambio (Evangelista et al., 2009). Pero la complejidad que implica el ejercicio de explicar las causas del cambio de CVUT, no se ha realizado sistemáticamente, ya que los cambios pueden ser resultado de múltiples factores y se carecen de cifras confiables que permitan estimar la relación entre los recursos para ciertas políticas públicas y los cambios en el uso del terreno y la deforestación (Durán et al., 2007),

De los muy escasos estudios detallados, que permiten determinar los niveles actuales de pérdida de cobertura forestal, en su expresión espacial y de las variables socioeconómicas y ambientales que inciden sobre ellos, la mayoría se han concentrado en el estudio de bosques en el trópico húmedo y no incluye un análisis de los factores causantes del cambio de uso del terreno, además de que los métodos para estandarizar

la cartografía, la cuantificación y el análisis espacial de los procesos de cambio de CVUT aún no están bien establecidos y sistematizados (Bocco, 2000).

En general para determinar el impacto que ocasiona el cambio de CVUT, significa estudiar factores ambientales y socioeconómicos que afectan su uso. Sin embargo, no existen análisis cuantitativos de la importancia relativa de estos factores con el cambio de CVUT, ya que las interpretaciones de cómo estos factores interactúan para estimular el cambio varían ampliamente de una región a otra (Skole et al., 1994; Kummer y Turner II, 1994 en Lambin, 1997).

Cabe mencionar que la cobertura vegetal puede desaparecer o estar amenazada por causas naturales como incendios, plagas, enfermedades, fenómenos meteorológicos y otros siniestros. Los incendios forestales, comúnmente son considerados una de las principales causas de deforestación, pero por lo general su impacto es más localizado. Aunque la extracción de madera se ha señalado frecuentemente como causal de deforestación esto es parcialmente verdadero, porque se ha demostrado que cuando se hace un manejo adecuado del bosque esta actividad puede ser el principal aliado para mantener y fomentar la expansión del bosque (Durán et al., 2007).

En un estudio realizado por Geist y Lambin (2002) sobre la deforestación y el cambio de CVUT en regiones específicas en el trópico, evaluaron la importancia relativa de sus diversas causas distinguiéndolas en dos tipos: inmediatas y subyacentes, en donde se concluyó que la mayoría de los lugares la tala de árboles no tiene una causa única o generalizada, por lo que no hay ninguna propuesta de políticas válida para controlar la deforestación en todo el trópico, las cuales deberían tener un enfoque y estrategias propias de cada región. A partir de los estudios del cambio de CVUT realizados Lambin muestra un esquema de lo que considera son los factores causales. Figura 3.5

Causas inmediatas:

- Las actividades agrícolas: los agricultores acabaron el bosque para cultivar o sembrar pasto. Y la agricultura de roza y quema.
- Forestales: la extracción comercial de madera.
- La ganadería resultó ser importante en América Latina, pero no así en Asia o África.
- La pobreza contribuyó a la deforestación.

-Los altos oficiales públicos y los inversionistas privados habían promovido la destrucción de los bosques para lograr beneficios propios.

Causas subyacentes: la construcción de carreteras, el aumento en la demanda de productos agropecuarios y forestales, los programas de colonización agrícola, los créditos subsidiados y las políticas inadecuadas de tenencia de la tierra. La influencia de factores culturales y tecnológicos. La migración de población hacia las áreas forestales contribuyó a la pérdida de los bosques en muchos lugares. Sin embargo, hay poca evidencia de que las altas tasas de fertilidad humana contribuyan de forma notable a la deforestación.

Uso del terreno = f (presiones, oportunidades, políticas, vulnerabilidad y organización social);
Con
Presión = f (población que usa los recursos, la disponibilidad de mano de obra, la cantidad de recursos, y la sensibilidad de los recursos);
Oportunidades = f (precios de mercado, costos de producción, costos de transportes y tecnología);
Políticas = f (subsidios, impuestos, derechos de propiedad, infraestructura y gobernabilidad);
Vulnerabilidad = f (exposición a las perturbaciones externas, la sensibilidad y la capacidad para afrontarla); y
Organización Social = f (acceso a los recursos, la distribución del ingreso, las características de los hogares, y las interacciones urbano-rurales)
Con las funciones f podemos cuantificar la fuerza de las interacciones entre la causa y el cambio de uso del terreno.

Figura 3.5 Factores del cambio de la CVUT por Lambin. Cabello, 2011

3.3.1 Análisis cuantitativo

Para realizar el análisis estadístico de variables socioeconómicas se utilizó el programa STATGRAPHICS 15.2.06. El cual trabaja de manera sencilla un considerable número de pruebas estadísticas incluida el análisis multivariado de Spearman.

El rango del coeficiente de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la asociación entre las variables. En contraste con las correlaciones de Pearson más comunes, los coeficientes de Spearman se calculan a partir del orden (ranks) de los datos, más que de

sus valores mismos. En consecuencia, son menos sensibles a valores aberrantes (outliers) que los coeficientes de Pearson.

El valor-P prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas. Valores-P abajo de 0.05 indican correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95.0%.

3.3.2 Análisis cualitativo (entrevistas)

Uno de los objetivos particulares de la investigación es conocer las causas de los cambios de cobertura y uso del terreno en los fragmentos de BMM, para tal fin se aplicaron entrevistas a la población vecina a estos fragmentos y así obtener información relevante sobre la percepción local, conocimiento tradicional, importancia, usos, manejo, cuidado, conservación, etc. en relación con este tipo de bosques.

Una entrevista es un método para la recolección de datos, es una comunicación fundamentalmente vocal, entre al menos dos personas: entrevistados y entrevistador, se clasifican en 1) entrevista estructurada: es aquella que sigue un texto o secuencia prefijada de preguntas (cuestionario), pudiendo ser éstas abiertas o cerradas; 2) entrevista semiestructurada: no sigue una secuencia de preguntas fijas, aunque sí se adecua a un esquema o pauta general; y 3) entrevista no estructurada: sin esquema o plan previo (Bautista et al., 2011).

El cuestionario es un instrumento científico de medición compuesto de preguntas ya sean abiertas (sin límites de contestaciones posibles) o cerradas (con un número limitado de opciones para contestar) (Eastmond, 1999).

El muestreo por conveniencia, es un método no probabilístico que consiste en decidir qué se quiere seleccionar a cierto número de personas para hacerles preguntas. Se hace la selección del número y del lugar con base en razones de conveniencia y no por medio de números de azar (Eastmond, 1999).

Las respuestas a las preguntas abiertas, se resumen y ligan con otros aspectos de los datos es decir, se codifican o categorizan cada respuesta abierta, es necesario construir categorías después de analizar todas o por lo menos una muestra de las respuestas.

Cada respuesta podría entrar en una o varias categorías o varias respuestas podrían clasificarse dentro de una misma categoría. Esto permite hacer un análisis de frecuencia con el fin de saber cuántas personas caen en cada categoría (frecuencia examinando cada código por separado) es importante distinguir entre las escalas nominales, ordinales de proporción y de intervalos.

3.3.2.1 Procesamiento de datos

En la investigación cualitativa la tarea de recolectar y analizar los datos es recurrente, inductiva e interpretativa, ATLAS.ti es un programa flexible que mediante la codificación de los datos recolectados en campo por medio de las entrevistas permite obtener un análisis profundo, comprender los fenómenos desde la perspectiva de la gente y su relación con el contexto (Muhr, 2004 y Cuevas et al., 2010).

El proceso de trabajo en ATLAS.ti se puede agrupar en dos niveles: el textual y el conceptual (Muhr, 2004 y Cuevas et al., 2010).

El nivel textual abarca la preparación y el manejo de los datos, la segmentación de los textos y la codificación. Por otro lado el nivel conceptual abarca la comparación e interpretación de segmentos ya codificados, así como la elaboración de redes que vinculen conceptos (documentos primarios, citas, códigos, familias, etc.) a un nivel más abstracto y la construcción de teoría fundamentada en los datos.

Textual:

1. El primer paso consiste en crear una unidad hermenéutica que es el archivo que guardará toda la información (datos, anotaciones, códigos, redes, etcétera) del proyecto.
2. Asignar los documentos primarios (cuestionarios capturados en formato RTF), se le indica al programa qué archivos contienen los datos que se van a analizar, de este modo, en un mismo archivo (la unidad hermenéutica) se contienen todos los documentos que se utilizarán, haciéndolos más fácilmente manejables y navegables.
3. Leer y releer los textos, para identificar y marcar los segmentos de texto significativos para la investigación (también llamados citas). Dichos segmentos se codifican con

“palabras clave” o códigos para identificarlos. Simultáneamente se escriben anotaciones con las reflexiones de los investigadores.

Conceptual:

4. Comparar las citas, comenzar a hacer interpretaciones de las mismas.
5. Agrupar documentos primarios, citas, códigos en familias, para de esta manera pasar a un nivel más abstracto en el análisis de los datos.
6. Construir redes que representen los vínculos y relaciones entre los diferentes documentos primarios, citas, códigos y familias. Redactar anotaciones que plasmen la interpretación y construcción de la teoría que emerge de los datos.
7. De manera opcional, se pueden exportar los datos a otros programas para ampliar el análisis.
8. Finalmente, y en base al análisis realizado en las etapas anteriores, redactar el reporte escrito que presente los resultados obtenidos, la interpretación de los mismos y la construcción de teoría.

3.3.2.2 Categorización

En la mayoría de los estudios cualitativos se codifican los datos para tener una descripción más completa de éstos. La codificación tiene dos planos o niveles: el primero, se codifican las unidades en categorías; en el segundo, se comparan las categorías entre sí para agruparlas en temas y buscar posibles vinculaciones (Hernández Sampieri et al., 2010).

Prácticamente se toman dos segmentos de contenido (respuestas de las entrevistas), se analizan y se comparan. Si son distintos en términos de significado y concepto, de cada uno crea una categoría, si son similares, se asigna una categoría en común. La codificación es una comparación constante de segmentos o unidades de análisis (Hernández Sampieri et al., 2010).

Capítulo 4

RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados del levantamiento geomorfológico, de cobertura vegetal y uso del terreno, de suelos, así como el análisis de cambio de cobertura vegetal y uso del terreno en las dos ventanas de estudio, Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Villa Madero-Tacámbaro. El análisis de cambio incluye, tanto la cuantificación de los procesos, su distribución, y causas de los mismos, poniendo énfasis en los casos sucedidos en la cobertura de BMM.

4.1 Mapas cobertura vegetal y uso del terreno

Para la elaboración del mapa de cobertura vegetal y uso del terreno se definió las clases de coberturas encontradas en las zonas de estudio de la siguiente manera. Cuadro 4.1.

La recolección en campo de los puntos de control para la verificación de las distintas clases de coberturas y su validación cartográfica fueron en total 122 en ambas ventanas de estudio (Cuadro 4.2 y Figura 4.1). Además se obtuvieron puntos de control en gabinete mediante imágenes de mayor resolución como google earth y World View 2 (ANEXOS 4.1 y 4.2). Ambos grupos de datos conformaron la verdad de campo y la verdad de foto.

Cuadro 4.1 Leyenda de la cobertura vegetal y uso del terreno de las áreas de BMM.

Clasificación de las coberturas	Superficie cubierta	Descripción	
Bosque de coníferas	80-100%	Boque de pino primario y secundario	Cubierta vegetal, la cual es diferenciada y clasificada con base en el Sistema de Clasificación de los Tipos de Vegetación de México de INEGI (que considera los elaborados por Miranda & Hernández X. y Rzedowski para México)
Bosque de coníferas abierto	20 al 80%		
Bosque de coníferas y latifoliadas	80-100%	Bosque de coníferas y encinos primario y secundario	
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	20 al 80%		
Bosque de latifoliadas	Bosque de encino primario y secundario		
BMM	80-100%	BMM primario y secundario	
BMM abierto	20 al 80%		
Selva caducifolia y subcaducifolia	Selva baja caducifolia primario y secundario		
Vegetación hidrófila	Tular		
Área sin vegetación aparente	Suelo desnudo donde se realizan otro tipo de actividades		
Cuerpo de agua	Ambientes acuáticos sin vegetación fija que incluye embalses naturales y artificiales, permanentes, intermitentes y estacionales		
Pastizales inducidos y cultivados	Vegetación inducida		
Agricultura de temporal	Agrícola, pecuaria y forestal, plantación agrícola anual, permanente y semipermanente		El desarrollo de los cultivos depende del agua de lluvia.
Agricultura de riego y humedad	Agrícola, pecuaria y forestal, plantación agrícola anual, permanente y semipermanente		Los cultivos aprovechan la humedad residual del suelo en zonas inundables de lluvias o antes de ésta Los cultivos reciben agua mediante algún sistema de riego
Asentamiento humano	y zonas urbanas, consideran las áreas transformadas por actividades humanas con fines habitacionales, industriales, servicios, comunicaciones y recreativos		

Cuadro 4.2 Puntos de control para la verificación en campo por ventana de estudio.

Actividad	Ventanas	
	Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	Madero-Tacámbaro
Puntos de control en campo para verificación	91	31

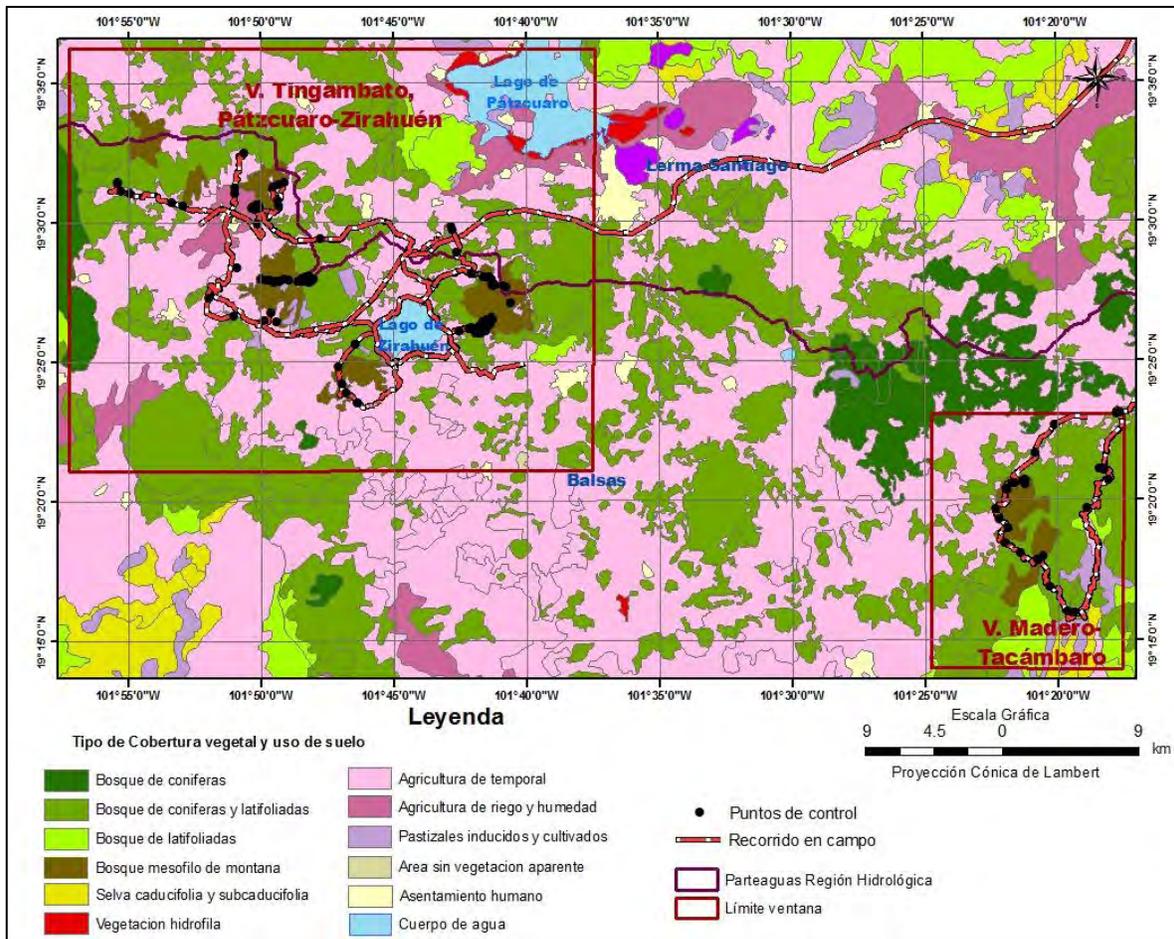


Figura 4.1 Mapa del recorrido en campo y puntos de control en las ventanas de estudio. INEGI, 2008 y Datos propios GPS 2011

La clasificación visual se sometió a un proceso de evaluación para determinar el grado de confianza de la información generada.

En la zona de la ventana de Tacámbaro, Pátzcuaro-Zirahuén, la exactitud global que obtuvo la clasificación visual fue del 90% (Figura 4.2); Predomino el error por comisión (20) debido a que la clase de tipo BMM cartografiada, se confundió con la clase agricultura de temporal, específicamente huertas de aguacate en etapa más desarrollada.

El mayor error de omisión se presentó con la agricultura de temporal, igualmente confundida por huertas de aguacate, la cual en la cartografía estaba clasificada como cobertura vegetal BMM y bosque de coníferas y latifoliadas. La más baja fiabilidad de

usuario se obtuvo en el BMM, el 80% de esta cobertura clasificada en la cartografía corresponde a la localizada en campo, esto debido a la semejanza que se observó en las imágenes de las coberturas vegetales del bosque de coníferas y latifoliadas y las huertas de aguacate, sin embargo, este nivel de confianza es muy aceptable.

La fiabilidad del productor fue más baja en la agricultura de temporal (85.7) es decir que en tal proporción esta cobertura, incluida las huertas de aguacate, estarán correctamente representada en el mapa.

Resultado clasificación	Verdad de campo / Verdad de imagen													Total	Error de comisión	fiabilidad de usuario	No. de polígonos	%
	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas y latifoliadas	Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Bosque de latifoliadas	BMM	BMM abierto	Vegetación hidrófila	Área sin vegetación aparente	Pastizales inducidos y cultivados	Agricultura de temporal	Agricultura de riego y humedad	Cuerpo de agua	Asentamiento humano					
Bosque de coníferas	2													2	0.0	100.0	2	100.0
Bosque de coníferas y latifoliadas		11			1					1				13	15.4	84.6	97	13.4
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto			15			1								16	6.3	93.8	117	13.7
Bosque de latifoliadas				3										3	0.0	100.0	3	100.0
BMM		1			8					1				10	20.0	80.0	72	13.9
BMM abierto			1			13								14	7.1	92.9	80	17.5
Vegetación hidrófila							3							3	0.0	100.0	3	100.0
Área sin vegetación aparente								2						2	0.0	100.0	7	28.6
Pastizales inducidos y cultivados									5					5	0.0	100.0	34	14.7
Agricultura de temporal										12				12	0.0	100.0	79	15.2
Agricultura de riego y humedad											3			3	0.0	100.0	7	42.9
Cuerpo de agua												3		3	0.0	100.0	4	75.0
Asentamiento humano													3	3	0.0	100.0	28	10.7
Total	2	12	16	3	9	14	3	2	5	14	3	3	3	38				
Error de omisión	0	8.3	6.3	0	11.1	7.1	0	0	0	14.3	0	0	0					
Fiabilidad productor	100	91.7	93.8	100	88.9	92.9	100	100	100	85.7	100	100	100					
Exactitud global	90%																	

Figura 4.2 Matriz de validez de la CVUT en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

En el caso de la zona de la ventana de Madero-Tacámbaro (Figura 4.3) la exactitud global que obtuvo la clasificación visual fue de 93%. El mayor error de comisión se relaciona con las clases bosque de coníferas y latifoliadas y selva caducifolia y subcaducifolia, con 16.7; la primera cobertura vegetal se clasificó equivocadamente, debido a que en campo correspondía a agricultura de temporal (huertas de aguacate). Para el caso de la selva, el error se debió al confundirlo con pastizales inducidos y cultivados.

En cuanto al error de omisión, el mayor porcentaje fue de 14.3, correspondiente la clase de pastizales inducidos y cultivados, la cual se cartografió como selva caducifolia y subcaducifolia. La confusión entre ambas coberturas ocurre por la semejanza en las características observadas en la imagen. En cuanto a la fiabilidad del productor y usuario, es decir, la probabilidad de que una cobertura presente en la cartografía, corresponda a la realidad, el valor más bajo fue de 85.5 en los pastizales inducidos y cultivados.

		Verdad de campo/verdad de imagen																
		Bosque de coníferas	Bosque de coníferas abierto	Bosque de coníferas y latifoliadas	Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Bosque de latifoliadas	BMM	BMM abierto	Selva caducifolia y subcaducifolia	Pastizales inducidos y cultivados	Agricultura de temporal	Total	Error de comisión	Fiabilidad de usuario	No. de polígonos	%		
Resultado clasificación	Bosque de coníferas	3.0										3.0	0.0	100.0	3.0	100.0		
	Bosque de coníferas abierto		4.0									4.0	0.0	100.0	4.0	100.0		
	Bosque de coníferas y latifoliadas			10.0				1.0			1.0	12.0	16.7	83.3	45.0	26.7		
	Bosque de coníferas y latifoliadas abierto				8.0							8.0	0.0	100.0	45.0	17.8		
	Bosque de latifoliadas					5.0						5.0	0.0	100.0	6.0	83.3		
	BMM						9.0					9.0	0.0	100.0	41.0	22.0		
	BMM abierto							14.0				14.0	0.0	100.0	46.0	30.4		
	Selva caducifolia y subcaducifolia								5.0	1.0		6.0	16.7	83.3	10.0	60.0		
	Pastizales inducidos y cultivados									6.0	1.0	7.0	14.3	85.7	27.0	25.9		
	Agricultura de temporal					1.0		1.0			16.0	18.0	11.1	88.9	43.0	41.9		
	Total	3.0	4.0	10.0	9.0	5.0	9.0	16.0	5.0	7.0	18.0	88.9		94.1				
Error de omisión	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	12.5	0.0	14.3	11.1								
Fiabilidad productor	100.0	0.0	100.0	88.9	100.0	100.0	0.0	100.0	85.7	88.9								
Exáctitud global	93%																	

Figura 4.3 Matriz de validez de la CVUT en la ventana en la ventana Madero-Tacámbaro.

El mapa final, resultado de la clasificación visual de los tipos de CVUT, de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, del año 1995 (Figura 4.4) y año 2010 (Figura 4.5) presenta un notorio cambio hacia el noroeste en el municipio de Tingambato y límites con Uruapan y Nahuatzen en donde se observa la cobertura del BMM en el año inicial pero desaparece casi por completo en el año final. La misma situación se presentó en la parte suroeste de la ventana en el municipio de Ziracuaretiro y límites con Salvador Escalante y Tingambato.

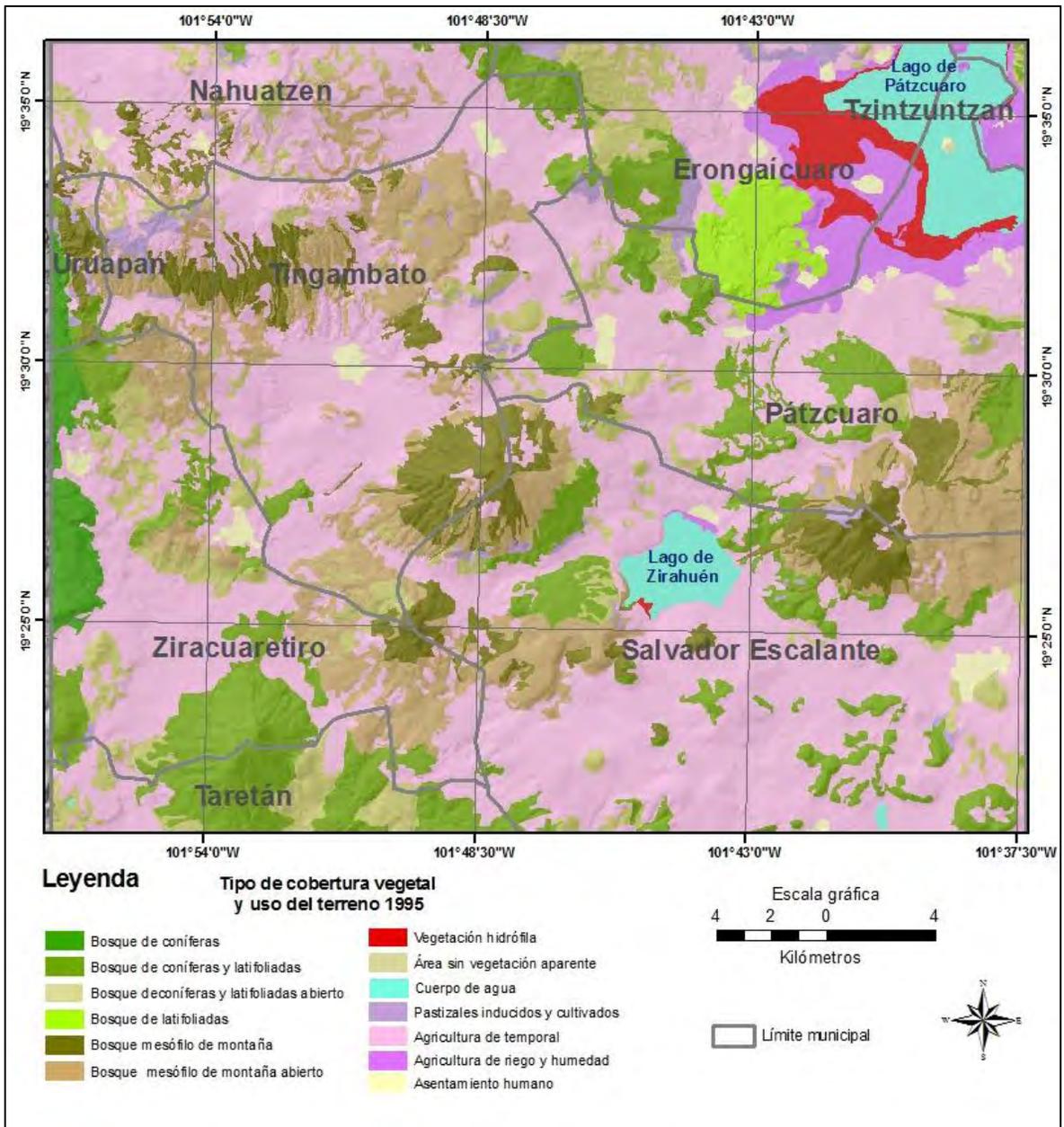


Figura 4.4 Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 1995 en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

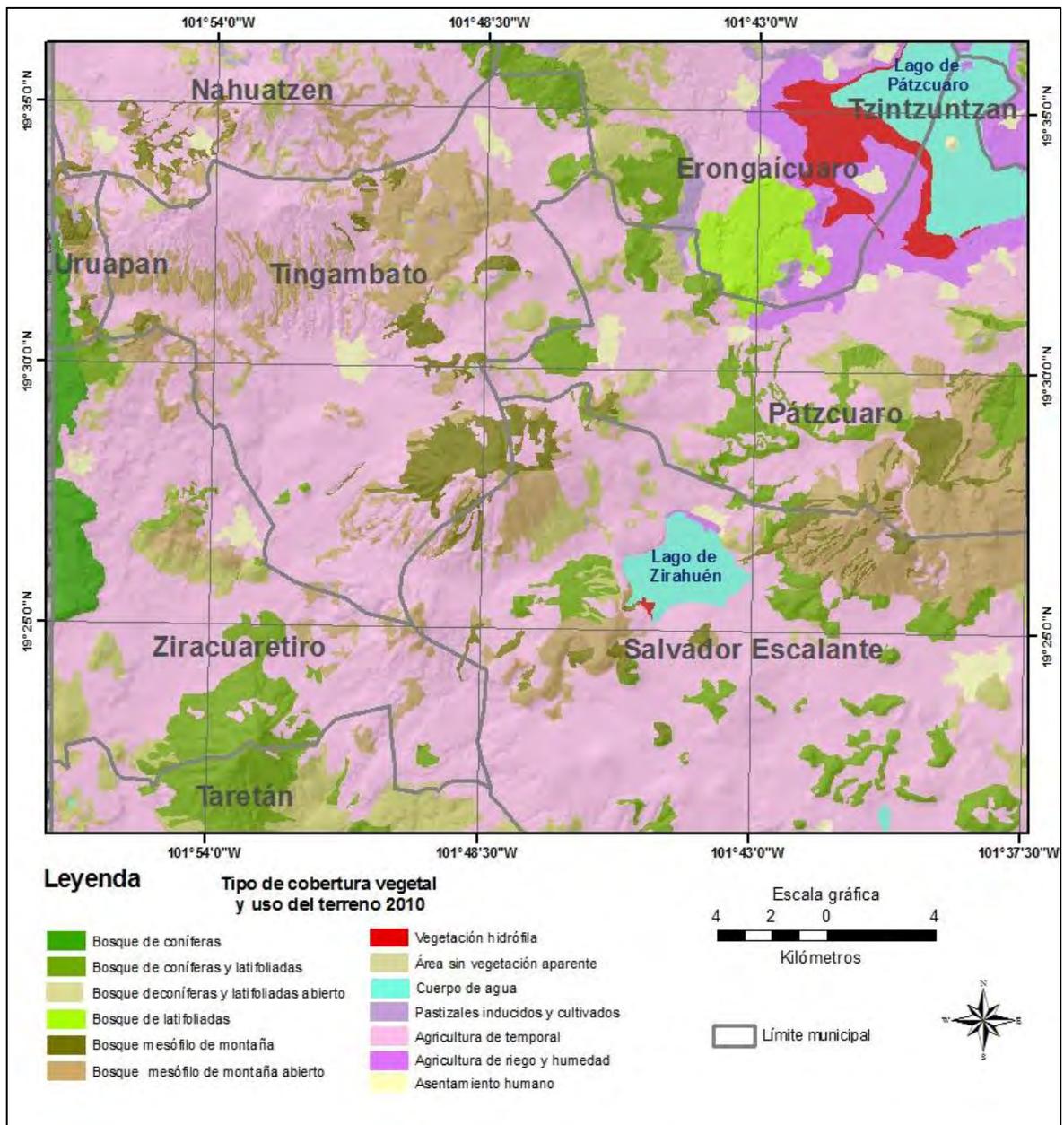


Figura 4.5 Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 2010 en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

En el mapa final del CVUT en Madero-Tacámbaro, se observa en la Figura 4.6 (año inicial 1995) y Figura 4.7 (año final 2010). Como se mencionó anteriormente los mayores cambios específicamente de ganancia ocurrieron en las subclases de coberturas vegetales abiertas, mientras que es más evidente el cambio de pérdida sufrido por las

coberturas vegetales de bosque de coníferas y latifoliadas y BMM, misma situación se presentó en el área de estudio del municipio de Tacámbaro al suroeste de la ventana en donde además se observó, que en la parte sureste, la selva caducifolia y subcaducifolia que aparece 1995 presenta cambios en su área para el 2010.

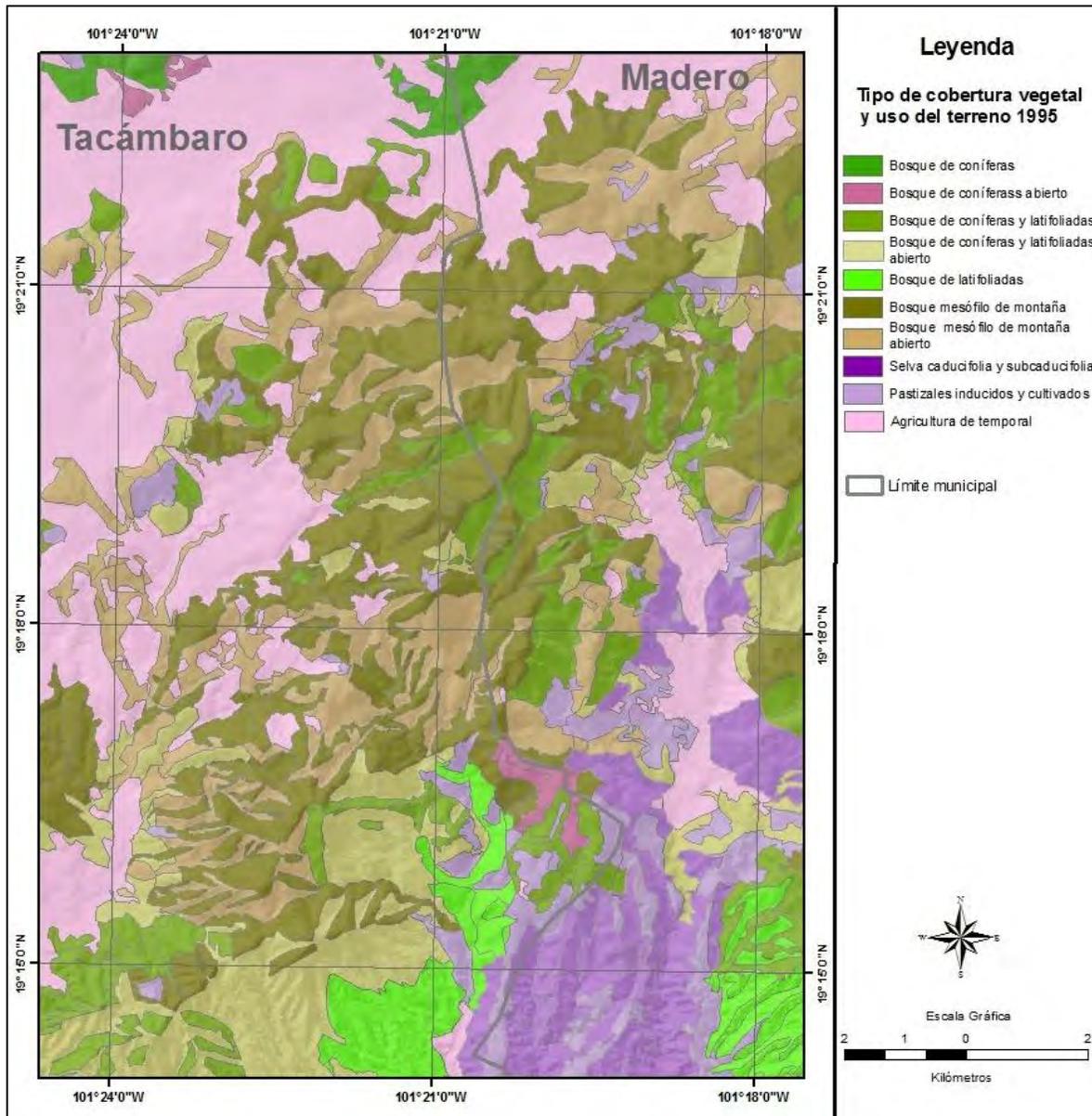


Figura 4.6 Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 1995 en la zona de la ventana de Madero-Tacambaro.

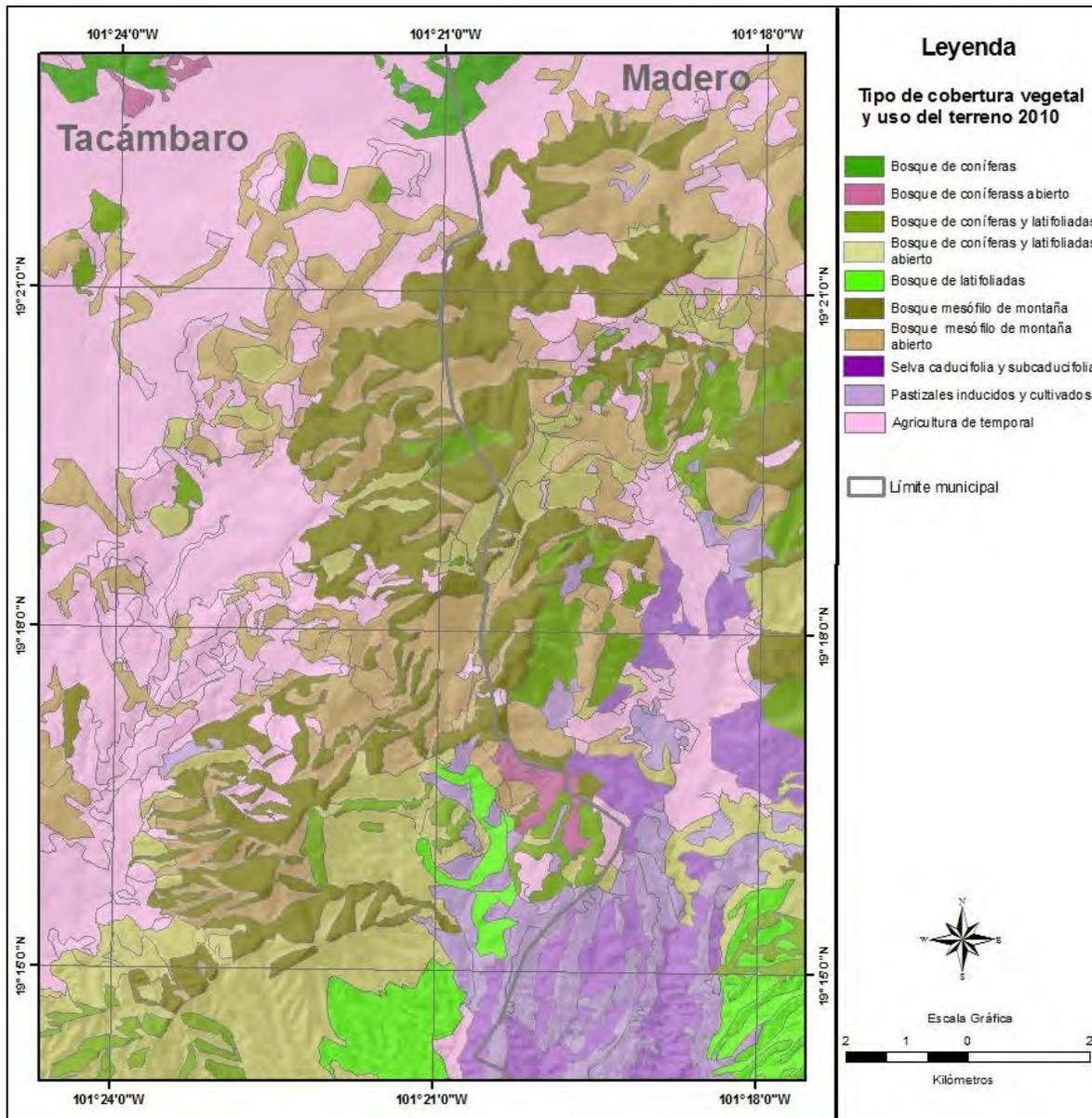


Figura 4.7 Mapa de la cobertura vegetal y uso del terreno, año 2010 en la zona de la ventana de Madero-Tacámbaro.

4.2 Cambios cobertura vegetal y uso del terreno 1995-2010

Del cambio de cobertura vegetal y uso del terreno (CVUT) en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, entre 1995 y 2010 (Cuadro 4.3), las coberturas que presentaron una ganancia de superficie fueron: área sin vegetación aparente, asentamientos humanos, agricultura de riego y humedad y principalmente agricultura de temporal, la cual fue la de mayor aumento con 23%. Por otro lado, las coberturas afectadas negativamente o que

tuvieron pérdida de superficie fueron nueve, de las cuales el bosque de coníferas y latifoliadas, BMM y BMM abierto son las de mayor afectación. Con respecto a la cobertura BMM, tuvo el 47.1% de cambio, mientras que BMM abierto solamente 14.8%. Otra de las cobertura con mayores cambios fue el pastizal inducido y cultivado en más de la mitad de su área (53.7%).

Cuadro 4.3 Superficie de pérdida-ganancia y porcentaje de cambio por clase de CVUT en la zona de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

Ventana oeste	Superficie km ²		Superficie %		Sup. cambio km ²		% de Cambio
	1995	2010	1995	2010	Ganancia	Pérdida	
Bosque de coníferas	14.0	12.8	1.4	1.3	0	1.1	8.1
Bosque de coníferas y latifoliadas	130.8	92.9	13.4	9.5	0	37.9	29
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	78.7	73.5	8.1	7.5	0	5.2	6.6
Bosque de latifoliadas	15	13.6	1.5	1.4	0	1.4	9.5
BMM	66.1	34.9	6.8	3.6	0	31.1	47.1
BMM abierto	123.1	104.9	12.6	10.7	0	18.2	14.8
Vegetación hidrófila	16.2	13	1.7	1.3	0	3.2	19.6
Área sin vegetación aparente	0.2	0.4	0	0	0.1	0	49.9
Cuerpo de agua	35.3	34.7	3.6	3.6	0	0.6	1.6
Pastizales inducidos y cultivados	16.4	7.6	1.7	0.8	0	8.8	53.7
Agricultura de temporal	440	541	45.1	55.4	101	0	23
Agricultura de riego y humedad	27	30.5	2.8	3.1	3.4	0	12.7
Asentamiento humano	13.4	16.4	1.4	1.7	3	0	22.2
TOTAL	976.2	976.2	100	100			

La distribución de los cambios de CVUT en la ventana de Madero-Tacámbaro (Cuadro 4.4), cuatro coberturas incrementaron su superficie, principalmente la agricultura de temporal con casi el 28%, la subclase vegetal abierta del BMM (7.1%) y del bosque de coníferas y latifoliadas (3.6%) y ligeramente, los pastizales inducidos y cultivados (2.3%). Cinco coberturas sufrieron una pérdida de su superficie, la mayoría asociada a la selva caducifolia y subcaducifolia, seguida del BMM y bosque de coníferas y latifoliadas, ésta última obtuvo el cambio más evidente con el 36.9% de su cobertura. Con respecto a los

BMM y BMM abierto los cambios tuvieron un porcentaje de 33.1% y 23.3% respectivamente, pero el cambio fue en sentido contrario respecto a la ventana anterior, ya que el BMM tuvo pérdida de superficie mientras que el tipo cerrado incremento su área.

Cuadro 4.4 Superficie de pérdida-ganancia y porcentaje de cambio por clase de CVUT en la zona de la ventana Madero-Tacámbaro.

Ventana sur	Superficie km ²		%		Sup. cambio km ²		% de Cambio
	1995	2010	1995	2010	Ganancia	Pérdida	
Bosque de coníferas	2.3	2.3	1.1	1.1	0	0.1	3
Bosque de coníferas abierto	1.4	1.4	0.7	0.7	0	0	0
Bosque de coníferas y latifoliadas	19.8	12.5	9.4	5.9	0	7.3	36.9
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	21.5	25.1	10.2	12	3.6	0	16.9
Bosque de latifoliadas	8.6	7.9	4.1	3.7	0	0.7	8.5
BMM	45.4	30.3	21.6	14.4	0	15	33.1
BMM abierto	30.4	37.4	14.5	17.8	7.1	0	23.3
Selva caducifolia y subcaducifolia	13.5	10.3	6.4	4.9	0	3.2	23.8
Pastizales inducidos y cultivados	12.3	12.6	5.8	6	0.3	0	2.3
Agricultura de temporal	54.9	70.3	26.2	35.5	15.4	0	27.9
TOTAL	210.1	210.1	100	100			

4.2.1 Matriz de transición

En la matriz de transición del período 1995-2010 correspondiente a la ventana de la zona Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén (Figura 4.8), las categorías que se mantuvieron prácticamente igual fueron las áreas sin vegetación aparente y asentamientos humanos. Las que tuvieron altas probabilidades de permanencia, superiores a 0.9, fueron las coberturas antrópicas como la agricultura de temporal, de riego y humedad y los cuerpos de agua.

Las otras coberturas presentan un comportamiento más dinámico, es decir con menor probabilidad de mantenerse como tal en el periodo de tiempo. La probabilidad de permanencia de los pastizales inducidos y cultivados fue de 0.41, o por el contrario una probabilidad de cambio de 0.69. Por último las coberturas BMM y BMM abierto, un poco más de la mitad permaneció como tal en 15 años, con el 0.53 de probabilidades.

2010 \ 1995	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas y latifoliadas	Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Bosque de latifoliadas	Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña abierto	Vegetación hidrófila	Área sin Vegetación aparente	Cuerpo de agua	Pastizales inducidos y cultivados	Agricultura de temporal	Agricultura de riego y humedad	Asentamiento humano	Total
Bosque de coníferas	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	1.00
Bosque de coníferas y latifoliadas	0.00	0.71	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	1.00
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.33	0.00	0.00	1.00
Bosque de latifoliadas	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00	0.00	1.00
Bosque mesófilo de montaña	0.00	0.05	0.01	0.00	0.53	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	1.00
Bosque mesófilo de montaña abierto	0.00	0.07	0.08	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	1.00
Vegetación hidrófila	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.01	0.00	0.00	0.23	0.00	1.00
Área sin Vegetación aparente	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Cuerpo de agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.97	0.00	0.00	0.01	0.00	1.00
Pastizales inducidos y cultivados	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.41	0.50	0.01	0.00	1.00
Agricultura de temporal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	1.00
Agricultura de riego y humedad	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.02	1.00
Asentamiento humano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

	Pérdida BMM y BMM abierto		Degradación BMM y BMM abierto		Ganancia BMM y BMM abierto
	Pérdida bosque templado		Degradación bosque templado		Ganancia bosque templado
	Otros cambios		Permanencia antrópica		No cambios
			Transiciones por clase		

Figura 4.8 Matriz de transición periodo 1995-2010 en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

La matriz de transición muestra las direcciones que presentaron los cambios de CVUS así como sus probabilidades de cambio (Figura 4.9) la agricultura de temporal aumentó su superficie gracias a otras coberturas, como el bosque de coníferas y latifoliadas y del BMM abierto. Pero el mayor aporte de superficie se obtuvo de la conversión de pastizales inducidos y cultivados originalmente destinados a la ganadería pero su cambio principal

fue hacia el uso agrícola en especial para cultivar aguacate. Además se aprecia como el BMM se convierte en abierto es decir se degrada y por consiguiente tiene altas probabilidades de convertirse posteriormente en áreas de cultivo.

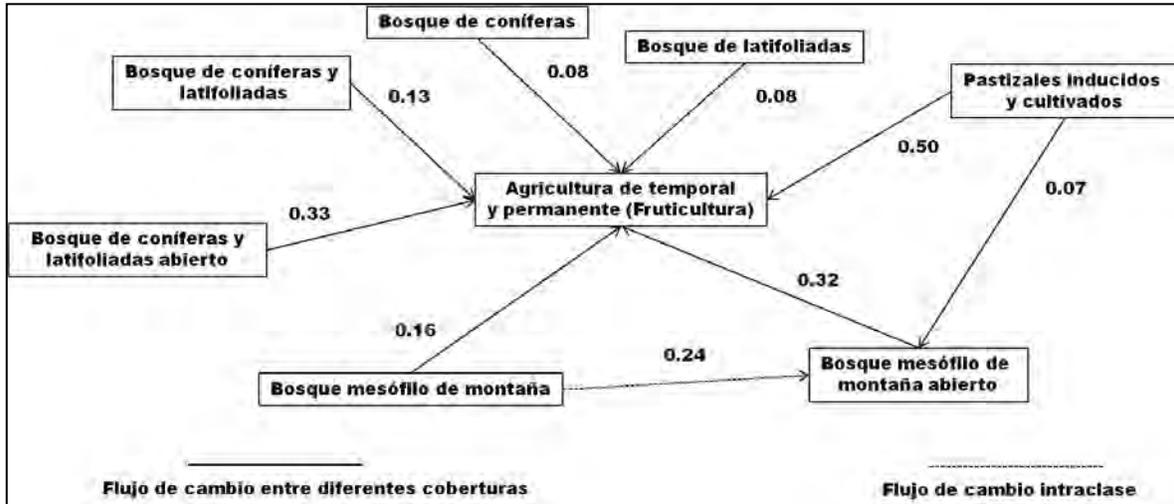


Figura 4.9 Modelo de la matriz de transición de la CVUT en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

En la matriz de transición que corresponde a la ventana Madero-Tacámbaro (Figura 4.10). se observa que las probabilidades de permanencia más altas corresponden al bosque de coníferas abierto y agricultura de temporal.

También se resalta que las coberturas con las probabilidades de permanencia más bajas son el bosque de coníferas y latifoliadas (0.63), pastizales inducidos y cultivados (0.64) y BMM (0.67).

	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas abierto	Bosque de coníferas y latifoliadas	Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Bosque de latifoliadas	Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña abierto	Selva caducifolia y subcaducifolia	Pastizales inducidos y cultivados	Agricultura de temporal	Total
Bosque de coníferas	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	1.00
Bosque de coníferas abierto	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Bosque de coníferas y latifoliadas	0.00	0.00	0.63	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	1.00
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.14	1.00
Bosque de latifoliadas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	1.00
Bosque mesófilo de montaña	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.26	0.00	0.00	0.07	1.00
Bosque mesófilo de montaña abierto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.01	0.14	1.00
Selva caducifolia y subcaducifolia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00	1.00
Pastizales inducidos y cultivados	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.34	1.00
Agricultura de temporal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

	Pérdida BMM y BMM abierto		Degradación BMM y BMM abierto		Ganancia bosque templado
	Pérdida bosque templado		Degradación bosque templado		
	Pérdida selva		Permanencia antrópica		Transiciones por clase

Figura 4.10 Matriz de transición periodo 1995-2010 en la ventana Madero-Tacámbaro.

En cuanto a la dirección de los cambios de CVUS (Figura 4.11), las actividades agrícolas ganaron superficies provenientes de otras coberturas, tales como del bosque de coníferas y latifoliadas principalmente, el caso del BMM no aportó gran superficie al cultivo de temporal, como si lo hizo el BMM abierto. El fenómeno de degradación que sucede en esta zona, no es igual a la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, donde evidentemente es causado por la agricultura, en este caso, la ventana Madero-Tacámbaro, la transición interclase del BMM a BMM abierto es alta, y como la transición hacia la agricultura de temporal no es tan importante, la degradación del BMM convertido a BMM abierto puede deberse a otros factores que la matriz de cambio no evidencia.

En esta zona se encuentra el tipo de cobertura de selva baja caducifolia y subcaducifolia, el cual tuvo 0.25 probabilidad de convertirse en pastizales inducidos y cultivados, mientras que éste último cambió (0.34) a agricultura de temporal, pero con un tipo de cultivo forrajero, y no de aguacate ya que por sus condiciones ambientales del área no es apta para este cultivo.

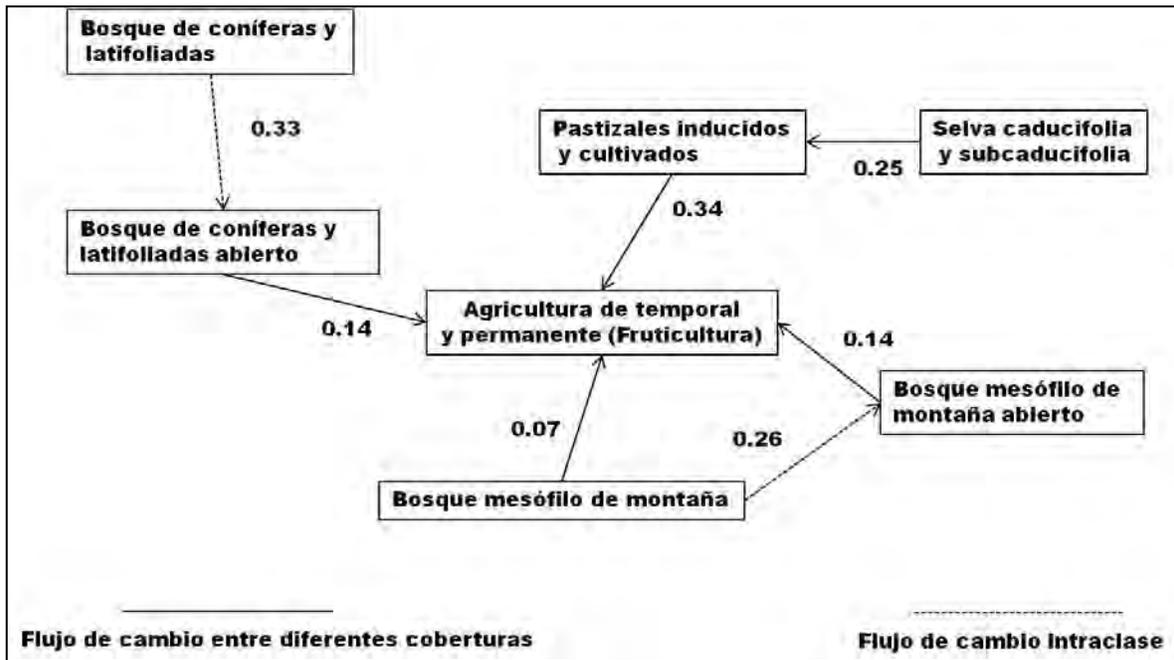


Figura 4.11 Modelo del cambio de la CVUT en la ventana Madero-Tacámbaro.

4.2.2 Procesos de cambio

El conocimiento del cambio de uso del terreno ofrece información sobre los procesos de deforestación, degradación y pérdida de la biodiversidad de una región (Velázquez et al., 2002).

La identificación de procesos se centró en aquellos que se relacionan con los tipos de cobertura forestal, por lo que sólo se definieron 11 procesos de cambio. Cuadro 4.5

Cuadro 4.5 Tipos de procesos de cambio

Tipos de Procesos de cambio		Clave
BMM	Deforestación	DBMM
	Degradación	DGBMM
	Recuperación	RBMM
Bosque Templado	Deforestación	DBTE
	Degradación	DGBTE
	Recuperación	RBTE
Bosque Tropical	Deforestación	DBTR
	Degradación	DGBT
	Recuperación	RBT
Permanencia Antrópica		PA
Otros cambios		OC
No Cambios		NC

La Figura 4.12 muestra la matriz de los procesos de cambio y su distribución en base a las coberturas del año inicial (filas) y las del año final (columnas). En el Cuadro 4.6 se enlistan las coberturas vegetales y usos de suelo y clave asignada.

1995 \ 2010	Arh	At	Asva	Ah	Bc	Bca	Bcyl	Bcyla	BI	Bmm	Bmma	Scys	Ca	Piyc	Vh
Arh	PA	PA	OC	PA	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBMM	RBMM	RBTR	OC	PA	OC
At	PA	PA	OC	PA	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBMM	RBMM	RBTR	OC	PA	OC
Asva	OC	OC	NC	OC	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBMM	RBMM	RBTR	OC	OC	OC
Ah	PA	PA	OC	PA	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBMM	RBMM	RBTR	OC	PA	OC
Bc	DBTE	DBTE	DBTE	DBTE	NC	DGBTE	NC	DGBTE	NC	NC	NC	NC	OC	DBTE	DBTE
Bca	DBTE	DBTE	DBTE	DBTE	RBTE	NC	RBTE	NC	RBTE	NC	NC	NC	OC	DBTE	DBTE
Bcyl	DBTE	DBTE	DBTE	DBTE	NC	DGBTE	NC	DGBTE	NC	NC	NC	NC	OC	DBTE	DBTE
Bcyla	DBTE	DBTE	DBTE	DBTE	RBTE	NC	RBTE	NC	RBTE	NC	NC	NC	OC	DBTE	DBTE
BI	DBTE	DBTE	DBTE	DBTE	NC	DGBTE	NC	DGBTE	NC	NC	NC	NC	OC	DBTE	DBTE
Bmm	DBMM	DBMM	DBMM	DMM	NC	NC	NC	NC	NC	NC	DGBMM	NC	OC	DBMM	DBMM
Bmma	DBMM	DBMM	DBMM	DBMM	NC	NC	NC	NC	NC	RBMM	NC	NC	OC	DBMM	DBMM
Scys	DBTR	DBTR	DBTR	DBTR	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	OC	DBTR	DBTR
Ca	OC	OC	OC	OC	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBMM	RBMM	RBTR	NC	OC	OC
Piyc	PA	PA	OC	PA	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBMM	RBMM	RBTR	OC	NC	OC
Vh	OC	OC	OC	OC	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBTE	RBMM	RBMM	RBTR	OC	OC	NC

Figura 4.12 Matriz de las CVUT 1995-2010 y los tipos de procesos de cambio.

Cuadro 4.6 Tipos de Cobertura vegetal y uso del terreno.

Tipo de cobertura vegetal y uso del terreno	Clave
Agricultura de riego y humedad	Arh
Agricultura de temporal	At
Área sin vegetación aparente	Asva
Asentamiento humano	Ah
Bosque de coníferas	Bc
Bosque de coníferas abierto	Bca
Bosque de coníferas y latifoliadas	Bcyl
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Bcyla
Bosque de latifoliadas	Bl
BMM	Bmm
BMM abierto	Bmma
Selva caducifolia y subcaducifolia	Scys
Cuerpo de agua	Ca
Pastizales inducidos y cultivados	Piyc
Vegetación hidrófila	Vh

Los procesos del cambio de CVUT identificados en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén fueron en total nueve incluidos los no cambios. Cuadro 4.7 y Figura 4.13.

Cuadro 4.7 Procesos de cambio por superficie km² y porcentaje para el periodo 1995-2010 en la zona de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

Tipos de proceso ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	Superficie km ²	Superficie %
Deforestación BMM	50.4	5.2
Degradación BMM	20.2	2.1
Recuperación BMM	1.1	0.1
Deforestación Bosque Templado	46.4	4.8
Degradación Bosque Templado	20.6	2.1
Recuperación Bosque Templado	0.8	0.1
Permanencia Antrópica	11.5	1.2
Otros Cambios	5.3	0.5
No Cambios	819.8	84.0
TOTAL	976.2	100

De la superficie total el 84% no sufrió cambios; sin embargo, en el resto (26%) presentó deforestación, degradación y recuperación en las coberturas vegetales templadas y el BMM; además de otros cambios y permanencia antrópica que incluyen asentamientos humanos, agricultura, pastizales inducidos y cultivados.

Los procesos de cambio en el BMM (incluido el abierto), la deforestación fue de mayor porcentaje corresponde a la deforestación (5.2%), seguido de la degradación (2.1%) y por último la recuperación del BMM (0.1%). Respecto al bosque templado la deforestación fue un poco menor que del sufrido por el BMM con 4.8%.

La distribución espacial del BMM con deforestación se ubica mayormente en al sur y suroeste de la ventana en dirección al norte y noroeste, en los municipios de Taretán, Ziracuaretiro, Salvador Escalante, Tingambato y Uruapan. Se observa que es esta zona donde se forma la franja aguacatera (Chávez et al., 2012).

La degradación sigue un poco el patrón de distribución de la deforestación pero en menor cantidad, incluyendo un fragmento localizado en el ANP cerro de San Miguel al este del lago de Zirahuén. Otra zona con proceso de degradación es hacia el norte del municipio de Tingambato en los límites con Nahuatzen y Uruapan con presencia de áreas deforestadas a su alrededor.

Se tuvo muy pocas áreas de BMM recuperadas principalmente al noreste del lago de Zirahuén en el ANP cerro de San Miguel. Lo que indica que las acciones de vigilancia y cuidado del bosque para su regeneración si se estarán llevan a cabo e inclusive de BMM en ANP que están degradadas (BMM abierto).

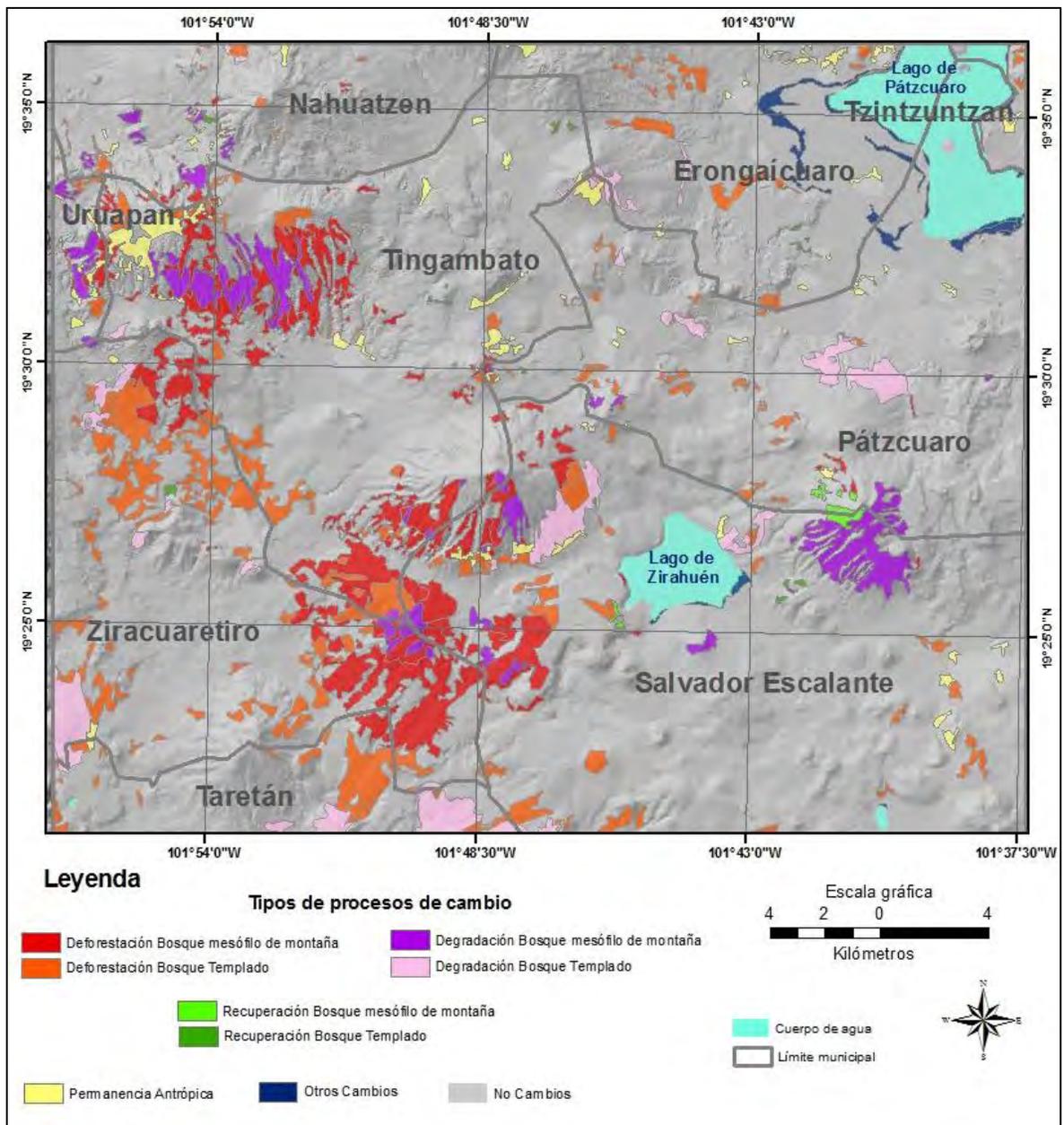


Figura 4.13 Mapa de los procesos de cambio en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

En la ventana de Madero-Tacámbaro los procesos de cambio (Cuadro 4.8 y Figura 4.14) fueron en total ocho (incluido no cambios), en contraste con el área de estudio anterior, hubo deforestación de selva y recuperación del BMM.

El porcentaje que cubre los no cambios es de 81.6% el resto se distribuye los tipos de procesos como la degradación del BMM, que tiene el mayor porcentaje con 5.6%, seguido de la deforestación del BMM con 3.8%, y la degradación del bosque templado con el 3.1%, un poco más que su deforestación con 2.3%. La recuperación de los bosques templados fue del 0.1%. La permanencia antrópica en solo 2% el cual corresponde únicamente a cultivos y pastizales ya que no se presentan asentamientos humanos dentro de la ventana.

Cuadro 4.8 Procesos de cambio por superficie (km²) y porcentaje para el periodo 1995-2010 en la zona de la ventana de Madero-Tacámbaro.

Tipos de procesos ventana Madero-Tacámbaro	Superficie km²	Superficie %
Deforestación BMM	7.9	3.8
Degradación BMM	11.7	5.6
Deforestación Bosque Templado	4.7	2.3
Degradación Bosque Templado	6.5	3.1
Recuperación Bosque Templado	0.3	0.1
Deforestación Selva	3.2	1.5
Permanencia Antrópica	4.2	2.0
No Cambios	171.5	81.6
TOTAL	210.1	100

La regeneración no se presentó en Madero-Tacámbaro, por el contrario, el proceso de degradación del BMM es de los más notorios, el cual va formando una franja del suroeste de la ventana hacia el noreste (Figura 4.14). Así como una extensa área de degradación en la cobertura de selvas al sur de la ventana particularmente en la parte de clima tropical seco.

En cuanto a la deforestación se presenta más en la parte suroeste, específicamente sobre partes más bajas, en donde se localiza la mayor concentración de población así como para actividades agrícola especialmente huertas de aguacate.

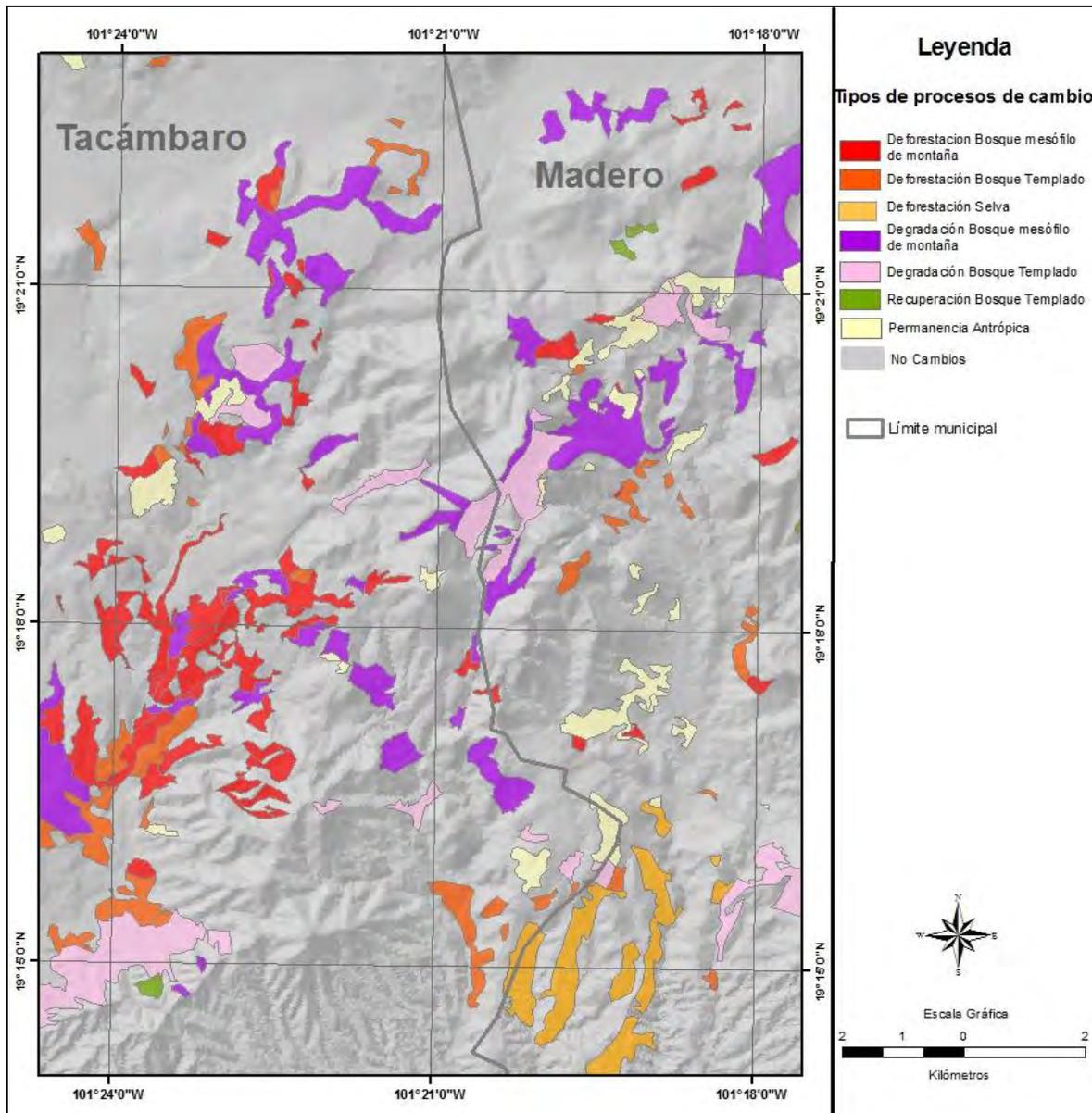


Figura 4.14 Mapa de los procesos de cambio en la ventana Madero-Tacámbaro.

4.2.3 Tasa anual de deforestación

En los bosques de los municipios que integran la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén presentaron deforestación durante el periodo de 1995 al 2010, de los cuales Ziracuaretiro tuvo la mayor deforestación de bosques templados y BMM, principalmente este último con una tasa anual con 6.1% de deforestación en promedio en cada año (Cuadro 4.9).

Tingambato también presenta deforestación alta sobre todo en los BMM donde cada año en promedio se pierde el 2.4% el cual representa menor tasa de deforestación que Ziracuaretiro debido a que Tingambato cuenta con más superficie de bosque, lo que además significa que es más lenta su dinámica de deforestación.

Taretán es de los municipios con poca superficie en la ventana, sin embargo en las áreas de BMM se observa un proceso de deforestación de 6.3%, más alta que otros territorios. En sus bosques templados también presenta deforestación pero con una tasa mucho menor de 1.2%.

Salvador Escalante tiene la mayor superficie territorial así como áreas con BMM y bosque templado en donde la tasa de deforestación que obtuvo es de apenas 1.4% en BMM y 1.6% en bosque templado, lo que significa que es el municipio con el menor y más lento proceso de deforestación.

Nahuatzen su deforestación es de las menores con 0.4% en BMM y 0.8% en el bosque templado tomando considerando que tiene poca extensión territorial con importante superficie boscosa.

En el caso de Uruapan la superficie que ocupa en la ventana es menor y la deforestación del bosque templado y mesófilo cuenta con una tasa del 1% y 1.2% respectivamente, lo que si representa cierta deforestación pero no es tan intensa que en otros municipios.

Cuadro 4.9 Tasa anual de deforestación por municipio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

Municipio	Tipo de Bosque	Superficie km ²		Diferencia superficie km ²	Tasa Anual de Deforestación %
		1995	2010		
Erongarícuaro	Bosque templado	35.0	31.6	-3.4	0.7
	BMM	0.0	0.0	0.0	0.0
Nahuatzen	Bosque templado	9.2	8.2	-1.0	0.8
	BMM	11.7	11.0	-0.7	0.4
Pátzcuaro	Bosque templado	39.4	36.9	-2.5	0.4
	BMM	26.7	26.6	0.0	0.0
Salvador Escalante	Bosque templado	43.8	35.4	-8.4	1.4
	BMM	50.3	39.6	-10.6	1.6
Taretán	Bosque templado	31.9	26.6	-5.3	1.2
	BMM	1.5	0.6	-0.9	6.3
Tingambato	Bosque templado	18.0	10.8	-7.2	3.3
	BMM	69.4	48.5	-21.0	2.4
Tzintzuntzan	Bosque templado	0.7	0.4	-0.2	3.0
	BMM	0.0	0.0	0.0	0.0
Uruapan	Bosque templado	4.0	3.4	-0.6	1.0
	BMM	4.6	3.8	-0.8	1.2
Ziracuaretiro	Bosque templado	56.7	39.6	-17.1	2.4
	BMM	25.0	9.6	-15.3	6.1

La ventana de Madero y Tacámbaro ambos presentaron deforestación, pero en el municipio de Tacámbaro el proceso fue más importante, ya que los bosques tuvieron una mayor tasa anual de deforestación principalmente el BMM (Cuadro 4.10).

Sin embargo en comparación con la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, los resultados del proceso de deforestación en las superficies del BMM y bosque templado de Madero-Tacámbaro, fueron mucho menores, por lo no es tan significativo.

Cuadro 4.10 Tasa anual de deforestación por municipio en la ventana de Madero-Tacámbaro.

Municipio	Tipo de Bosque	Superficie km ²		Diferencia superficie km ²	Tasa Anual de Deforestación %
		1995	2010		
Madero	Bosque templado	19.1	18.5	-0.7	0.2
	BMM	31.2	30.3	-0.9	0.2
Tacámbaro	Bosque templado	34.5	30.7	-3.8	0.8
	BMM	44.5	37.5	-7.1	1.1

4.3 Análisis cuantitativo causas del cambio de CVUT

En total el análisis incluyó doce variables socioeconómicas descritos en la caracterización y tres más que corresponden a las distancias a los procesos de deforestación, degradación y recuperación (Cuadro 4.11). El tamaño de la muestra comprendió el total de localidades, 135 en la zona de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y 38 en la ventana Madero-Tacámbaro.

Cuadro 4.11 Variables socio-económicas para el análisis cuantitativo

Variables	
No.	Índice de Marginación (IM)
1	Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA)
2	Índice de Dependencia (IDE)
3	Atracción Migratoria Reciente (AMR)
4	Atracción Migratoria Acumulada (AMA)
5	Tasa de Actividad (TAC)
6	Índice de Población Ocupada (IPO)
7	Grado de Calificación de la Población (CP)
8	Población Total (PT)
9	Población Habla Lengua Indígena (PHLI)
10	Distancia Deforestación (DIS_DEFORE)
11	Distancia Degradación (DIS_DEGRAD)
12	Distancia Recuperación (DIS_RECUP)

Al no poder normalizar los valores, se utilizó una prueba de correlación no paramétrica multivariable de Spearman. El resultado mostró solamente el grado de calificación y la población hablante de lengua indígena están significativamente correlacionadas, es decir, tienen valores-P por debajo de 0.05, con la distancia a uno o dos tipos de procesos de cambio: Cuadro 4.12

Cuadro 4.12 Correlación de variables socio-económica con la distancia a los procesos de cambio de la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

CORRELACIONES	
Grado de Calificación de la Población (CP)	Distancia Deforestación (DIS_DEFORE)
Población Habla Lengua Indígena (PHLI)	Distancia Deforestación (DIS_DEFORE)
	Distancia Recuperación (DIS_RECUP)

En la matriz de correlación entre variables (Figura 4.15), el color rojo indica la relación que existe con la deforestación y el color verde con la distancia a fragmentos recuperados de BMM. En el caso del grado de calificación que se refiere a la población preparada o con un nivel superior de educación, tuvo una correlación positiva con la distancia a la deforestación, de tal manera que encontramos mayor población calificada a mayor distancia de fragmentos de BMM deforestados.

En cuanto la población hablante de lengua indígena, la cual tiene muy poca presencia en el área de estudio, está correlacionada positivamente con dos procesos de cambio: la deforestación y la degradación, en donde la mayor población de habla indígena se localiza a mayor distancia de de donde ocurren los anteriores procesos de cambio.

Correlación de Spearman													
VARIABLES	IM	TCMA	IDE	AMR	AMA	TAC	IPO	CP	PT	PHLI	DIS_DEFORE	DIS_DEGRAD	DIS_RECUP
IM	1.00	0.17	0.57	0.07	0.20	0.46	0.46	0.14	0.39	0.20	-0.09	-0.06	-0.01
Valor-P	0.00	0.05	0.00	0.40	0.02	0.00	0.00	0.10	0.00	0.02	0.28	0.47	0.92
TCMA	0.17	1.00	0.22	0.29	0.34	0.25	0.21	0.39	0.63	0.41	0.00	0.02	0.00
Valor-P	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.96	0.78	1.00
IDE	0.57	0.22	1.00	0.26	0.45	0.45	0.45	0.39	0.48	0.23	0.05	0.00	0.10
Valor-P	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.55	0.97	0.23
AMR	0.07	0.29	0.26	1.00	0.60	0.26	0.23	0.45	0.56	0.52	0.12	0.02	0.23
Valor-P	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16	0.82	0.01
AMA	0.20	0.34	0.45	0.60	1.00	0.45	0.39	0.62	0.46	0.29	0.04	0.06	0.13
Valor-P	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.47	0.13
TAC	0.46	0.25	0.45	0.26	0.45	1.00	0.95	0.54	0.43	0.21	0.11	0.07	0.14
Valor-P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.21	0.45	0.12
IPO	0.46	0.21	0.45	0.23	0.39	0.95	1.00	0.50	0.41	0.20	0.10	0.08	0.09
Valor-P	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.25	0.35	0.28
CP	0.14	0.39	0.39	0.45	0.62	0.54	0.50	1.00	0.59	0.38	0.20	0.11	0.15
Valor-P	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.09
PT	0.39	0.63	0.48	0.56	0.46	0.43	0.41	0.59	1.00	0.68	0.07	0.05	0.11
Valor-P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.58	0.21
PHLI	0.20	0.41	0.23	0.52	0.29	0.21	0.20	0.38	0.68	1.00	0.25	0.08	0.21
Valor-P	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.02
DIS_DEFORE	-0.09	0.00	0.05	0.12	0.04	0.11	0.10	0.20	0.07	0.25	1.00	0.53	0.29
Valor-P	0.28	0.96	0.55	0.16	0.60	0.21	0.25	0.52	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
DIS_DEGRAD	-0.06	0.02	0.00	0.02	0.06	0.07	0.08	0.11	0.05	0.08	0.53	1.00	0.42
Valor-P	0.47	0.78	0.97	0.82	0.47	0.45	0.35	0.19	0.58	0.33	0.00	0.00	0.00
DIS_RECUP	-0.01	0.00	0.10	0.23	0.13	0.14	0.09	0.15	0.11	0.21	0.29	0.42	1.00
Valor-P	0.92	1.00	0.23	0.01	0.13	0.12	0.28	0.09	0.21	0.02	0.00	0.00	0.00

	Proceso de deforestación BMM
	Proceso de recuperación BMM

Figura 4.15 Matriz de correlación de las variables socioeconómicas y procesos de cambio en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

En la ventana de ventana Madero-Tacámbaro, las correlaciones de Spearman, entre cada par de variables, la matriz de correlación generada muestra las relaciones de distancia con los fragmentos deforestados (color rojo), y con los degradados (color morado). Figura 4.16

Correlación de Spearman												
VARIABLES	IM	TCMA	IDE	AMR	AMA	TAC	IPO	CP	PT	PHLI	DIS_DEFORE	DIS_DEGRAD
IM	1.00	-0.18	0.24	-0.15	-0.31	-0.13	-0.09	-0.43	-0.33	-0.11	0.19	0.40
Valor-P	0.00	0.29	0.15	0.37	0.06	0.43	0.58	0.01	0.04	0.52	0.01	0.01
TCMA	-0.18	1.00	0.01	-0.13	-0.04	0.06	0.09	0.15	0.10	0.26	-0.03	0.01
Valor-P	0.29	0.00	0.96	0.43	0.79	0.71	0.58	0.35	0.54	0.11	0.85	0.94
IDE	0.24	0.01	1.00	0.20	0.07	-0.08	-0.07	-0.54	-0.27	-0.08	0.08	0.22
Valor-P	0.15	0.96	0.00	0.24	0.70	0.63	0.70	0.00	0.10	0.65	0.65	0.17
AMR	-0.15	-0.13	0.20	1.00	0.84	0.14	0.14	-0.02	0.16	-0.13	-0.05	0.02
Valor-P	0.37	0.43	0.24	0.00	0.00	0.42	0.40	0.90	0.33	0.44	0.77	0.90
AMA	-0.31	-0.04	0.07	0.84	1.00	0.30	0.30	0.02	0.25	-0.08	-0.26	-0.14
Valor-P	0.06	0.79	0.70	0.00	0.00	0.07	0.06	0.90	0.14	0.61	0.12	0.42
TAC	-0.13	0.06	-0.08	0.14	0.30	1.00	0.98	0.03	0.36	-0.14	-0.19	0.04
Valor-P	0.43	0.71	0.63	0.42	0.07	0.00	0.00	0.87	0.02	0.41	0.25	0.80
IPO	-0.09	0.09	-0.07	0.14	0.30	0.98	1.00	-0.02	0.34	-0.10	-0.20	0.03
Valor-P	0.58	0.58	0.70	0.40	0.06	0.00	0.00	0.91	0.03	0.53	0.24	0.84
CP	-0.43	0.15	-0.54	-0.02	0.02	0.03	-0.02	1.00	0.31	0.08	0.22	-0.01
Valor-P	0.01	0.35	0.00	0.90	0.90	0.87	0.91	0.00	0.06	0.63	0.18	0.95
PT	-0.33	0.10	-0.27	0.16	0.25	0.36	0.34	0.31	1.00	0.01	0.03	0.12
Valor-P	0.04	0.54	0.10	0.33	0.14	0.02	0.03	0.06	0.00	0.94	0.86	0.46
PHLI	-0.11	0.26	-0.08	-0.13	-0.08	-0.14	-0.10	0.08	0.01	1.00	-0.19	-0.10
Valor-P	0.52	0.11	0.65	0.44	0.61	0.41	0.53	0.63	0.94	0.00	0.26	0.55
DIS_DEFORE	0.19	-0.03	0.08	-0.05	-0.26	-0.19	-0.20	0.22	0.03	-0.19	1.00	0.54
Valor-P	0.01	0.85	0.65	0.77	0.12	0.25	0.24	0.18	0.86	0.26	0.00	0.00
DIS_DEGRAD	0.40	0.01	0.22	0.02	-0.14	0.04	0.03	-0.01	0.12	-0.10	0.54	1.00
Valor-P	0.01	0.94	0.17	0.90	0.42	0.80	0.84	0.95	0.46	0.55	0.00	0.00

	Proceso de deforestación BMM
	Proceso de degradación BMM

Figura 4.16 Matriz de correlación de las variables socioeconómicas y procesos de cambio en la ventana Madero-Tacámbaro.

De los pares de variables, relacionadas con procesos de cambio del BMM que resultaron con valores-P por debajo de 0.05 (Cuadro 4.13), únicamente la variable marginación, presentó correlación positiva de manera significativa con la distancia a la deforestación y a la degradación. Al aumentar la cantidad de población marginada también aumenta la distancia a la deforestación y degradación, lo anterior indicaría que en esta ventana las localidades con menor población marginada se localizan a menor distancia a los fragmentos aún conservados de BMM.

Cuadro 4.13 Correlación de variables socioeconómicas con la distancia a los procesos de cambio de la ventana Madero-Tacámbaro.

CORRELACIONES	
Índice de Marginación (IM)	Distancia Deforestación (DIS_DEFORE)
	Distancia Degradación (DIS_DEGRAD)

4.4 Análisis cualitativo causas del cambio CVUT

El análisis cualitativo, para conocer las causas del cambio CVUS, consistió primeramente, en la aplicación de entrevistas. Posteriormente se generó una lista de temas o categorías derivadas de codificar las respuestas estas se cuantificaron obteniendo las frecuencias. La codificación y posterior categorización se realizó con ayuda del programa ATLAS.Ti.

El criterio para determinar el tamaño de la muestra se basó, en los objetivos del proyecto de investigación, tiempo, costo y recursos humanos. Las entrevistas fueron de tipo estructuradas y dirigidas, para lo cual se diseñó un cuestionario de 20 preguntas abiertas y cerradas (ANEXO 4.3).

Se entrevistó a un informante clave el cual debía de vivir en una de las comunidades cercanas al BMM o tener un cargo público dentro del ayuntamiento; ser comisariado ejidal, comunal o encargado del orden de una comunidad (Cuadro 4.14, ANEXOS 4.4 y 4.5). Cada entrevista tuvo una duración aproximada de 25 minutos como máximo.

Cuadro 4.14 Entrevistas realizadas por ventana de estudio.

Actividad	Ventanas	
	Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén	Madero-Tacámbaro
No. De entrevistas	8	5

Las secciones del cuestionario, para identificar las causas de los cambios de cobertura vegetal y uso del terreno, comprenden los siguientes temas o variables:

- Datos generales como el nombre, edad, años de vivir en la comunidad y actividad principal.
- Factores económicos: empleo, turismo y situación de la producción agrícola, artesanal, etc.
- Identificación del BMM: conocimiento sobre este tipo de vegetación o características con que lo distinguen así como los usos que le dan.
- Factores forestales y agrícolas: tipos de actividades productivas que llevan a cabo en los BMM, como de extracción de madera, resinas u otros, con planes o sin planes de manejo, selectivos, ilegales, aprovechamiento forestal, con áreas forestales permanentes y

recolección de frutos, semilla y hojas, práctica ganadera, incendios forestales y expansión de huertas de aguacate.

-Catastro rural, en donde se preguntó el tipo de tenencia en los fragmentos de BMM, cambios de tenencia y usos del terreno, presión por parte de personas externas interesadas en los recursos naturales en la comunidad. Los temas de catastro y tenencia de la tierra inciden directamente en el de ecología y el estudio de perturbaciones del ambiente natural, considerándolos importantes porque influyen en la relación y dinámica que el ser humano tiene con el uso del terreno. El factor de cambios en políticas gubernamentales como por ejemplo la influencia de Procede. El ejido y el sistema comunal de tenencia de la tierra son los dos principales sistemas de propiedad en México empezó después de la revolución de 1910.

-Y por último, proyectos de mejora que estén siendo promovidos por el gobierno para el manejo de recursos naturales, y si cuentan o faltan propuestas en donde la comunidad desarrolle las formas de manejar su territorio.

En el cuestionario se incluyó una pequeña introducción donde se explica el propósito de la investigación pero además se mostró al entrevistado un cartel con imágenes de las diferentes áreas con BMM y con otras coberturas (Figura 4.17). Esto sirvió para ubicar a la persona y que pudiera identificar el BMM, lo que facilitó la comunicación y obtención de respuestas.

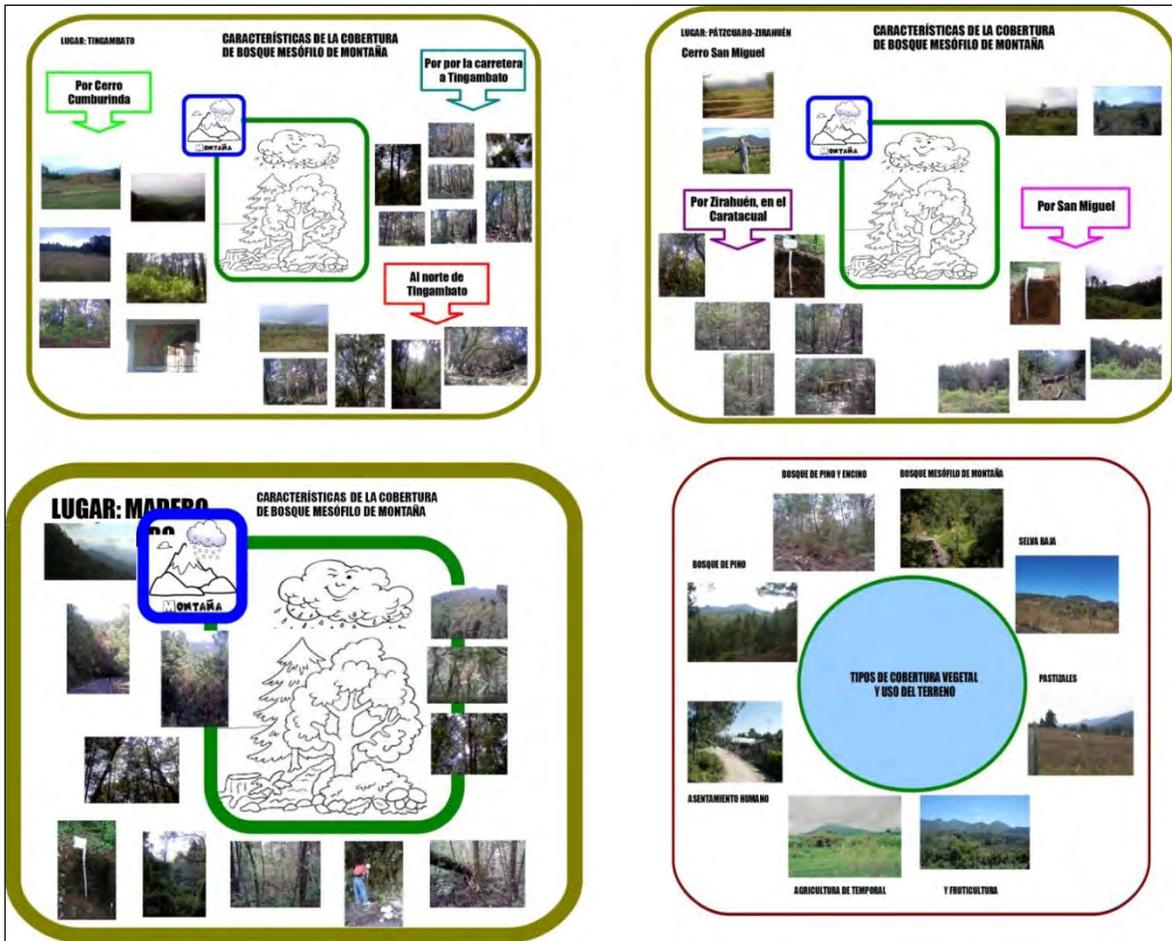


Figura 4.17 Imágenes utilizadas como apoyo visual para entrevistas e identificación del BMM.

Se capturaron en Word los cuestionarios con las preguntas y respuestas para posteriormente exportarlos a la base de datos del programa de cómputo flexible ATLAS.ti (visualización, integración, “*serendipity*” y exploración).

Para el análisis cualitativo realizado en Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, se capturaron las respuestas de los cuestionarios (ANEXO 4.6) y se categorizaron en un total de 39 temas relacionados con causas del cambio de cobertura y uso del terreno (ANEXO 4.7). De los temas que obtuvieron mayor frecuencia, ó veces en que las personas entrevistadas se refieren al tema, fueron: “Si uso del BMM” e “Identificación del BMM”.

En el caso del Uso del bosque los códigos relacionados con este tema son doce, de los de mayor frecuencias fueron: “Si, fuente de energía calentar” (5) y “Si, artesanal” (4). De tal manera que en esta ventana los BMM tiene varios usos locales y tradicionales.

Con respecto al tema de Identificación del BMM obtuvo 18 frecuencias, significando que la población cercana a los fragmentos, Sí identifica estos bosques y varias de las características del suelo, vegetación y clima.

Existieron contradicciones en las respuestas de ciertos temas por ejemplo, Si o No presión externa por recursos naturales, esto se debe a que ciertos entrevistados reconocen que si existe presión pero otros dicen que no, en este caso la frecuencia más alta indica que “Si hay presión” 7 y solamente 1 uno “No hay presión”. Lo que indicaría que en la zona de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén Si presenta una presión externa por los recursos naturales.

Las propuestas de mejora fueron tema frecuente para la población con 14, es decir, que hubo interés por la situación del BMM y su protección, salvo la opinión de un entrevistado preocupado por la falta de agua para las huertas de aguacate. A este tema se asocia la “Sí presencia de una cultura de conservación”, la cual también se manifestó en las respuestas con 9 frecuencias.

De los temas más repetidas fue el de la disminución o no actividad agrícola y ganadera con 11 coincidencias por lo que en los fragmentos de BMM esta actividad está desapareciendo o siendo sustituida por otra. Por otro lado la expansión ganadera obtuvo menos frecuencias, solo 6 entrevistados la mencionaron; lo que contradice el tema anterior, pues se presentaron 3 informantes que afirmaron que “Si actividad ganadera” e inclusive uno indicó que habían aumentado los pastizales. Estas respuestas dependen del lugar donde se realiza la entrevista y de lo que sucede en su entorno. Pero las frecuencias dan un peso e importancia mayor a la “No actividad ganadera”.

Por otra parte, la “Sí venta de terrenos a externos” es reconocida por la mayoría de las personas entrevistadas y es una actividad que ocurre con mayor frecuencia que la “No venta de terrenos a externos”.

Sobre el cambio de cobertura vegetal y uso del terreno, los “Motivos que originan el cambio de CVUT” obtuvo 10 frecuencias, seguido de la “Sí presencia de cambios de uso del terreno” con 9, mientras que por el contrario los entrevistados que contestaron a “No Motivos” y “No haber cambios de uso de terreno”, fueron muy pocos, solamente una y dos frecuencias respectivamente.

Las “Sí políticas públicas” tuvieron 10 coincidencias, destacando las referentes a la protección del bosque y reforestación, solamente dos respuestas fueron de “No políticas públicas”.

Con respecto al tema Mercantil y comercial se presentaron 8 opiniones de las cuales 4 no pudieron contestar por desconocimiento y el resto asegura que si hay venta de los productos locales pero a precio bajo y uno que tienen ventas limitadas.

Se identificaron 8 respuestas referentes a la Degradación del bosque, ya que los entrevistados relacionaban el bosque con la disminución y o desaparición de algunos de sus elementos como “Poca humedad”, “No orquídeas”, “No ojos de agua”, “Suelo sin raíces ni hojarasca” y la “Desaparición de fauna” como el venado, sin embargo, coinciden “Si o presencia de pino”.

Los Problemas laborales existentes, tuvieron una frecuencia de 8, los cuales se referían a “Bajo o muy poco y No suficientes empleos”. Solamente un entrevistado respondió que “Sí empleos o suficientes oportunidades de trabajo”. Por otro lado el tema de que “Sí tiene una oferta laboral” tuvo 6 opiniones de los cuales 3 se refieren al cultivo de aguacate. Estos resultados indican que hay insatisfacción por el poco empleo y que las huertas de aguacate generan empleos pero que no cubren a toda la población.

De las practicas forestales, dentro de este tema se asocian los “No incendios forestales” (con 6 frecuencias) la cual tiene una más que su contraparte “Sí incendios forestales” (que tiene 5). Son pocas las actividades forestales sin aprovechamiento, por lo que si se practica más un manejo adecuado del bosque e inclusive tradicional por parte de las comunidades indígenas existentes en esta área. Y por último sobre la extracción intensiva e ilegal, solamente 3 pudieron dar una opinión sobre el tema, al parecer los entrevistados desconocen la situación respecto al manejo ilícito de los recursos forestales.

El tema del cultivo de aguacate específicamente el “Costo social y ambiental” tuvieron 7 menciones cada una, pero los “Beneficios de las huertas de aguacate” solo fue de 4 por lo que la población cercana a los BMM reconoce más los costos que los beneficios. Con respecto al tema relacionado con la “Cercanía a huertas de aguacate” y al el tema de “Expansión de huertas”, solamente uno de los entrevistados era vecino de una de ellas, mismo que reconoce más los beneficios ya que estuvo a favor de tener más huertas.

En los fragmentos de BMM la presencia de “Turismo nulo, poco o está disminuyendo” según la opinión de los entrevistados este tema tuvo una frecuencia de 7 mientras que los que “Si turismo” o aceptaron tener actividades turísticas importantes en la zona fueron solo 3.

Se consideran más los BMM “Sí accesibles” que “No accesibles” según las frecuencias (5 y 3 respectivamente). Del tema “Desconocimiento del BMM” esta obtuvo 5 respuestas, el cual deriva del no contacto directo de los entrevistados con el bosque, al no responder a la identificación de algún elemento del bosque así como a las actividades y usos del bosque,

En cuanto a la Problemática ambiental que enfrentan solamente dos personas contestaron, pero a nivel global debido a que están más informadas de lo que ocurre con el medio ambiente en general como “Clima caluroso por capa ozono y Si, sequías, plagas y especies invasoras”.

En la ventana de Madero-Tacámbaro, derivado de la categorización de los códigos de las respuestas de los informantes (ANEXO 4.8), se determinaron 29 temas (ANEXO 4.9) relacionados con las causas del cambio de cobertura y uso del terreno.

Entre la población el tema más mencionado fue el relacionado con “Sí uso del BMM” el cual generó 23 opiniones. Mientras que el “No uso del BMM” solo obtuvo 6. Por lo que en los fragmentos de bosque de esta área se tiene una variedad de usos siendo los de tipo recreación y recolección de plantas medicinales entre los más importantes.

La “Sí identificación del BMM” fue uno de los temas que se respondió 20 veces de las cuales 5 se refiere específicamente a una identificación visual y el resto de respuestas mencionan varios elementos característicos del BMM.

El tercer tema más frecuente es el relacionado con las huertas de aguacate específicamente los “Sí efectos” que ocasiona, con 10 menciones, de los cuales cuatro respondieron que afectaba en general, pero las demás respuestas hacen énfasis en el uso del agua para abastecer a las huertas. Por el contrario dos veces opinaron “No efecto” por las huertas las cuales al no tener cercana una huerta desconocían sobre el tema.

Con la misma frecuencia del tema anterior las Propuestas de mejora fueron de las más comunes para la población sobre todo enfocadas al bosque, sin embargo, de las 10 frecuencias la mitad menciona que “Si hacen falta propuestas” de cualquier tipo no solo forestales. La población mostró interés en este tema a pesar de que ya cuentan con medidas que la misma población mantiene para la protección del bosque los cuales fueron ampliamente descritos por los informantes.

El tema del Empleo tuvo una frecuencia de 7 por lo que “Si empleo suficientes” dentro del sector forestal y agrícola de esta ultima solamente 1 respondió que en las huertas de aguacate.

El tema sobre los Motivos del cambio de CVUT fueron las necesidades económicas con 5 comentarios, en su mayoría no relacionadas con las huertas de aguacate ya que este se mencionó solo en 2 ocasiones, además que 4 veces se refirieron a ignorar cuales son los motivos del cambio de cobertura.

En cuanto a las actividades forestales la respuesta más popular fue la “Si presencia de incendios” con 7 frecuencias y solo 2 entrevistados coincidieron que “No tenían incendios forestales”. Mientras que las actividades forestales “Sin y Con aprovechamiento” casi tuvieron la misma frecuencia 5 y 4 respectivamente. La extracción ilegal e intensiva solo dos estuvieron de acuerdo en asegurar que “Si había” pero en la mayoría de la población no lo mencionó debido a que esta actividad no es muy frecuente en esta área de estudio.

De los factores culturales, en 5 ocasiones, se mencionó “Si venta de terrenos” entre miembros de la comunidad, por razones de usos y costumbres indígenas para proteger sus bosques y recursos naturales. Una prueba de lo anterior, es el tema de la Compra venta de terrenos, en la que tres respondieron que estas transacciones se realizaban entre los de la comunidad o definitivamente no se vendían los terrenos.

Las Actividades agrícolas ganaderas tienden a desaparecer en esta área de estudio, este fenómeno se demuestra por el hecho de no haber aumento de pastizales destinados a la ganadería, pero dentro de las actividades agrícolas si se cultivaba forraje para el ganado únicamente en la parte baja y cálida, hacia el sur de la ventana.

En esta ventana el Turismo tuvo 3 frecuencias pero no es tan importante como otras actividades y se demostró en 2 ocasiones donde se manifestó “No haber turismo”. Al igual que el tema Comercial donde solamente en 2 ocasiones se mencionó. Las Políticas públicas fue también temas de poco interés o conocimiento por parte de los entrevistados ya que solamente 2 personas mencionaron los tipos de Programas de gobierno que se llevan a cabo en las comunidades.

4.4.1 Causas del cambio de CVUT ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén

Las actividades que directamente ocasionan el cambio de CVUT, denominadas causas inmediatas, son la expansión agrícola, la actividad forestal y el uso del BMM, las cuales se relacionan con otros factores causantes del cambio de CVUT como: no actividades agrícolas ganadera, presencia de huertas de aguacate, incendios forestales, aprovechamiento forestal, extracción forestal ilegal e intensiva. Otras causas del cambio de CVUT se consideran como impulsoras del cambio o causas subyacentes. Las más importantes son venta de terrenos a externos, políticas públicas, cultura de conservación, oferta laboral, presión externa por recursos naturales y turismo.

La manera en que se interrelacionan las causas identificadas y su importancia, según número de frecuencias, se muestran mediante un diagrama de flujo (Figura 3.18).

La actividad ganadera ha disminuido mientras que la presencia de huertas de aguacate aumentó. Aunque, la mayoría de las personas no mantienen contacto directo con las

huertas de aguacate, percibieron más los costos sociales por la venta de terrenos a externos. Además que la oferta de empleo no es suficiente y genera problemas laborales así como de prácticas comerciales desiguales que benefician a externos.

En la actividad forestal predominan las prácticas locales de aprovechamiento forestal; sin embargo, también presenta incendios forestales y en menor medida la extracción ilegal e intensiva. Aunque la frecuencia de incendios se ha reducido debido a la cultura de conservación de la gente, la cual se hace evidente por las propuestas de mejora mencionadas y su organización para cuidar y vigilar el bosque.

El BMM sigue utilizándose por la población de las comunidades cercanas como parte de las costumbres y tradiciones locales. Uno de los usos que podría darse al bosque es el turismo local pero éste está limitado a la zona urbana, y a comunidades cercanas a la rivera de los lagos.

Si se tiene acceso al BMM en su mayor parte, lo que favorece la identificación y conocimiento de la situación del bosque por parte de la población. Y en menor magnitud, las personas, que no tienen acceso debido a alguna barrera física como huertas de aguacate, la autopista o lo accidentado del terreno, desconocen el bosque así como las propuestas de mejora y políticas públicas.

Si existe presión externa por los recursos naturales de los bosques que generan un uso intensificado, degradando la vegetación y el agua principalmente. Esta presión externa si sucedió al venderse terrenos de bosque, por parte de comuneros y ejidatarios a pesar de no permitir la venta a externos, aunque aún conservan la mayoría de las propiedades y continúan organizados.

Por último, los motivos del cambio de CVUT, es principalmente económico, derivado de la venta de terrenos a externos, para la expansión agrícola, comúnmente relacionados con la presencia de aguacate. Otro de los motivos del cambio de CVUT, es el uso del BMM por parte de gente externa, la presión por los recursos naturales como, el agua para las huertas de aguacate, genera la degradación y desaparición de la cobertura boscosa.

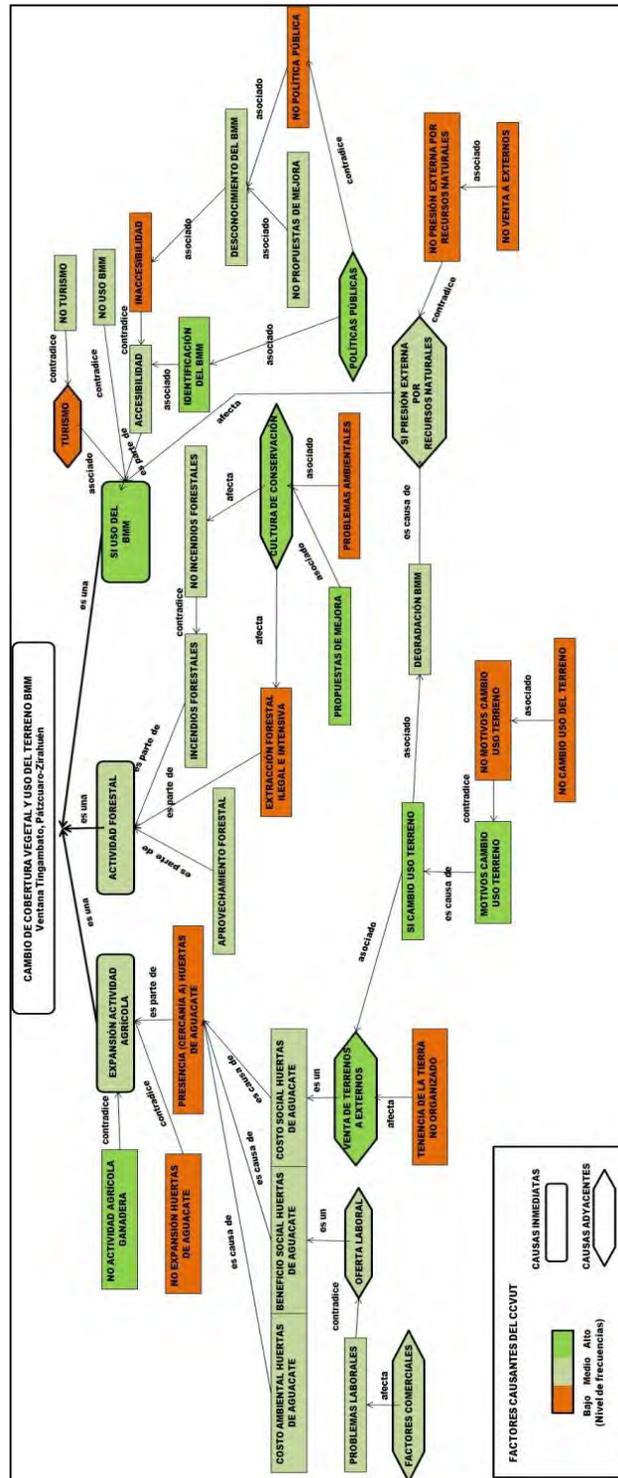


Figura 4.18 Diagrama de causas del cambio de CVUT en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

4.4.2 Causas del cambio de CVUT ventana Madero-Tacámbaro

Al igual que en la ventana anterior, las causas inmediatas del cambio de CVUT en Madero-Tacámbaro son las actividades agrícolas, actividades forestales y usos del BMM, variando en cierta medida sus relaciones con otros factores causales presentes en el área de estudio, principalmente con huertas de aguacate, propuestas de mejora, incendios forestales y generación de empleos. Las causas subyacentes, identificadas en esta ventana son: presión externa por los recursos naturales, compra-venta de terrenos, factores culturales, comercio y políticas públicas. Las interconexiones y nivel de frecuencia de cada una de las causas del cambio de CVUT se muestran en el esquema Figura 3.19

Se presentó una disminución en las actividades ganaderas y de pastizales, por otro lado, de las actividades agrícolas, las huertas de aguacate sobresalen más que otros cultivos. Fue poca la presencia de huertas cercanas, sin embargo las personas reconocen los efectos que ocasiona, principalmente laborales, si se genera más empleo pero el campesino se convierte en peón, el poco comercio no es equitativo y sobre el cambio uso del terreno y los motivos que lo ocasionan, no están claramente definidos ya que unas personas lo ignoraban y otras mencionaron que los motivos del cambio están más relacionados con las necesidades económicas en general, que con la necesidad de cultivar aguacate.

Si se presentan incendios forestales pero también existen medidas para proteger el bosque por parte de la población local y en menor medida por los programas públicos. El aprovechamiento forestal es práctica común y la extracción ilegal e intensiva es muy poca debido a la protección y vigilancia que principalmente la comunidad indígena realiza.

El turismo en fragmentos de BMM de esta área de estudio, no está ampliamente identificado a pesar de ser un turismo local manejado por una comunidad indígena. La mayor parte del uso del BMM aún es tradicional y generalizado entre los pobladores, por otro lado, si existe presión externa por el uso de los recursos naturales pero es detenido por la no venta de terrenos, solamente se realiza entre gente de la comunidad, así como, los factores culturales involucrados en la protección del bosque, y un alto interés en los por las propuestas de mejora y la identificación o reconocimiento del

Capítulo 5

DISCUSIÓN

La interpretación visual de la cobertura vegetal y uso del terreno (CVUT) en las áreas con bosque mesófilo de montaña (BMM) se realizó con documentos de alta resolución como las imágenes SPOT y Ortofotos. La resolución de estos documentos permitió percibir, con alto nivel de confianza, objetos complejos como los BMM. Durante el proceso de interpretación, el patrón de textura, observadas en las ortofotos, también fue un elemento que permitió delimitar al BMM.

La cartografía de la CVUT, elaborada mediante la interpretación visual, se validó utilizando matrices de confusión, confrontando la información del mapa con la realidad de campo; adicionalmente las matrices fueron útiles para identificar errores durante el proceso de interpretación, en especial de las coberturas vegetales, de BMM, bosques de coníferas y latifoliadas y cultivos de aguacate, los cuales tuvieron mayor error debido a su similitud visual. Las huertas de aguacate se identificaron mejor en los primeros años de crecimiento de los árboles, pero en huertas con árboles más desarrollados se confundían con coberturas vegetales, sin embargo, se pudo minimizar el error mediante la guía de patrones de color y textura tanto de las imágenes satelitales SPOT como de las Ortofotos, y al comparar las imágenes, de diferentes fechas, se observó el proceso de transformación de un área forestal destinada al cultivo. El resultado de la clasificación visual fueron los mapas finales: CVUT 1995 y CVUT 2010 de las ventanas Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y Madero-Tacámbaro.

Para el análisis del cambio de la CVUT se utilizaron los mapas finales de CVUT, de donde se obtuvieron las superficies de coberturas en cada fecha, con esta información se generaron las matrices de transición las cuales determinaron las probabilidades de cambio como de permanencia de las coberturas. Por otro lado, las matrices de transición ayudaron evaluar la clasificación visual al detectar cambios incongruentes entre coberturas, por ejemplo, cuando se presentaron cambios entre selva y bosque debido a errores de: a) interpretación, b) digitalización y c) la codificación de los polígonos.

La matriz de transición da una explicación de los cambios que promueven la deforestación, degradación y recuperación pero está limitada al número de coberturas y

las relaciones que se dan entre ellas. En la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén la pérdida de BMM es ocasionada por el cambio a agricultura de temporal mientras que el bosque templado por la agricultura y poco menos por los pastizales. La degradación del BMM es causado por el cambio a BMM abierto. Mientras que la ganancia de superficies forestales de BMM y templado se da por la conversión de pastizales y de agricultura de riego y humedad. En cuanto al tipo de cobertura vegetal con menor permanencia fueron los BMM y BMM abierto, sin embargo en otras coberturas como el pastizal también de baja permanencia, la mayor parte de su superficie cambio a agricultura de temporal.

Los cambios ocurridos en la ventana Madero-Tacámbaro, observados en la matriz de transición, la pérdida de BMM se dio principalmente por la conversión a agricultura de temporal y muy poco por pastizales; de igual forma sucede, con la pérdida de bosques templados; en cuanto a la pérdida de selvas, fue ocasionado únicamente por los pastizales . La degradación ocurrió por la secundarización de las coberturas vegetales de BMM y bosque templado. Por otro lado, la única ganancia de superficie, fue de bosque templado debido a la transición de los pastizales. Se observaron altos valores de permanencia en las coberturas vegetales, siendo relativamente la más baja los BMM, así como, en las coberturas antrópicas de pastizal, que en su mayor parte fue convertido a agricultura de temporal, esta última se mantuvo totalmente permanente.

Por lo anterior, la causa principal del CCVT en ambas áreas de estudio, está relacionado a la agricultura de temporal, aunque la mayor parte afecta a los pastizales inducidos y cultivados, la pérdida total de superficie forestal, por la agricultura, es considerable en las coberturas vegetales, y del BMM principalmente abierto, sobre todo en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. El cambio a BMM abierto o pérdida parcial del BMM, fue también notable sobretodo en la ventana Madero-Tacámbaro.

Con el análisis del cambio de la CVUT, no es posible tomar en cuenta otros factores causales que incrementen la capacidad de explicación que permita responder el por qué y cómo sucedieron los cambios. Los factores causantes del cambio de la CVUT están condicionados por el lugar, escala y tipo de cobertura, ya que no existe una causa única sino es resultado de la combinación de varios factores físicos y socioeconómicos (Lambin, 1997). Además, otras variables se asocian a los cambios de cobertura del BMM, en la cual intervienen condiciones propias del bosque que no se presentan en otras coberturas

forestales, como el bosque de coníferas y latifoliadas (Rzedowski, 1996). Así mismo estos factores no son evidenciados o percibidos adecuadamente con datos a escala regional 1:250,000, lo que ha implicado que no existan propuestas o políticas del BMM para controlar su deforestación.

En otros estudios a diferente escala sobre las causas que originan la deforestación por el cambio de uso de suelo, utilizan una metodología cuantitativa en donde estadísticamente se estima la correlación existente entre variables y la deforestación la cual está asociada con el crecimiento poblacional, pobreza, distancia a caminos, etc. (Mather y Needle, 2000; Deininger y Minten, 1997 en Sandoval, 2004; Lambin, 1997). Sin embargo, estas variables no aplican en todos los casos de estudio, pues la correlación con la deforestación estadísticamente no resulta significativa.

El análisis cuantitativo estadístico realizado entre los procesos de cambio (deforestación, degradación y regeneración) y las variables socioeconómicas por localidad (INEGI, 1996, 2006, 2001 y 2011; CONAPO, 2010), no proporcionó una correlación significativa, en la mayoría de las variables, es decir en la ventana Tingambato, Páztcuaro-Zirahuén, solamente el grado de calificación (población con nivel superior de educación) tuvo una correlación positiva con la distancia a la deforestación indicando que la población con educación superior está lejana de la deforestación. Otro factor relacionado con la deforestación y degradación fue la población hablante de lengua indígena la cual, también aumenta, a más distancia de los anteriores procesos de cambio. En la ventana de Madero-Tacámbaro la variable de marginación tuvo una correlación positiva con la deforestación y degradación, es decir, a mayor distancia de los procesos de cambio se localizan las localidades con mayor marginación, o que, las localidades menos marginadas se localizan cercanas a los fragmentos de BMM.

Con el análisis cuantitativo estadístico no se obtuvieron los resultados deseados que explicaran el cambio de la CVUT. Entonces se debió generar y recolectar información local no existente hasta el momento, para realizar un análisis cualitativo que permitiera, determinar los factores explicativos del origen de los procesos de cambio del BMM, de acuerdo a la percepción de los habitantes locales. Por el nivel de detalle de la información obtenida a través las entrevistas se pudieron conocer cuáles eran los motivos por los que la gente decidía cambiar la cobertura y uso del terreno.

Las causas de cambio se clasificaron en tres tipos; a) causas subyacentes, que son factores resultado de acciones externas; b); otros factores, como presiones, oportunidades, políticas, vulnerabilidad y organización social; c) y causas inmediatas, las cuales contiene a las dos clases anteriores (Geist y Lambin 2002). Las causas y factores de cambio están conectadas entre sí y presentan cierto nivel de importancia, la cual dependió de la frecuencia de respuestas, de las personas entrevistadas, sobre los temas relacionados con el cambio de la CVUT y del BMM.

Las causas inmediatas (CI) del cambio de la CVUT que se identificaron fueron las mismas en ambas ventanas: 1) actividad agrícola y 2) las actividades forestales; y 3) los usos del BMM. Esta última CI tuvo mayor nivel de frecuencia de respuesta en las áreas de estudio, pues aún es común el uso diverso del BMM, mientras que las actividades agrícolas y forestales las personas los reconocieron un poco menos con un nivel de frecuencia medio. Sin embargo en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén; en donde la superficie de BMM representa un poco menos del 20%, y los cambios que sufrió fue del 27% deforestación, 11% degradación y casi el 1% se recuperó; la causa de la deforestación principalmente fue por la expansión agrícola, motivado por el cambio de uso del terreno provocado por la venta de terrenos a externos para el cultivo de aguacate, lo que significa un costo social y ambiental para la gente que vive en los alrededores, ya que a las personas que tienen contacto directo sí les es benéfico, por la oferta laboral pero esta no cubre al resto de la población. El uso intensivo del BMM ocasionado por la presión externa de sus recursos naturales, de donde principalmente se obtiene agua, afecta la calidad del bosque lo que provoca su degradación. La cultura y las propuestas de conservación en especial, las acciones que contrarrestan los incendios forestales, así como el aprovechamiento forestal planeado y una menor extracción ilegal e intensiva, aminoran el efecto ocasionado por la actividad forestal y por último, se da una regeneración del BMM, en zonas de descanso o donde no se realizan actividades y las condiciones ambientales se presentan o recuperan, específicamente cercano a los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, en donde la humedad es favorable y forma parte del ANPs del cerro de San Miguel.

Por otro lado, en el área de estudio Madero-Tacámbaro, la superficie del BMM es del 36%, los cambios que presentó fue el 15.5% de degradación y un poco más del 10% de

deforestación; siendo la causa de la degradación, la diversidad de usos locales del BMM, donde la de mayor afectación es la presión externa por los recursos naturales, particularmente, la extracción de agua destinada al riego de huertas de aguacate; La deforestación es causada por la expansión agrícola, aunque una parte ignora el tema del cambio de uso del terreno, otra parte relaciona los motivos del cambio con las necesidades económicas y el beneficio laboral que generan las huertas de aguacate. Aunque se presentan incendios forestales, existen medidas para proteger el bosque, ya que cuenta con aprovechamiento forestal y la extracción ilegal e intensiva es baja, las cuales están asociadas con las propuestas de mejora y la cultura de conservación, que no permite la venta de terrenos a gente que no es de la comunidad indígena. El cultivo de aguacate ocupa las partes bajas con poca vegetación vegetal o BMM abierto, específicamente del lado oeste de la ventana que corresponde al municipio de Tacámbaro el cual tiene la mayor degradación del BMM, debido principalmente, a la extracción de agua de los manantiales ubicados en las partes altas y dirigidos al riego de las huertas en la parte baja.

No se pudieron aplicar entrevista en la porción más norteña de la zona de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, en la comunidad de Comachuén del municipio de Nahuatzen, debido a la inseguridad ya que han resurgido conflictos entre esta comunidad y el municipio de Tingambato por problemas de tenencia de la tierra y de límites municipales. Sin embargo, se obtuvo la información de esta zona, a falta de información de campo, por medio de notas periodísticas que han aparecido desde el 2006 a la fecha. Las notas describen hechos de violencia entre comuneros de Comachuén y Tingambato, a causa de la tala del bosque (Quadratín, 21 de febrero de 2008); y la invasión de comuneros de Tingambato en terrenos de Comachuén. El añejo conflicto se desprende de la tala del bosque y la ocupación de predios para el cultivo de aguacate, el conflicto se encontraba tranquilo durante más de 30 años, porque ambas partes respetaban los territorios del conflicto que son aproximadamente mil 400 hectáreas, pero desde hace más de un año poco a poco los comuneros de Tingambato invaden lo que reconocen ellos como su territorio (Cambio de Michoacán, 10 de marzo de 2006).

Sobre el tema anterior, en el Plan de Desarrollo Municipal de Tingambato 2002-2004 (Periódico oficial, 2003) dice que, los conflictos comunales existen y algunos de ellos datan de muchos años atrás, destacando los relacionados con inconformidades a las

resoluciones presidenciales, ya que no se toma en cuenta la superficie reclamada y los límites o linderos no coinciden con las comunidades. Adicionalmente, al norte se encuentra el problema de límite territorial con la comunidad de Santa María Huiramangaro, igualmente por cuestión de invasión territorial con la comunidad de Comachuén.

Los resultados de este estudio, indican que los procesos de cambio como la deforestación y degradación del BMM fueron evidentes en la zona de conflicto, entre comuneros de Comachuén y Tingambato, y se considera sea una causa principal del cambio de la CVUT, la cual está relacionada con la expansión de las huertas de aguacate y extracción de madera. Este suceso solo se dio en este lugar dentro de los fragmentos de BMM, ya que según los resultados de las entrevistas, los informantes de otros lugares, no mencionaron este tipo de conflictos ni presencia de violencia.

En cuanto a los procesos de cambio del bosque templado, en ambas ventanas, presento deforestación, degradación y recuperación pero en menor medida que en los BMM. Por el contrario la deforestación de la selva en Madero-Tacámbaro fue de casi 24% que resulto mayor que la deforestación generada en el BMM.

A nivel municipal, los resultados de tasa de deforestación en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, presento dos casos relevantes, los municipios de Taretán y Ziracuaretiro, con alta tasa de deforestación con respecto al resto de los municipios, de los cuales tuvieron muy baja tasa, a excepción de Tingambato con una tasa media. Los valores de este indicador, en los municipios de Madero y Tacámbaro fueron también muy bajos. Cabe mencionar que la deforestación se presenta en todas las coberturas forestales de bosque templado y BMM en esta última, el municipio de Taretán y Ziracuaretiro, en los últimos años se ha intensificación del cultivo de aguacate, ya que en esta zona, se localiza la franja aguacatera (Chávez et al., 2012), que además incluye a los municipios de Tacámbaro y Madero. La ubicación de llamada región forestal-aguacatero de Michoacán (Bravo et al., 2009), en los BMM de ambas áreas de estudio, puede considerarse como una amenaza directa de este cultivo sobre las zonas boscosas, especialmente del BMM.

En cuanto a los aspectos físicos del terreno relacionados con los procesos de cambio en los fragmentos del BMM de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, muestra que la presencia de BMM se relaciona con la inclinación de la pendiente. Los BMM se encuentran en laderas inclinadas (mayores de 35 °), tanto de montañas, lomeríos altos y bajos, y en colinas. Comúnmente el tipo de roca es de tipo Basalto-Brecha volcánica básica y Brecha volcánica básica. Y en suelos de Andosoles húmico y ócrico. El proceso de cambio que predomina en la cobertura del BMM es la deforestación en zonas de montaña con relieve inclinado, lomerío alto moderado, lomerío bajo inclinado y colinas con relieve inclinado. La degradación del BMM se tuvo en montaña con ladera inclinada, lomerío alto inclinado y lomerío bajo con relieve inclinado. La escasa regeneración del BMM se dio en zonas de montaña en laderas inclinadas (ANEXO 5.1).

Mientras que la zona de la ventana de Madero-Tingambato, el BMM se encuentra en condiciones de relieve menos restringido que la ventana anterior; y el BMM se presenta en todas las unidades y con pendientes que varían de inclinada a suave. En las laderas inclinadas a moderadas de montañas y de lomeríos altos inclinados se desarrollan, principalmente sobre Dacitas-Tobas Ácidas. En colinas moderadas, lomeríos bajos y lomeríos altos suaves y moderados el tipo de roca predominante es de tipo basáltica, ya sea en forma de brecha o como derrame. En lomeríos bajos inclinados y colinas inclinadas y suaves son de tipo brecha volcánica intermedia. El suelo más característico es el Acrisol órtico-Regosol éutrico en las montañas y lomeríos altos y lomeríos bajos, mientras que el Andosol ócrico predomina en lomeríos bajos con pendientes suaves. Los procesos de cambio detectados en los BMM esta zona, fueron principalmente la degradación en montaña inclinada y moderada; lomerío alto y lomerío bajo inclinado, moderado y suave; y sobre colina moderada. La deforestación del BMM ocupa las zonas de lomerío alto y colinas con relieve moderado y suave; y en lomerío bajo inclinado (ANEXO 5.2).

Con respecto al estado de conservación del BMM, en las zonas de estudio se tienen dos Áreas Naturales Protegidas (ANPs) decretadas (1994 y 2009) y un área de Conservación Voluntaria de la Biodiversidad de los Recursos Naturales (La Jornada Michoacán, 8 de septiembre de 2011). En dos de ellas se cuenta con BMM: a) Cerro San de Miguel en el municipio de Salvador Escalante. b) y el área de conservación localizada en el cerro de Cumburinda en el municipio de Tingambato. En la Ventana de Madero-Tacámbaro no

existen ANP's, pero el BMM se está aprovechando de manera sustentable como parte de una red de turismo alternativo en zonas indígenas en la localidad de los Sauces, ubicada en los límites municipios Madero y Tacámbaro (Campos et al., 2010). Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, no existen las medidas para que se den las condiciones necesarias asociadas a la regeneración del bosque, por lo que su permanencia en un futuro no está asegurada.

Fue prioridad en la evaluación, la generación de datos propios ya que no existía información detallada y específica sobre los BMM del estado (CONABIO, 2010). Se partió de los pocos datos existentes como la cartografía de coberturas vegetales y cambio uso del suelo elaborado por el INEGI escala 1:250,000 (2008), la cual se tomo como base para reconocer la distribución del BMM. La comparación de los resultados de esta investigación (a escala 1:20,000), con los de la cartografía del INEGI (2008), las superficies de cobertura, indica que, en la zona Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén y la zona Madero-Tacámbaro, el 50% y el 60%, respectivamente, las superficies del BMM se subestimaron. Adicionalmente el patrón de distribución de los BMM varía substancialmente. En consecuencia, los resultados generados aportarán información clara y robusta, que puede apoyar la toma de decisiones relacionadas al BMM. La evaluación del CCVUT permitió además identificar y analizar los factores que afectan la conservación y pérdida del BMM en el estado de Michoacán de dos zonas ecológicas diferentes, la de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén de carácter templado y la de Madero-Tacámbaro ubicado en una zona de transición entre el clima templado y el tropical seco.

Uno de los factores inmediatos causantes del cambio de la CVUT fue la expansión agrícola del cual se deriva el cultivo del aguacate. Morales y Cuevas (2011) realizaron una investigación de aguacate en el estado de Michoacán, la cual abarca áreas con presencia de fragmentos del BMM, se realizó un inventario y evaluación del impacto ecológico de la producción aguacatera en la actividad forestal así como en la calidad del agua por uso de agroquímicos. La información generada del trabajo de Morales y Cuevas (2011) complementa y valida el análisis cualitativo de las causas del cambio de la CVUT en fragmentos del BMM donde demostró que la expansión de las huertas de aguacate es uno de los factores que afectan la permanencia de este bosque. Por otro lado este trabajo proporciona información confiable acerca del cambio de la CVUT en zonas de cubierta

forestal de BMM y el cultivo del aguacate, debido a que se utilizó una metodología específica para la identificación y clasificación visual del BMM.

Se requiere continuar con estudios sobre el BMM en el estado de Michoacán, principalmente sobre los factores ambientales que determinan la distribución geográfica, como son los climáticos (luz, temperatura, precipitación y humedad) y edáficos (textura, estructura y profundidad). Lo anterior permitirá generar información a escala local del microclima y del suelo a partir de perfiles. Dicha información es vital en la caracterización y evaluación de las condiciones ecológicas de los fragmentos de BMM. La información será trascendente para planear medidas de recuperación a largo plazo de este tipo de bosque, y responder cuestionamientos como: ¿Bajo qué características microclimática se localizan los fragmentos de vegetación de BMM?, ¿Cuáles son los principales factores causantes de la variación en el microclima del BMM en Michoacán? ¿Cuál es el desarrollo, características y propiedades del suelo en del BMM y ¿Cómo es la relación del suelo con los cambios de cobertura específicamente de BMM alterado?

CONCLUSIONES

Los altos niveles de confianza en la interpretación visual del bosque mesófilo de montaña (BMM) se pudieron obtener debido al uso de documentos de alta resolución, como las imágenes SPOT y Ortofotos siendo su textura un elemento clave en la interpretación. El doble uso de las matrices de transición permitió evaluar la clasificación visual e indicar las tendencias de los cambios. La identificación de los factores causantes del cambio de cobertura vegetal y uso del terreno (CVUT) en los BMM dependió del área, escala y tipo de cobertura, donde no existió una causa única, sino que el resultado fue la combinación de varios factores físicos y sociales.

Del análisis del cambio de la CVUT, en ambas áreas de estudio, la pérdida total de superficie forestal, por la agricultura, es considerable en las coberturas vegetales, y del BMM principalmente abierto, sobre todo en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén. Por otro lado, el cambio a BMM abierto o pérdida parcial del BMM, también por las actividades agrícolas, fue más notable en la ventana Madero-Tacámbaro.

El análisis cuantitativo estadístico del cambio de la CVUT, la correlación entre las variables socioeconómicas y las distancias hacia los procesos de cambio, no proporcionó una correlación significativa en la mayoría de las variables, solamente, en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén el grado de calificación de la población con la distancia a la deforestación; y la población hablante de lengua indígena con la distancia a la deforestación y degradación. En la ventana de Madero-Tacámbaro la variable de marginación tuvo también una correlación positiva con la deforestación y degradación en donde las localidades menos marginadas se localizan cercanas a los procesos de cambio. Por lo que la deforestación y la degradación no están asociadas a la pobreza o al crecimiento poblacional ni son una causa de cambio del BMM.

El análisis cualitativo y aplicación de entrevistas, dio como resultado la identificación y explicación de las causas que dan origen a los procesos de cambio, en donde la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, 27% sufrió deforestación, 11% degradación y casi el 1% recuperación de la cobertura BMM, y en Madero-Tacámbaro, de los procesos de cambio presentaron 15.5% fue degradación y un poco más del 10% de deforestación de BMM. Como causas inmediatas se tuvo, en ambas ventanas, 1) actividad agrícola, 2) las actividades forestales y 3) los usos del BMM; así como las causas adyacentes y otros factores que fueron variando, en cantidad, importancia y relaciones que tienen entre sí, según la zona de estudio. En la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén, la causa de las deforestación se asoció con la expansión agrícola, motivado por el cambio de uso del terreno provocado por la venta de terrenos a externos para el cultivo de aguacate; la degradación con el uso intensivo del BMM ocasionado por la presión externa de sus recursos naturales; y la regeneración con la cultura y las propuestas de conservación locales que aminoran el efecto ocasionado por la actividad forestal.

En la ventana Madero-Tacámbaro, la causa de la degradación se relaciona con la diversidad de usos locales del BMM, donde la de mayor afectación es la presión externa por los recursos naturales, particularmente, la extracción de agua destinada al riego de huertas de aguacate. La deforestación es causada por la expansión agrícola, motivado por las necesidades económicas y el beneficio laboral que generan las huertas de aguacate. La deforestación en la zona es un poco menor debido a que existen medidas para proteger el bosque y a que no se permite la venta de terrenos a gente que no es de la comunidad indígena.

Existe una zona de conflicto entre comuneros de Comachuén y Tingambato, por problemas de tenencia de la tierra y de límites municipales, el cual se considero como otro factor que causa la deforestación y degradación del BMM, la cual está relacionada con la expansión de las huertas de aguacate y extracción de madera respectivamente. Esta información no se pudo obtener mediante entrevistas sino por notas periodísticas y del Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Tingambato.

En cuanto a la tasa anual de deforestación del BMM en un periodo de 15 años, en ambas ventanas, los municipios de Taretán y Ziracuaretiro, anualmente la deforestación fue de poco más del 6% seguido de Tingambato con 2.4% y por debajo de este porcentaje, con baja tasa, los municipios de Salvador Escalante, Uruapan, Nahuatzen, así como Tacámbaro y Madero. Los municipios forman parte de la llamada región forestal-aguacatero de Michoacán (Bravo et al., 2009), lo que puede considerarse como una amenaza directa de este cultivo sobre las áreas boscosas especialmente del BMM.

Las condiciones físicas del terreno encontradas en los fragmentos del BMM de la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén se relaciona más con la inclinación de la pendiente, en donde la presencia del BMM se ubicó en laderas inclinadas mayor de 35°. En la ventana de Madero-Tacámbaro los BMM se encuentran bajo condiciones de relieve y pendiente menos restringido que la ventana anterior. Los procesos de cambio asociados al terreno en la primera ventana de estudio, muestra que la deforestación del BMM predomina en zonas de montaña, lomerío bajo y colinas con relieve inclinado así como en lomerío alto moderado. La degradación del BMM se tuvo en montaña, lomerío alto y lomerío bajo con ladera inclinada; y la escasa regeneración del BMM se dio en zonas de montaña en laderas inclinadas. Comúnmente el tipo de roca es de tipo Basalto-Brecha volcánica básica y Brecha volcánica básica y en suelos de Andosoles húmico y ócrico. En la segunda ventana la degradación se dio más en montaña inclinada y moderada; lomerío alto y lomerío bajo inclinado, moderado y suave; y sobre colinas moderada. La deforestación del BMM ocupó las zonas de lomerío alto y colinas con relieve moderado y suave; y en lomerío bajo inclinado. El tipo de roca predominante en las áreas con cambio son Dacitas-tobas ácidas y Brecha volcánica intermedia y suelo Acrisol órtico-Regosol éutrico.

La evaluación del cambio de la CVUT permitió además identificar y analizar los factores que afectan la conservación y pérdida del BMM en el estado de Michoacán de dos zonas ecológicas diferentes la ventana oeste de Tingámbato, Pátzcuaro-ZirahuénZirahuén con BMM de templado y la ventana sur de Madero-Tacámabaro ubicado en una zona de transición entre el bosque templado y el tropical. Se cuenta con ANPs y proyectos para la protección del bosque pero estas medidas no cumplen con las mínimas condiciones necesarias para la regeneración del bosque por lo que su permanencia en un futuro no está asegurada

Se requiere continuar la generación de información con estudios del BMM en el Estado de Michoacán, sobre los factores ambientales y territoriales que determinan su actual distribución geográfica, generando información a escala local, no existente, con el objetivo de poder recuperar y conservar a largo plazo este tipo de bosque.

Capítulo 6

REFERENCIAS

Anderson, J., E. Hardy, J. Roach. y R. Witmer. 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. USGS Professional paper. 964. Washington, D.C.

Bautista, F., J. Palacio, H. Delfín, R. Paéz, E. Carmona y M. Delgado. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM. Instituto de Geografía. México. 771.

Bocco G. M. E. Mendoza y O. Maser. 2000. La dinámica del cambio de uso de suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. Núm. 44. pp18-38

Bravo, M., J. Sánchez, J. Vidales, J. Sáenz, J. Chávez, S. Madrigal, H. Muñoz, L. Tapia, G. Orozco, J. Alcántar, I. Vidales, E. Venegas. 2009. Impactos ambientales y socioeconómicos del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate en Michoacán. SAGARPA. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Uruapan. México. 79.

Bubb, P. 1991. The current situation of the cloud forest in northern Chiapas, Mexico. Final Report. Ecosfera-Pronatura-The Percy Sladen Memorial Fund-Fauna & Flora Preservation Society, Edimburgo, RU.

Bubb, P., May, I., Miles, L., Sayer, J., (2004). Agenda del bosque de niebla. (UNEP-WCMC series sobre biodiversidad; no. 20). Cambridge, Reino Unido, UNEP Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación. 32 p.

Campos, C. 2010. Proyecto de inversión de desarrollo de turismo alternativo y salud en la comunidad indígena de San Francisco Etúcuaro, municipio de Madero, Michoacán. Comisión nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas Turismo alternativo en zonas indígenas. Red Humbolt de Acción Comunitaria S.C.

Cárdenas-Hernández, O., E. Santana y L. Sánchez. 1994. Abundancia de epífitas y cavidades en cuatro tipos de vegetación en la Estación Científica Las Joyas, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. International Meeting of the Society for Conservation Biology and Association for Tropical Biology. Universidad de Guadalajara. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. CUCBA. 68.

Challenger, A., J. Caballero, 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, CONABIO, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre, S. C., México. pp 443-518.

Chávez-León, G., J. Alcántar, R. Toledo y J. Anguiano. 2008. Expansión del cultivo del aguacate y deforestación en Michoacán. Ponencia. Conferencia de Usuarios de SIGSA ESRI. México. pp 27-29.

Chávez-León, G., L. Tapia, M. Bravo, H. Muñoz, I. Vidales, A. Larios, J. Rentería, F. Villaseñor, J. Sánchez, J. Alcántar y M. E. Mendoza. 2012. Impacto del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate. SAGARPA. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Uruapan. México. 102.

Chuvieco, E. 2007. Teledetección ambiental. 3ª ed. Ariel. Barcelona.

CONABIO. 2010. El BMM en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO). 197. México D.F.

Cué, B.E., L. Villaseñor, A. Arredondo, T. Cornejo y G. Ibarra. 2006. La flora arbórea de Michoacán, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 78:47-81.

Cuevas, A., S. Méndez y R. Hernández Sampieri. 2010. Manual de introducción al ATLAS. ti. 5ª edición Metodología de la investigación. Mexico, D.F. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Decreto. 1994. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. Decreto que declara Área Natural Protegida, con el carácter de Zona de Conservación Ecológica, la zona conocida como Cerro del Estribo Grande. Morelia Mich., jueves 22 de septiembre de 1994. Gobierno del Estado de Michoacán, México. 10.

Decreto. 2009. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. Decreto por el que se declara como zona de restauración y protección ambiental El Cerro San Miguel de los municipios de Salvador Escalante y Pátzcuaro. Morelia Mich., lunes 26 de enero del 2009. Gobierno del Estado de Michoacán, México. 88.

Dirzo, R., O. Masera. 1996. Clasificación y Dinámica de la Vegetación en México. Centro de Ecología, UNAM.

Duran E., F. Gopar, A. Velázquez, F. López, A. Larrazabal y C. Medina. 2007. Análisis de Cambio en las Coberturas de Vegetación y Usos del Suelo en Oaxaca.

Eastmond, A. 1999. La recolección y análisis de datos socioeconómicos para principiantes. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. 45.

ESRI. 2008. ArcMap 9.3 GIS. Environmental Systems Research Institute, Inc. New York.

Evangelista V., J. López, J. Caballero y M. Martínez. 2009. 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. 2010. pp 23-38

FAO. 1996. Forest Resources Assessment survey of tropical forest cover and study of hange processes. Forestry Paper No. 130. (FAO). Food and Agriculture Organization. Roma.

Flores, M., J. Jiménez, X. Madrigal, F. Moncayo y F. Takaki. 1971. Memoria del mapa de tipos de vegetación en la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F. 59.

García, E. 1998. Cartas de Climas de la República Mexicana, escala 1 000000, según el sistema de. Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Gentry, H. 1946. Notes on the vegetation of Sierra Surotato in northern Sinaloa. Bull. Torr. Bot. Club 73: 451-452. En Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504.

Hamilton, L., J. Juvik y E. Scatena. 1995. Tropical montane cloud forests. Serie; ecological studies, núm. 110. Springer Verlag. Nueva York. pp 1-23.

Hernandez Sampieri, R., C. Fernández y P. Baptista. 2010. Metodología de la investigación. 5ª edición. McGraw-Hill Interamericana Editores. México, D.F. 613.

IMTA. 2006. Estaciones climatológicas. ERICIII (Extractor rápido de información climatológica). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. en formato digital.

INEGI. 1979. Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales E1401, Escala 1:250,000, Serie I. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 1995. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Febrero de 1995. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Dirección General de Estadística (INEGI). México.

INEGI. 1996. Censo General de Población, 1995. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Dirección General de Estadística (INEGI). México.

INEGI. 1998. Diccionario de datos edafológicos 1: 250 000. Vectorial. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 1999. Datos vectoriales de la carta topográfica escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 2000. Información sobre Perfiles de Suelo. Información sobre Perfiles de Suelo. 1ª. Edición. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Ags., México..

INEGI. 2002 Conjunto de Datos Edafológicos Vectoriales Escala 1:250,000 Serie I, Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 2001. XII Censo General de Población y vivienda por localidad, 2000 y marco geoestadístico. Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). CD-Rom. México

INEGI. 2006. Censo General de Población, 2005. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Dirección General de Estadística (INEGI). México.

INEGI. 2008. Carta temática de la cobertura vegetal y uso del suelo, escala 1:250,000, serie IV. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 2011. XIII Censo General de Población y vivienda por localidad. 2010. Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). CD-Rom, México.

Janssen, L. 2001. Visual image interpretation. Principles of remote sensing. ITC Educational Textbook Series. Enschede. pp 135-149.

Jansen L., A. Di Gregorio. 2002. Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91. 89-100.

Jardel, E. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. *Tiempos de Ciencia* 22. 9-26.

Jardel, E., R. Gutiérrez y P. León. 1992. Conservación de la biodiversidad biológica y problemática agraria en al Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán.

Lambin, E. 1997. Modelling and Monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*.

Lambin, E., B. L. Turner, H. Geist, S. Agbola, A. Angelsen, J. Bruce, O. Coomes, R. Dirzo, G. Fischer, C. Folke, P. S. George, K. Homewood, J. Imbernon, R. Leemans, X. Li, E. Moran, M. Mortimore, P. S. Ramakrishnan, J. Richards, H. Skanes, W. Eteffen, G. Stone, U. Svedin, T. Veldkamp, C. Vogel and J. Xu. 2001, The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths, *Global Environmental Change*, no. 11. 261-269. En Evangelista V., J. López, J. Caballero, M. Martínez. 2009. 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*. ISSN 0188-4611, Núm. 72. 2010. pp 23-38.

Lambin, E., H. Geist , E. Lepers. 2003. Dynamics of land use and cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources* 28: 205–241.

Leopold, A. 1950. Vegetation zones of México, D.F. 13-48. En Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504.

LGEEPA. 1988. Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Gobierno Federal. México.

Mather, A., y C. Needle. 2000. The relationships of population and forest trends. *The Geographical Journal*. 168. 1. 2-13.

Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación del Río Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 8:95-114.

Miranda, F., E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Méx.* 28:29-179.

Morales, L., G. Cuevas. 2011. Inventarios 1974 – 2007, y evaluación del impacto ambiental regional del cultivo del aguacate en el estado de Michoacán. Informe Final. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM. Morelia, MICH. 139.

Palacio-Prieto y colaboradores, 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía-UNAM* 43:183-203.

Palacio, J., M. Sánchez, J. Casado, E. propin, J. Delgado, A. Velázquez, I. Chias, M. Ortiz, J. González, G. Negrete, J. Gabriel y R. Huitzil. 2004. Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Secretaría de Desarrollo Social. 161.

Periódico oficial. 2003. Plan de Desarrollo Municipal de Tingambato 2002-2004. Tingambato, Mich., a 18 de Marzo del 2003. Gobierno del estado de Michoacán de Ocampo.

Riba. R. 1993. Mexican pteridophytes: Distribution and endemism. En Challenger, A. y J. Caballero, 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, CONABIO, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre, S. C., México. 443-518

Rosete, F. 2008. Modelos de cambio de uso del suelo en la Península de Baja California. Tesis Doctorado en Geografía. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ruiz. E. 1985. Obras completas Eduardo Ruíz. Michoacán, Paisajes, Tradiciones y Leyendas. Morelia, Michoacán, México. 355.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.

Rzedowski, J. 1991. Análisis preliminar de la flora vascular del BMM de México. *Macpalxóchitl* 24(147): 14-15.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *UMSNH. Herb.* 9:1-123.

Sandoval V., V. Oyarzun. 2004. Modelamiento y prognosis espacial del cambio en el uso del suelo. Quebracho. Revista de Ciencias Forestales, diciembre, número 011. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina. pp 9-21.

SEDUE-UMSNH. 2000. Catálogo de la biodiversidad en Michoacán. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Gobierno del estado de Michoacán.

Stadtmuller, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo: una revisión bibliográfica. Universidad de las Naciones Unidas y Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza, San José, Costa Rica.

Toledo V.M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo. 1985. Ecología y Autosuficiencia Alimentaria. Siglo XXI Ed. México. 108 pp.

Toledo, V., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. La producción rural en México: alternativas ecológicas. Colección. Medio Ambiente, núm. 6. Fundación Universo Veintifuno. México. En Challenger, A. y J. Caballero, 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, CONABIO, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre, S. C., México. pp 443-518.

USDA. 1995. Guidelines for the Use of Digital Imaginary for Vegetation Mapping. Washington. D.C.

Vargas, E. 1992. Análisis y Clasificación del Uso y Cobertura de la Tierra con Interpretación de Imágenes. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santa fe de Bogota. Colombia. 114.

Vargas-Rodriguez, Y., J. Vázquez, T. Quintero, M. Muñiz and V. Shalisko. 2010. Selecting Relict Montane Cloud Forests for Conservation Priorities: The Case of Western Mexico. Natural Areas Journal 30: 156-173.

Vázquez-García, J. 1995. Cloud forest archipelagos: Preservation of fragmented montane ecosystems in tropical America. En Challenger, A. y J. Caballero, 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, CONABIO, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre, S. C., México. pp 443-518.

Velázquez, A., J. Mas, J. Díaz, R. Mayorga, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta Ecológica 62:21-37.

Williams-Linera, G., R. Manson y E. Isunza. 2002. La fragmentación del boque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. Madera y Bosques 8(1):73-89.

Williams-Linera, G. 2007. El boque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO- Instituto de Ecología. A.C. Xalapa, Veracruz, México. 208.

PAGINAS DE INTERNET

Bubb, P., I. May, L. Miles y J. Sayer, 2004. Cloud Forest Agenda. UNEP-WCMC, Cambridge. UK. Recuperado 20 junio 2012. www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series/20.htm

Cabello, J. 2011. ¿Porqué hay cambios de uso del suelo? Eric Lambin responde así. Recuperado en 25 de septiembre de 2012. <https://plus.google.com/105366951681434727144/posts/ZgtrS6FVQeg#105366951681434727144/posts/ZgtrS6FVQeg>

Cambio de Michoacán. Diario. 10 de marzo de 2006. Invaden comuneros de Tingambato terrenos de Comachuén. El añejo conflicto se desprende de la tala del bosque y la ocupación de predios para el cultivo de aguacate. Recuperado el 20 de junio de 2012. www.cambiodemichoacan.com.mx/vernota.php?id=40263

CONABIO. 1998. Mapa de climatología. Escala 1:1000000. Recuperado en el mes de septiembre del 2008. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONAPO. 2005. Consejo Nacional de Población, proyección y marginación. Recuperado 18 mayo del 2012. <http://www.conapo.gob.mx>

CONAPO. 2010. Índice de marginación por localidad 2010. Recuperado 12 de enero, 2012. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010.

Geist, H., E. Lambin. 2002. Las causas inmediatas y subyacentes de la deforestación tropical, en Bioscience. Recuperado el 19 abril 2012. www.geo.ucl.ac.be/LUCC/

INEGI. 2011. Recuperado En 13 de mayo de 2011. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/atlas/pfisiog.cfm>

La Jornada Michoacán. Diario. 8 de septiembre 2011. Entregó Leonel Godoy certificado de conservación ambiental a Tingambato. Recuperado el 26 de febrero de 2012. <http://archivo.lajornadamichoacan.com.mx/2011/09/09/index.php?section=municipios&article=011n1mun>

Quadratin. Diario. 21 de febrero de 2008. Tensión en la Meseta: amaga secuestro terminar en violencia. Recuperado el 21 de junio de 2012. <http://www.quadratin.com.mx/historico/buscar.php?buscar=Tensi%F3n+en+la+Meseta%3A+amaga+secuestro+terminar+en+&buscando=Buscar>

Muhr, T., S. Friese. 2004. User's manual for ATLAS.ti 5.0 (2a. Ed.). Berlin, Alemania: Scientific Software Development. Recuperado el 12 de enero de 2012. <http://atlasti.com/manual.html>

SUMA. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Michoacán. 2010, Áreas Naturales Protegidas. Recuperado 22 de mayo de 2010. <http://suma.michoacan.gob.mx/>

Capítulo 7
ANEXOS

Capítulo 2 ÁREA DE ESTUDIO

ANEXO 2.1 Perfiles de suelo (INEGI, 2000) localizados en los fragmentos de BMM.

V- fragmentos BMM	Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén (I)		Madero-Tacámbaro (II)
	12053	12053	12070
IDENTIF			
PCONTROL	53	53	70
PROFUNDI	100	100	68
LIM_ROCA			x
A_ESPESO	21	21	8
A_HCL	1	1	1
A_EST_FO	6	6	6
A_EST_TA	2	2	2
A_EST_DE	2	2	2
A_DENOM	0	0	0
E_ESPESO	0	0	0
B_ESPESO	0	0	0
B_HCL	1	1	1
B_EST_FO	6	6	6
B_EST_TA	2	2	3
B_EST_DE	2	2	2
B_ACUMUL			3
B_DENOM	C	C	A
C_HCL	0	0	0
C_CANTID	0	0	0
DINTERNO	3	3	3
FAO68	To	To	Ao
FFISICAS			LP
NMUESTRA	2	2	0
NHORIZON	1	2	0
HSIMBOLO	A	B2	
HLIMSUPE	0	21	0
HLIMINFE	21	60	0
ARCILLA	4	8	0
LIMO	40	36	0
ARENA	56	56	0
COLORSEC	10YR4/4	7.5YR4/4	
COLORHUM	7.5YR3/2	7.5YR3/4	
CELEC	1	1	0
PH	6.2	6.1	0
MO	5.7	2.9	0
CIC	41	41.3	0
PSB	26.1	23.7	0
SODIO	0.4	0.4	0
PSNA	1	1	0
POTASIO	1.7	2	0
CALCIO	6.3	5	0
MAGNESIO	2.3	2.4	0
FOSFORO	2.9	1.9	0
X_COORD	2520197	2520197	2567744
Y_COORD	828436.3	828436.3	812940.3

Capítulo 3 METODOS

ANEXO 3.1 Listado del muestreo de vegetación con el método Gentry en fragmentos del BMM en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

TRANSECTOS VEGETACIÓN BMM			
MÉTODO GENTRY			
ubicación	FECHA	COORDENADAS	
		X	Y
Zirahuén	19/03/11	205460	2156293
Zirahuén	19/03/11	205745	2156230
Zirahuén	19/03/11	205547	2156291
Zirahuén	19/03/11	205608	2156208
Zirahuén	19/03/11	205643	2156238
Zirahuén T1	19/03/11	218051	2153371
Zirahuén T2	19/03/11	217604	2154009
Zirahuén T5	19/03/11	217717	2154122
Zirahuén T6	19/03/11	217755	2154118
Zirahuén T7	19/03/11	217588	2154053
Zirahuén T8	19/03/11	217604	2154009
Zirahuén T9	19/03/11	217160	2153921
Zirahuén T10	19/03/11	217566	2153900
Zirahuén T1	05/05/11	215029	2154620
Zirahuén T2	05/05/11	215526	2154284
Zirahuén T3	05/05/11	215558	2154315
Zirahuén T4	05/05/11	215598	2154329
Zirahuén T5	05/05/11	215626	2154370
Zirahuén T6	05/05/11	215657	2154379
Zirahuén T7	05/05/11	215701	2154418
Zirahuén T8	05/05/11	215721	2154382
Zirahuén T9	05/05/11	215745	2154417
Zirahuén T10	05/05/11	215783	2154390
Zirahuén T1	12/02/11	217538	2154508
Zirahuén T2	12/02/11	217547	2154410
Zirahuén T3	12/02/11	217580	2154424
Zirahuén T4	19/02/11	217620	2154394
Zirahuén T5	19/02/11	217642	2154421
Zirahuén T6	19/02/11	217617	2154557
Zirahuén T7	19/02/11	217667	2154486
Zirahuén T8	19/02/11	217624	2154507
Zirahuén T9	19/02/11	217592	2154484

Zirahuén T10	19/02/11	217537	2154506
Zirahuén T1	19/05/11	204790	2156380
Zirahuén T2	19/05/11	204817	2156350
Zirahuén T3	19/05/11	204801	2156288
Zirahuén T4	19/05/11	204835	2156267
Zirahuén T5	19/05/11	204897	2156254
Zirahuén T6	19/05/11	204910	2156274
Zirahuén T7	19/05/11	204946	2156242
Zirahuén T8	19/05/11	205011	2156270
Zirahuén T9	19/05/11	205031	2156307
Zirahuén T10	19/05/11	205059	2156339
Zirahuén T1	14/05/11	204929	2156479
Zirahuén T2	14/05/11	204895	2156452
Zirahuén T3	14/05/11	204922	2156419
Zirahuén T4	14/05/11	204893	2156383
Zirahuén T5	14/05/11	204973	2156442
Zirahuén T6	14/05/11	205019	2156385
Zirahuén T7	14/05/11	205043	2156388
Zirahuén T8	14/05/11	205085	2156397

ANEXO 3.2 Listado del muestreo de vegetación con el método Gentry en fragmentos del BMM en la ventana Madero-Tacámbaro.

TRANSECTOS VEGETACIÓN BMM			
MÉTOD GENTRY			
UBICACION	FECHA	COORDENADAS	
		X	Y
Tacámbaro T1	14/06/11	252736	2140721
Tacámbaro T2	14/06/11	252778	2140758
Tacámbaro T3	14/06/11	252873	2140745
Tacámbaro T4	14/06/11	252803	2140697
Tacámbaro T5	14/06/11	252831	2140660
Tacámbaro T6	14/06/11	252884	2140683
Tacámbaro T7	14/06/11	252904	2140648
Tacámbaro T8	14/06/11	252854	2140641
Tacámbaro T9	14/06/11	252860	2140576
Tacámbaro T10	14/06/11	252856	2140584
Tacámbaro T1	23/06/11	253601	2135637
Tacámbaro T2	23/06/11	253766	2135670
Tacámbaro T3	23/06/11	253765	2135637
Tacámbaro T4	23/06/11	253797	2135698
Tacámbaro T5	23/06/11	253874	2135657
Tacámbaro	23/06/11	253893	2135629

Capítulo 4 RESULTADOS

ANEXO 4.1 Puntos de control para la validación con imágenes de mayor resolución (google eart y World View 2) en la ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

Cobertura vegetal y uso del terreno	latitud	longitud
Bosque de coníferas	19°29'9.39"N	101°56'52.65"O
Bosque de coníferas 2	19°25'46.69"N	101°55'50.46"O
Bosque de coníferas y latifoliadas	19°29'0.34"N	101°43'8.55"O
Bosque de coníferas y latifoliadas2	19°26'5.60"N	101°42'13.13"O
Bosque de coníferas y latifoliadas3	19°25'44.25"N	101°46'37.59"O
Bosque de coníferas y latifoliadas4	19°30'19.43"N	101°47'19.43"O
Bosque de coníferas y latifoliadas5	19°35'30.90"N	101°47'15.52"O
Bosque de coníferas y latifoliadas6	19°32'14.94"N	101°45'18.96"O
Bosque de coníferas y latifoliadas7	19°29'30.45"N	101°38'5.91"O
Bosque de coníferas y latifoliadas8	19°22'29.01"N	101°41'11.45"O
Bosque de coníferas y latifoliadas9	19°23'49.68"N	101°53'2.92"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	19°28'5.92"N	101°45'14.65"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto2	19°29'41.97"N	101°40'9.09"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto3	19°26'2.86"N	101°53'40.74"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto4	19°35'36.60"N	101°45'57.42"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto5	19°35'5.07"N	101°52'46.42"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto6	19°24'17.31"N	101°56'17.07"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto7	19°21'46.57"N	101°49'34.77"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto8	19°23'49.19"N	101°38'0.50"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto9	19°24'56.37"N	101°42'8.24"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto10	19°27'13.50"N	101°47'1.69"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto11	19°34'18.30"N	101°45'55.91"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto12	19°30'8.24"N	101°55'25.47"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto13	19°34'58.69"N	101°56'55.60"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto14	19°35'51.08"N	101°54'35.21"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto15	19°31'5.05"N	101°47'24.92"O
Agricultura de riego y humedad	19°34'5.64"N	101°40'15.14"O
Agricultura de riego y humedad2	19°27'0.41"N	101°43'54.99"O
Área sin vegetación aparente	19°30'46.18"N	101°38'20.21"O
Área sin vegetación aparente2	19°24'28.90"N	101°55'58.96"O
Bosque de latifoliadas	19°33'14.81"N	101°42'49.02"O
Bosque de latifoliadas2	19°25'19.33"N	101°56'24.28"O
Vegetación hidrófila	19°35'5.96"N	101°41'52.75"O

Vegetación hidrófila2	19°32'36.14"N	101°39'33.48"O
Vegetación hidrófila3	19°25'28.31"N	101°45'6.98"O
Pastizales inducidos y cultivados	19°32'46.52"N	101°44'31.06"O
Pastizales inducidos y cultivados2	19°31'51.61"N	101°48'10.60"O
Pastizales inducidos y cultivados3	19°32'46.84"N	101°56'49.95"O
Pastizales inducidos y cultivados4	19°32'51.65"N	101°49'12.17"O
Pastizales inducidos y cultivados5	19°36'9.67"N	101°42'22.09"O
Cuerpo de agua	19°21'28.27"N	101°56'42.53"O
Cuerpo de agua2	19°21'23.18"N	101°40'18.13"O
Asentamiento humano	19°27'18.06"N	101°43'53.18"O
Asentamiento humano2	19°24'20.93"N	101°38'25.60"O
BMM abierto	19°31'38.87"N	101°54'51.10"O
BMM abierto2	19°35'15.24"N	101°51'10.93"O
BMM abierto3	19°32'42.61"N	101°49'2.18"O
BMM abierto4	19°29'51.19"N	101°54'53.11"O
BMM abierto5	19°29'44.14"N	101°49'17.17"O
BMM abierto6	19°35'16.74"N	101°49'33.30"O
BMM abierto7	19°34'59.19"N	101°54'27.35"O
BMM abierto8	19°31'44.32"N	101°52'41.70"O
BMM abierto9	19°26'59.56"N	101°38'56.35"O
BMM	19°34'32.75"N	101°55'39.05"O
BMM2	19°30'50.14"N	101°55'20.09"O
BMM3	19°33'41.38"N	101°50'20.28"O
Agricultura de temporal	19°31'47.34"N	101°53'5.23"O
Agricultura de temporal2	19°33'22.36"N	101°54'33.80"O

ANEXO 4.2 Puntos de control para la validación con imágenes de mayor resolución (google eart y World View 2) en la Ventana Madero-Tacámbaro.

Cobertura vegetal y uso del terreno	latitud	longitud
Bosque de coníferas	19°22'45.16"N	101°20'49.60"O
Bosque de coníferas2	19°22'47.36"N	101°24'20.08"O
Bosque de coníferas abierto	19°22'38.97"N	101°23'50.48"O
Bosque de coníferas abierto2	19°16'43.86"N	101°20'5.01"O
Bosque de latifoliadas	19°16'5.11"N	101°20'25.20"O
Bosque de latifoliadas2	19°14'27.08"N	101°17'46.57"O
Bosque de latifoliadas3	19°14'32.69"N	101°21'29.58"O
Selva caducifolia y subcaducifolia	19°18'14.36"N	101°18'54.46"O
Selva caducifolia y subcaducifolia2	19°16'52.53"N	101°19'24.19"O
Selva caducifolia y subcaducifolia3	19°14'44.18"N	101°19'30.99"O
BMM abierto	19°15'18.96"N	101°23'24.02"O
BMM abierto2	19°18'8.78"N	101°19'18.79"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	19°16'35.44"N	101°21'29.39"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto2	19°18'27.40"N	101°17'44.89"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto3	19°19'44.06"N	101°23'27.03"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto4	19°21'23.31"N	101°18'21.90"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto5	19°15'44.04"N	101°17'47.18"O
Bosque de coníferas y latifoliadas abierto6	19°14'28.41"N	101°24'13.72"O

ANEXO 4.3 Formato del cuestionario guía para aplicación de entrevistas.

**CAUSAS DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL TERRENO EN LOS
FRAGMENTOS DE BMM**

CUESTIONARIO GUÍA

IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA

ENTIDAD FEDERATIVA

MUNICIPIO

LOCALIDAD

FRAGMENTO BMM

FECHA:

DÍA / MES / AÑO

NÚMERO DE CUESTIONARIO:

NOMBRE DEL ENTREVISTADOR:

DATOS GENERALES

Buenos días/tardes, mi nombre es _____ estoy elaborando un proyecto de investigación para mi tesis de maestría que actualmente curso en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM Campus Morelia. El objetivo principal es conocer las causas de los cambios de cobertura y uso del terreno en los fragmentos de BMM. Necesito recopilar información sobre la percepción local, conocimiento tradicional, actividades y problemáticas que la población tiene en relación con este tipo de bosques. No le tomará más de 25 minutos y la información que me proporcione será manejada con la más estricta confidencialidad.

1. ¿Cómo se llama (nombre y apellido)?
2. ¿Cuántos años tiene?
3. ¿Cuántos años tiene viviendo en la comunidad?
4. ¿Cuál es su actividad principal y dónde labora?

FACTORES ECONÓMICOS

5. ¿Se tiene en la comunidad suficientes oportunidades de trabajo?

6. ¿Qué importancia tiene el turismo en su comunidad?

7.¿Considera que cuentan con la disponibilidad de mercados y precios para sus productos?

IDENTIFICACIÓN DEL BMM

8.¿Como reconocen este tipo de vegetación o cuáles son sus características? (Tipo de especies de flora y fauna, clima, relieve, suelo, etc.)

9.¿Cuales son los usos variados del BMM?

- Fuente de energía para calentar el hogar, cocinar, etc., como el carbón
- Artesanal
- Alimentación
- Construcción
- Medicinal
- Recreativo
- Otros

FACTORES FORESTALES Y AGRÍCOLAS

10.¿Qué actividades de aprovechamiento forestal se realizan en el BMM?

Extracción de madera sin planes de manejo

Extracción selectiva

Extracción ilegal

Aprovechamiento forestal con planes de manejo

Establecimiento de áreas forestales permanentes

Extracción de resinas, u otros (fibras, látex, ceras)

Recolección de frutos, hojas y semillas

11.¿Se practica la ganadería en los fragmentos de BMM?

12.¿Ha notado el aumento de pastizales en estos fragmentos?

13.¿Han tenido incendios forestales y sabe usted que lo ocasiona?

14.¿Qué efectos tiene la expansión de huertas de aguacate en la comunidad?

CATASTRO RURAL

15.¿Qué tipos de tenencia tienen los fragmentos de BMM es: ejidal, comunal o privado?

16.¿Cree que los cambios de tenencia son un factor importante en el cambio de uso del terreno?

17.¿Cuáles son los motivos que tienen los ejidatarios o comuneros para desmontar o cambiar el uso del terreno?

18.¿Cree que exista presión de personas externas interesados en aprovechar los recursos naturales de la comunidad?

PROYECTOS DE MEJORA

19.¿Conoce algún programa gubernamental para el manejo de recursos naturales y cuáles es?

20.¿Creee que haga falta una propuesta o proyecto donde la propia comunidad desarrollen la formas de manejar su territorio, si ya la tienen mencione cuál?

Observaciones

ANEXO 4.4 Personas entrevistadas en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

Ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén										
No.	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FRAGMENTO BMM	FECHA	ENTREVISTADO	SEXO	EDAD	ACTIVIDAD	TIEMPO RESIDENCIA	TIPO DE TENENCIA
1	Tingambato	Tingambato	Cerro Cumburinos	22/11/2011	Rosalio Morales Hernández	Masculino	40	Presidente del Consejo de Vigilancia del Comité de Bienes Comunales de la Comunidad Indígena de Santiago Tingambato	Toda la vida	Ejidal, comunal y privado
2	Tingambato	Tingambato	Cerro Cumburinos	22/11/2011	Sergio Jacinto	Masculino	45	Comisariado ejidal de Santiago Tingambato y agricultor	Toda la vida	Ejidal, comunal y privado
3	Salvador Escalante	Zirahuén	Cerro de San Miguel	24/11/2011	Rafael García	Masculino	30	Veterinario, y encargado del registro civil de la presidencia municipal de Zirahuén	Toda la vida	Ejidal, comunal y privado
4	Pátzcuaro	San Miguel	Al NW del Cerro de San Miguel	24/11/2011	Salvador Martínez	Masculino	50	Encargado del orden y agricultor	Toda la vida	Comunal
5	Salvador Escalante	Santa Ana	Al SW del lago de Zirahuén	24/11/2011	Fernando Ramírez	Masculino	35	Encargado del orden y agricultor	Toda la vida	Comunal
6	Salvador Escalante	Irócuaro (San Miguel)	Cerro San Miguel (lado SE)	06/03/2012	María Angel Soto	Femenino	40	Ama de casa y comerciante	No reside en el lugar, Vive en Santa Clara y trabaja en Irócuaro hace mucho	Comunal no organizado
7	Salvador Escalante	El Tarascón	Cerro Cumburinos (parte SW)	06/03/2012	Salvador Sánchez García	Masculino	75	Agricultor	Toda la vida	Ejidal, comunal y privado
8	Tingambato	La Escondida	Al Este del Cerro Cumburinos	06/03/2012	María Francisca Figueroa	Femenino	30	Ama de casa	10 años	Ejidal

ANEXO 4.5 Personas entrevistadas en la ventana de Madero-Tacámbaro.

Ventana Madero-Tacámbaro										
No.	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FRAGMENTO BMM	FECHA	ENTREVISTADO	SEXO	EDAD	ACTIVIDAD	TIEMPO RESIDENCIA	TIPO DE TENENCIA
1	Madero	Acatén	Al sureste de la ventana	05/03/2012	Jesús Vargas	Masculino	60	Encargado del orden	Toda la vida	Ejido
2	Madero	Laguna Seca	Laguna Seca	05/03/2012	José Luis Valdés	Masculino	45	Agricultor	Toda la vida	Ejido
3	Tacámbaro	Loma Ceñida	Al SW del primer fragmento de norte a sur, sobre la carretera	05/03/2012	María Villaseñor	Femenino	68	Ama de casa	Toda la vida	Comunal y privado
4	Tacámbaro	Los Sauces	Sur de la ventana	05/03/2012	Rosendo Arreola	Masculino	40	Encargado, velador del centro turístico ecológico Los Sauces	Viene de la comunidad indígena de Tacámbaro	Comunal
5	Madero	Acatén	al sureste de la ventana	05/03/2012	Rafael Hernández Rosales	Masculino	40	Regidor de planeación, programación y desarrollo	Toda la vida	Ejido

ANEXO 4.6 Respuestas de las entrevista y frecuencias en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

No.	TEMAS	FRECUENCIA	Códigos (respuestas con mayor frecuencia de mención)	FRECUENCIA
1	ACCESIBILIDAD	5	Si se puede entrar al bosque	5
2	INACCESIBILIDAD	3	Barrera física autopista y huerta aguacate	1
3			Barrera, vía del tren	1
4			Inaccesibilidad al BMM	1
5	EXPANSIÓN AGRÍCOLA	6	Si, aumento pastizales	1
6			Si, ganadería	3
7			Solo agricultura no manejo bosques	1
8			Siembra de frutos y maíz	1
9	NO ACTIVIDAD AGRÍCOLA GANADERA	11	No, ganadería	4
10			Poca, ganadería	1
11			No, pastizales	6
12	ACTIVIDAD FORESTAL	4	Extracc. madera sin atención	1
13			No, aprovechamiento forestal	3
14	EXTRACCIÓN FORESTAL ILEGAL E INTENSIVA	3	Si, extracción ilegal	2
15			Si, uso motosierra	1
16	APROVECHAMIENTO FORESTAL	7	Si, aprovechamiento BMM	4
17			Si, áreas forestal permanente	1
18			Si, costumbres y tradiciones	1
19			Si, extracción selectiva	1
20	INCENDIOS FORESTALES	5	Causa intencionales y accidentales	1
21			Si, incendios accidentales	3
22			Si, pocos incendios forestales	1
23	NO INCENDIOS FORESTALES	6	No, incendios forestales	4
24			No, últimamente incendios forestales	2
25	TENENCIA DE LA TIERRA NO ORGANIZADO	1	No, organización	1
26	VENTA DE TERRENOS A EXTERNOS	11	Mucha venta en Zirahuén	1
27			Si, presión externa	6
28			Si, venta terrenos a externos	2
29			Vendieron terrenos comunal y ejidal para huertas aguacate	1

30			Venta de terrenos como negocio por no tener dinero	1
31	NO VENTAA EXTERNOS	2	No, venta a externos	2
32	BENEFICIO SOCIAL HUERTAS DE AGUACATE	4	Bien, expansión de huertas aguacate	1
33			Si, empleos por huertas aguacate	3
34	COSTO SOCIAL HUERTAS DE AGUACATE	7	Cambio dueños a empleados	1
35			Desorganización entre la gente	1
36			Vendieron terrenos comunal y ejidal para huertas aguacate	1
37			escasez ganado por huertas aguacate	1
38			Extracción agua de veneros para aguacate	1
39			Se quedan sin nada más pobreza	1
40			Jornaleros agrícolas	1
41	COSTO AMBIENTAL HUERTAS DE AGUACATE	7	Cambio clima	1
42			Daños en el ambiente por químicos	1
43			Escasez de agua	1
44			Olor a abono y pesticida por huertas aguacate	1
45			Mangueras de agua del cerro a huertas aguacate	1
46			Deforestación comunera por huertas aguacate	1
47			Falta conciencia del problema agua por aguacate	1
48	PRESENCIA HUERTAS DE AGUACATE	1	Si, huertas aguacate alrededores	1
49	NO EXPANSIÓN HUERTAS DE AGUACATE	1	No, expansión huertas	1
50	FACTORES COMERCIALES	8	Si, mala venta de sus productos	1
51			Si, venden sus productos y precios bajos	3
52			sin respuesta, factor comercial	4
53	PROBLEMAS AMBIENTALES	2	Clima caluroso por capa ozono	1
54			Si, sequías, plagas y especies invasoras	1
55	DEGRADACIÓN BMM	8	Humedad, poca	1
56			No flores ni orquídeas	1
57			No, ojos de agua	1
58			Pino	3
59			Suelo charanda sin raíces ni hojarasca	1

60			Venados, ya no hay	1
61	IDENTIFICACIÓN DEL BMM	18	Bosque parte alta del cerro	1
62			Clima frío a templado húmedo por lago	1
63			Encino con poco pino	1
64			Es resbaloso	1
65			Fresco	1
66			Hay musgo	1
67			Humedad	1
68			Lo llaman encinar	1
69			Montañoso	1
70			Muchos animalitos, pájaros	1
71			Nubes por las mañanas	1
72			Pino y encino	1
73			Suelo bueno	1
74			Suelo charanda y oscuro	1
75			Suelo oscuro con hojarasca	2
76			Venados	1
77			Ailes, madroño, pino-encino	1
78			DESCONOCIMIENTO DEL BMM	5
79	Falta infortamante clave conocimiento BMM	1		
80	Sin respuesta, identificación BMM	1		
81	Sin respuesta, usos del BMM	1		
82	Sin respuesta Actividad aprovechamiento BMM	1		
83	CULTURA DE CONSERVACIÓN	9	Castigo al que cometa incendio forestal	1
84			Gente organizada	3
85			Recogen leña tirada no talan	1
86			Si, costumbres y tradiciones	1
87			Si, solución a tala ilegal	1
88			Vigilancia no talen	2
89	SI CAMBIO USO TERRENO	9	Si, aumento pastizales	1
90			Cambio uso terreno por huertas aguacate	2
91			Si, cambio tenencia y uso terreno	6
92	NO CAMBIO USO DEL TERRENO	2	No, expansión huertas	1
93			Sin respuesta, cambios tenencia y uso terreno	1

94	MOTIVOS CAMBIO USO TERRENO	10	Pobreza, motivos cambio uso terreno	1
95			Presión venta de madera	1
96			Si cambio cobertura por necesidad económica	1
97			Si, presión externa	6
98			Venta de terrenos como negocio por no tener dinero	1
99	NO MOTIVOS CAMBIO USO TERRENO	1	Sin respuesta, motivos del cambio uso terreno	1
100	NO POLÍTICA PÚBLICA	2	No, programa gubernamental	1
101			No, programas para el bosque	1
102	POLÍTICAS PÚBLICAS	10	ANP cerro de San Miguel	1
103			Área voluntaria para la conservación	2
104			Construcción de zanjas y presas en barrancas	1
105			Pago plantar árboles	1
106			Son suficientes proyectos de reforestación	1
107			Si, programa de reforestación	2
108			Procampo	2
109	NO PROPUESTAS DE MEJORA	4	Son suficientes proyectos de reforestación	1
110			Si, bastantes programas gobierno	1
111			No, falta propuesta	1
112			Sin respuesta, propuesta de mejora	1
113	PROPUESTAS DE MEJORA	14	Construcción de bodegas	1
114			Pagar gente mayor programas de bosque	1
115			Vigilancia, cuidado y mantención bosque	2
116			Falta agua para huertas aguacate	1
117			Falta conciencia del problema agua por aguacate	1
118			Falta más proyectos diferentes como estudios de suelo	2
119			Falta vigilancia del gobierno a proyectos	1
120			Más apoyo del gobierno	2
121			Si, costumbres y tradiciones	1
122			Siembra de frutos y maíz	1
123			Vigilancia del gobierno a apoyos	1
124	PROBLEMAS LABORALES	8	Bajo empleo hace 4 año	1

125			Muy poco, trabajo	1
126			No, suficiente empleos	5
127			Sin respuesta, oportunidades trabajo	1
128	OFERTA LABORAL	6	Jornaleros agrícolas	1
129			Si, empleos por huertas aguacate	3
130			Si, oportunidades de trabajo	2
131	TURISMO	3	Si, turismo	3
132	NO TURISMO	7	Bajo turismo y compras	1
133			Hace 3 años había más turismo	1
134			Turismo de paso	1
135			No, turismo	4
136	SI USO DEL BMM	21	Artesanías de madera	1
137			Árbol para madera	1
138			Recreativo	1
139			Si, alimentación ganado	1
140			Si, alimentación hongos	2
141			Si, artesanal	4
142			Si, construcción	1
143			Si, extracción de resinas	1
144			Si, fuente de energía calentar	5
145			Si, medicinal	2
146			Si, recreativo	2
147	NO USO BMM	7	No, construcción	2
148			No, medicinal	1
149			No, recolección de frutos	1
150			No, recreativo	1
151	SI PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	7	Presión venta de madera	1
152			Si, presión externa	6
153	NO PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	1	Sin respuesta, presión externa	1

ANEXO 4.7 Temas y frecuencias en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

No.	TEMAS	FRECUENCIA	No.	TEMAS	FRECUENCIA
1	SI USO DEL BMM	21	22	ACCESIBILIDAD	5
2	IDENTIFICACIÓN DEL BMM	18	23	INCENDIOS FORESTALES	5
3	PROPUESTAS DE MEJORA	14	24	DESCONOCIMIENTO DEL BMM	5
4	NO ACTIVIDAD AGRÍCOLA GANADERA	11	25	ACTIVIDAD FORESTAL	4
5	VENTA DE TERRENOS A EXTERNOS	11	26	BENEFICIO SOCIAL HUERTAS DE AGUACATE	4
7	MOTIVOS CAMBIO USO TERRENO	10	27	NO PROPUESTAS DE MEJORA	4
8	POLÍTICAS PÚBLICAS	10	28	INACCESIBILIDAD	3
9	CULTURA DE CONSERVACIÓN	9	29	EXTRACCIÓN FORESTAL ILEGAL E INTENSIVA	3
10	SI CAMBIO USO TERRENO	9	30	TURISMO	3
11	FACTORES COMERCIALES	8	31	NO VENTA A EXTERNOS	2
12	DEGRADACIÓN BMM	8	32	PROBLEMAS AMBIENTALES	2
13	PROBLEMAS LABORALES	8	33	NO CAMBIO USO DEL TERRENO	2
14	APROVECHAMIENTO FORESTAL	7	34	NO POLÍTICA PÚBLICA	2
15	COSTO SOCIAL HUERTAS DE AGUACATE	7	35	TENENCIA DE LA TIERRA NO ORGANIZADO	1
16	COSTO AMBIENTAL HUERTAS DE AGUACATE	7	36	PRESENCIA HUERTAS DE AGUACATE	1
17	NO TURISMO	7	37	NO EXPANSIÓN HUERTAS DE AGUACATE	1
18	SI PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	7	38	NO MOTIVOS CAMBIO USO TERRENO	1
6	NO USO BMM	7	39	NO PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	1
19	EXPANSIÓN AGRÍCOLA	6			
20	NO INCENDIOS FORESTALES	6			
21	OFERTA LABORAL	6			

Nivel y rango de frecuencias

Alto 9-21

Medio 4-8

Bajo 1-3

ANEXO 4.8 Respuestas de las entrevista y frecuencias en la ventana de Madero-Tacámbaro.

V. Madero-Tacámbaro				
No.	TEMAS	FRECUENCIA	Códigos (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	FRECUENCIA
1	ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	4	Agrícola	3
2			Cultivo de alimento ganado	1
3	NO ACTIVIDADES AGRÍCOLAS GANADERAS	5	Casi no ganadería	3
4			No ganadería	2
5	ACTIVIDADES FORESTALES	5	Si resina	2
6			Si forestal	3
7	EXTRACCIÓN FORESTAL ILEGAL E INTENSIVA	2	Tala del bosque	1
8			Uso motosierras	1
9	APROVECHAMIENTO FORESTAL	4	Si áreas forestales permanentes	1
10			Si extracción selectiva	1
11			Si planes de manejo forestal	1
12			Si programas de manejo	1
13	CAMBIOS DE USO DEL TERRENO	2	Cambio uso a aguacate	1
14			Mas huertas y menos bosque	1
15	NO AUMENTO PASTIZALES	4	No aumento pastizales en BMM	4
16	COMPRA-VENTA DE TERRENOS	3	Venta terrenos entre ellos	3
17	NO VENTA DE TERRENOS	3	No se permite la venta comunal	1
18			No venta de terrenos	1
19			Poca venta terrenos	1
20	EFECTOS HUERTAS DE AGUACATE	10	Es malo porque ocupan agua	1
21			Jalan el agua para las huertas	1
22			Llegan a llevarse el agua en mangueras	1
23			Mas huertas y menos bosque	1
24			Si efectos por huertas	4
25			Ya no es lo mismo de antes	1
26			La comunidad tiene productores	1
27	NO EFECTOS HUERTAS DE AGUACATE	2	No efectos locales por huertas	2

28	SI COMERCIO	2	Si mercados y precios producto	1
29			Precios compra muy bajos y no justos	1
30	FACTORES CULTURALES	5	No se permite la venta comunal	1
31			Protección comuneros recursos naturales	1
32			Venta terrenos entre ellos	3
33	IDENTIFICACIÓN DEL BMM	20	Hay agua ojos de agua	1
34			Bosque de pino y encino	1
35			Es fresco	1
36			Es muy frio con pinos y oyamel	1
37			Agua poca profundidad	1
38			hay venados, víboras, aves	1
39			Humedad	1
40			Si animalitos (fauna)	1
41			Son fríos y nublados	1
42			Suelo amarillo y negro mojado	1
43			Suelos de varios tipos: amarillo	1
44			Tiene muchos animalitos pájaros	1
45			Tienen mucha agua	1
46			En ratos se oscurece	1
47			Se aparecen las nubes	1
48			Si reconocimiento visual BMM	5
49	INCENDIOS FORESTALES	7	Incendios accidentales por cigarro	1
50			Incendios por acampar	1
51			Incendios provocados	2
52			Si incendios forestales	3
53	NO INCENDIOS FORESTALES	2	No incendios	1
54			No incendios últimamente	1
55	LO IGNORAN	8	No sabe aprovechamiento forestal	2
56			No motivos para cambio uso del terreno	4
57			Sin respuesta, mercados y precios productos	1
58			No conoce programas gobierno	1
59	MEDIDAS PROTEGER BOSQUE	4	Gente organizada contra incendios	1
60			No se permite la venta comunal	1
61			Protección comuneros recursos naturales	1

62			Si vigilado el BMM por comunidad	1
63	MOTIVOS CAMBIO USO TERRENO	5	Cambio uso a aguacate	1
64			Cambio uso por ambición a huerta	1
65			Cambio uso por necesidad empleo	1
66			Hay muchas necesidades	1
67			Si motivo económico	1
68	POLÍTICAS PÚBLICAS	2	CDI Desarrollo Indígena	1
69			SEMARNAT, CONAFOR, PROFEPA, reforestación PROARBOL	1
70	PRESENCIA DE HUERTAS DE AGUACATE	2	Si huertas de aguacate	2
71	PROPUESTAS DE MEJORA	10	Organicemos mejor	1
72			Prevenir y dejar que no se desmonte	1
73			Que haya más orden en el manejo	1
74			Si faltan propuestas de mejora	5
75			Vigilarlo para que ya no saquen recursos naturales	1
76			Cuidar el bosque	1
77	SI EMPLEOS	7	Si empleo en forestal	1
78			Si empleo en huertas aguacate	1
79			Si oportunidades de trabajo	5
80	SI TURISMO	3	Si tiene éxito en temporada vacacional	1
81			Si turismo	1
82			Si turismo de pasada para ver bosques	1
83	NO TURISMO	2	No turismo	2
84	USOS DEL BMM	23	Acampar y religioso	2
85			Alimentos	2
86			Frutos como el tejocote	1
87			Medicinal	3
88			Resina, madera del pino, animales	2
89			Recreativo	3
90			Si recolección de frutos	1
91			Otros usos	2
92			Si resina	2
94			Tejocote, injertan frutos	1
95			Extracción ilegal de fauna	2

96			Extracción de agua	1
97			Extracción ilegal de fauna	1
98	NO USO DEL BMM	6	No extracción ilegal bosque vigilado	1
99			Antes recreativo	1
100			No alimentos	1
101			No artesanal	1
102			No construcción	1
103			No usos BMM	1
104	PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	4	Si presión externa por recursos naturales	4
105	NO PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	1	No presión externa por recursos naturales	1

ANEXO 4.9 Temas y frecuencias en la ventana de Madero-Tacámbaro.

No.	TEMAS	FRECUENCIA	No.	TEMAS	FRECUENCIA
1	USOS DEL BMM	23	16	MEDIDAS PROTEGER BOSQUE	4
2	IDENTIFICACIÓN DEL BMM	20	17	PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	4
3	EFFECTOS HUERTAS DE AGUACATE	10	18	COMPRA-VENTA DE TERRENOS	3
4	PROPUESTAS DE MEJORA	10	19	NO VENTA DE TERRENOS	3
5	LO IGNORAN	8	20	SI TURISMO	3
6	INCENDIOS FORESTALES	7	21	EXTRACCIÓN FORESTAL ILEGAL E INTENSIVA	2
7	SI EMPLEOS	7	22	CAMBIOS DE USO DEL TERRENO	2
8	NO USO DEL BMM	6	23	NO EFECTOS HUERTAS DE AGUACATE	2
9	NO ACTIVIDADES AGRÍCOLAS GANADERAS	5	24	SI COMERCIO	2
10	ACTIVIDADES FORESTALES	5	25	NO INCENDIOS FORESTALES	2
11	FACTORES CULTURALES	5	26	POLÍTICAS PÚBLICAS	2
12	MOTIVOS CAMBIO USO TERRENO	5	27	PRESENCIA DE HUERTAS DE AGUACATE	2
13	ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	4	28	NO TURISMO	2
14	APROVECHAMIENTO FORESTAL	4	29	NO PRESIÓN EXTERNA POR RECURSOS NATURALES	1
15	NO AUMENTO PASTIZALES	4			

Nivel y rango de frecuencia

Alto 9-23

Medio 4-8

Bajo 1-3

Capítulo 5 DISCUSIÓN

ANEXO 5.1 Paisaje geomorfológico asociado a los procesos de cambio en la ventana de Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén.

Ventana Tingambato, Pátzcuaro-Zirahuén					
Paisaje geomorfológico	Forma de relieve	Roca	Suelo	Cobertura	Procesos de cambio
Montaña	Inclinada	Basalto y Basalto-Brecha volcánica básica	Andosol húmico-Andosol ócrico	Agricultura de temporal y Bosque mesófilo de montaña abierto	Deforestación Bosque mesófilo de montaña y Degradación Bosque mesófilo de montaña
	Moderada	Basalto	Andosol húmico-Andosol ócrico	Agricultura de temporal y Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Deforestación Bosque mesófilo de montaña y Deforestación Bosque Templado
	Suave	Basalto	ambisol distrito-Andosol ócrico y Andosol ócrico-Andosol húmico	Agricultura de temporal y Bosque de coníferas y latifoliadas	Deforestación Bosque Templado
Lomerío alto	Inclinada	Basalto-Brecha volcánica básica y Brecha volcánica básica	Andosol ócrico, Andosol húmico-Andosol ócrico, Andosol húmico	Bosque mesófilo de montaña abierto, Bosque de coníferas y latifoliadas abierto, bosque mesófilo de montaña y Bosque de coníferas y latifoliadas	Degradación Bosque mesófilo de montaña, Deforestación Bosque Templado
	Moderada	Basalto	Andosol húmico-Andosol ócrico, Litosol-Andosol húmico y Andosol ócrico	Agricultura de temporal y Bosque mesófilo de montaña abierto	Deforestación Bosque Templado, Deforestación Bosque mesófilo de montaña y Degradación Bosque Templado
	Suave	Basalto	Litosol-Andosol húmico, Cambisol distrito-Andosol ócrico y Andosol vitrico-Andosol húmico-Litosol	Agricultura de temporal, Bosque de coníferas, Bosque de coníferas y latifoliadas abierto y Bosque de coníferas y latifoliadas	Deforestación Bosque Templado y Degradación Bosque Templado
Lomerío bajo	Inclinada	Basalto-Brecha volcánica básica y Brecha volcánica básica	Acrisol órtico-Andosol ócrico y Litosol Luvisol crómico	Bosque mesófilo de montaña abierto, Bosque de coníferas y latifoliadas abierto y Bosque de coníferas y latifoliadas	Degradación Bosque mesófilo de montaña y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
	Moderada	Basalto	Andosol ócrico-Andosol húmico, Luvisol crómico, Litosol-Luvisol crómico, Andosol ócrico-Luvisol crómico y Litosol-Andosol húmico	Agricultura de temporal y Bosque de coníferas y latifoliadas	Deforestación Bosque mesófilo de montaña y Deforestación Bosque Templado
	Suave	Basalto-Brecha volcánica básica	Andosol ócrico y Acrisol órtico-Andosol ócrico	Agricultura de temporal	Deforestación Bosque Templado
Colinas	Inclinada	Basalto y Brecha volcánica básica	Litosol-Andosol húmico, Andosol húmico-Litosol, Andosol húmico-Andosol ócrico y Luvisol crómico	Agricultura de temporal, Bosque mesófilo de montaña abierto y Bosque mesófilo de montaña	Deforestación Bosque Templado y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
	Moderada	Basalto	Litosol-Andosol húmico, Andosol ócrico, Andosol húmico-Litosol, Andosol húmico-Andosol ócrico, Andosol ócrico-Litosol y Acrisol órtico-Andosol ócrico	Agricultura de temporal, Bosque de coníferas y latifoliadas y Bosque de latifoliadas	Deforestación Bosque Templado y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
	Suave	Basalto	Luvisol crómico-Andosol ócrico-Litosol, Andosol húmico-Andosol ócrico, Luvisol crómico, Andosol húmico-Litosol y Andosol ócrico-Andosol húmico	Agricultura de temporal	Degradación Bosque Templado y Deforestación Bosque Templado
Piedemonte		Basalto	Andosol húmico-Andosol ócrico, Andosol ócrico-Andosol húmico, Andosol ócrico, Litosol-Andosol húmico y Andosol ócrico-Acrisol órtico	Agricultura de temporal	Deforestación Bosque Templado y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
Planicie		Basalto y Aluvial	Andosol húmico-Andosol ócrico, Andosol húmico, Andosol ócrico, Gleysol mólico y Luvisol crómico-Cambisol distrito	Agricultura de temporal y Agricultura de riego y humedad	Permanencia Antropica y Deforestación Bosque Templado

ANEXO 5.2 Paisaje geomorfológico asociado a los procesos de cambio en la ventana de Madero-Tacámbaro.

Ventana Madero-Tacámbaro					
Paisaje geomorfológico	Forma de relieve	Roca	Suelo	Cobertura	Procesos de cambio
Montaña	Inclinada	Dacita-Toba ácida	Acrisol órtico-Regosol éutrico	Bosque mesófilo de montaña y Bosque mesófilo de montaña abierto	Degradación Bosque Templado y Degradación Bosque mesófilo de montaña
	Moderada	Dacita-Toba ácida	Acrisol órtico-Regosol éutrico	Bosque mesófilo de montaña y Bosque mesófilo de montaña abierto	Degradación Bosque Templado y Degradación Bosque mesófilo de montaña
Lomerío alto	Inclinada	Dacita-Toba ácida, Arenisca-Conglomerado y Brecha volcánica intermedia	Acrisol órtico-Regosol éutrico	Bosque mesófilo de montaña, Bosque mesófilo de montaña abierto y Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Degradación Bosque mesófilo de montaña y Degradación Bosque Templado
	Moderada	Basalto, Brecha volcánica básica y Dacita-Brecha volcánica ácida	Acrisol órtico-Regosol éutrico	Bosque mesófilo de montaña abierto y Bosque mesófilo de montaña	Degradación Bosque mesófilo de montaña y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
	Suave	Basalto y Brecha volcánica básica	Acrisol órtico-Regosol éutrico	Agricultura de temporal y Bosque mesófilo de montaña abierto	Degradación Bosque mesófilo de montaña y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
Lomerío bajo	Inclinada	Brecha volcánica intermedia y Dacita-Toba ácida	Acrisol órtico-Regosol éutrico	Bosque mesófilo de montaña, Bosque de coníferas y latifoliadas abierto y Bosque mesófilo de montaña abierto	Degradación Bosque mesófilo de montaña y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
	Moderada	Basalto, Arenisca-Conglomerado y Dacita-Toba ácida	Acrisol órtico-Regosol éutrico y Andosol órtico-Regosol éutrico-Litosol	Bosque mesófilo de montaña abierto, Agricultura de temporal y Bosque mesófilo de montaña	Degradación Bosque Templado y Degradación Bosque mesófilo de montaña
	Suave	Basalto-Brecha volcánica básica y Dacita-Brecha volcánica ácida	Andosol órtico-Regosol éutrico-Litosol, Andosol húmico y Litosol Andosol órtico	Bosque mesófilo de montaña abierto y Bosque de coníferas y latifoliadas	Degradación Bosque mesófilo de montaña y Deforestación Bosque Templado
Colinas	Inclinada	Brecha volcánica intermedia Y Conglomerado	Acrisol órtico-Regosol éutrico y Regosol éutrico-Litosol	Pastizales inducidos y cultivados, Bosque de coníferas y latifoliadas abierto, Bosque de latifoliadas y Selva caducifolia y subcaducifolia	Deforestación Selva y Degradación Bosque Templado
	Moderada	Basalto, Brecha volcánica intermedia Y Arenisca-Conglomerado	Acrisol órtico-Regosol éutrico y Feozem háplico	Agricultura de temporal, Bosque mesófilo de montaña abierto y Selva caducifolia y subcaducifolia	Deforestación Bosque mesófilo de montaña y Degradación Bosque mesófilo de montaña
	Suave	Brecha volcánica intermedia y Basalto	Acrisol órtico-Regosol éutrico	Agricultura de temporal, Bosque mesófilo de montaña abierto y Bosque de coníferas y latifoliadas abierto	Degradación Bosque Templado y Deforestación Bosque mesófilo de montaña
Piedemonte		Basalto	Acrisol órtico-Regosol éutrico, Andosol húmico y Acrisol órtico-Andosol órtico	Agricultura de temporal	Deforestación Bosque Templado y Permanencia Antropica
Planicie		Basalto	Andosol húmico y Acrisol órtico-Regosol éutrico	Agricultura de temporal	Deforestación Bosque Templado y Deforestación Bosque mesófilo de montaña