



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras
Colegio de Geografía

**Cambio en la cobertura del suelo en la Subregión de Marqués de Comillas,
Chiapas, México, 1986-2003.**

Tesis

Que para optar por el grado de
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA
P R E S E N T A

Ángel Jesús García Cruz

ASESOR

Mtro. José Manuel Espinoza Rodríguez
Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2020





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I. MARCO TEÓRICO	5
1.1 La teledetección espacial.	5
1.2 Matriz de Error.....	11
1.3 Uso y cobertura del suelo; cambio en el uso y la cobertura del suelo.	12
1.4 La deforestación.....	15
1.5 Principales tipos de vegetación en la zona de estudio.	19
1.5.1 Selva alta:.....	19
1.5.2 Selva Mediana:.....	20
1.5.3 Selva Inundable:.....	21
1.5.4 Selva Baja Decidua:	21
1.5.5 Vegetación de zonas inundables:	22
1.5.6 Pastizales:.....	23
1.5.7 Acahuales:.....	24
1.6 Antecedentes históricos.	24
Capítulo II. La subregión “Marqués de Comillas”	33
2.1 Localización.....	34
2.2 Tenencia de la Tierra.	35
2.3 Clima.....	35
2.4 Población y Educación.....	36
2.5 Medios de Comunicación.	37
2.6 Economía.	38
2.7 Oportunidades para sustentabilidad.	38
2.8 Fisiografía.	39
2.9 Red hidrológica.....	41
2.10 Edafología.	42
2.11 Principales usos de suelo.	45
2.11.1 Agrícola:	45
2.11.2 Pecuario.....	46
2.11.3 Forestal.....	47
Capítulo III. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	49
Capítulo IV. RESULTADOS.....	53



4.1 Clasificación 1986.	53
4.2 Clasificación 1998.	55
4.3 Clasificación 2003.	57
4.4 Cambios presentados entre 1986 y 1998.	59
4.5 Cambios de 1998 a 2003.....	60
4.6 Cambios entre 1986 y 2003.	62
Capítulo V. DISCUSIÓN.....	71
Capítulo VI. CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	86

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LONGITUDES DE ONDA DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....	7
FIGURA 2. DINÁMICA DE USO DEL SUELO EN AMBIENTES SELVÁTICOS.....	14
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DEL BOSQUE TROPICAL EN EL MUNDO. (PAZ, 1995).....	17
FIGURA 4. PRINCIPALES SUCESOS HISTÓRICOS DE LA SUBREGIÓN DE MARQUÉS DE COMILLAS.....	32

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. EJEMPLO DE MATRIZ DE ERROR.	11
TABLA 2. TIPOS DE EXACTITUD OBTENIDA DE UNA MATRIZ DE ERROR.	12
TABLA 3. PATRONES DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y COBERTURA EN MARQUÉS DE COMILLAS DE 1976 A 1996. (DE JONG ET AL., 2000)	15
TABLA 4. PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO PARA CADA AÑO DE ESTUDIO.	65
TABLA 5. PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO QUE PRESENTÓ O NO CAMBIOS, ENTRE 1986 Y 1998.....	66
TABLA 6. PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO QUE PRESENTÓ O NO CAMBIOS, ENTRE 1998 Y 2003.....	67
TABLA 7. PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO QUE PRESENTÓ O NO CAMBIOS, ENTRE 1986 Y 2003.....	68
TABLA 8. DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE VERIFICACIÓN APLICADOS SOBRE LA IMAGEN DEL AÑO 2003 A PARTIR DEL MAPA BASE DEL AÑO 2004.....	69
TABLA 9. PORCENTAJE DE EXACTITUD TOTAL Y PARA CADA COBERTURA DEL SUELO EN EL AÑO 2003.....	70

INDICE DE MAPAS

MAPA 1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	33
MAPA 2. PRINCIPALES EJIDOS EN LA SUBREGIÓN DE MARQUÉS DE COMILLAS. ...	36
MAPA 3. PRINCIPALES LOCALIDADES DE LA SUBREGIÓN.....	37
MAPA 4. PRINCIPALES RELIEVES EN LA SUBREGIÓN DE MARQUÉS DE COMILLAS.	41
MAPA 5. PRINCIPALES CUERPOS DE AGUA DE LA SUBREGIÓN DE MARQUÉS DE COMILLAS.....	42
MAPA 6. PRINCIPALES TIPOS DE SUELO.....	44
MAPA 7. DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA DEL SUELO EN EL AÑO 1986.....	54
MAPA 8. DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA DEL SUELO EN EL AÑO 1998.....	56
MAPA 9. DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA DE SUELO EN EL AÑO 2003.....	58

INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. PORCENTAJES DE COBERTURA DEL SUELO CORRESPONDIENTE AL AÑO DE 1986.....	53
GRÁFICA 2. PORCENTAJE DE COBERTURA DE SUELO CORRESPONDIENTE AL AÑO 1998.....	55
GRÁFICA 3. PORCENTAJE DE LAS COBERTURAS DE SUELO PARA EL AÑO 2003. ...	57
GRÁFICA 4. SUPERFICIE EN HECTÁREAS Y PORCENTAJE DE COBERTURA QUE PRESENTO ALGÚN CAMBIO ENTRE 1986 Y 1998.....	59
GRÁFICA 5. CANTIDAD DE HECTÁREAS QUE NO PRESENTARON CAMBIO ENTRE 1986 Y 1998.....	60
GRÁFICA 6. SUPERFICIE EN HECTÁREAS Y PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO QUE HA CAMBIADO ENTRE 1998 Y 2003.....	61
GRÁFICA 7. SUPERFICIE EN HECTÁREAS Y PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO QUE NO HA CAMBIADO ENTRE 1998 Y 2003.....	62
GRÁFICA 8. SUPERFICIE EN HECTÁREAS Y PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO QUE PRESENTO CAMBIO ENTRE 1986 Y 2003.....	63
GRÁFICA 9. SUPERFICIE EN HECTÁREAS Y PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SUELO QUE NO PRESENTO CAMBIOS DE 1986 A 2003.....	64
GRÁFICA 10. OCUPACIÓN EN HECTÁREAS DE LAS PRINCIPALES COBERTURAS DEL SUELO PARA CADA AÑO DE ESTUDIO.....	65

INTRODUCCIÓN.

A partir de la década de los ochentas se intensificó el uso de vocabulario relacionado a la pérdida y protección ambiental. Temáticas como la deforestación, la tala ilegal, los deslaves, las fallas, los hundimientos, el cambio climático y otros problemas presentes en el medio ambiente comenzaron a llamar la atención de varios científicos alrededor del mundo, quienes han demostrado que el ser humano tiene una importante responsabilidad en la mayoría de estos, ya que ha contribuido fuertemente al manejo inadecuado de los recursos naturales y a la degradación de servicios ambientales.

En el Laboratorio de Información Geográfica y Estadística (Laige) de Ecosur, tuve la oportunidad de acercarme al mundo de la investigación gracias a un proyecto denominado “Análisis del estado actual de los recursos forestales de la región Selva en el estado de Chiapas”, a través de cual se generaron datos acerca del cambio en la cobertura del suelo en la Subregión de Marqués de Comillas, mismos que motivaron a la redacción del presente trabajo que lleva por título “Cambio en la cobertura del suelo en la Subregión de Marqués de Comillas”, donde se explica la compleja situación social y ambiental por la que ha atravesado la subregión de estudio, teniendo como punto de partida el análisis de las imágenes satelitales correspondientes a tres diferentes temporalidades 1986, 1998 y 2003, fechas en las cuales se considera, se ha producido la mayor transformación de la cobertura del suelo.

Estudios como el que se desarrolla en las siguientes páginas son necesarios para conocer los procesos de degradación, desertificación, pérdida de biodiversidad e incremento de los gases de invernadero (Bocco, et al., 2001, Hughmes, et al., 2000); Además representan una herramienta para la planeación regional, el manejo de recursos naturales y son punto de partida para análisis mayores (Dirzo et. al., 1992). La cobertura del suelo generalmente es modificada por la sociedad para establecer nuevos usos como: el habitacional o la producción agrícola y ganadera, modificando así las condiciones naturales de los ecosistemas (Achard et al., 2002).

Estos cambios en la cobertura y el uso del suelo tienen una estrecha relación con las tasas de deforestación, cabe mencionar que originalmente nuestro país contaba con 98 millones de hectáreas de superficie arbolada; pero en 1950 esta superficie había disminuido a 78 millones de hectáreas y en el año 2000 a 54 millones de hectáreas, colocando a México como uno de los países con mayor deforestación, por lo que estudiar la magnitud, dinámica y causalidad de los procesos de cambio de cobertura y uso de suelo se puede declarar una tarea prioritaria (Bocco et al., 2001).

Hasta ahora la mayoría de las estimaciones sobre la magnitud de los cambios de uso de suelo y pérdida de la cobertura arbórea en Marqués de Comillas, se desprenden de fuentes de información a nivel nacional; por lo que, el presente trabajo pretende estudiar el fenómeno con mayor detalle, mediante la utilización de técnicas de percepción remota, considerando la importancia que tiene la zona de estudio al formar parte de la región Selva del estado de Chiapas, junto con la Selva Lacandona, sitio donde se han reconocido más de 4000 especies de plantas vasculares, 36% de la riqueza florística de Chiapas y 800 especies de mariposas (Martínez et al., 1994 en Mendoza y Dirzo, 1999, y en León, 2005). Entre los objetivos de esta tesis se encuentran conocer las causas, cambios y tendencias de la cobertura del suelo, así como generar información acerca de las tasas de deforestación entre los años 1986 y 2003; años en los cuales se considera se presenta la mayor transformación espacial, misma que de acuerdo a la siguiente hipótesis ha afectado principalmente la cobertura selvática, debido al interés de la población por la actividad ganadera, para la cual es necesario contar con áreas dedicadas a pastizales que en algunos casos por su abandono temporal llegan a formar acahuales.

El capítulo I marco teórico, aborda la importancia de la teledetección espacial, a través de la percepción remota cuyas bases de funcionamiento y terminología son explicadas en la primera parte del capítulo; la segunda parte introduce al lector en conceptos como el uso del suelo, la cobertura del suelo y la deforestación, temas de gran importancia para la sociedad mundial, debido al cambio climático, a los elevados índices de contaminación planetaria, a la pérdida de grandes masas forestales y sus micro ecosistemas, entre otros; la tercera parte permite acercarse a definiciones de los principales tipos de vegetación que caracterizan y/o caracterizaban la subregión como son las selvas: alta, mediana, inundable y baja decidua; así como la vegetación de zonas inundables, pastizales y acahuales, la parte final del capítulo aborda el proceso histórico de

colonización y configuración espacial de la subregión de 1905 al 2000, considerados los años de mayor transformación espacial en la zona.

El capítulo II “La subregión Marqués de Comillas”, presenta las características generales de la zona de estudio tales como su localización a nivel estatal y regional, su configuración administrativa formada por los municipios de Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas, sus principales asentamientos entre los que destacan Zamora Pico de Oro y Benemérito de las Américas, la tenencia de la tierra en su mayoría conformada por ejidos, sus principales medios de comunicación como el río lacantún navegable durante mucho tiempo o la carretera fronteriza que permite la conexión por un lado con la ciudad de Comitán y por el otro con la ciudad de Palenque, su clima cuyas temperaturas son superiores a los 30°C y la precipitación anual que oscila entre 1400 mm y 2600 mm de acuerdo con el INEGI (1984). Así mismo se abordan de manera breve temas como la economía, las oportunidades para la sustentabilidad, la fisiografía, la red hidrológica y la edafología, estos tres últimos se presentan acompañados por mapas ilustrativos de gran ayuda a la mejor comprensión espacial. Por último, se proporciona una explicación a cerca de los principales usos de suelo presentes en la región como lo son el agrícola, el pecuario, y el forestal.

El capítulo III, expone la metodología y los materiales que fueron necesarios para lograr realizar el presente trabajo, así como las complicaciones encontradas a lo largo de su elaboración, también se dan a conocer las características de las imágenes satelitales utilizadas como la resolución espacial, la serie, los años y los procesos por los cuales pasaron como la importación, la clasificación supervisada y no supervisada. Por último, se explica la elaboración de mapas temáticos, para lo cual se requirieron programas informáticos como Erdas 8.7, Arcview 3.2 y Qgis 3.10.

En lo que respecta al capítulo IV, este muestra los resultados que se obtuvieron una vez concluidos los respectivos procesos aplicados para el análisis de las imágenes satelitales y la elaboración de los mapas temáticos, mediante los cuales se puede observar que la subregión de Marqués de Comillas ha sufrido un gran deterioro en la cobertura de sus suelos entre los años 1986 y 2003, registrando un cambio en la cobertura del suelo superior al 50% de selva, que paso a formar áreas de acahuales y pastizales de uso ganadero y agrícola. Aquí también se detalla el porcentaje de cada cobertura del suelo para cada año y se realiza una comparación entre las diversas fechas de estudio,

presentando de manera clara la cantidad de hectáreas que han presentado un cambiado de uso de suelo. Este capítulo cuenta con distintos mapas y graficas que permiten dar mayor claridad y comprensión del fenómeno que ha ocurrido en la zona de estudio, adicionalmente se presenta una matriz de error, con finalidad de proporcionar un porcentaje de exactitud para los usuarios de la información presentada en este trabajo.

El capítulo V discusión, es el espacio de análisis sobre las situaciones que acontecieron y que contribuyeron a la configuración actual de la región, se presentan y describen los principales cambios, mismos que en algunos casos se comparan con los datos obtenidos como producto de investigaciones similares.

Por último, el capítulo VI presenta las conclusiones donde el autor expresa sus ideas y puntos de vista respecto al proceso de cambio de uso de suelo y su aceleración en la zona de estudio, continuando con la presentación de seis propuestas que pudieran detonar un cambio para modificar el camino actual de la subregión, las cuales coinciden en algunos casos con las políticas públicas del actual gobierno federal mexicano respecto a ésta misma temática a nivel nacional.

Capítulo I. MARCO TEÓRICO

1.1 La teledetección espacial.

Es la técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, asumiendo la existencia de una interacción energética entre la Tierra y el sensor, el cual es capaz de captar diferentes tipos de energía (luz visible, infrarrojo, micro-ondas) procedente de las cubiertas terrestres, codificarla y grabarla (Gomasasca y Lenchi, 1990; Aguirre 2002; Castillo 2002; Chuvieco, 2002).

El flujo energético entre la cubierta terrestre y el sensor constituye una forma de radiación electromagnética que puede describirse por dos elementos: longitud de onda y frecuencia (Aguirre, 2002; Gomasasca y Lenchi, 1990; Chuvieco, 2002). La primera hace referencia a la distancia entre dos picos sucesivos de una onda, mientras que la frecuencia designa el número de ciclos pasando por un punto fijo en una unidad de tiempo (Chuvieco, 2002).

Espectro electromagnético, se denomina así a la organización de una serie de regiones en donde la radiación electromagnética se manifiesta de forma similar. Comprende desde las longitudes de onda más corta (rayos gama, rayos X) hasta las kilométricas (telecomunicaciones) (Aguirre, 2002; Gomasasca y Lenchi, 1990; Chuvieco, 2002), de acuerdo con el enfoque de esta investigación, podemos destacar las siguientes regiones espectrales (véase, figura 1):

- Espectro visible (0,4 a 0,7 μm), denominada así por ser la única que pueden percibir nuestros ojos; dentro de esta región se suelen distinguir tres subregiones, azul (0,4-0,5 μm), verde (0,5-0,6 μm) y rojo (0,6-0,7 μm). En esta región generalmente la vegetación manifiesta una baja reflectividad debido al efecto absorbente de los pigmentos de las hojas (Chuvieco, 2002).
- Infrarrojo cercano (IRC, 0,7-1,3 μm), de gran importancia por su capacidad para discriminar masas vegetales, las cuales presentan una alta reflectividad debida a la baja absorción de las clorofilas y a la estructura celular interna de la hoja (Chuvieco, 2002).

- Infrarrojo medio (1,3 a 8 μm), dividido en dos subregiones; la primera se sitúa entre 1,3 y 2,5 μm y se denomina infrarrojo de onda corta es idóneo para estimar el contenido de humedad en la vegetación o los suelos y la segunda, cercana a 3,7 μm conocida como infrarrojo medio, es determinante para la detección de zonas de alta temperatura (Chuvieco, 2002).

Parte fundamental de la teledetección son los sensores de los cuales existen dos tipos: los pasivos, limitados a recibir la energía proveniente de un foco exterior a ellos y los activos, capaces de emitir su propio haz de energía y posteriormente recoger la energía reflejada; ambos sensores cuentan con una habilidad para discriminar información de detalle, conocida comúnmente como resolución del sistema sensor (Chuvieco, 2002).

El concepto de resolución es un poco amplio y se puede abordar mediante:

- Resolución espacial se refiere al objeto más pequeño que puede ser distinguido sobre una imagen espectral; para el caso de los sensores ópticos-electrónicos, el tamaño de la unidad mínima de información incluida en la imagen, se denomina píxel (Gomaraca y Lenchi, 1990; Chuvieco, 2002); los sensores de observación terrestre recogen un rango bastante amplio de la resolución espacial; los enfocados a recursos naturales cuentan con resoluciones entre los 6 x 6 m del sensor pancromático IRS-IC, hasta los 120 x 120 m del canal térmico del Landsat-TM. Por lo general, esta resolución está estrechamente relacionada con la escala del trabajo y con la fiabilidad obtenida en la interpretación (Chuvieco, 2002).
- Resolución espectral indica el número y anchura de las bandas espectrales que puede discriminar el sensor (Verbyla, 1995; Chuvieco, 2002), siendo más idóneo cuanto mayor número de bandas proporcione (multibandas), siempre teniendo en cuenta los fines para los que se creó el sensor.
- Resolución radiométrica se refiere a la sensibilidad del sensor, esto es, a su capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe en los sensores ópticos-electrónicos; la imagen se presenta en formato digital, por lo que esta resolución se identifica con el rango de valores que codifica el sensor, expresado en bits que precisan cada elemento de la imagen para ser almacenado. La mayor parte de los sistemas ofrecen

256 niveles por píxel (8 bits) con excepciones como el NOAA-AVHRR, Ikonos, MODIS y radares como ERS y Radarsat que se encuentran por encima de esta cantidad (Verbyla, 1995; Chuvieco, 2002), el incremento en el rango de valores codificados es de notable ayuda para la interpretación de imágenes, especialmente cuando se realiza un análisis digital ya que la computadora aprovecha todo el rango de valores digitales posibles permitiendo discriminar objetos con niveles muy similares de reflectividad.

- Resolución temporal es la periodicidad con la que adquiere el sensor imágenes de la misma porción de la superficie terrestre (Gomasasca y Lenchi, 1990; Chuvieco, 2002). Como ejemplo encontramos en Landsat una resolución temporal de 16 días (Verbyla, 1995; Chuvieco, 2002).

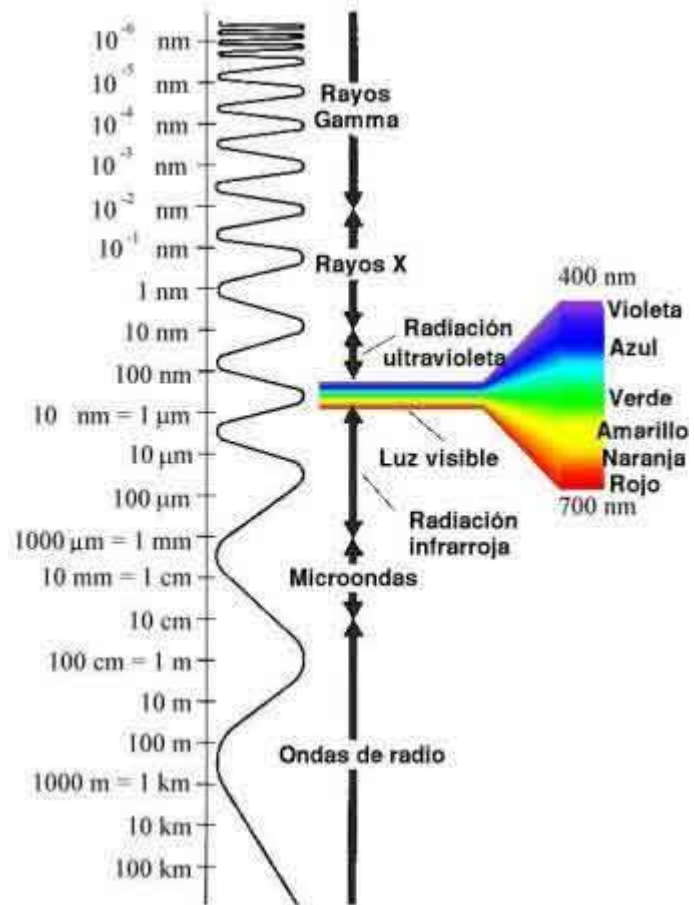


Figura 1. Longitudes de onda del espectro electromagnético.

Cada una de las bandas de una imagen satelital es una matriz numérica formada de varios elementos denominados píxeles a los cuales corresponde un valor numérico de codificación de radiancia, este valor numérico determina el nivel de gris o color con que se presenta cada píxel en el monitor, y se denomina nivel digital (ND) (Chuvienco, 2002).

El formato de grabación de los ND se relaciona con la distribución de archivos en una escena, siendo los formatos más habituales: bandas secuenciales (BSQ) donde los ND de cada banda se disponen uno a continuación del otro hasta completar todos los píxeles que la forman y tras ellos se sitúan los de la siguiente banda.; bandas intercaladas por línea (BIL) en esta los ND se organizan por líneas en lugar de bandas, disponiéndose consecutivamente los correspondientes a todas las bandas, para cada línea, antes de comenzar la línea siguiente (Chuvienco, 2002). En cualquier formato la distribución de los ND en una imagen, puede ser conocida gracias al histograma de frecuencias con que cuenta cada banda.

Para mejorar el análisis visual de una imagen, se le aplican métodos de realce y mejoras visuales, como ajuste de contraste, el cual adapta la resolución radiométrica a la capacidad de visualización del monitor; el realce de contraste el cual hace corresponder el rango de ND presente en la imagen con el total de NV (niveles visuales) posibles; entre los realces más comunes está la expansión lineal, basada en diseñar una tabla de color (CLUT) en la que el ND mínimo y máximo de la imagen tengan asociados un NV de 0 y 255, respectivamente, distribuyendo linealmente el resto entre ambos márgenes, brindando así una distribución más equilibrada de su histograma y el método de ecualización del histograma que da un intervalo mayor de visualización en el monitor a los ND con mayor frecuencia de píxeles (Chuvienco, 2002).

Para obtener información cuantitativa de una imagen satelital, ésta debe someterse tanto a una georreferenciación, como a una corrección geométrica, la primera consiste en dar a cada píxel su localización en un sistema de coordenadas estándar; a través de la corrección orbital que modeliza las fuentes de error y su influencia, siendo necesario conocer con precisión tanto las características de la órbita del satélite como las del sensor; o bien, mediante un enfoque empírico que modeliza la distribución de errores en la imagen utilizando puntos de control, en tanto la corrección geométrica puede llevarse a cabo por métodos no paramétricos como el utilizado en este trabajo donde los parámetros de transformación se deducen de puntos de control, es decir, a partir de

puntos con coordenadas conocidas en el sistema de referencia del terreno y en el sistema de imagen, o por métodos paramétricos, en estos hay una serie de parámetros que intervienen en los diferentes modelos generados, y que se introducen de forma directa proporcionados por sistemas e instrumentación de posicionamiento y navegación auxiliares. (Chuvieco, 2002).

Después de estos procesos, las imágenes pueden considerarse listas para aplicar sobre ellas una clasificación digital, obteniendo una cartografía de las categorías objeto de estudio, convirtiendo la imagen multibanda en otra imagen del mismo tamaño, con la diferencia de que el ND que define cada píxel no tiene relación con la radiancia detectada por el sensor, sino que se trata de una etiqueta que identifica a ese píxel (Chuvieco, 2002).

En la clasificación digital distinguen tres fases:

Primera, la definición digital de las categorías (fase de entrenamiento); segunda, la agrupación de los píxeles de la imagen en una de esas categorías (fase de asignación); y tercera, comprobación y verificación de resultados; durante la fase de entrenamiento se trata de definir con rigor cada categoría que pretendan discriminarse, teniendo en cuenta su propia variabilidad en la zona. Este objetivo se logra seleccionando una muestra de píxeles de la imagen que representen adecuadamente las categorías de interés. La fase de asignación trata de adscribir cada uno de los píxeles de la imagen a una de las clases previamente establecidas, teniendo como fruto una nueva imagen, cuyos ND expresen la categoría temática a la que se han adscrito (Chuvieco, 2002).

Tradicionalmente, los métodos de clasificación se han dividido en dos grupos: supervisado y no supervisado; de acuerdo con la forma en que se obtienen las áreas de entrenamiento (Castillo, 2002; Chuvieco, 2002). El método supervisado parte de un conocimiento previo del terreno, a partir del cual se seleccionan las muestras para cada una de las categorías. Por su parte, el método no supervisado, procede a una búsqueda automática de grupos de valores homogéneos dentro de la imagen, sin implicar ningún conocimiento del área de estudio por parte del usuario, cuya labor será encontrar correspondencias entre esos grupos y las categorías de su interés (Bocco *et al.*, 1991; Chuvieco, 2002); el método no supervisado, utiliza el algoritmo llamado ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) perteneciente al programa ERDAS¹. Este es un

¹ Programa Informático utilizado en el presente trabajo para el tratamiento de las imágenes satelitales.

algoritmo iterativo, donde inicialmente se señalan arbitrariamente los centros de las clases de acuerdo con un número de clases indicadas por el usuario. Los píxeles se asignan al centro más cercano y se vuelven a calcular los nuevos centros. Este proceso se repite hasta alcanzar un número máximo de iteraciones, o hasta que un porcentaje de píxeles queden sin modificar entre dos iteraciones. Este método utiliza la distancia espectral mínima para asignar cada píxel a un centro candidato (Ayala, 2002).

En este algoritmo los parámetros susceptibles de cambio son:

- `ConvergenceThreshold`, que es el porcentaje máximo de píxeles cuyas asignaciones al cluster pueden permanecer inalterados entre dos iteraciones. Puede tomar valores entre 0 y 1.
- `Maximum Iterations`, es el número de veces máximo que Isodata se va a ejecutar.
- `Nclasses`, es el número de clases que se pretende distinguir en el proceso de clasificación.

Finalmente, podemos decir que, el procesamiento de imágenes consiste en manipular los valores de reflectancia en tres etapas relacionadas entre sí: correcciones radiométricas y geométricas, el realce o mejoramiento y la clasificación, sin dejar de lado el preprocesamiento de georreferenciación, proceso de particular importancia dado que las coordenadas son el medio de comunicación con el resto de la información espacial que integra el sistema (Bocco *et al.*, 1991).

El principal insumo para el presente trabajo proviene de imágenes de Landsat TM, por lo que a continuación se detallan algunas de las principales características de dichos sensores; que fueron directamente diseñados para la cartografía temática; su equipo de barrido es multiespectral, cuenta con 100 detectores, reduce su IFOV, aumenta los niveles de codificación en comparación con el Landsat MSS y realiza el barrido en las dos direcciones, permitiendo con esto mejorar la resolución espacial, espectral y radiométrica: de 79 a 30 metros, de 4 a 7 bandas y de 6 a 8 bits. En el Landsat TM cada oscilación del espejo supone 16 líneas de barrido, precisando 16 detectores por banda, salvo la banda térmica que registra una menor resolución (120 m) y sólo requiere cuatro detectores. Los detectores están formados por tubos de silicio, para las bandas 1 a 4, indio-antimonio para las bandas 5 y 7, y mercurio-cadmio-telurio para la banda 6.

1.2 Matriz de Error

Entendida como el elemento que nos permite hacer un cálculo de la certeza de la información presentada en un trabajo, mediante la verificación de puntos GPS tomados en campo con fechas lo más actualizadas posibles respecto a la información que es manejada, de tal forma que puedan ser usados como puntos de comparación frente al mapa elaborado a partir de la imagen clasificada.

La matriz se conforma de tantas columnas y renglones como requiera el trabajo; en las primeras se colocan las clases a comparar provenientes de los datos de campo, mientras en los renglones se colocan las mismas clases correspondientes al mapa elaborado. Posteriormente, se compara la información entre las clases en busca de concordancias y discordancias entre los puntos de campo y los puntos del mapa elaborado, colocando dicha información en las columnas respectivas, en el ejemplo presentado en la tabla 1, apreciamos que una vez realizada la primera comparación, diez zonas de pastizal concuerdan entre los puntos adquiridos en campo y los obtenidos en el mapa elaborado, mientras dos zonas manifiestan inconsistencia, debido a que la zona de pastizal de los puntos de campo corresponden a zonas de acahual en el mapa elaborado; mientras para las zonas de acahual existen 15 concordancias y 5 discordancias, en el caso de la selva mediana se muestran 28 concordancias y 4 discordancias. Finalmente, se suman los resultados de concordancias y/o discordancias de las columnas y los renglones, colocando los totales al final de cada uno.

		Matriz de Error			
		Datos de campo			
		Pastizal	acaahual	selva mediana	total de renglones
	Pastizal	10	3	1	14
Mapa elaborado	Acahual	2	15	3	20
	selva mediana		2	28	30
	total de columnas	12	20	32	64

Tabla 1. Ejemplo de matriz de error.

Con los datos obtenidos en la matriz de error, se tiene la posibilidad de obtener tres diferentes exactitudes:

- a) La del productor, la cual hace referencia a la exactitud que presenta el trabajo realizado para el autor y es obtenida conociendo el número de puntos ubicados en una columna, los cuales corresponden a 100% y la cantidad de puntos pertenecientes a una misma clase, que determinarán el porcentaje de exactitud.
- b) La del usuario, que representa la exactitud que tiene quien ocupa la información; su obtención es similar a la del productor, sólo que, en lugar de usar columnas, usa renglones.
- c) La exactitud total, basada en el número total de puntos que se encuentran en la matriz, los cuales representan 100%, mientras que los puntos que representan la misma clase tanto en columnas como en renglones, serán los que determinen el porcentaje para esta exactitud (véase tabla 2).

	Exactitud del productor	Exactitud del Usuario
Pastizal	83%	71%
Achual	75%	75%
selva mediana	87%	93%

Exactitud total	82%
-----------------	-----

Tabla 2. Tipos de exactitud obtenida de una Matriz de Error.

1.3 Uso y cobertura del suelo; cambio en el uso y la cobertura del suelo.

Existen palabras claves en la transformación de la tierra, las cuales se dividen convenientemente en dos componentes: uso del suelo y cobertura del suelo; el primero denota el empleo humano de la tierra y su cubierta vegetal, entre los que se encuentran el cultivo, el pastoreo, la rotación de tierra, la recreación, la disposición de abrigo y la extracción; en tanto, la cobertura del suelo, denota el estado físico de la tierra, por ejemplo, la cantidad y tipo de vegetación superficial, agua y materiales terrestres (Turner II y Mayer, 1994; Semarnap, 2000). En la actualidad el uso de suelo es uno de los mayores constituyentes de las presiones para los cambios del medio ambiente global (Mendoza y Dirzo, 1999).

El cambio de uso de suelo implica un cambio a un uso diferente, o bien, la intensificación de uno ya existente (Turner II y Mayer, 1994); generalmente relacionado con las actividades socioeconómicas que se desarrollan sobre una cobertura (Anderson *et. al.*, 1976). A nivel nacional

o regional, los cambios en el uso de suelo pueden estar correlacionados con factores como el clima, la topografía, el acceso, la demografía, entre otras condiciones socio-económicas (Castillo *et al.*, 2007). Estos cambios pueden ser positivos provocando cambios en el nivel de ingresos de los pobladores o construcción de nuevas infraestructuras, pero también pueden ser negativos como la pérdida de biodiversidad.

De acuerdo con Masera (1995), el cambio de uso de suelo presenta una dinámica compleja, donde rara vez un terreno forestal es deforestado de una vez y para siempre, comúnmente se verifica un proceso de cambios sucesivos de la cobertura del suelo, que puede iniciar con el aprovechamiento de productos de valor comercial en el bosque original, generando una degradación del recurso mediante el desmonte para convertir el bosque en terreno agrícola o ganadero, donde su posterior abandono puede llevar al crecimiento de vegetación secundaria o la pérdida definitiva del suelo ante la erosión severa (véase figura 2).

Para Rudel (1989), el crecimiento poblacional y los proyectos de infraestructura, inmersos dentro de la expansión económica del mundo, son base para mostrar que es el ser humano y no la propia naturaleza, el que propicia el cambio de uso del suelo y los resultados que conlleva en su magnitud y severidad.

Según Retiere (1991) y Masera *et al.*, (1992) el trópico mexicano tiene un cambio de uso de suelo asociado de la siguiente manera: la ganadería es responsable de 60% de la superficie deforestada, los incendios de 7% a 22% y la agricultura de 10% a 14 %. Aunque existen diferentes formas de lograr evaluaciones en el cambio de uso de suelo, Bocco *et. al.*, (2001) sugiere evaluarlo a partir de la medición de los cambios en la cobertura vegetal y no vegetal del mismo, realizada tradicionalmente mediante percepción remota.

En tanto, el cambio de la cobertura del suelo recae en dos ideas típicas: *la conversión*, que es un cambio de una clase de cobertura del suelo a otra, de pastizales a tierras de cultivo; y *la modificación*, que es un cambio de condición dentro de una cobertura del suelo, tal como un cambio en la composición del bosque (Anderson *et. al.*, 1976; Bocco *et al.*, 2001, Turner II y Meyer, 1994).

Es decir, un solo uso de suelo puede corresponder fácilmente a una sola clase de cobertura, por otro lado, una sola clase de cobertura puede soportar múltiples usos, por ejemplo: una cobertura forestal puede ser usada para, recolección de leña, recreación, preservación de vida silvestre o protección de suelos. Es así como un sólo sistema de uso puede involucrar el mantenimiento de varias coberturas, siendo el cambio de uso de suelo la causa común de algún cambio en la cobertura del suelo, sin embargo, en el caso de la cobertura, ésta puede cambiar a menudo sin que el uso de suelo sea alterado (Turner II y Meyer, 1994).

De un estudio realizado por De Jong *et al.* (2000), referente a los flujos de carbono y patrones de cambio de uso de suelo y cobertura en la selva lacandona, se obtiene el tabla 3, donde aprecia información acerca de los cambios ocurridos en la subregión de Marqués de Comillas entre 1976 y 1996, observando que la modificación de los usos de suelo y su cobertura se incrementaron de 3 a 43%, encontrando en la construcción de caminos y la exploración de petróleo los principales factores influyentes en esta dinámica.

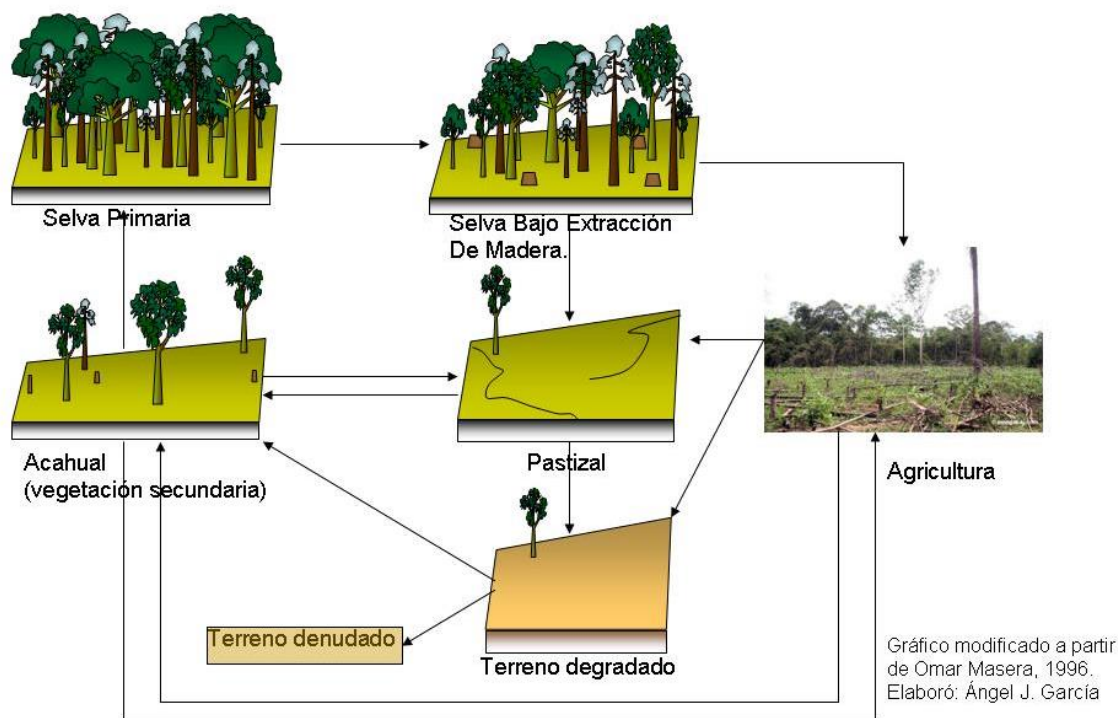


Figura 2. Dinámica de uso del suelo en ambientes selváticos.

1.4 La deforestación.

La deforestación, se define como la pérdida de la cobertura forestal para realizar otros usos de suelo no forestales como agrícolas, ganaderos, asentamientos humanos o infraestructura (Cayuela 2006; FAO, 1990; SARH, 1988; Asner *et. al.* 2005).

Sin embargo, aparte de la deforestación existen otros disturbios forestales importantes como la degradación forestal mencionada por Masera (1996) y Cayuela (2006), que consiste en la modificación de la estructura de los bosques y su composición, mediante la tala comercial o el corte selectivo de especies forestales que empobrece los recursos forestales, sin desmontar completamente el bosque. Este fenómeno no implica un cambio en la cobertura del suelo, es decir, sólo es la pérdida en la calidad del recurso forestal atribuido a la disminución de biomasa potencial.

	Marqués de Comillas	
	Área (ha)	
Clases de uso y cobertura del suelo	1976	1996
Bosque Maduro	194147	114157
% de área total	95%	56%
Bosque secundario	3040	34565
Arbustos secundarios	73	21123
Pastos	1401	30693
Agricultura	2233	2253
% de área total	3%	43%
Cuerpos de Agua	3508	1610
Total	204402	204402

Tabla 3. Patrones de cambio de uso de suelo y cobertura en Marqués de Comillas de 1976 a 1996. (De Jong et al., 2000)

En realidad, la deforestación no es un problema reciente, siempre se ha presentado en todo el planeta y durante mucho tiempo se consideró la máxima expresión del fenómeno civilizatorio, pero hoy es considerada motivo de alarma global, debido a que los recursos naturales están alcanzando su límite para mantener a la población mundial.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1997) y Dixon *et. al.*, (1994) han calculado que la deforestación se produjo a razón de 15.5 millones de hectáreas por año en los países en vías de desarrollo, durante el período de 1980 a 1990 y de 13.7 millones de hectáreas entre 1990 y 1995, pero entre 2000 y 2005, la pérdida neta de superficie forestal fue de 7.3 millones de hectáreas anuales según cifras de la FAO en 2005.

Las causas indirectas de la deforestación son una combinación de factores como: la pobreza, la codicia, la búsqueda de poder, el analfabetismo, el crecimiento demográfico, los problemas de acción colectiva y tecnología inapropiada, así como, las políticas gubernamentales inadecuadas, la necesidad de tierra, la fuerza de los mercados nacionales e internacionales, la subvaloración de los bosques naturales e instituciones gubernamentales débiles (Paz, 1995).

Las causas directas más evidentes son otros usos de suelo que compiten con los bosques naturales, por ejemplo, la agricultura, la ganadería, la exploración petrolera, la minera, la explotación forestal ineficiente, el desarrollo de infraestructuras, la recolección de leña, la producción de carbón, las plantaciones forestales, la corrupción en el sector forestal y los incendios forestales no controlados de naturaleza excepcional (Gómez, 1990; Paz, 1995; Lambin, 1994; Maser, 1996; Barrera, 2001).

Los bosques tropicales son considerados los ecosistemas más ricos del planeta, pero también los de mayor fragilidad (Dirzo *et. al.*, 1992); ocupan de 7% a 10% del planeta, y cerca de 2,000 millones de hectáreas se encuentran en países en vías de desarrollo (Estrada y Coates-Estrada, 1995; Mayaux, 2005; Cayuela, 2006); cifras aproximadas indican que cerca de 45% de los bosques tropicales se encuentran en América Latina, 30% en África y 25% en Asia (Paz, 1995) (Véase figura 3). Estos bosques albergan entre el 50% y el 80% de las especies conocidas (Retiere, 1991; Myers, 1984; Mayaux, 2005; Ehrlich and Wilson, 1991 en Estrada y Coates-Estrada, 1995; Malhi y Phillips, 2004); es decir, son un ecosistema con una alta diversidad biológica respecto al poco espacio que ocupan (CIES, 1986; Dirzo *et. al.*, 1992; P. Mayaux, 2005).

Los bosques tropicales crecen en regiones con precipitaciones pluviales superiores a los 200 cm, generalmente entre los trópicos; su principal diferencia con el bosque templado es la gran abundancia de diferentes clases de árboles sin que exista dominancia de una de ellas (Estrada y Coates-Estrada, 1995; Vázquez y Orozco, 1992); estos bosques son un ecosistema que ayuda a mantener diversos factores ambientales de manera estable, protegen los suelos, regulan el ciclo

hidrológico e influyen en la estabilización del clima mundial; por el papel que juegan en la captación de carbono, la disminución de los niveles de gases de invernadero en la atmósfera, el mantenimiento de los niveles de humedad atmosférica, la reposición de oxígeno al aire, el manejo de recursos hídricos, además proveen una amplia gama de productos maderables y no maderables y fungen como bancos de germoplasma (Hughes *et al.*, 2000; Gómez, 1990; Masera, 1995; Bocco *et al.*, 2001; Arnold y Ruiz, 2001).

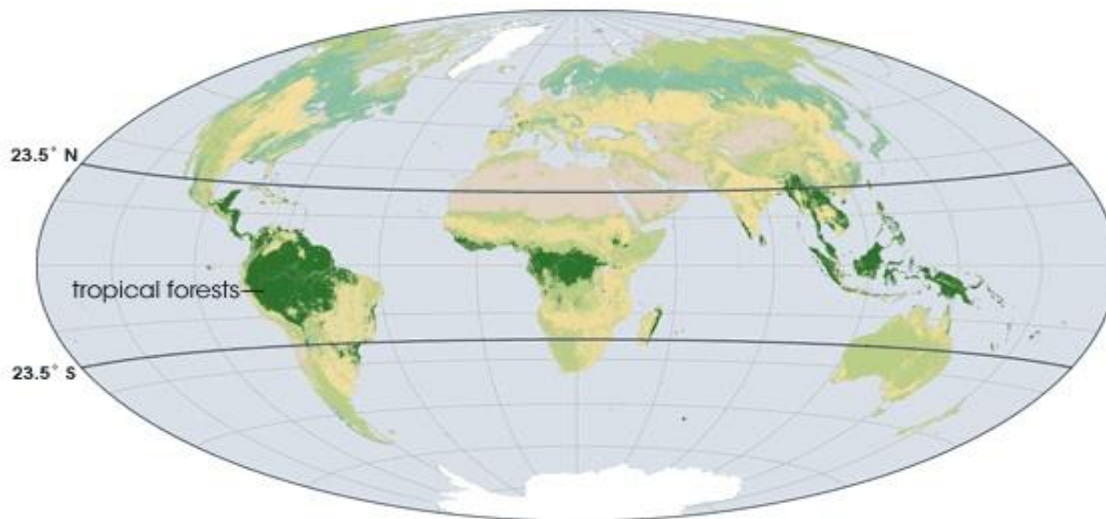


Figura 3. Distribución del bosque tropical en el mundo. (Paz, 1995)

México tiene la representación más septentrional de bosque tropical lluvioso (Vázquez y Orozco, 1992; Pennington y Sarukhán, 1968; Dirzo y Miranda, 1991), el cual presenta dos variantes: la selva alta perennifolia y la selva alta-mediana subperennifolia; ambos tipos de vegetación originalmente ocupaban áreas desde la península de Yucatán y el Istmo de Tehuantepec hasta Guatemala; comprendiendo 110,000 km² de extensión, equivalente a 6% de la superficie total del país; sin embargo, este ecosistema ha sido objeto de un intenso y extenso proceso de destrucción, resultado de la puesta en marcha de sistemas de manejo forestal, agropecuario y de colonización, tendientes a la eliminación total de las selvas y de su enorme diversidad biológica (Gómez, 1990; Vázquez y Orozco, 1992).

Este problema se ha acentuado debido al rápido crecimiento poblacional en las entidades del sur del país, que ha llevado a la pérdida de 80% a 90% de la extensión original de los bosques

tropicales, quedando menos de un millón de hectáreas (Estrada y Coates-Estrada, 1988, en Estrada y Coates-Estrada, 1995; CIES, 1986; Vázquez y Orozco, 1992). Se estima que en 1995 la pérdida anual de selvas alcanzó entre 189,000 y 501,000 ha/año, que corresponde a tasas de deforestación entre 0.8% y 2% anual (Masera O. 1996; Masera *et al.*, 1997 en Mendoza y Dirzo, 1999), cuyas principales causas en el caso mexicano son: la conversión de bosques a tierras de cultivo o ranchos ganaderos, frecuentemente impulsados por iniciativas gubernamentales y la extracción sin control de madera (De Jong *et al.*, 2000), aunque pueden variar significativamente entre regiones (Castillo *et al.*, 2007).

De acuerdo con la FAO (1996) los cambios en la cobertura del bosque tropical en los años 80s, para el caso latinoamericano estuvo dirigida por operaciones planeadas centralmente, tales como la creación de nuevos establecimientos humanos, ranchos ganaderos y proyectos de hidroeléctricas; en tanto a nivel local, se observan variaciones en tierras ya pobladas y donde existen todavía grandes áreas baldías, allí la deforestación comúnmente ocurre en forma gradual a manera que se expanden las áreas agrícolas o, bien, en donde la población es escasa y los asentamientos humanos están esparcidos, la tasa de deforestación puede depender más de la accesibilidad a las áreas forestales a través de la construcción de caminos (Castillo *et al.*, 2007).

La Selva Lacandona constituye uno de los últimos reductos de los bosques tropicales en México y se encuentra en peligro de desaparecer debido a la gran deforestación asociada a la progresiva explotación de sus recursos, la colonización masiva y otros procesos asociados a programas de desarrollo inducidos por el gobierno (De Jong, 2000), especialmente en la segunda mitad del siglo XX, los cuales provocaron la pérdida de dos terceras partes de la vegetación original de esta selva, con una superficie estimada en 1.4 millones de hectáreas. De acuerdo con Castillo *et al.* (2002), la zona denominada “selva lowlands” la cual se extiende sobre la selva lacandona e incluye Marqués de Comillas, presenta una pérdida de 379,000 ha de bosque tropical, representando una tasa de deforestación de 1.6% por año. Pero si se excluye la parte correspondiente a la Reserva de la Biosfera de Montes Azules, la tasa de deforestación se eleva a 2.1% por año.

Pero ¿Cómo se puede estimar la deforestación? Masera (1996) menciona que una de las formas para estimar las tasas de deforestación, es determinando la dinámica del cambio de uso del suelo, a través de mediciones sucesivas sobre las mismas áreas, cuantificando la superficie dedicada a los diferentes usos de suelo en intervalos de tiempo sucesivos, para poder determinar los cambios

que sufre la cubierta forestal y la evolución de los diferentes usos alternativos del suelo (agricultura, ganadería, entre otros), este proceso se conoce también como matrices de transición y permite entender la dinámica del uso del suelo a nivel regional (por ejemplo; cuánto terreno forestal se convirtió en agrícola, cuánto agrícola en vegetación secundaria, etcétera)².

1.5 Principales tipos de vegetación en la zona de estudio.

Los principales tipos de vegetación de la subregión de estudio son selvas altas que responden al tipo de clima y medianas perennifolias, que responden al clímax edáfico (Mauricio *et al.*, 1984), algunas áreas de selva baja subperennifolia, vegetación inundable y vegetación secundaria (acahuales), todo ello debido a la alta pluviosidad y temperatura, así como a los suelos fértiles en su horizonte superior.

Entiéndase por tipos de vegetación a unidades fitogeográficas amplias de tipo ecológico–fisonómico. En México, el antecedente más remoto acerca del uso de la composición florística para diferenciar unidades de vegetación a nivel regional, es el trabajo geobotánico del Valle del Mezquital, Hidalgo realizado por Bravo (1937); otros trabajos importantes son el realizado por Rzedowski en 1978 “Vegetación de México”; donde se distinguen diez asociaciones distintas de vegetación y el realizado por Miranda y Hernández en 1963 titulado “Los tipos de vegetación de México y su clasificación” donde se reconocen 32 tipos de vegetación, o el trabajo titulado “Comunidades Vegetales Terrestres” de González y N. Ramírez (2003), basado en las comunidades vegetales terrestres de Chiapas reconocidas en el sistema propuesto por Breedlove en 1981.

1.5.1 Selva alta:

También conocida como bosque tropical lluvioso (González y N. Ramírez, 2003), bosque tropical perennifolio (parcialmente) (Rzedowski, 1978), o selva alta perennifolia (parcialmente) (Miranda y Hernández, 1963), desarrollado comúnmente entre los 0 y los 1000 m, aunque en algunas partes de Chiapas asciende hasta los 1500 msnm. El clima es cálido con lluvias todo el año Af y cálido

² Es importante señalar que estos análisis no nos permiten trazar la evolución de los cambios de uso de suelo a nivel de parcelas individuales.

con época seca corta Aw, su temperatura media anual no es inferior a los 20°C, con precipitaciones mayores a 1,200 mm. En condiciones de bosque maduro sería posible distinguir quizá entre 110 o 120 especies de árboles por hectárea, reconociéndose tres o cuatro estratos, el superior discontinuo con árboles rectos emergentes, poco ramificados hasta su parte más alta y con contrafuertes en su base que típicamente rebasan los cuarenta metros hasta sesenta, el estrato intermedio tiene arboles ramificados de veinte a cuarenta metros y el tercer estrato va de diez a veinte metros, su piso forestal es poco iluminado y son escasas las especies herbáceas y arbustivas. La mayor parte de sus árboles renuevan hojas antes de que las anteriores caigan. (González y N. Ramírez, 2003 Miranda y Hernández, 1963; Miranda, 1975; Rzedowski, 1978).

En la selva es común la presencia de bejucos, que son plantas trepadoras cuyas raíces cortas penetran en las grietas de la corteza de los árboles donde su tallo va creciendo; otras se extienden mediante raíces aéreas, que permanecen colgantes y son capaces de absorber la humedad del aire, en tanto llegan al suelo. Algunos tallos de los bejucos crecen rodeando en forma de espiral el tronco del árbol, de manera que impiden su crecimiento en el grosor (Miranda, 1975; Rzedowski, 1978).

Sobre los árboles de la selva viven muchas especies de epífitas: herbáceas como las orquídeas y bromelias o arbustivas y arbóreas, que son árboles que viven sobre otros árboles. Otras especies que también forman parte de la selva alta son: la caoba, el cedro, el chicozapote, los amates, el chicha, el canshán, el guayacán de montaña, el marquesote, el palo asta, etcétera; la mayor parte de ellos tienen flores pequeñas y poco vistosas,

1.5.2 Selva Mediana:

Mencionada como selva alta perennifolia (parcialmente) por Miranda y Hernández, 1963, como bosque tropical perennifolio (parcialmente) por Rzedowski, 1978 y como bosque tropical lluvioso de montaña baja por González y N. Ramírez, 2003. Es el tipo de vegetación más ampliamente distribuido en las partes bajas de las regiones montañosas (de 300 a 800 msnm) de Chiapas que no tienen una estación seca o que esta es muy corta (menor a 2 o 3 meses). Se encuentra en una gran variedad de geoformas, desde lomeríos suaves con suelos profundos y bien drenados hasta pendientes muy acentuadas con suelos pedregosos muy delgados. Este tipo de vegetación comparte

muchas de las especies con el bosque tropical lluvioso, pero carece del estrato superior de árboles emergentes. Se identifican tres estratos: el dosel superior casi continuo que va desde los veinte hasta los cuarenta y cinco metros de altura. A su interior pueden estar presentes densas poblaciones de palmas, arbustos, bejucos, y las lianas asociadas a aperturas del dosel.

La selva mediana muestra afinidad a lugares donde las nieblas son casi constantes aun en las noches más despejadas, pero las heladas casi no se presentan, y hay ocurrencia de lluvias o lloviznas durante cualquier época del año, presentando una precipitación anual de 2,000 mm (Miranda, 1975); la temperatura media anual es mayor de 20 °C, y la diferencia entre los meses más calientes y fríos frecuentemente es menor a 5 °C (Rzedowski, 1978). No muestra preferencia a un sustrato geológico definido, aunque a menudo se observa en terrenos cársticos (García y Lugo, 1992). La época de floración de la mayor parte de sus árboles coincide con la estación seca del año.

1.5.3 Selva Inundable:

Durante el presente trabajo este término es utilizado para definir áreas de selva mediana subcaducifolia entendida como aquella donde los árboles pierden alrededor del 50 al 75% de sus hojas durante la época más seca y pero que permanecen la mayor parte del tiempo bajo la influencia de inundaciones, las cuales no le permiten un óptimo desarrollo.

1.5.4 Selva Baja Decidua:

También conocido como selva baja caducifolia (González y N. Ramírez, 2003) es una formación que presenta una estación seca de entre cuatro y seis meses de duración y alcanza hasta los 1200 m de altitud. Se puede reconocer un estrato arbóreo de entre quince y veinte metros de altura (Miranda, 1975; Rzedowski 1978; Breedlove, 1981; García y Lugo, 1992); los árboles y arbustos que la constituyen generalmente permanecen desnudos de follaje (Breedlove, 1981), siendo en el mes de enero cuando la mayor parte carece de hojas, mostrando un paisaje desolado que se torna verde de nueva cuenta hacia los meses de mayo y junio. El diámetro de los troncos por lo general no sobrepasa los 50 cm, son retorcidos y ramifican a corta altura, muchas especies tienen cortezas

de colores llamativos y superficies brillantes; además, cuando la temperatura alcanza sus valores máximos anuales, muchas especies leñosas se cubren de flores (Rzedowski, 1978).

Estas selvas por lo regular cubren las laderas de los cerros o terrenos casi planos, con suelos francamente rocosos o muy someros (Miranda, 1975; Rzedowski, 1978); se encuentran en zonas donde la cantidad de lluvia anual es inferior a los 1,200 mm (Miranda, 1975; Rzedowski, 1978), y la temperatura media anual es de 20 a 29°C (Rzedowski, 1978).

Este tipo de vegetación se ve frecuentemente afectada por incendios naturales e inducidos (Miranda, 1975). En situaciones de poca perturbación el estrato herbáceo está poco desarrollado y no es raro que falte por completo; las trepadoras y las epifitas son en general escasas (Breedlove, 1981 y Miranda, 1975), pero se pueden encontrar cactáceas columnares y candelabrifformes presentes en las fases más secas de este bosque, así como arbustos con hojas concentradas en rosetas (Rzedowski, 1978). Este tipo de selva también es conocida por Rzedowski como bosque tropical caducifolio.

1.5.5 Vegetación de zonas inundables:

Este término es usado a lo largo del presente trabajo para expresar áreas de vegetación formada por elementos propios de palmar, popal o tular.

Los palmares son agrupaciones densas de palmas altas, por lo general de una misma especie, con vegetación inferior e intermedia de pastizales; son típicos de suelos profundos inundados temporalmente, teniendo presencia a lo largo de planicies aluviales; algunas palmas como el corozo, pueden alcanzar hasta veinte metros de altura con hojas de siete metros de largo (Gómez Pompa, 1978; Breedlove, 1981; Miranda, 1975). En su mayoría están ligados a la selva alta, mediana perennifolia y subperennifolia (Pennington y Sarukhán, 1968).

El popal es descrito por Miranda (1958), como una comunidad vegetal que habita grandes superficies pantanosas o de agua dulce permanentemente estancada de .05 a 2 metros de profundidad; se encuentra principalmente en llanuras aluviales, prácticamente sin declive, atravesada por caudalosos ríos, cuyos cauces se encuentran a mayores elevaciones que la llanura

misma y la llenan de agua por medio de filtraciones e inundaciones; corresponde a temperaturas medias anuales superiores a 25 °C, ausencia de heladas, precipitación media anual superior a 1,500 mm y con humedad atmosférica alta. El popal está formado por plantas herbáceas de uno a tres metros de alto, con hojas anchas de color verde claro que sobresalen del agua constituyendo una masa muy densa dejando ver apenas el pantano escondido debajo.

El tular es una comunidad de plantas acuáticas, con fisonomía dada por monocotiledóneas de uno a tres metros de alto, de hojas angostas, o bien, carentes de órganos foliares. Estos vegetales son acarreados en el fondo poco profundo de los cuerpos de agua con corriente lenta y estacionaria, tanto dulce como salobre; forman masas densas que cubren a veces importantes superficies pantanosas, canales o remansos de ríos, sin presentar un clima específico (Rzedowski, 1978; Breedlove, 1981).

1.5.6 Pastizales:

Para Rzedowski, los pastizales en forma natural presentan una cubierta vegetal dominada por gramíneas, motivo por el cual pueden estar enmarcados dentro de los zacatales que menciona Miranda (1975). Estas áreas son de gran importancia ya que constituyen el medio más adecuado para la alimentación del ganado bovino y equino; la mayoría de los pastizales naturales se presentan en áreas con climas áridos y semiáridos, aunque también se presentan en las orillas de las lagunas que en época de secas permanecen sin agua.

Los climas húmedos y subhúmedos, presentan pastizales producidos por el hombre los cuales tienen como fin el aprovechamiento ganadero. En éstos, dominan las gramíneas artificiales producidas mediante el pisoteo de los animales y, por lo general, corresponden a una fase de la sucesión de comunidades, cuya marcha es detenida a menudo por el pastoreo intenso y/o los fuegos periódicos; de esta forma, el pastizal se mantiene como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, se establece y perdura por el efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de la tala, incendios, pastoreo o cambios producidos en las propiedades del suelo. La mayoría de las veces estos pastizales se ven en las cercanías de los poblados y su cubierta herbácea no pasa una

altura media de 5 cm. algunas de las especies presentes son *Olyra latifolia* L. (herbacea; 0.8-3 m de alto), *Ichnanthus nemorosus* (Sw.) Döll (herbácea, anual o perenne, tallos 30-60 cm de largo). Estos pastizales por lo general, son resultado de un sistema agrícola semi-nomáda, desmonte, incendio, siembra y abandono, repitiéndose el mismo proceso una y otra vez, afectando enormes extensiones de terreno en los que desaparece el bosque clímax.

1.5.7 Acahuales:

Son todos los matorrales altos o bosques bajos, que se forman después de la tala en el proceso de regeneración de la selva (Miranda, 1975; De la Cruz, 2005³). De acuerdo con Rzedowski (1978), este tipo de vegetación forma parte de la llamada vegetación secundaria, la cual incluye comunidades naturales de plantas, establecidas como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria, realizada directamente por el hombre. Este tipo de comunidades tiende a desaparecer y da paso a una sucesión, tendiendo nuevamente a la comunidad clímax, aunque puede mantenerse también indefinidamente como tal si persisten los disturbios. Áreas de este tipo de vegetación son ya considerables y van en constante aumento en las regiones de clima cálido húmedo y semi-húmedo. Desde el punto fisonómico se distinguen tres comunidades principales: pastizales secundarios, matorrales y bosques secundarios. Los pastizales secundarios generalmente se encuentran detenidos en esta etapa de sucesión, debido al fuego y al pastoreo. En muchos matorrales, prevalecen arbustos que resultan favorecidos por el fuego, pues son capaces de retoñar rápidamente después de un incendio. En zonas cálido- húmedas la duración de un matorral es corta.

1.6 Antecedentes históricos.

En 1905, el Gobierno del General Díaz decide otorgar a Claudio López Bru, el Marqués de Comillas, parte del territorio ubicado entre los ríos Chajul, Lacantum, Usumacinta y Chixoy con una superficie de 198,874 hectáreas, siendo conocida esta zona a partir de entonces con el nombre de Marqués de Comillas y declarada en 1955 territorio nacional, (Semarnap, 1997a) siendo la última región de la selva en colonizarse (Diario Oficial, 2000).

³ En su definición textual expresa lo siguiente: la vegetación secundaria (acahuales) ocupa desde comunidades herbáceas hasta arbóreas que son el resultado de las actividades agrícolas bajo el sistema de roza, tumba y quema.

Marqués de Comillas ha tenido varias etapas de migración, destacando tres. La primera registra los asentamientos humanos de la época prehispánica, alrededor del año 800 a. c. relacionada con la población maya preclásica (Mariaca, 2003; Esquivel, 2005). La segunda aparece en la segunda mitad del siglo XIX, cuando se establecen en la selva una serie de monterías propiedad de exportadores tabasqueños y alemanes, quienes no deseaban establecer asentamientos en la zona y sólo se dedicaron a explotar el cedro y caoba hasta 1910 (Loaiza, 1998; Mariaca, 2003; De la Cruz, 2005).

Durante sesenta años esta región se vio abandonada, manteniéndose sin grandes impactos, no fue hasta finales de 1973 y principios de 1974, cuando comienza una tercera etapa de ocupación, que abrió paso a la actual conformación espacial en la región (Pemex, 1986; Lobato, 1979; González, 1983 en Arizpe *et al.*, 1993; González, 1990; Semarnap, 1997; Diario Oficial, 2000; Mariaca, 2003; Semarnap, 2000), motivada por el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización (DAAC), el cual expropió por motivos de interés público 590,164 ha de selva para establecer colonias agropecuarias (Arizpe *et al.*, 1993), así el gobierno mexicano fijó su atención en Marqués de Comillas por tres causas principales: 1) La necesidad de ampliar la frontera agrícola, impulsando la producción de alimentos básicos para el mercado interno y buscando aliviar las presiones agrarias, 2) La probable existencia de petróleo en el subsuelo y 3) La presión estadounidense para poblar esta faja de frontera con Guatemala (González, 1990; Espino, 1988; Arizpe *et al.*, 1993; Pemex, 1986; De Jong *et al.*, 2000). En esta década el gobierno federal y estatal por medio de nacional financiera crean la Compañía Forestal de la Lacandona S. A. (Cofolasa) y Triplay de Palenque S. A. (Triosa) quienes aprovecharon gran parte de los árboles maderables (Pemex, 1986; Gómez, 1992; Arizpe *et al.*, 1993), para 1976 esta región contaba con una población de 1400 personas (Vela, 1993), principalmente campesinos sin tierra de Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Michoacán y Puebla (Mauricio, 1984; Espino *et al.*, 1988; Loaiza, 1998; Arizpe *et al.*, 1993; Mariaca, 2003; Esquivel, 2005) los cuales buscaron establecerse en las orillas de los ríos Lacantún y Chixoy (Semarnap, 1997).

La región enfrentó entonces diversos problemas como: falta de vías de comunicación (la carretera fronteriza del sur quedó inconclusa), falta de condiciones para establecer los cultivos que acostumbraban (maíz, frijol y chile jalapeño de manera mecanizada) (Arizpe *et al.*, 1993). En contrapartida encontraron incentivos como: dotación de 50 hectáreas por ejidatario, créditos

ganaderos hasta 1989, año en que se estableció una veda forestal (Arizpe *et al.*, 1993, Harvey, 1998), mercado seguro para la compra de madera de desmonte, de lo cual algunas personas sacaron gran provecho al desmontar totalmente sus dotaciones para la venta de madera y posteriormente vendieron sus derechos ejidales.

En 1978, en un intento por proteger parte de la selva, se crea la Reserva de la Biosfera Montes Azules, mediante decreto presidencial publicado en el diario oficial de la federación el 12 de enero de 1978 (Vázquez y Ramos, 1992; Gutiérrez, 1995; Saldívar A, 1998; Diario Oficial, 2000), por lo que muchas comunidades se establecieron en la zona de Marqués de Comillas (De Vos, 1992; Saldívar, 1998), área propuesta, por la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue) como zona de amortiguamiento, la cual no es reconocida como tal, a pesar de que autores como De Jong *et al.*, (2002) la muestran así en sus estudios de la selva lacandona. En 1982 Marqués de Comillas contaba ya con 19 nuevos centros de población ejidal y se encontraba repartida más de la mitad del área.

Entre 1982 y 1984, cerca de 46,000 refugiados guatemaltecos, llegaron huyendo de la guerra civil que presentaba su nación y se distribuyeron en 126 campamentos, promoviéndose la colonización de las regiones sur y oriente de Marqués de Comillas (Arizpe *et al.*, 1993; Casco, 1990; Kauffer 1997; Vázquez *et al.*, 1992; Semarnap, 1997; Pasescop-Sedue, 1992; Diario oficial, 2000), dando así una nueva configuración a la frontera (Arizpe *et al.*, 1993).

Durante estos años, Pemex fue autorizado para iniciar trabajos de perforación colocando por lo menos 20 pozos en la zona (Vázquez y Ramos, 1992; Mariaca, 2003), apoyado en un convenio entre el gobierno del estado de Chiapas, Pemex y SAHOP para construir una carretera fronteriza de 447 km, que uniría a los lagos de Montebello con Palenque (Pemex, 1986). Esto atrajo población de diferentes partes del país, originando una composición heterogénea con diferencias sociales, económicas y culturales muy marcadas (Fuentes y Soto, 1992). La perforación de pozos provocó la construcción de nuevos caminos en varias localidades, la colonización de terrenos inhabitados, el aumento del tráfico de especies y la explotación forestal (Pemex, 1986; Casco, 1990; Mariaca, 2003).

Entre 1983 y 1986, durante el sexenio de Miguel de la Madrid, se creó la política de desarrollo rural integral, la cual intentó fortalecer regiones y estados, en busca de un equilibrio territorial nacional. Esta política se orientó a transformar las condiciones que obstaculizaban el desarrollo de las actividades primarias en el sureste (Mauricio *et al.*, 1985). En Marqués de Comillas, intervino a través de acciones: la concentración de población, para dotarla de servicios públicos básicos, creación de reservas territoriales alrededor de núcleos poblacionales, ampliación de la base productiva e infraestructura de comunicaciones y transportes, preservación de recursos naturales y regularización la tenencia de la tierra (Espino *et al.*, 1988).

En 1983, el gobierno estatal promueve el plan Chiapas, canalizando recursos a Marqués de Comillas, desde 1983 hasta 1986, teniendo como principal beneficiaria a la Unión de Ejidos Julio Sabinés con el 75% del apoyo (Espino *et al.*, 1988), entre 1985 y 1995 el presupuesto asignado a Marqués de Comillas creció, pero mucho este recurso se planeó y ejecutó mal, de forma tal que los ejidatarios cayeron en cartera vencida (Mariaca, 2002). Es importante mencionar que por medio de este plan se construyeron la mayoría de los caminos en la región (Castillo *et al.*, 2007).

Durante 1984, la Subdirección de Planeación y Coordinación de Petróleos Mexicanos, a través de la Gerencia de Apoyo Regional, elaboró a petición de la Sedue, un plan maestro que entregó en 1985, el cual buscaba lograr el desarrollo y preservación de la Selva Lacandona. Este plan fórmula la necesidad de contar con diagnósticos específicos de cada una de las acciones que se desarrollarían en la zona (González, 1990; Pemex, 1986).

En 1985, después de la erupción del volcán Chichonal, una parte importante de campesinos zoques fueron reubicados en Marqués de Comillas (Pasecop-Sedue, 1992). Posteriormente en 1986, por iniciativa de la Secretaría de la Reforma Agraria se constituyó la Unión de Ejidos Fronteriza Sur, con 7 ejidos miembros: Roberto Barrios, Nuevo Chihuahua, Quetzalcoátl, Nuevo Veracruz, Nuevo Orizaba, Nuevo Paraíso y San José La Unión (Pasecop-Sedue, 1992), como respuesta a la desviación de recursos de la unión Julio Sabinés hacia los ejidos de sus dirigentes (Mariaca, 2002); este mismo año la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR) del Estado y la SARH, promovieron cultivos y viveros para la producción de cacao, canela, hule, cardamomo, clavo, palma africana, azafrán, achiote, frutales, chicozapote y chile jalapeño, (Pemex, 1986; Espino *et al.*, 1988; Gutiérrez *et al.*, 1995; Saldivar, 1998; Mariaca, 2002; De la Cruz, 2005), pero los programas de

producción de cacao, cardamomo, hule y palma africana fracasaron, debido a condiciones ambientales no adecuadas para estos cultivos, a la falta de asesoría técnica, infraestructura y mercado, así como a las redes de intermediarios que imponen un precio muy bajo al producto (Espino *et al.*, 1988, Vázquez *et al.*, 1992, Pasecop-Sedue, 1992, Saldivar, 1998).

En 1987 se intentó detener la colonización de la selva, creándose la Comisión Intersecretarial para la Protección de la Selva Lacandona, cuyo objetivo fue ser un órgano de coordinación para promover el aprovechamiento racional y la preservación de los recursos naturales (Arizpe *et al.*, 1993). Por parte de Sedue y SARH se aplicaron restricciones a créditos para desmonte o compra de ganado (González, 1990; Vázquez *et al.*, 1992). Sin embargo, los proyectos de ordenamiento territorial propuestos, fracasaron por la mala interpretación de los criterios de conservación de las autoridades institucionales y la voracidad de los madereros en la extracción de maderas preciosas, dejando selvas degradadas y con poco valor comercial (González, 1990; memoria del programa de manejo forestal, 1996; Gómez, 1992). Rescatándose, la agrupación de los suelos de la subregión como paisajes tipo: forestal (áreas frágiles con poca estabilidad en el tiempo), de estabilidad condicionada (zonas con una combinación de actividades antropogénicas y naturales, que se convertirán en zonas de aprovechamiento agrícola y forestal), y antroponaturales (donde se localizan actividades agropecuarias) (Semarnap *et al.*, 1997 en Arreola, 1999).

Para 1990, la región reporta según el censo de población y vivienda 15,111 habitantes, establecidos en 39 comunidades, con la mayor población en Benemérito de las Américas y Zamora Pico de Oro. En tanto, la Secretaría de Desarrollo Rural y Ecología otorgó permisos provisionales para el aprovechamiento de madera, por lo que la organización Julio Sabines, sacó madera muerta y explotó madera viva en forma clandestina, además se comenzó a practicar el tráfico ilegal de animales, plantas y enervantes (Mariaca, 2003). Durante ese año se dieron dos encuentros campesinos, donde se definieron alternativas de solución y responsabilidades compartidas con los gobiernos estatales y federales en el inicio de un Plan Regional de Desarrollo (Semarnap, 1997).

Para 1991 en Marqués de Comillas, los cultivos de mayor importancia fueron: maíz, chile, frijol, frutales, arroz, cacao, café y yuca (Pasecop-Sedue, 1992), mientras las actividades pecuarias, ocuparon los espacios que quedan libres luego del cultivo de productos básicos o, bien, terrenos que habían sido desmontados anteriormente. En algunos de los ejidos se cuenta con gran superficie

de pastizales y poco ganado, y sus pobladores siguen en espera del regreso de créditos y apoyo a la ganadería, que les fueron retirados en 1989, por lo que siguen incorporando pastizales a sus propiedades (Pasecop-Sedue, 1992; Semarnap, 1997); en este año surge el denominado Movimiento Campesino Regional Independiente (Mocri), como respuesta a los problemas originados por la prohibición de la extracción de cedro y caoba que tensó la relación entre campesinos y el gobierno estatal (Esquivel, 2005; Mariaca, 2003).

En esta subregión los aprovechamientos forestales se han dirigido hacia la extracción de maderas preciosas, frecuentemente realizada sin control; sin que esto signifique que sus pobladores no estén dispuestos a asumir compromisos en materia forestal, a través de convenios donde se elaboren planes de manejo para aprovechamiento forestal, se promuevan viveros para reforestación, se de mantenimiento a áreas boscosas, a cambio de créditos para la agricultura y la ganadería. Bajo este marco, la Semarnap buscó impulsar la operación de un Plan Piloto para el Desarrollo Forestal en 8 comunidades de la región, teniendo como objetivos normar, orientar e impulsar el manejo sustentable de los recursos naturales (Semarnap, 1997; Loaiza, 1998).

La SARH, a finales de 1993, expidió autorización para realizar aprovechamientos forestales de arbolado muerto en pie o derribado por el viento; sin embargo, en 1994 los ejidatarios aprovecharon para extraer especies vivas de caoba (Harvey, 1998). Finalmente, se acordó el impulso a un Plan Piloto para el Desarrollo Forestal y Agroforestal en Marqués de Comillas, promovido por la Semarnap (Semarnap, 1997), el cual pretendió un aprovechamiento maderable racional a través de un alto grado de participación ciudadana (Esquivel, 2005); este plan piloto se elaboró a partir de la experiencia del Plan Piloto Forestal de Quintana Roo (Saldivar, 1998), seleccionando las comunidades de trabajo con base en su disposición, actitud favorable hacia la conservación de los recursos naturales, así como, por contar con importantes superficies de selva (Semarnap, 1997). El principal logro de este plan fue la restauración de la confianza y aceptación de las acciones institucionales por parte de los ejidos y comunidades locales, constituyéndose en el punto de partida para estructurar e impulsar un programa de desarrollo subregional que contemplara acciones en otros sectores productivos y promoviera nuevas fuentes de empleo (Semarnap, 1997).

En 1994, la Secretaría de Desarrollo Social realizó actividades en Marqués de Comillas, estudiando tres sectores productivos; el forestal, con gran presión social para su aprovechamiento a pesar de las restricciones decretadas, en este sector se detectaron tres tipos de comunidades, primero, las dispuestas a tener un aprovechamiento forestal sustentable, segundo, las que establecen viveros y se comprometen a reforestar, y tercero, las que de forma radical asumen que la masa forestal les pertenece; el sector pecuario, manifiesta alto interés en la ganadería especialmente bovina; mientras, el sector agrícola se presenta como complemento de la actividad ganadera, destacando las comunidades ubicadas en las riberas del río Lacantún (Semarnap, 1997). En este mismo año se reanuda la construcción de la carretera fronteriza, que había quedado inconclusa con la salida de Pemex de la zona (Loaiza, 1998), y cuya construcción quedó en manos de la Secretaría de la Defensa Nacional y la de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (Mariaca, 2003).

De acuerdo con la Semarnap en 1995 la expansión ganadera se vio frenada por la ruptura de los apoyos institucionales y la veda forestal. Sin embargo, el crecimiento de áreas para ganadería vacuna, persistió, aunque de manera lenta con recursos de los propios productores, presentando una tendencia expansiva y extensiva, con un coeficiente de agostadero de 0.5-1 cabezas de ganado por hectárea (Pemex, 1986; Gutiérrez y Herrera, 1995; Idesmac, 1995). Estimaciones del INEGI informan para este año la existencia de 14,911 habitantes, localizados en 37 comunidades.

En 1996 el Programa de Manejo Forestal se llevó a cabo en seis ejidos, incorporando un sistema silvícola a través del cual se conseguiría un uso más intensivo del bosque natural sin alterar su composición ni distribución, utilizando las áreas de vegetación secundaria (acahuales) para plantaciones agroforestales con viabilidad comercial y el ordenamiento de las selvas (Saldivar, 1998), pretendiendo incrementar la existencia y volumen de las especies comerciales mediante el tratamiento silvícola y la reforestación.

Hasta ahora hemos observado cómo los esfuerzos institucionales no han sido suficientes, ni eficientes en la conservación de la biodiversidad, bajo las problemáticas sociales y ambientales de Marqués de Comillas. A pesar de esto, en 1997 la Semarnap, creó el Programa de Desarrollo Rural Sustentable en la subregión de Marqués de Comillas, basado en la participación de la población local, los recursos humanos, materiales y naturales de la región, la búsqueda de intensificación en la producción agropecuaria, así como la diversificación del aprovechamiento de los recursos

naturales, la elaboración de un modelo de ordenamiento ecológico, acciones educativas, asesorías, capacitación de la población y mayor contacto entre las instituciones y la población local.

Este programa tuvo como parte esencial cuatro políticas de ordenamiento: preservación referente a áreas naturales protegidas; conservación entendida como zonas de amortiguamiento, aprovechamiento donde destaca el manejo y enriquecimiento de acahuales; prácticas agroforestales en plantaciones, agricultura orgánica de autoconsumo, agricultura intensiva comercial, agrosilvopastoril de manejo integral y reconversión de la actividad ganadera; y restauración de áreas con erosión, áreas quemadas, áreas con pastizales.

En julio de 1999, se publicó en el Periódico Oficial el decreto mediante el cual se crean siete nuevos municipios en el estado de Chiapas, entre los que se encuentran Benemérito de las Américas con una superficie de 979.2 km² y 14,581 habitantes en catorce comunidades, y Marqués de Comillas, con una superficie de 932.61 km² y 8,693 habitantes en veinticuatro comunidades. Estos dos municipios comparten una historia común, su remunicipalización se desprende de la lejanía con su cabecera municipal y del abandono en la implementación de obras y servicios (Gobierno del estado de Chiapas, 1999; Burguete y Leiva, 2001).

De manera general, la colonización de Marqués de Comillas, dio paso a un sistema de producción agrícola de roza-tumba-quema, a una incipiente ganadería extensiva, a una práctica forestal irracional, a la exploración de pozos petroleros y el tráfico de especies, basado en la carretera fronteriza, los caminos madereros, así como las vías fluviales y aéreas (Pemex, 1986).

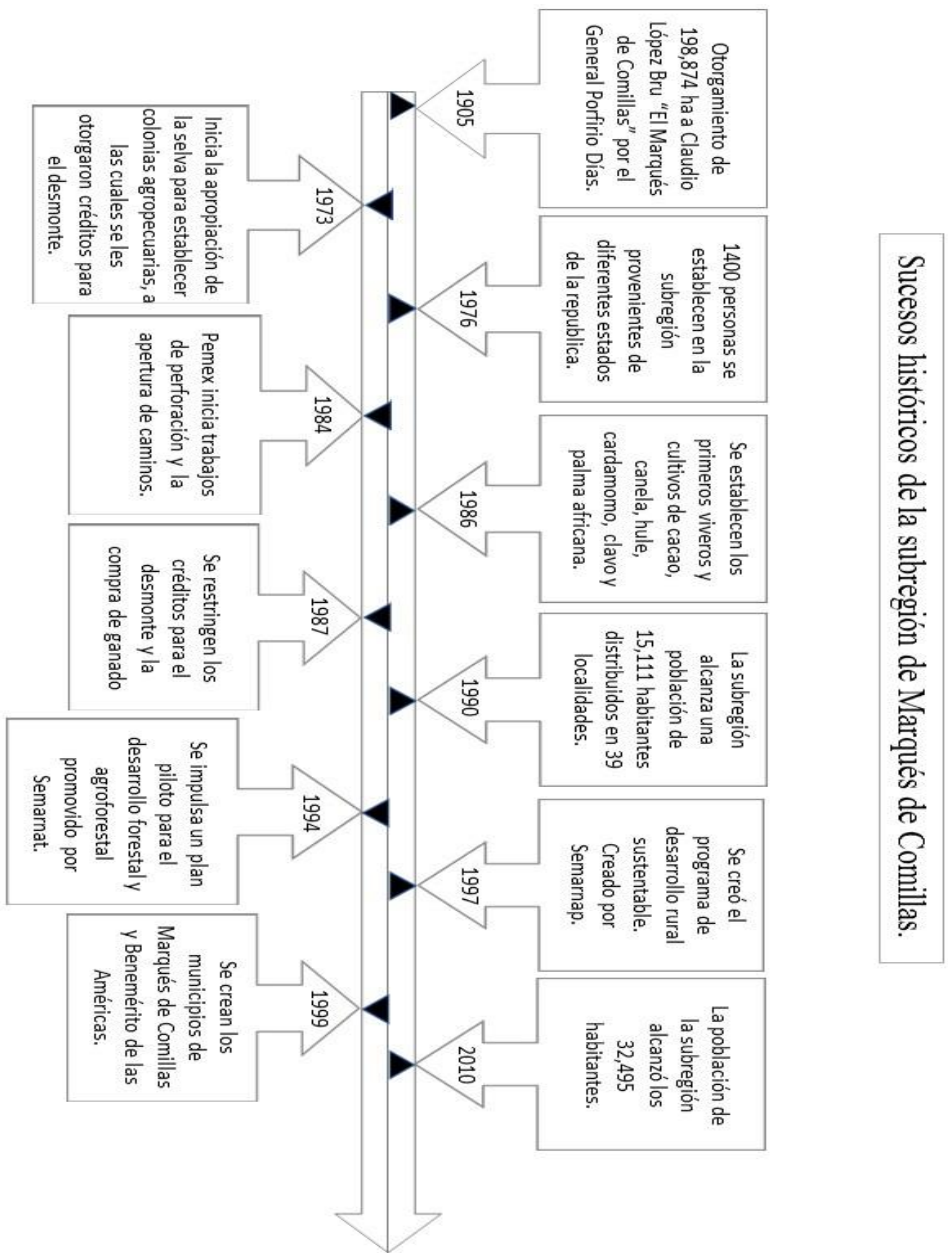
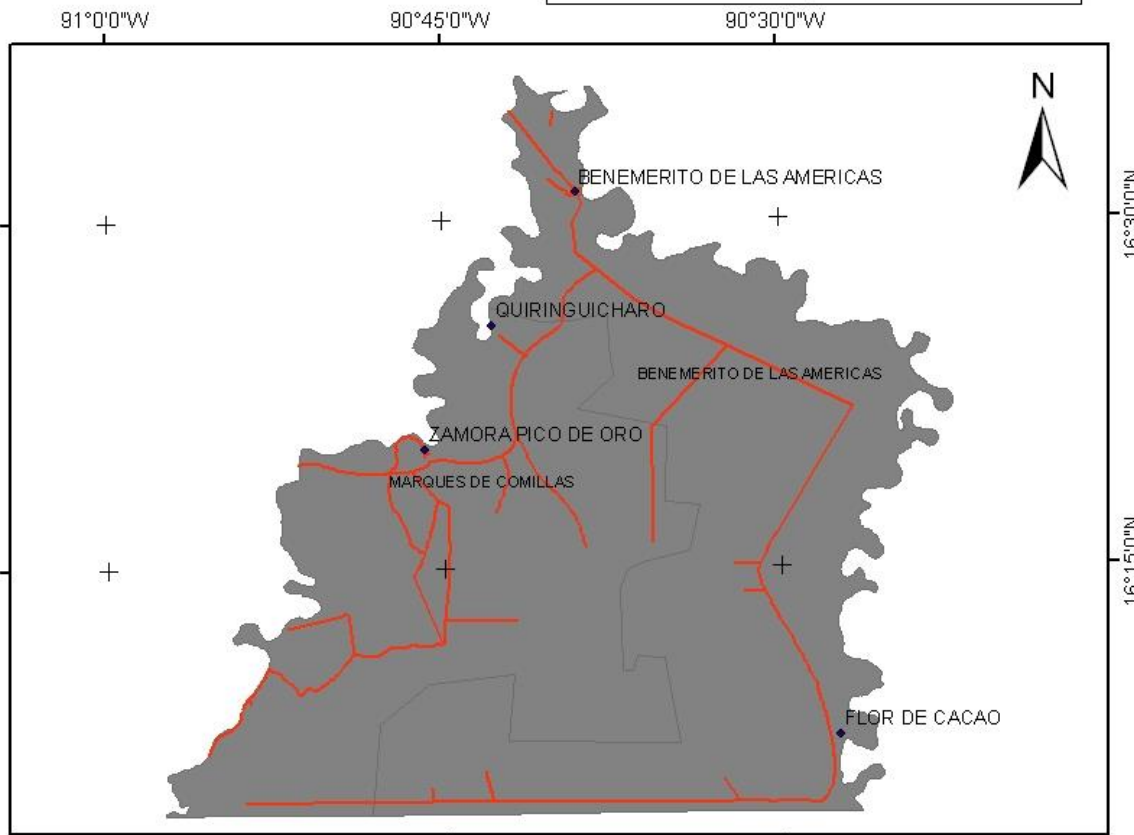
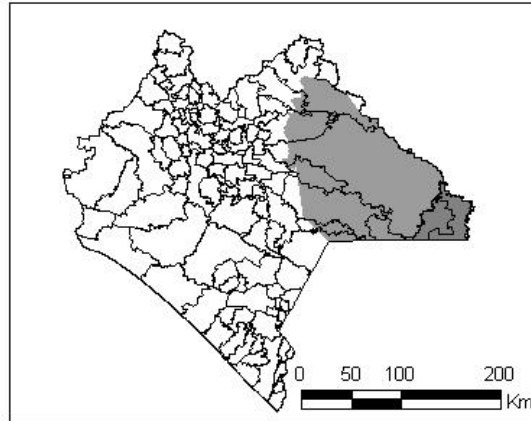


Figura 4. Principales sucesos históricos de la subregión de Marqués de Comillas.

Capítulo II. La subregión “Marqués de Comillas”.

Localización de la
Zona de Estudio.

Subregión de
Marqués de Comillas.



Elaboró: Angel J. García Cruz
Fuente: LAIGE San Cristobal.

Mapa 1. Localización de la zona de estudio.

2.1 Localización

Se ubica al interior del estado de Chiapas en el sureste de la República Mexicana, el cual cuenta con 118 municipios (INEGI, 2020) con distintos tipos de clima predominando cálidos y semicálidos (Cáceres, 1946), en los que se ha desarrollado una gran diversidad biológica y vastas riquezas naturales; aquí se encuentra una de cada tres especies de plantas vasculares de flora mexicana y una de cada dos especies de mamíferos y aves (González et al., 2005). El estado se divide en nueve regiones económicas: Altos, Centro, Frailesca, Fronteriza, Istmo-Costa, Norte, Selva, Sierra y Soconusco (López, 1998).

En la región Selva se ubica Selva Lacandona entre los paralelos 16° 05' y 17° 45' de latitud norte, y los meridianos 90° 25' y 91° 45' longitud oeste (De Jong, et al., 2005), su clima es templado húmedo con un corto periodo seco (febrero y marzo) y con lluvia anual entre 2000 y 3500 mm (De Jong, 2000). La Región Selva se divide en cinco subregiones: Comunidad Lacandona, Zona Norte, Marqués de Comillas, Las Cañadas y Las Margaritas (Parra, et al., 1986; Vázquez y Ramos, 1992; Gutiérrez, et al., 1995; Mariaca, 1997; Loaiza, 1998; De la Cruz, 2005; De Jong, et al., 2005). Esta selva es considerada una región de alta biodiversidad a nivel nacional y hábitat de la mayor variedad de organismos conocidos y por conocerse en México (CIES, 1986; Parra et al., 1986; Delgadillo, 1993), debido a que constituye uno de los reductos de bosque tropical húmedo con mayor superficie en este país, abarca aproximadamente 967,240 ha, mismas que le permiten adquirir gran importancia en la regulación climática; en ella se encuentra el sistema hidrológico de mayor importancia para Mesoamérica (De Jong, et al., 2005), y desde el punto de vista biogeográfico es parte de un continuo geográfico comprendido desde el noreste de Panamá- sur de Costa Rica, hasta el Istmo de Tehuantepec (De los Ángeles, 1999).

La subregión de Marqués de Comillas se ubica en la porción sureste de la Selva Lacandona, delimitada físicamente por el río Lacantún al oeste, que funciona como límite natural con la reserva de montes azules; el río Usumacinta al este, denominado en esta parte Salinas o Chixoy, forma una frontera natural con Guatemala; finalmente hacia el sur, una frontera política lo separa de Guatemala. De acuerdo con De Jong, et al., (2000) esta subregión abarca 204 000 ha.

Geográficamente, se encuentra entre los paralelos 16° 04' y 16° 30' latitud norte, y los meridianos 90° 26' y 90° 57' longitud oeste (Mariaca, 2002); se conforma por dos municipios, Benemérito de las Américas y Marqués de Comillas (Burguete y Leyva, 2001). Las comunidades de mayor importancia son Benemérito de las Américas (6,159 habitantes), Pico de Oro (1,777 habitantes), Quiringüicharo (1,045 habitantes) y Flor de Cacao (1,068 habitantes) (Espino et al., 1988; INEGI, 2000) (Mapa 1). Estos asentamientos cuentan con los servicios más amplios, considerándose zonas urbanas. Por asentamientos humanos en el presente trabajo se entenderá el establecimiento de un conglomerado demográfico, con sus sistemas de convivencia, ubicados en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran (Ley de Asentamientos Humanos, 1993).

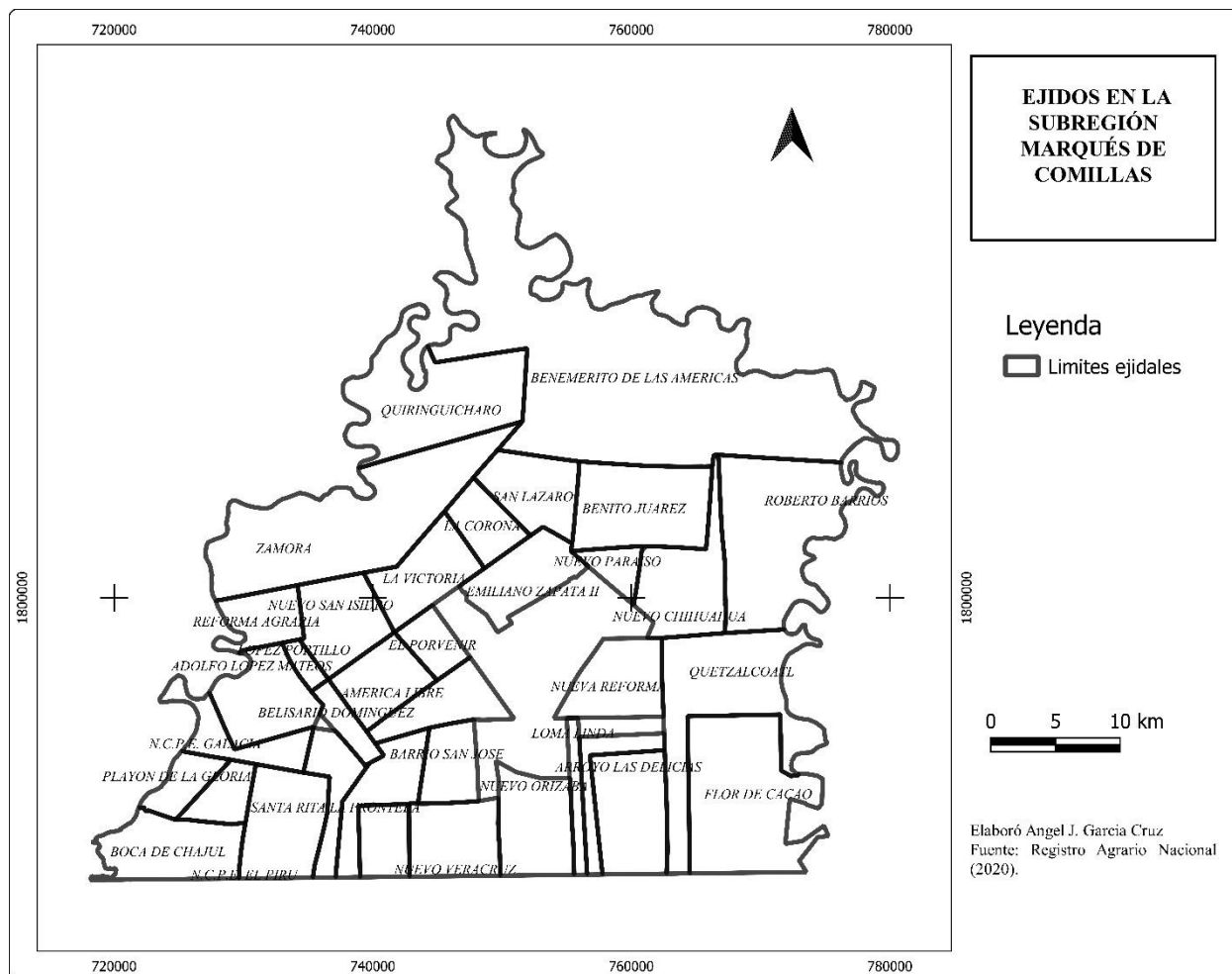
2.2 Tenencia de la Tierra.

En Marqués de Comillas la tenencia de la tierra es ejidal (“ejido” es un término usado para la producción colectiva de personas con tierras en usufructo común) (De Jong, 2000), existiendo 36 ejidos (véase mapa 2), no se tienen registrados conflictos por la tenencia de la tierra, aunque se pudiera dar alguna tensión debido a la mejor calidad del suelo que poseen los primeros pobladores respecto a los colonos más recientes (Mariaca, 2003). La distribución de la tierra es desigual tanto al interior de los ejidos como en la totalidad de la subregión siendo los más beneficiados los primeros pobladores debido a que reciben más de la inversión pública que es canalizada a la zona (Pasecop-Sedue, 1992; Semarnap, 1997; Mariaca, 2003). La extensión territorial promedio por productor oscila entre 16.9 y 224 ha/ejidatario (Vázquez et al., 1992).

2.3 Clima.

La Subregión de Marqués de Comillas cuenta con un clima cálido húmedo con temperaturas medias anuales, que van desde los 25°C en su porción más sureste (Estación Ixcán) con una precipitación pluvial anual de 3249 mm (Mariaca, 2002), hasta 26°C en el extremo noreste (Estación Nueva Esperanza), donde se tiene una precipitación anual de 1898 mm (Mariaca, 2002). INEGI (1984) ubica a la subregión entre los 1400 mm y 2600 mm y con temperaturas mayores a 30°C para la época de lluvias y en la época de secas registra precipitaciones de 350 mm a 750 mm, con temperatura mayor a 27°C, características que según Köppen modificado por García (1988)

corresponden a climas del tipo Am cálido húmedo, con lluvias abundantes en verano, con influencia de monzón (Esquivel, 2005; Mariaca, 2002; Pemex, 1986).



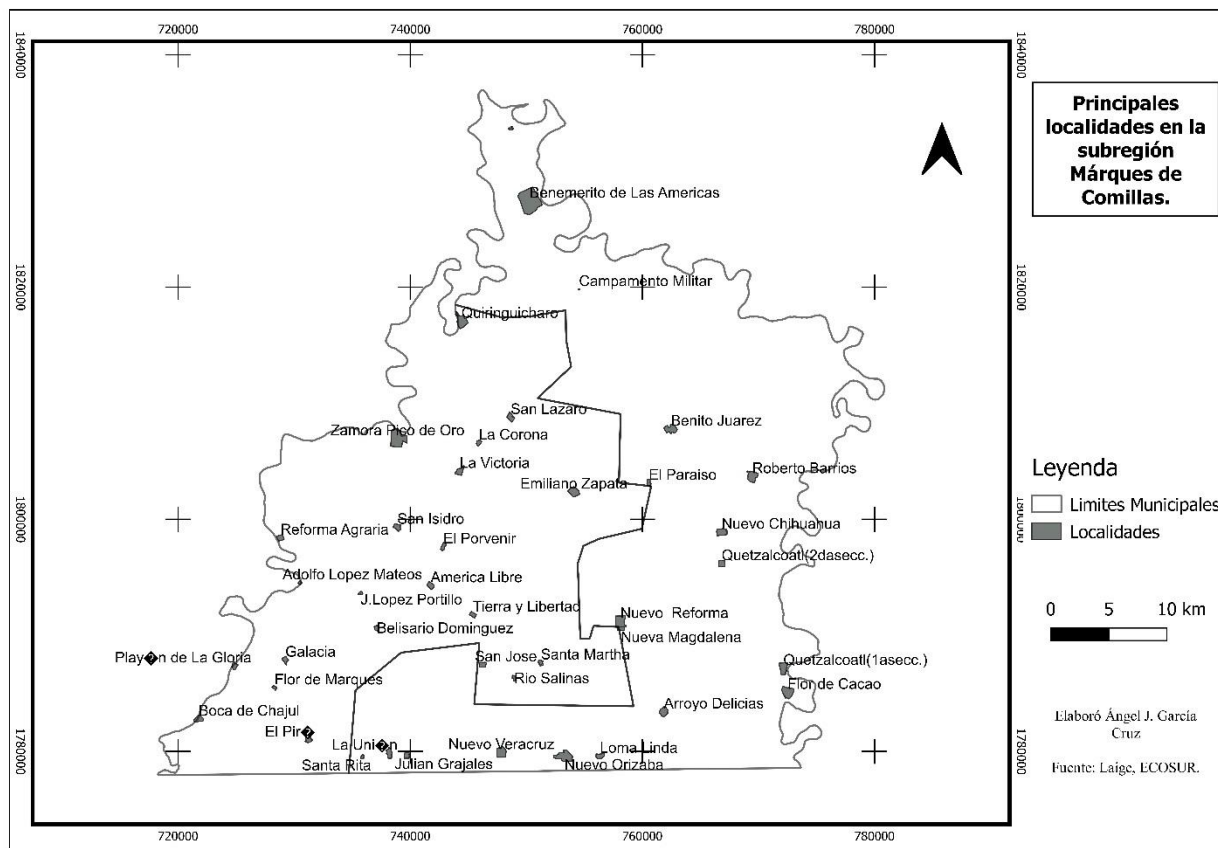
Mapa 2. Principales ejidos en la subregión de Marqués de Comillas.

2.4 Población y Educación.

El municipio de Marqués de Comillas de acuerdo con la Secretaria de Desarrollo Social (Sedesol, 2003) contaba en el año 2005 con una población de 8,538 personas incrementando a 9,856 para 2010. Por su parte, el municipio de Benemérito de las Américas paso de 15,213 habitantes en 2005 a 17,282 habitantes en 2010, conformando un total de 32,495 habitantes en la subregión distribuidos en 104 localidades. (véase mapa 3).

En cuanto a educación, existen escuelas preescolares y primarias en la mayoría de los poblados llevada a través de promotores comunitarios, la escuela secundaria es mediante telesecundarias

(Pascop-Sedue, 1992; INEGI, 2000; Mariaca, 2003). No existen preparatorias, ni nivel superior por lo que aquellos jóvenes que desean estudiar estos niveles deben trasladarse a otros municipios (Palenque o Comitán).



Mapa 3. Principales localidades de la subregión.

2.5 Medios de Comunicación.

Hasta el año 1998 la comunicación se realizaba principalmente por medio de radio-comunicación, con la base principal en Palenque (Mariaca, 2003). Se cuenta con teléfonos rurales en las cabeceras municipales y servicio de telefonía celular proporcionada por empresas guatemaltecas, existiendo en Benemérito de las Américas una oficina de telégrafos y correos (INEGI, 2000, Mariaca, 2003). Uno de sus principales transportes fue el ripario, gracias a que los ríos Lacantún y Chixoy son navegables durante casi todo el año, exceptuando la época de secas, cuando su cauce se reduce y hacen más difícil la navegación; este sistema cayó en decadencia con la entrada de la carretera fronteriza pavimentada; la subregión también cuenta con pistas rústicas de corto alcance y caminos interiores, conformados por terrecerías y brechas en malas condiciones, el camino más importante

es el ribereño que parte de Boca de Lacantún hacia Zamora Pico de Oro, y sigue el cauce del río hasta Boca Chajul y a unos kilómetros de ahí entronca la carretera Fronteriza del Sur, la cual une a 18 ejidos con Benemérito de las Américas. Esta carretera cuenta con 447 km, de los cuales 210 km recorren de Palenque a Benemérito de las Américas, 101 km de Benemérito a la desviación de Boca de Chajul y 136 Km más ayudan a la conexión con la ciudad de Comitán., está carretera fue concluida a mediados del año 2000 (México desconocido, 2002; Mariaca, 2003), lo que permitió la introducción de camiones y combis en la zona.

2.6 Economía.

Las actividades económicas de la subregión en el año 2000 presentan pequeñas variaciones entre los municipios que conforman la conforman de acuerdo con la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI, 2000) el municipio de Marqués de Comillas contaba con una población económicamente activa de 2,166 personas de las cuales el 82% se ocupaba en el sector primario, 7% en el sector secundario, y 11% en el sector terciario, en lo correspondiente a Benemérito de las Américas contaba con una población económicamente activa de 4,065 personas de las cuales el 70% se dedicaba al sector primario, 10% al sector secundario y 18% al sector terciario, el 2% restante no específico.

2.7 Oportunidades para sustentabilidad.

La subregión cuenta con un centro ecoturístico “Las Guacamayas” en la localidad de Reforma Agraria, donde la población espera obtener beneficios económicos sin afectar sustancialmente a la naturaleza, cuenta con un área de conservación selvática (Reserva Ejidal), recorrido en lancha sobre el Río Lacantún hacia la Reserva de la Biosfera de Montes Azules, visita al área de anidación de la guacamaya, observación de venados cola blanca y mono saraguato, además de un orquideario. Este centro recibió apoyo de la Secretaría de Turismo del estado de Chiapas; financiamiento del Fondo Nacional de Apoyo a las Empresas en Solidaridad y asesoría a través del programa de investigación interdisciplinario “Desarrollo Humano en Chiapas” de la Universidad Autónoma Metropolitana (Chimal, 2005 en Flores, 2005; Cano, 2013), que tiene como finalidad consolidar proyectos de desarrollo sustentable.

El ejido La Corona participó en el año 1997, en programa de captura de carbono impulsado por el Fondo Bioclimático y en 2005 se incorporó al *programa para el desarrollo de mercados de*

servicios ambientales por la protección a la biodiversidad, la captura de carbono y por el mejoramiento de los sistemas agroforestales de cultivos bajo sombra de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), representando esta participación un esfuerzo por mitigar las tendencias de cambio de uso de suelo y mitigación de CO₂ (Cano, 2013).

Por su parte el ejido San Isidro cuenta con aguas termales que no han sido aprovechadas principalmente por el desinterés y los conflictos internos de los ejidatarios, a pesar de existir interés por instituciones como la CONAFOR en 2004 y el Programa de Desarrollo Social Integrado y Sustentable (PRODESIS) en 2006, quienes se manifestaron a favor de la creación de otro atractivo ecoturístico más en la subregión que permita complementar la experiencia proporcionada al turista en el centro ecoturístico “Las Gacamayas”, (Cano, 2013).

2.8 Fisiografía.

Marqués de Comillas pertenece a la subprovincia sierras plegadas de la provincia tierras altas de Chiapas⁴ (Raisz, 1964, mencionado por INEGI, 1985, García y Lugo Hubp, 1992), las rocas predominantes en la región están conformadas por material aluvial del Cuaternario y cubren aproximadamente 65% de la superficie; le siguen las lutitas – areniscas de origen terciario que ocupan 30% de la superficie; finalmente, las rocas de origen calizo forman dos anticlinales que unidas a los depósitos aluviales, representan menos de 5% de la superficie (Semarnap, 1997; Pemex, 1986; García y Hubp; 1992, Mariaca, 2003).

En esta zona podemos encontrar:

Planicies aluviales, que son procesos acumulativos por la acción de las corrientes fluviales, donde hay suelo tipo fluvisol en las cercanías de los cauces y acrisoles en las zonas lejanas, los cuales presentan vegetación dominante de selva mediana y baja asociada con vegetación hidrófila.

Planicies estructurales, que se encuentran en lugares por debajo de 400 msnm; su morfología comprende lomeríos de poca altura con pendientes suavizadas, constituida por un sustrato rocoso

⁴ Esta región fisiográfica también la encontramos con el nombre de Plegamientos de Bonampak en De la Cruz, 2005.

de lutitas, limonitas y areniscas, en donde hay suelos luvisoles y acrisoles; su vegetación es de selva mediana y baja.

Valles fluviales, respecto a los cuales puede comentarse que no son abundantes y están restringidos a pequeñas superficies; los cantos rodados de menos de 20 cm son los más frecuentes; estos valles conservan cierta cantidad de carbonatos, y se aprecia el proceso de acumulación de arcilla; su vegetación más frecuente es selva mediana.

Valles de desarrollo cárstico: originados sobre líneas de fractura (García y Lugo, 1992; García, 1995); esta zona es considerada como una plataforma continental, con relieve suavemente ondulado y pendientes del 2 al 10%, la altitud varía entre los 160 y 290 msnm; se caracterizan por presentar un fondo plano con afloramientos rocosos de poca altura, zonas de inundación en la época de lluvias y vegetación común de selvas medianas, altas y bajas (Mariaca, 2002⁵; Semarnap, 2005) (Mapa 4).

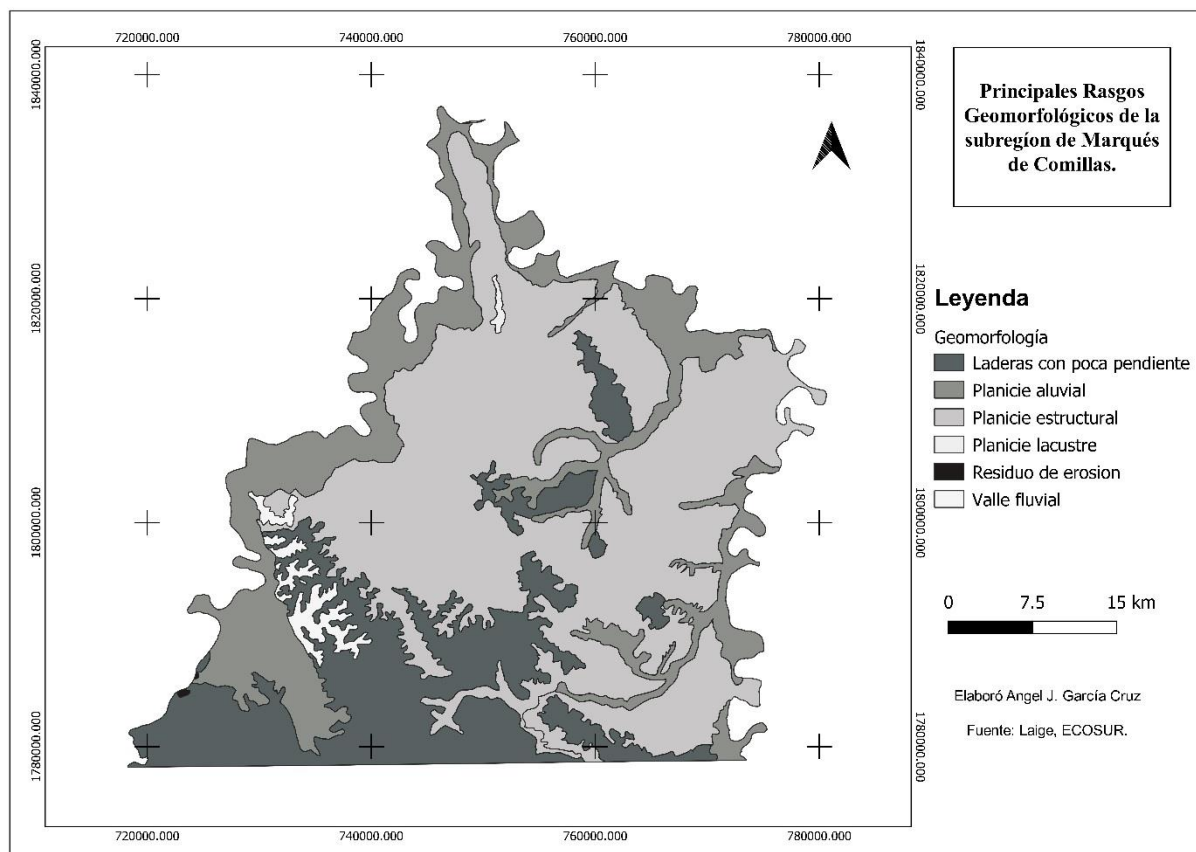
En cuanto a las formaciones del paisaje, García (1995) destaca:

Riberas fluviales, que son estrechas superficies formadas por depósitos aluviales, que presentan fluvisoles y gleysoles, con vegetación de selva mediana y alta asociada con vegetación hidrófila.

Lomeríos bajos, que es el área donde se encuentra la mayor parte de los asentamientos humanos de la subregión; cuenta con grandes superficies abiertas para el cultivo, la ganadería y está formada por lutitas y areniscas, con suelos de tipo acrisol y vertisol.

Elevaciones menores, localizadas en el centro y suroeste de Marqués, caracterizadas por un relieve suavizado que alcanza 100 metros sobre los lomeríos bajos de la zona; su vegetación es de selva alta.

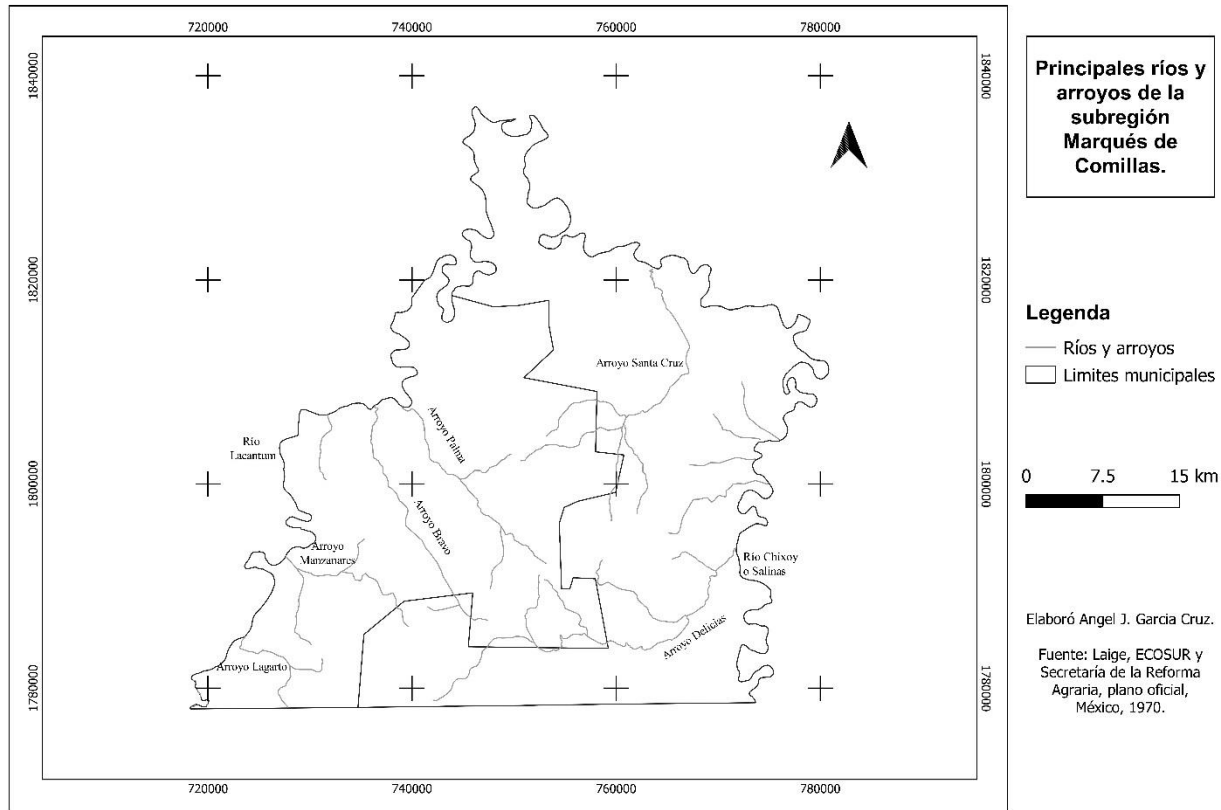
⁵ Esta altitud llega a variar; otras fuentes registran una altura máxima de 300 msnm en Pemex (1986), de 100 a 200 msnm en Casco (1984) y de 150 a 300 msnm en el Programa de Manejo Forestal (1996).



Mapa 4. Principales relieves en la subregión de Marqués de Comillas.

2.9 Red hidrológica.

La subregión de Marqués de Comillas se ubica en la Región Hidrológica Grijalva- Usumacinta, identificada como RH-30, misma que cubre casi en su totalidad el estado de Chiapas, exceptuando la región Costa perteneciente a la RH-23; la parte colindante con Tabasco donde se encuentra el límite con la RH-29 y Campeche donde se tiene límite con la RH-31 (Pemex, 1986; INEGI, 1988; Plan Piloto Forestal, 1996). La RH-30 se subdivide en dos subcuencas, la primera delimitada por el río Lacantún, del cual son afluentes el río Chajul y los arroyos Lagarto, Manzanares, Bravo, Palma, Santo Tomás y Laguna Oaxaca; la segunda está delimitada por el río Usumacinta (Chixoy), que tiene como tributarios los arroyos Delicias, Santa Cruz, Sauso y Laguna Orizaba (Programa de Manejo Forestal, 1996), ríos que tienen entre 200 y 300 metros de ancho con profundidades variables durante su recorrido y cuyas corrientes registran poca velocidad debido a la escasa pendiente, propiciando zonas de inundación temporal y permanente (Pemex, 1986, Gutiérrez *et al.*, 1995) (mapa 5).



Mapa 5. Principales cuerpos de agua de la subregión de Marqués de Comillas.

2.10 Edafología.

De acuerdo con la carta Edafológica 1:25000 producida por el INEGI en la subregión se localizan los siguientes tipos de suelo Acrisol, Gleysol, Regosol y Renzina (Mapa 6); esta información se complementa en la escala local mediante estudios como el presentado por Hernández *et al.*, (1997) para la parte suroeste de Marqués de Comillas (ejidos Playón de la Gloria, Flor de Marqués, Pirú, Santa Rita, la Unión y Francisco Grajales) que muestra la presencia de:

Fluvisol mólico, el cual forma terrazas aluviales ubicadas en las orillas de los ríos, estando algunas de estas áreas sujetas a inundación temporal o permanente; los campesinos consideran su capa superficial tierra fértil y en ella siembran: maíz, chile, frijol, cacahuate, arroz y otros. Este tipo de terrazas aluviales se presenta en Playón de la Gloria, Flor de Marqués, Pirú y Santa Rita.

Regosol dístrico, con un horizonte A úmbrico, de textura franco arenosa hasta 75 cm y franco arcillosa hasta 1.2 metros. Sus propiedades físicas son desfavorables para el desarrollo de las plantas; es susceptible a la compactación, a la erosión y altamente permeable; generalmente se encuentra en pendientes que van de 5 a 20% con partes bajas sujetas a inundación; en él se desarrolla abundantemente bejuco y jimbalar; son zonas de cultivo de roza, tumba y quema, potreros con pasto natural y cultivado y no soporta más de dos temporadas de cultivo (muestreado en el ejido Pirú, Grajales).

Regosol eútrico, con horizonte A ócrico oscuro muy arcilloso, BC arcilloso y gris claro y consistencia dura; es un suelo altamente fértil, que se dedica a uso doméstico bajo cultivos de maíz y frijol (muestreado en el ejido la Unión).

Cambisol crómico, localizado en laderas con pendientes de más de 20%; este suelo retiene buena humedad; por lo regular, los árboles que se encuentran en él son de madera blanda y el bejucal es abundante. La mayoría de estos terrenos ha mantenido vegetación natural. Soporta de dos a tres temporadas de cultivo, es de buena calidad para la producción de frijol y de mediana calidad para maíz; crece bien el pasto natural, pero el cultivado puede perderse en la época seca debido a la falta de humedad (Hernández, 1997) (muestreado en Playón de la Gloria).

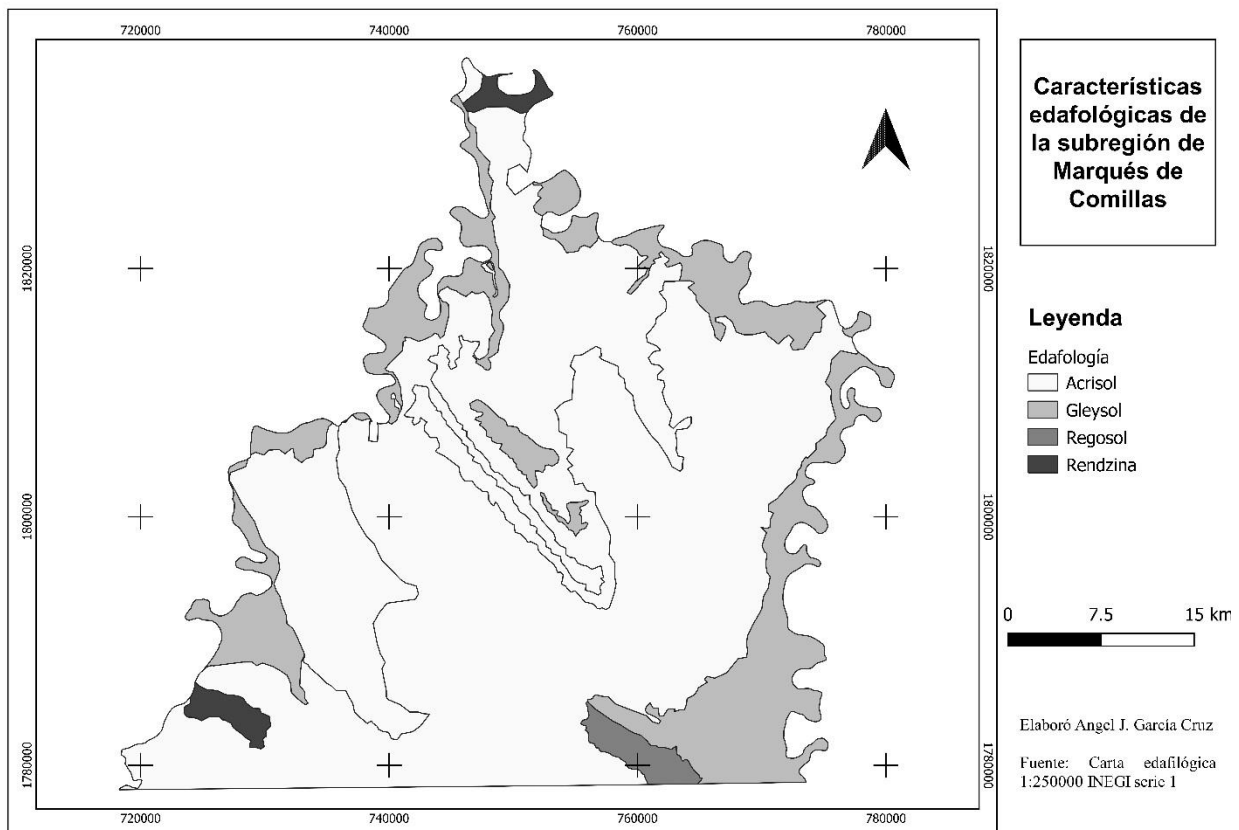
Cambisol dístrico, cuyo horizonte A contiene una cantidad de materia orgánica media de 3.05%, y cuenta con una amplia profundidad, pero con abundante grava que se calienta y pierde humedad, por lo que estos suelos se resecan con facilidad; se encuentra en laderas con más del 15% de pendiente, donde se practica la roza-tumba-quema y se cultivan pastos (muestreado en el ejido Flor de Marqués).

Cambisol eútrico, el cual muestra un horizonte A ócrico y uno B cámbico; carece de grandes cantidades de arcilla, materia orgánica y compuestos de hierro y aluminio; es un suelo relativamente fértil, tiene buen desarrollo de plantas, buen drenaje y buena capacidad de retención de humedad; registra actividad de roza-tumba-quema y cultivos permanentes como cacao; en él se pueden cultivar hasta cuatro temporadas sin que el rendimiento disminuya (muestreado en Playón de la Gloria).

Leptosol réndzico, limitado en profundidad por la presencia de la roca caliza dura y un horizonte A mólico, úmbrico u ócrico, con o sin horizonte B; se encuentra en áreas con pendientes pronunciadas de más de 20%, con abundantes rocas; se presenta en Playón de la Gloria y Flor de Marqués.

Gleysol eútrico, que tiene alto contenido de arcilla y presenta un horizonte A ócrico con alto contenido de materia orgánica y un horizonte B cámbico; es un suelo aparentemente fértil pero mal drenado; se encuentra en las partes bajas inundables gran parte del año y su uso más frecuente es siembra de frijol y maíz bajo roza-tumba y quema (muestreado en el ejido Flor de Marqués).

Gleysol húmico, cuyo horizonte A ócrico, tiene gran concentración de materia orgánica, mientras la concentración de arcilla aumenta con la profundidad; en él se cultiva maíz y frijol bajo el sistema de roza-tumba-quema (muestreado en el ejido Unión).



Mapa 6. Principales tipos de suelo.

2.11 Principales usos de suelo.

Estos se dividen en agrícolas, pecuarios y forestales (Hernández *et al.*, 1997; Mariaca 2002).

2.11.1 Agrícola:

Cultivo de maíz en ciclos de año (febrero-septiembre) y tornamil⁶ (enero-abril); este uso tiene como finalidad garantizar la subsistencia de la población colonizadora, siendo el grano básico de consumo familiar; su aprovechamiento se da bajo la roza-tumba-quema, en un rango de dos a cuatro hectáreas por productor, con mano de obra familiar o pocas veces asalariada (Hernández *et al.*, 1997; Mariaca, 2002). Este cultivo ocupó 50% de la superficie agrícola en 1991 (Semarnat, 1991, en Mariaca, 2002).

Cultivo de frijol, se basa en la roza-tumba y quema; este cultivo se orienta al autoconsumo y usan agroquímicos sin control: se siembran en tres fechas: junio, septiembre y diciembre sembrando por lo regular variedades criollas (Hernández *et al.*, 1997); este cultivo ocupó en 1991 13% de la superficie (Semarnat, 1991, en Mariaca, 2002) y se cultiva preferentemente en suelos de vega (Mariaca, 2002).

Cultivo comercial de chile, dedicado al mercado nacional; se basa en la roza-tumba-quema, cuenta con mano de obra mixta (familiar y asalariada) y se siembran alrededor de 15 mil plantas por hectárea. Las variedades son jalapeño (*Capsicum sp*) y meco (*Capsicum sp*), sembradas entre octubre, noviembre y diciembre según la humedad edáfica, con su cosecha hasta mediados de mayo; usa indiscriminadamente agroquímicos, afectando así la salud del productor, del ambiente y de los consumidores (Hernández *et al.*, 1997; Mariaca, 2002). En 1991 este cultivo ocupó 17% de la superficie agrícola (Semarnat, 1991, en Mariaca, 2002).

Cultivo de arroz de temporal, destinado para autoconsumo; no ocupa más de media hectárea, con mano de obra familiar, bajo roza-tumba y quema, no usa insumos, su ciclo es de junio a octubre y

⁶ Ciclo agrícola realizado en la época de nortes en el periodo de secas.

la semilla es introducida de Guatemala (Hernández *et al.*, 1997; Mariaca, 2002). En 1991 ocupaba 2.7% de la superficie agrícola (Semarnat, 1991, en Mariaca, 2002).

Plantación comercial de cacao, introducida y fomentada por la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Chiapas desde 1981 y apoyado hasta 1986 por Banrural y Bancrisa con créditos y técnicos (Mariaca, 2002). Este cultivo se da bajo sombra natural, limitando así el crecimiento de la raíz del cacao. Estas plantaciones tuvieron fuertes implicaciones sobre la selva alta mediante el aclareo de la misma; los tipos de cacao son calabacillo, cundeamor y ameloinado; la superficie dedicada es cercana a cuatro hectáreas, la mano de obra es mixta y el rendimiento es de 200 kg de cacao seco/ha (Hernández *et al.*, 1997; Mariaca, 2002). Esta plantación está en decadencia por la falta de apoyos gubernamentales y los precios bajos del producto, representando en 1991 7% de la superficie agrícola (Semarnat, 1991, en Mariaca, 2002).

Los huertos familiares, son el área alrededor de la casa habitación donde se presentan componentes humanos (siendo el espacio de actividad cotidiana de la familia), vegetales (plantas cultivadas, arbóreas, arbustivas y herbáceas) y animales (como apoyo familiar, protección, ornato y recreación, alimentación y trabajo) (Mariaca, 2002).

2.11.2 Pecuario.

Ganadería bovina, contemplada por los campesinos como fuente de ingresos a corto plazo ante la falta de opciones. Es responsable de la desaparición de más de 30% de la superficie selvática en las últimas dos décadas, ocupando para 1997 alrededor de 29,059 ha (Mariaca, 2002). Es el segundo lugar en la economía de la región, gracias a los apoyos crediticios y técnicos otorgados por instituciones bancarias y el gobierno. Por lo general, el establecimiento de pastizales tiene su origen al concluir la fase de dos o tres años de cultivos (Mariaca, 2002). Algunas de las gramíneas utilizadas en esta actividad son: Señal (*Brachiaria decumbens*), Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) y Gigante (*Pennisetum purpureum*), mismas que permiten incorporar terrenos a la ganadería de acuerdo con la capacidad de desmonte del campesino (Mauricio *et al.*, 1985, Hernández *et al.*, 1997).

En 1980 no existía ni una res en Marqués de Comillas, pero en 1982 ya se contaba con potreros y lotes de pie de cría (Mauricio *et al.*, 1985); en 1988 la superficie con pastizal cultivado era del 8% y el 66 % de los ejidos tenía ganado, para 1990 habían ya 5,551 ha dedicadas a la ganadería y 11,858 ha a la agricultura (Carrillo, 1990, en Mariaca, 2002), encontrándose en 1997 más de 29,000 ha de potreros, representantes de 14% del territorio; cinco de los siete ejidos de la ribera del Lacantún son los que han dedicado mayor superficie a la ganadería: Adolfo López Mateos (60.61%), Playón de la Gloria (65.52%), Reforma Agraria (53.33%), América Libre (41.67%) y Boca Chajul (31.25%), mientras que los ejidos que no tienen vega de río han dedicado entre 1 y 10% de superficie (Laige-Ecosur, en Mariaca, 2002).

Los índices de agostadero (I. A.) o animales por hectárea de terreno, se presentan de la siguiente manera: Arroyo Delicias (2.0), Galacia (2.0), Playón de la Gloria (1.6), Reforma Agraria (1.4), América Libre (1.4) y Nuevo Orizaba (1.3) denotando así el manejo extensivo de esta actividad (Mariaca, 2002). Las principales razas de ganado son cebuinas cruzadas con suizo y holandés, teniendo como objetivo la cría de becerros para su venta en Guatemala.

2.11.3 Forestal

Este uso genera tres actividades extractivas: maderera, forestal no maderable y de fauna.

La extracción de madera aprovecha las maderas preciosas con fines comerciales como cedro (*Cedrella odorata*) y caoba (*Sweetenia macrophylla*), a través de empresas extranjeras y nacionales, siendo ésta una actividad muy voraz que al paso del tiempo ha provocado subestimación en el valor, calidad y cantidad de otros recursos de las áreas explotadas (Pemex, 1986, Vázquez *et al.*, 1992). Esta actividad se intentó controlar a través de la veda forestal (Hernández *et al.*, 1997) y el Plan Piloto Forestal; (Mariaca, 2002) mediante el cual en 1998 se establecieron viveros forestales por parte de la Semarnap en Benemérito de las Américas, Roberto Barrios, Adolfo López Mateos, Quiringüicharo, Pico de Oro, Galicia, Benito Juárez, Nuevo Chihuahua y San Lázaro (Albores Guillén, 1998b, en Mariaca, 2002). Sin embargo, para 1999 la situación no era alentadora, ya que casi todos los ejidos continuaban extrayendo madera, ya fuera con el amparo de permisos de cortes o sin él (Mariaca, 2002). Actualmente, las pocas maderas preciosas encontradas son usadas en la venta clandestina y el aprovechamiento interno, mientas

que la vegetación de menor remuneración económica es usada para diversas construcciones, abastecimiento de leña (70 kg por familia semanalmente) o plantas de uso medicinal y alimenticio (Mariaca, 2002).

El aprovechamiento forestal no maderable se puede apreciar a través de tres actividades distintas: el corte de material para construcción; la extracción de palma xate (*Chamaedora sp.*) en palmares naturales, para su uso visual en arreglos florales, con una intensidad que frecuentemente termina por matar a la planta; y la extracción de pita (*Aechmea magdalenae*), utilizada para hacer hilos y cordales que se insertan en el cuero y la piel (Mauricio *et al.*, 1984 en Mariaca, 2002, Mariaca, 2002).

La extracción de la fauna, de acuerdo con Mariaca (2002), se observa en la captura de crías para tenerlas en casa, domándolas con relativo éxito. Existen aún cazadores de felinos que se internan en Montes Azules en busca de jaguares. En la pesca, las especies más capturadas son: zacatera, la carpa herbívora, pejelagarto, mojarra clorada, gordita, correntera y tenguayaca (Mariaca, 2002).

Capítulo III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Un material primordial para el inicio este estudio fue una computadora capaz de capturar, procesar y organizar la información obtenida mediante la consulta de libros, tesis, artículos de revistas, adquisición de imágenes satelitales o consultas en internet, mediante las cuales se generaron los resultados presentados en las siguientes páginas.

El trabajo de gabinete inició con la búsqueda bibliográfica en bibliotecas públicas y colecciones privadas que permitiera abordar y comprender las siguientes temáticas: cobertura y uso de suelo, deforestación, uso de las tecnologías computacionales enfocadas en el manejo de datos espaciales principalmente manuales para el manejo de los softwares utilizados a lo largo del presente escrito (Word, Excel, Erdas 8.7, Arcview GIS 3.2 y Qgis 3.10) así como, generalidades de la zona de estudio, esta información fue la base para la delimitación correcta del área de interés.

El software Erdas 8.7 permitió realizar análisis de imágenes satelitales correspondientes a los años 1986, 1998 y 2003 (path 20 row 49) de la serie Landsat TM multiespectral, con resolución espacial de 30 x 30 metros, proporcionadas por Laboratorio de Información Geográfica y Estadística (LAIGE) de ECOSUR, quien también proporciono puntos GPS adquiridos en campo con anterioridad al presente trabajo los cuales se utilizaron durante el proceso de georreferenciación y la elaboración de la matriz de error elaborada en este estudio. La elaboración de los mapas temáticos ilustrativos del presente trabajo se realizó en los softwares Arcview 3.2 y Qgis 3.10.

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) fue el facilitador de la movilidad hacia y dentro de la subregión, así como el proveedor de albergue para tres estancias que se realizaron las dos primeras con la finalidad de conocer la zona de estudio y reconocer sus principales características: vías de comunicación, cabeceras municipales, cobertura y uso de suelo, planes y programas estatales, municipales y federales vigentes; mientras en la tercera se verificaron los resultados del presente trabajo.

El primer paso, fue verificar que el mapa de uso de suelo y vegetación 2005 y las imágenes de satélite correspondientes a los años 1986, 1998 y 2003 (path 20 row 48) de la serie Landsat TM multiespectral con siete bandas fueran correctas, una vez verificados se procedió a importar las imágenes a la computadora y al programa Erdas 8.7 la importación se realizó mediante el comando Import pero únicamente se importaron seis de las siete bandas disponibles, puesto que la banda siete (térmica) no se consideró necesaria para el cumplimiento de los objetivos de este estudio. La importación de bandas se realizó a través de bandas secuenciales (BSQ), una vez completado este proceso las imágenes se cambiaron de Datum ya que originalmente provenían de un NAD 27 que fue transformado a WGS 84, mediante el comando reproject image. Debido que en este Datum también se encontraba la información complementaria para este trabajo, como los 50 puntos de control (puntos con coordenadas conocidas) gps utilizados en la corrección geométrica.

Acto seguido, a las imágenes satelitales se les aplicó un realce de contraste, con la finalidad de identificar claramente las diferentes tonalidades existentes en ellas. Posteriormente, se recortó el área de estudio de las imágenes satelitales completas, utilizando el comando subset and chip ubicado en las herramientas de uso para imágenes raster, el vector utilizado en este proceso se obtuvo mediante un archivo shape file de los límites municipales de Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas, obtenido de un recorte al shape file de los municipios de la república mexicana. Este archivo shape file requirió una transformación a un archivo denominado aoi propio del software Erdas, esta transformación se realizó apoyados en el comando paste from select object.

Una vez, que las imágenes adquirieron las características apropiadas acorde con los objetivos de este estudio, se procedió a realizar una primera clasificación supervisada donde los píxeles con identidad desconocida fueran asignados a una de las 110 muestras de entrenamiento creadas por el analista. Los resultados de estas muestras de entrenamiento no fueron satisfactorios debido a que varios píxeles se asignaron a muestras equivocadas, considerando entre los factores de error los siguientes: la fragmentación y heterogeneidad del paisaje, la nubosidad presente en las imágenes, la inexperiencia en el manejo de los programas computacionales y la falta de conocimiento previo del área de estudio por parte del analista, de esta manera se descartó la elaboración del estudio mediante este tipo de clasificación y se optó por realizarlo a través de una clasificación no supervisada.

La clasificación no supervisada permitió obtener mejores resultados mediante la utilización del algoritmo Isodata, obteniéndose 80 clases espectrales, resultando de 20 interacciones y una precisión final de 0.950. Estas clases espectrales posteriormente se reagruparon y revisaron manualmente consiguiendo una mayor precisión y reduciendo la posibilidad de una equivocada clasificación de píxeles debido a las cercanías espectrales. Una vez concluido este proceso, se obtuvo una reclasificación con diez clases espectrales asignadas a los siguientes elementos: acahual, cuerpos de agua, pastizal, poblados, selva baja, selva mediana, selva alta, selva inundable, suelo desnudo y vegetación de zonas inundables.

Durante la realización de las clasificaciones arriba mencionadas se recurrió frecuentemente al compuesto 4, 3, 2 comúnmente llamado falso color y que deriva de la aplicación de los cañones rojo, verde y azul sobre las bandas del IRC (infrarrojo cercano), R (rojo) y V (verde) respectivamente; este compuesto es reconocido por que facilita la cartografía de masas vegetales, siendo de gran utilidad en el proceso de muestreo y reclasificación de píxeles. En esta etapa también se rodalizaron de forma manual las áreas correspondientes a la nubosidad de manera independiente en cada una de las imágenes; uniéndolas posteriormente entre sí y asignándoles el nombre “nubes” dentro de la clasificación. Es importante hacer mención que la presencia de nubosidad en la subregión es constante por las características climáticas mencionadas con anterioridad.

El espacio del área de estudio cubierto por la clase nubes fue excluido del análisis realizado a las imágenes satelitales, debido a que no existía forma de realizar una comparación entre las coberturas del suelo que se encontraban cubiertas por la nubosidad en alguna de las diferentes fechas que las imágenes habían sido tomadas. Esta exclusión, permitió obtener un área de estudio semejante en cada una de las imágenes.

Una vez, obtenida la misma superficie de estudio para cada una de las imágenes, las mismas clases espectrales y aplicadas las correcciones necesarias, se obtuvieron tres mapas temáticos a los cuales se les realizó un análisis multitemporal mediante la herramienta Modeler y la aplicación de una función “condicional” en la cual se establecieron reglas de decisión en función de los valores de cada clase, es decir, las diez clases de un imagen clasificada se contrastaron con las 10 clases de la otra imagen clasificada de fecha posterior para detectar la cantidad de píxeles que cambiaron,

este proceso se aplicó comparando la imagen de 1986 con la imagen de 1998, la imagen de 1998 con la imagen de 2003 y la imagen de 1986 con la imagen de 2003.

Con estos datos se elaboraron tres mapas temáticos de la cobertura del suelo para cada uno de los años analizados. El mapa resultante del año 2003 por su cercanía temporal, con cien puntos GPS de control tomados en campo por el personal de LAIGE en 2004, sirvió para realizar una comparación entre ellos, resultado de la cual se elaboró la Matriz de Error del presente estudio.

Finalmente, los mapas de cobertura del suelo fueron exportados a formato jpg y se les asignaron coordenadas, leyenda, orientación, título y escala, en los softwares Arcview y Qgis.

En este estudio también se logró calcular la tasa de deforestación entre los años 1986-1998, 1998-2003 y 1986-2003 con base en la fórmula de FAO, 1990:

$$DR = 1 - \left(1 - \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1} \right) \right)^{\frac{1}{t}} \times 100$$

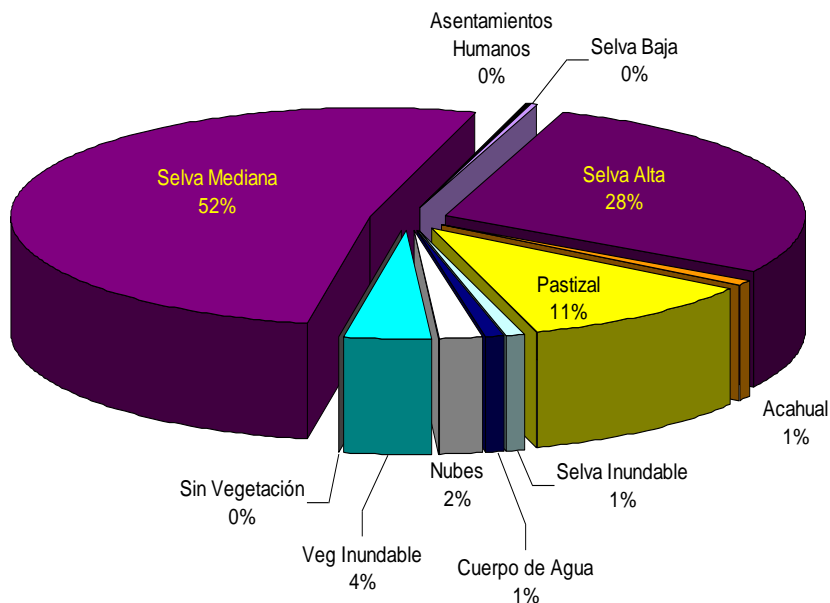
Donde DR corresponde a la tasa de deforestación (% área perdida/año), A_1 y A_2 son las áreas de bosque inicial y final y t es el intervalo (años) durante los cuales el cambio en la cobertura forestal es evaluado. Las áreas de bosque se obtuvieron con la suma de las hectáreas ocupadas por selva mediana, selva alta, selva baja y selva inundable en el año correspondiente

Capítulo IV. RESULTADOS

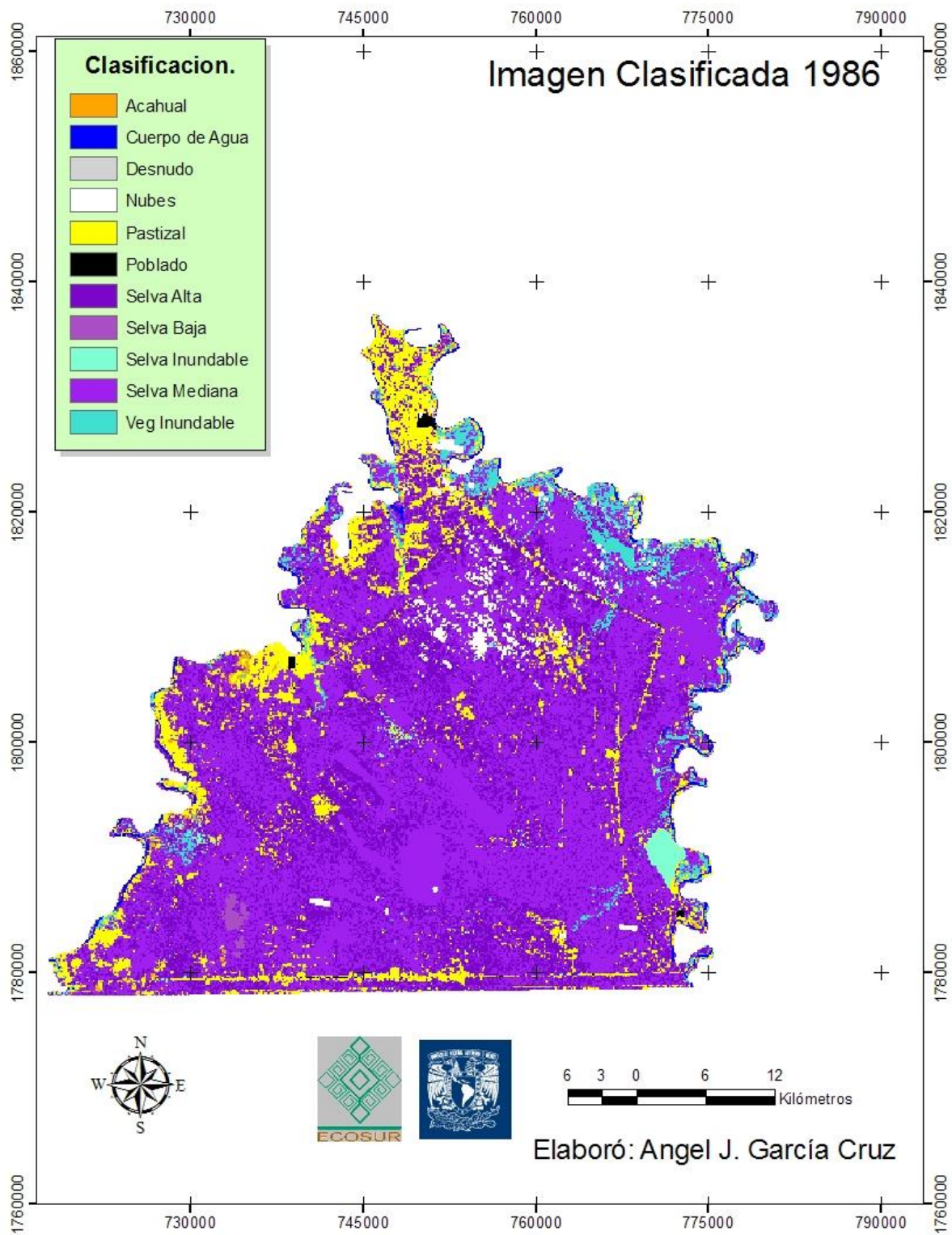
Los mapas que se presentan en este capítulo (mapas 7 al 9), muestra la clasificación de la cobertura del suelo para el área de estudio, correspondiendo cada mapa a cada año de análisis (1986, 1998 y 2003), si estos mapas los sobreponemos claramente se aprecia el cambio ocurrido en la subregión.

4.1 Clasificación 1986.

En el mapa de cobertura del suelo correspondiente a 1986 se observa la existencia de importantes espacios naturales con vegetación de selva alta (SA) 28% (57,303 ha), selva mediana (SM) 52% (104,998.81 ha), selva inundable 1% (2,123.16 ha), vegetación de zonas inundables (VI) 4% (7,885.76 ha) selva baja (SB) 0% (719.46 ha) y acahuales 1% (1,751.87 ha), es observable también la presencia de zonas dedicadas a actividades agrícolas y ganaderas cuya ocupación es de 11% (21,667 ha) de la superficie, ubicadas principalmente en las cercanías de los poblados como Benemérito de las Américas, Zamora Pico de Oro, Benito Juárez, Arroyo Delicias, América Libre, Quiringúcharo, Boca Chajul y a orillas del río Lacantún. En esta imagen los asentamientos humanos (AH) ocupan menos de 1% (517 ha) de la superficie (véase mapa 7 y gráfica 1).



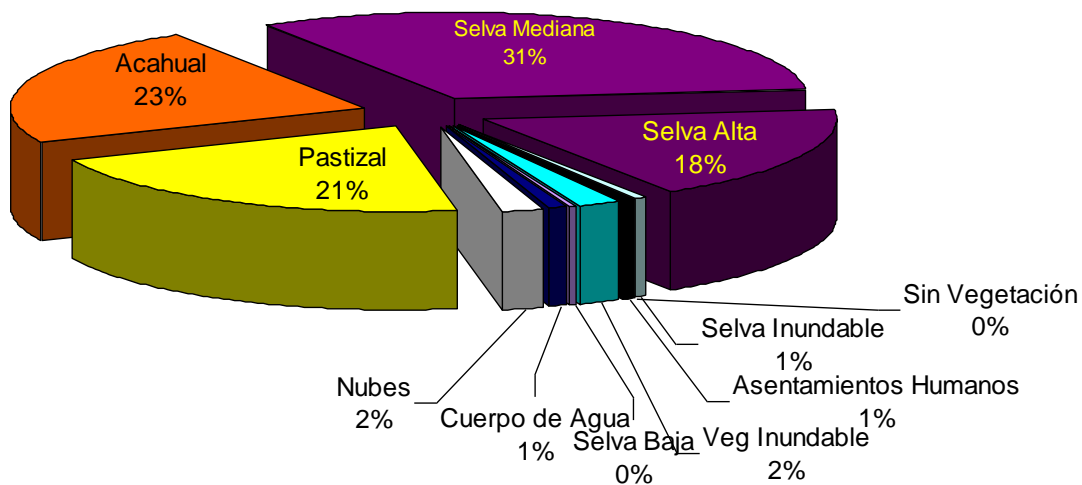
Gráfica 1. Porcentajes de cobertura del suelo correspondiente al año de 1986.



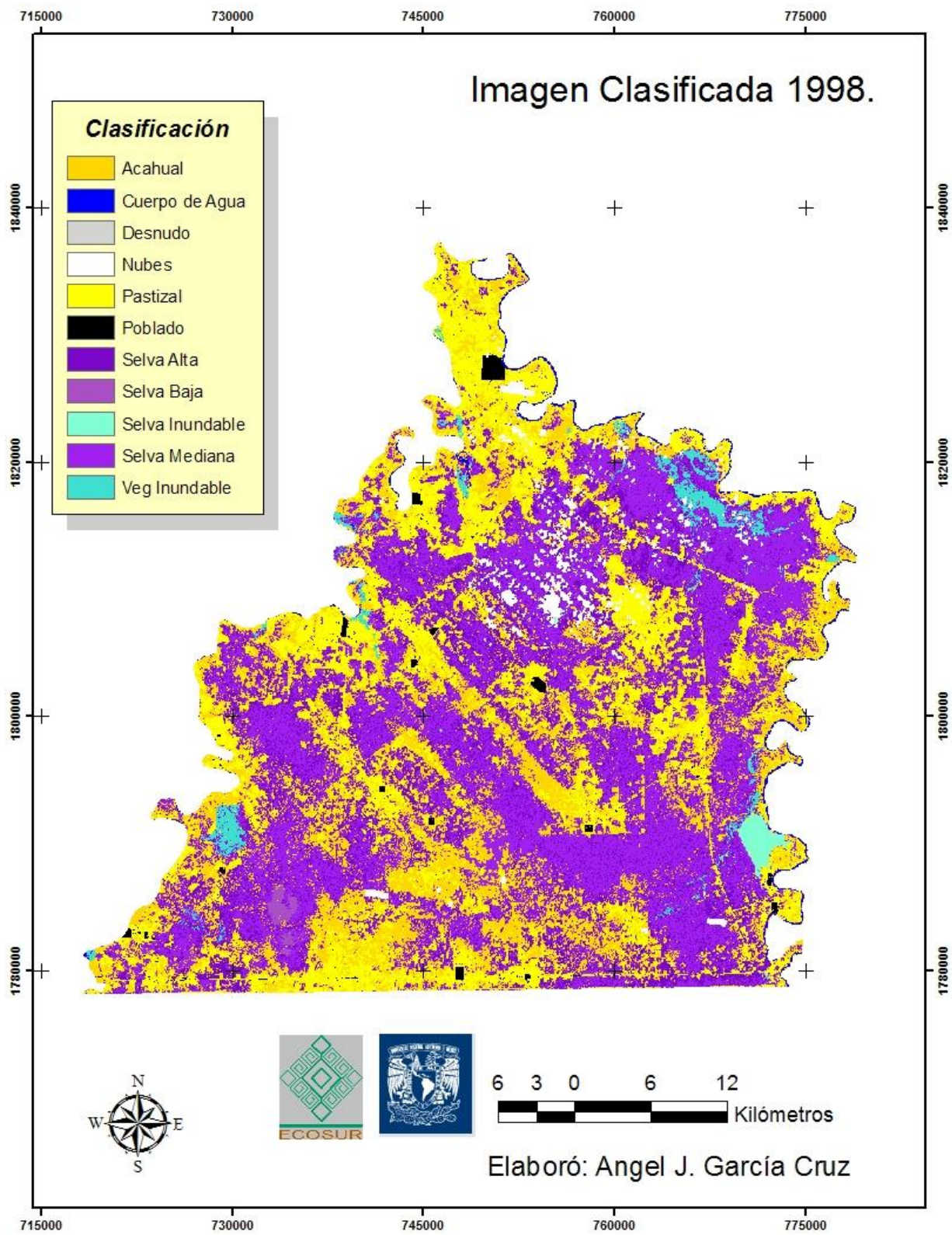
Mapa 7. Distribución de la cobertura del suelo en el año 1986.

4.2 Clasificación 1998.

Durante el año 1998 los resultados muestran las siguiente distribución de usos de suelo 21% (42,418.06 ha) pastizales (P), 23% (45,130.35 ha) acahuales (AC), 1% (1,222.22 ha) asentamientos humanos (AH), 31% (64,807.79 ha) Selva Mediana, 18% (35,509.68 ha) Selva Alta, 2% (3,431.18 ha) Vegetación de zonas Inundables, 1% (1,084.56 ha) Selva Inundable y 0% (859.24 ha) Selva Baja (véase mapa 8 y gráfica 2).



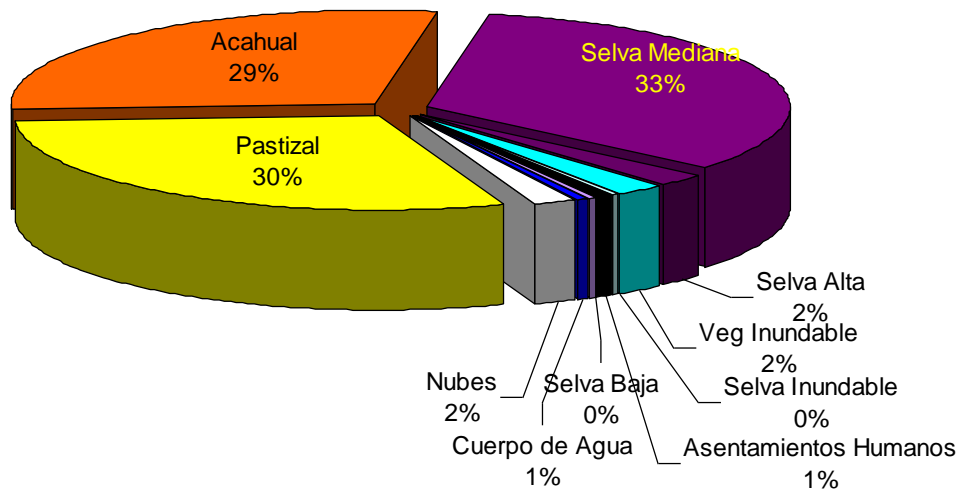
Gráfica 2. Porcentaje de cobertura de suelo correspondiente al año 1998.



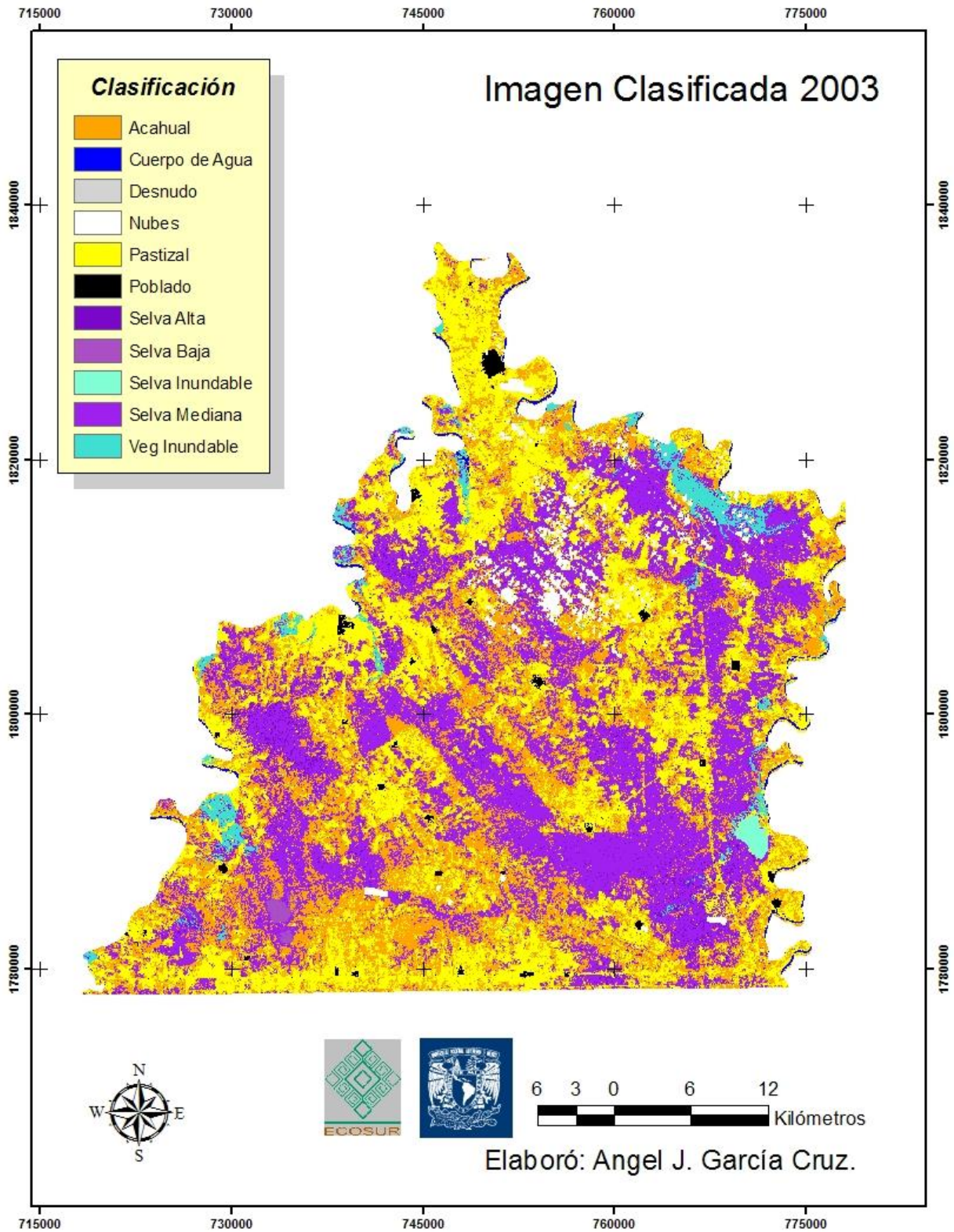
Mapa 8. Distribución de la cobertura del suelo en el año 1998.

4.3 Clasificación 2003.

Para el año 2003 los resultados reportados colocaron a los pastizales con un superficie correspondiente al 30% (59,293.08 ha), los acahuales con 29% (57, 226.09 ha), la selva mediana con 33% (66,875.33 ha), la selva alta con 2% (4,016.27 ha), y la vegetación de zonas inundables con 2% (4,812.50 ha); el restante 2% está conformado por 1,237.53 ha de asentamientos humanos, 572.63 ha de selvas inundables y 500.16 ha selva baja (véase mapa 9 y gráfica 3).



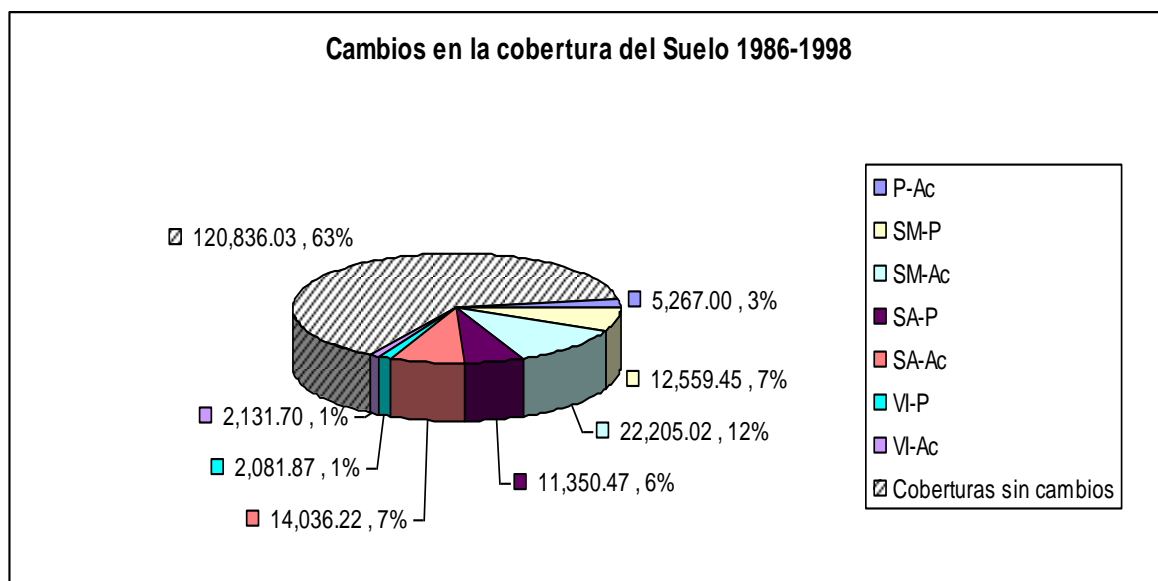
Gráfica 3. Porcentaje de las coberturas de suelo para el año 2003.



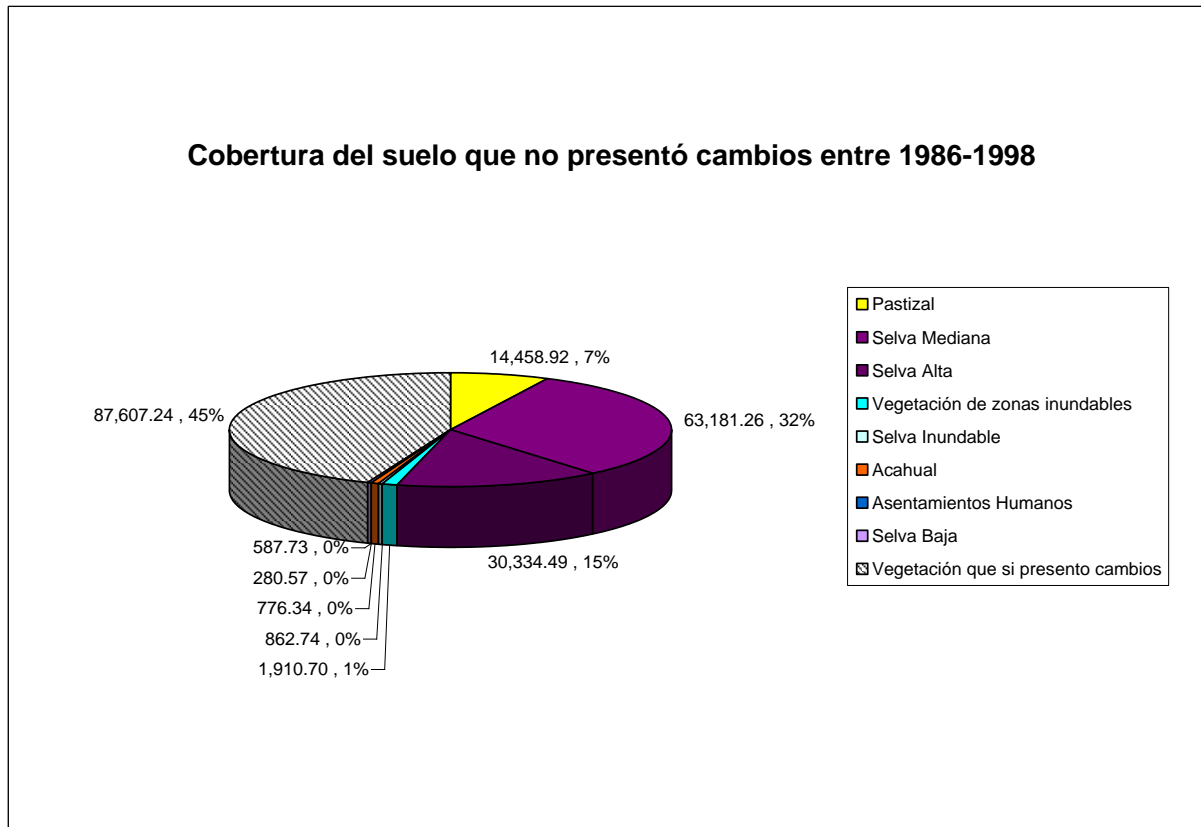
Mapa 9. Distribución de la cobertura de suelo en el año 2003

4.4 Cambios presentados entre 1986 y 1998.

Durante estos doce años, la subregión de Marqués de Comillas experimentó diversos cambios, destacando las 22,205.02 ha de selva mediana transformadas en acahuales, seguido por las 14,036.22 ha de selva alta transformadas también en acahuales, las 12,559.45 ha de selva mediana que pasaron a ser pastizales, mientras 11,350.47 ha cambiaron de selva alta a pastizales; otros cambios de mediana intensidad se registraron entre pastizales y acahuales 5,267 ha, entre vegetación de zonas inundables convertidas en pastizales y acahuales 2,081.87 ha y 2,131.7 ha respectivamente; otros cambios registrados son de acahuales a pastizales 681.49 ha, de selva inundable a pastizales y acahuales 253.26 ha y 237.56 ha respectivamente; cambios menores a 200 ha, se presentaron entre selva alta a asentamientos humanos 101.33 ha y selva mediana hacia asentamientos humanos 92.50 ha, en tanto de selva baja a acahuales se tuvo 67.03 ha y de selva baja a pastizales 43.18 ha. Además, se observaron cambios de selva mediana, selva alta y vegetación de zonas inundables a áreas sin vegetación (SV), así como, de selva inundable y vegetación de zonas inundables a asentamientos Humanos (As) cuyo conjunto representó 1,500.47 ha (véase gráfica 4), en tanto, otras coberturas permanecieron sin cambios, tal es el caso de las 63,181.26 ha de selva mediana, 14,458.92 ha de pastizales, 30,334.49 ha de selva alta, 1,910.60 ha de vegetación de zonas inundable, 776.34 ha de acahual, 862.74 ha de selva inundable, 587.73 ha de selva baja y 280.57 pertenecientes a asentamientos humanos (véase gráfica 5 y tabla 5).



Gráfica 4. Superficie en hectáreas y porcentaje de cobertura que presentó algún cambio entre 1986 y 1998.

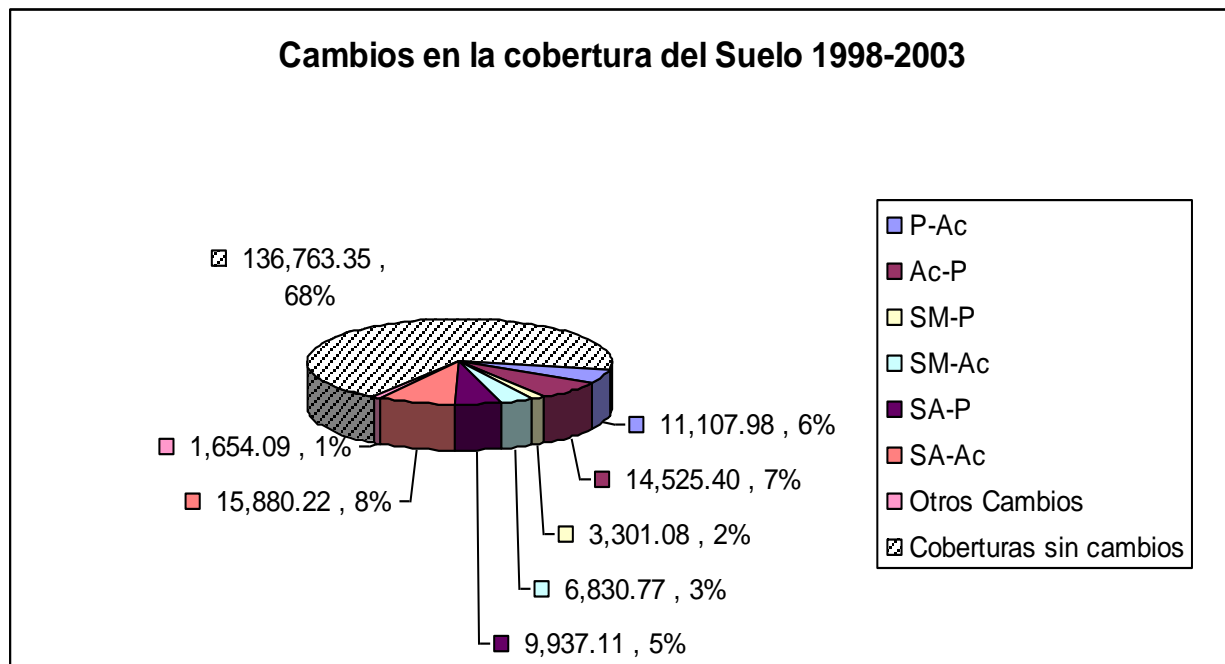


Gráfica 5. Cantidad de hectáreas que no presentaron cambio entre 1986 y 1998.

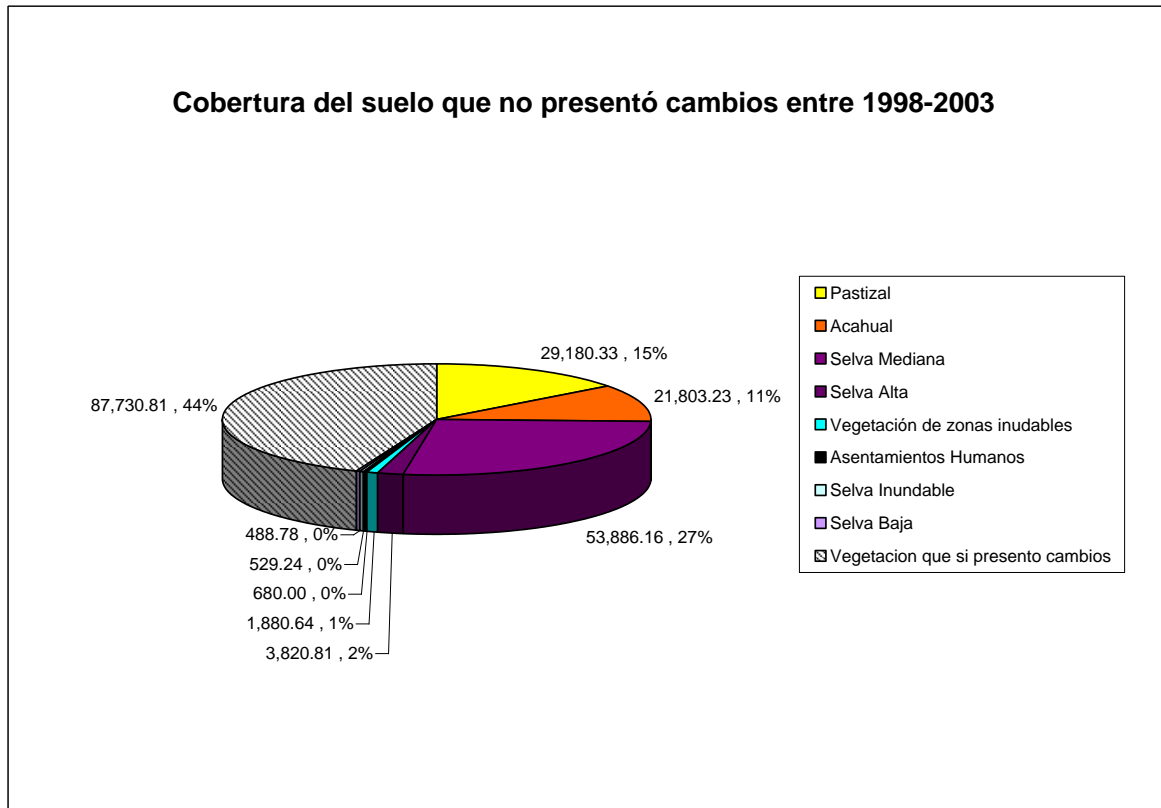
4.5 Cambios de 1998 a 2003.

Durante este periodo de cinco años, los cambios más destacados son 15,880.22 ha selva alta transformada en acahual; 14,525.40 ha acahual convertidas a pastizales; 11,107.98 ha de pastizal pasaron a ser acahuales; 9,937.11 ha de selva alta se convirtieron en pastizales; 6,830.77 ha de selva mediana se transformaron en acahual y 3,301.08 ha de selva mediana pasaron a formar parte de pastizales; otros cambios menores que representan 1,615.81 ha, corresponden a cambios de vegetación de zonas inundables en acahual (473.16 ha), vegetación de zonas inundables en pastizales (431.13 ha), selva baja en acahuales (288.99 ha), selva inundable en pastizales (179.36 ha), selva inundable en acahual (140.38 ha), selva baja en pastizal (72.81 ha), selva alta en asentamientos humanos (21.89 ha) y selva mediana a asentamientos humanos (8 ha) (véase gráfica 6), en tanto la superficie que no presentó cambio se distribuyó de la siguiente manera: 53,886.16 ha de selva mediana, 29,180.33 ha de pastizales, 21,803.23 ha de acahuales, 3,820.81 ha de selva

alta, 1,880.64 ha de vegetación de zonas inundables, 680 ha de asentamientos humanos, 529.24 ha de selva inundable y 488.78 ha de selva baja (véase gráfica 7 y tabla 6).



Gráfica 6. Superficie en hectáreas y porcentaje de cobertura del suelo que ha cambiado entre 1998 y 2003.



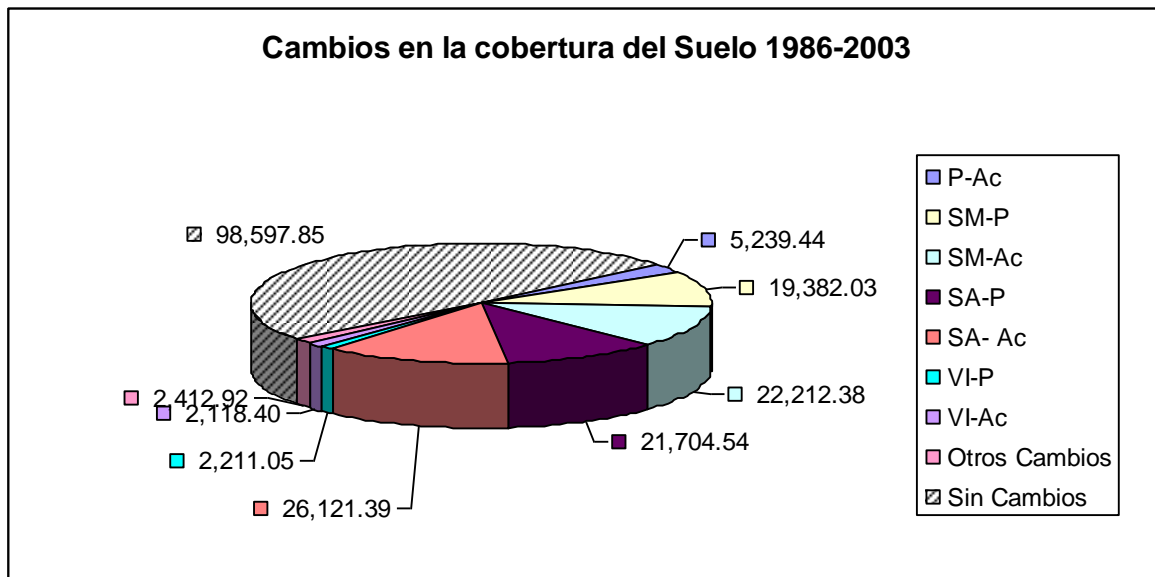
Gráfica 7. Superficie en hectáreas y porcentaje de cobertura del suelo que no ha cambiado entre 1998 y 2003.

4.6 Cambios entre 1986 y 2003.

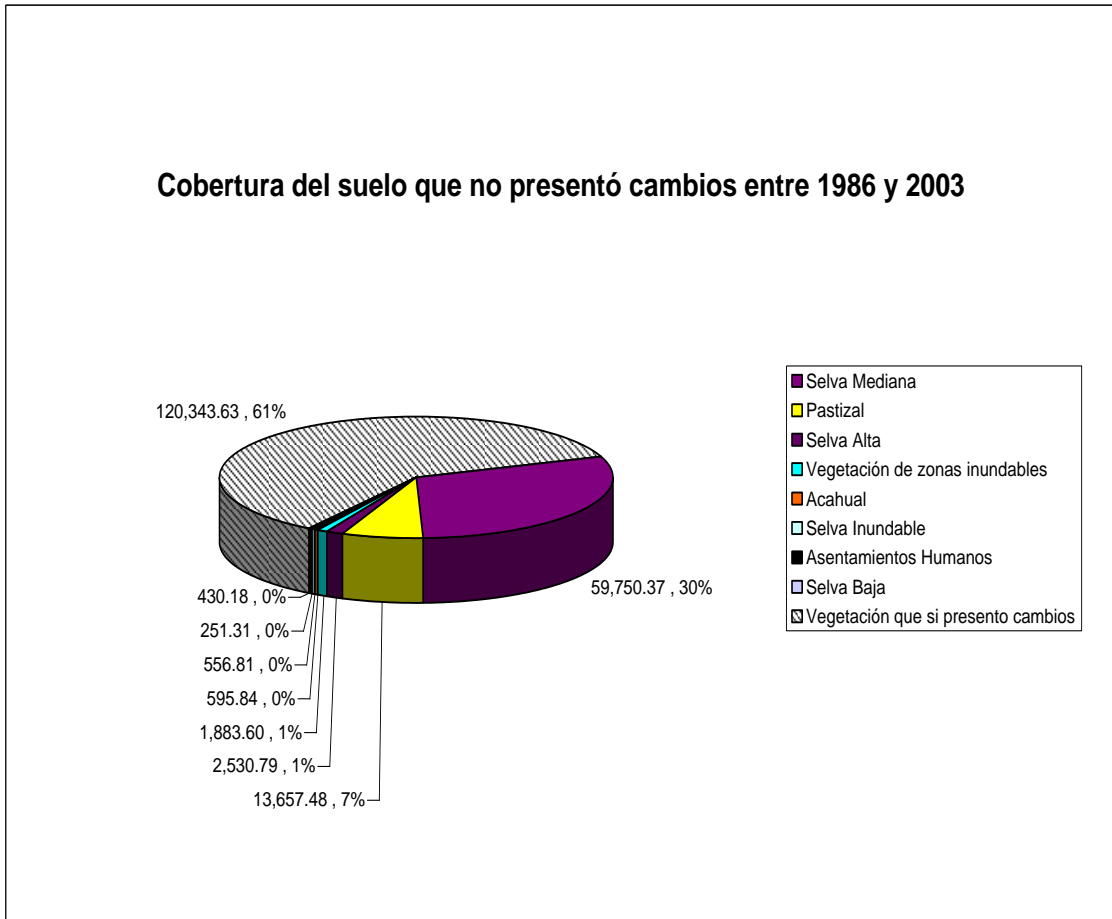
Los resultados para este periodo muestran los siguientes cambios: 26,121.39 ha de selva alta, 22,212.38 ha de selva mediana y 5,239.44 ha de pastizales se transformaron en acahuales; 21,704.54 ha de selva alta, 19,382.03 ha de selva mediana, 2,211.05 ha de vegetación de zonas inundables y 2,118.40 ha de acahuales pasaron a ser pastizales; cambios menores a 1,000 ha se presentaron entre acahuales y pastizales lo cuales registraron 752.81 ha, en tanto de selva inundable a pastizal se tuvo cambio en 511.68 ha, de selva inundable y selva baja en acahual se registró cambio en 412.84 ha y 185 ha respectivamente, de selva alta y selva mediana hacia áreas de asentamiento Humanos se registraron 183.48 ha y 129.52 ha respectivamente, el paso de acahuales a selva mediana fue de 126.09 ha, la selva baja dio paso a pastizales en 68.14 ha y, finalmente, algunas áreas sin vegetación se convirtieron en pastizales cubriendo 43.38 ha (gráfica 8).

Desde 1986 hasta 2003 algunas coberturas vegetales se lograron mantener en sus mismas áreas, en el caso de la selva mediana fueron 59,750.37 ha, en los pastizales 13,657.48 ha, para la selva

alta 2,530.79 ha, en tanto, la vegetación de zonas inundables conservó 1,883.60 ha, los acahuales 595.84 ha, la selva inundable 556.81 ha, la selva baja 430.18 ha y los asentamientos humanos 251.31 ha (véase gráfica 9 y tabla 7).

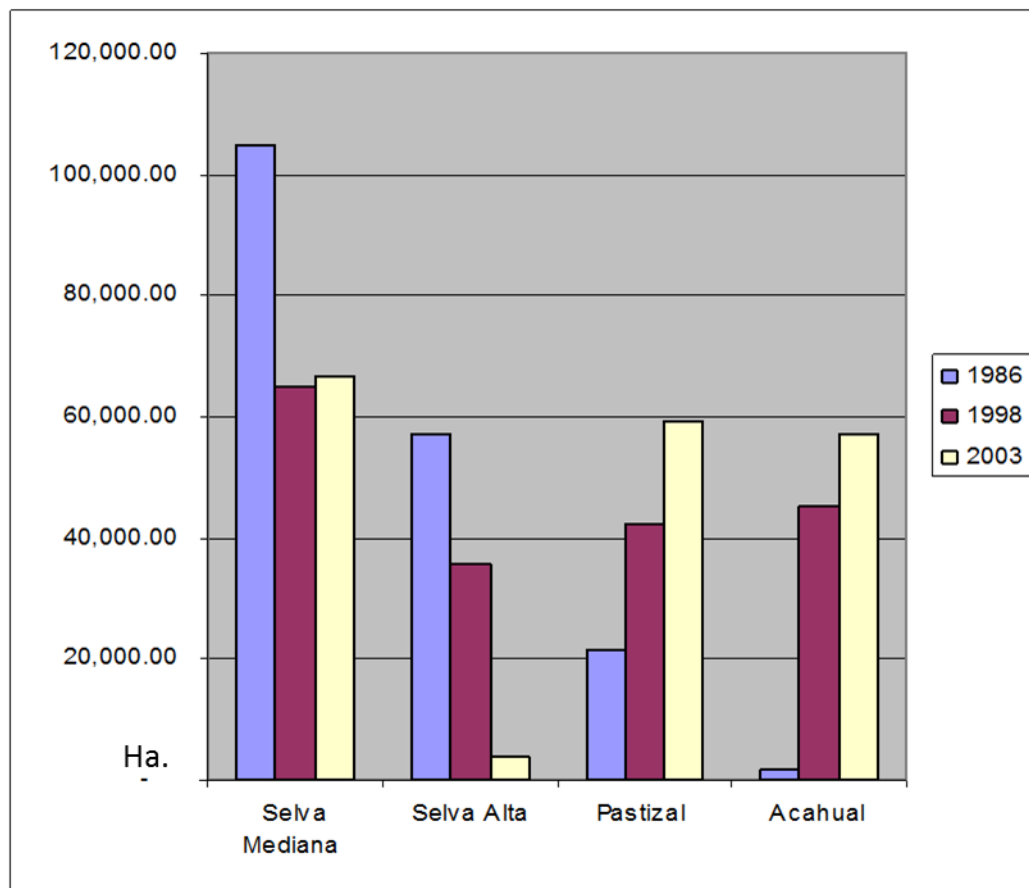


Gráfica 8. Superficie en hectáreas y porcentaje de cobertura del suelo que presentó cambio entre 1986 y 2003.



Gráfica 9. Superficie en hectáreas y porcentaje de cobertura del suelo que no presento cambios de 1986 a 2003.

A manera de resumen se presentan la gráfica 10 donde se ilustra sobre el eje Y la cantidad de hectáreas cubiertas por respectivas coberturas de suelo colocadas sobre el eje de las X, apreciando de esta manera la evolución de cada una en las fechas correspondientes a este estudio; también se anexa la tabla 4 la cual muestra los porcentajes de ocupación espacial de cada uno de los usos de suelo en cada uno de los años aquí analizados; en ambos casos se observa claramente la disminución de las áreas con cubierta forestal y el incremento de las cubiertas con pastizales y acahuales.



Gráfica 10. Ocupación en hectáreas de las principales coberturas del suelo para cada año de estudio.

Tipo de Cobertura	Año 1986	Año 1998	Año 2003
Selva Alta	28%	18%	2%
Selva Mediana	52%	31%	33%
Selva Inundable	1%	1%	0.5%
Vegetación de zonas Inundables	4%	2%	2%
Selva Baja	0%	0%	0.5%
Acahual	1%	23%	29%
Asentamientos Humanos	1%	1%	1%
Pastizales	11%	21%	30%

Tabla 4. Porcentaje de cobertura del suelo para cada año de estudio.

Cambios en la cobertura de suelo presentados de 1986 a 1998.										
1986										
		Pastizal	Acahual	Selva Mediana	Selva Alta	Selva Inundable	Sin Vegetación	Asentamientos Humanos	Vegetación de zonas Inundables	Selva Baja
1998	Pastizal	73%	47%	13%	20%	18%	67%	0	34%	5%
	Acahual	27%	53%	23%	25%	18%	0	0	34%	11%
	Selva Mediana	0	0	64%	0	0	0	0	0	0
	Selva Alta	0	0	0	55%	0	0	0	0	0
	Selva Inundable	0	0	0	0	64%	0	0	0	0
	Sin Vegetación	0	0	0	0	0	33%	0	0	0
	Asentamientos Humanos	0	0	.10%	.17%	0	0	100%	.31%	0
	Vegetación de zonas Inundables	0	0	0	0	0	0	0	31%	0
	Selva Baja	0	0	0	0	0	0	0	0	84%

Tabla 5. Porcentaje de cobertura del suelo que presentó o no cambios, entre 1986 y 1998.

Cambios en la cobertura del suelo presentados de 1998 a 2003.										
1998										
		Pastizal	Acahual	Selva Mediana	Selva Alta	Selva Inundable	Sin Vegetación	Asentamientos Humanos	Vegetación de zonas Inundables	Selva Baja
2003	Pastizal	72%	40%	5%	33%	21%	100%	0	15%	9%
	Acahual	28%	60%	11%	54%	17%	0	0	17%	34%
	Selva Mediana	0	0	84%	0	0	0	0	0	0
	Selva Alta	0	0	0	13%	0	0	0	0	0
	Selva Inundable	0	0	0	0	62%	0	0	0	0
	Sin Vegetación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Asentamientos Humanos	0	0	0	.06%	0	0	100%	0	0
	Vegetación de zonas Inundables	0	0	0	0	0	0	0	67%	0
	Selva Baja	0	0	0	0	0	0	0	0	57%

Tabla 6. Porcentaje de cobertura del suelo que presentó o no cambios, entre 1998 y 2003.

Cambios en la cobertura del suelo presentados de 1986 a 2003.										
1986										
		Pastizal	Acahual	Selva Mediana	Selva Alta	Selva Inundable	Sin Vegetación	Asentamientos Humanos	Vegetación de zonas Inundables	Selva Baja
2003	Pastizal	72%	52%	19%	43%	34%	100%	0	35%	11%
	Acahual	28%	41%	22%	52%	28%	0	0	34%	27%
	Selva Mediana	0	9%	59%	0	0	0	0	0	0
	Selva Alta	0	0	0	5%	0	0	0	0	0
	Selva Inundable	0	0	0	0	38%	0	0	0	0
	Sin Vegetación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Asentamientos Humanos	0	0	0	.37%	0	0	100%	.30%	0
	Vegetación de zonas Inundables	0	0	0	0	0	0	0	30%	0
	Selva Baja	0	0	0	0	0	0	0	0	62%

Tabla 7. Porcentaje de cobertura del suelo que presentó o no cambios, entre 1986 y 2003.

La Matriz de Error para la imagen del año 2003, muestra la mayoría de las clases en concordancia con las presentes en el mapa del año 2004; teniendo en el caso de los pastizales veinte concordancias y dos discordancias con acahuales; en tanto, los acahuales presentan veinte cuatro concordancias y once discordancias, siete de ellas con pastizales, tres con selva mediana y una con vegetación de zonas inundables; el caso de la selva mediana muestra veinte nueve concordancias y cinco discordancias, cuatro de ellas con acahuales, una con pastizal y una más con vegetación de zonas inundables; finalmente, la vegetación de zonas inundables se muestra con cuatro concordancias y ninguna discordancia (véase tabla 5). Con estos datos se procedió a elaborar la tabla 9 que tiene como finalidad dar a conocer el porcentaje de confianza que puede tener el productor y el usuario de la información reportada, para la clasificación de pastizales, acahuales, selva mediana, vegetación de zonas inundables de manera independiente o bien el porcentaje de exactitud total del presente trabajo que fue de 80.2%.

Matriz de Error						
		Mapa de referencia 2004				
		pastizal	Acahual	selva mediana	vegetación de zonas inundables	Total de Renglones
Imagen Clasificada 2003	Pastizal	20	7	1		28
	Acahual	2	24	4		30
	Selva mediana		3	29		32
	Vegetación de zonas inundables		1	1	4	6
	Total columnas	22	35	35	4	96

Tabla 8. Distribución de puntos de verificación aplicados sobre la imagen del año 2003 a partir del mapa base del año 2004.

	Exactitud del Productor	Exactitud del Usuario
Pastizal:	91%	71%
Acahual:	68%	80%
Selva Mediana:	83%	91%
vegetación de zonas inundables	100%	67%

Exactitud total	80.2%
-----------------	-------

Tabla 9. Porcentaje de exactitud total y para cada cobertura del suelo en el año 2003.

Referente a los resultados correspondientes a la tasa de deforestación anual para el periodo entre 1986 y 1998, se obtuvo lo siguiente:

$$DR = 1 - (1 - (165,114.58 - 102,261.28 / 165,144.58))^{1/12} \times 100$$

$$DR = 1 - (1 - (0.38077))^{.0833} \times 100$$

$$DR = 1 - (0.61922)^{.0833} \times 100$$

$$DR = 1 - 0.96084 \times 100$$

$$DR = 0.03915 \times 100$$

$$DR = 3.90\%$$

y para el lapso entre 1998 y 2003, se presentó de la siguiente manera:

$$DR = 1 - (1 - (102,261.28 - 71,964.38 / 102,261.28))^{1/6} \times 100$$

$$DR = 1 - (1 - (0.29626))^{.1666} \times 100$$

$$DR = 1 - (0.70373)^{.1666} \times 100$$

$$DR = 1 - 0.94312 \times 100$$

$$DR = 0.05687 \times 100$$

$$DR = 5.6\%$$

De la misma manera, se realizó un cálculo para el lapso comprendido entre los años 1986 y 2003, el cual arroja una tasa de deforestación anual de 4.5%.

Capítulo V. DISCUSIÓN

El análisis de las imágenes satelitales, permitió clasificar distintas coberturas del suelo y detectar su cambio a lo largo de dieciocho años (1986 – 2003), así como la obtención, de mapas y estadísticas que evidencian el cambio en la cobertura del suelo que ha sufrido la subregión de Marqués de Comillas. Estos cambios han derivado en un incremento de las áreas cubiertas por pastizales y acahuales jóvenes, las cuales pasaron de 23,418 ha en 1986 a 116,519.17 en 2003, mientras, coberturas como la selva alta sufrieron pérdidas que la llevaron casi a su desaparición; después de poseer una extensión de 57,303 ha en 1986, para 2003 solo contaba con 4,016.27 ha, cifras que si se comparan a las 194,147 ha de selva reportadas por autores como Casco (1990), Fernández y Pat (1998, en Barrera 2001) y De Jong (2000), existentes en 1976 se puede observar la gran disminución que ha tenido esta cobertura.

Las cifras reportadas en el mapa de cobertura del suelo para el año 1986 estiman 21,667 ha cubiertas de pastizales, que pudieron tener sus orígenes en los apoyos gubernamentales dirigidos a la colonización, a través de actividades agropecuarias y petrolíferas, como lo refieren Arizpe (1993), Gómez (1990), FAO (1996) y De Jong (2000); en torno a este proceso de colonización y desarrollo agropecuario, Lobato en 1979 decía; “la colonización y el desarrollo de la agricultura en el trópico avanza con gran rapidez y se presenta como destrucción de las zonas boscosas, y desperdicio de los recursos naturales, trayendo como consecuencia un deterioro ambiental en perjuicio del hombre”.

Las actividades ganaderas y agrícolas están frecuentemente asociadas a coberturas de pastizales y acahuales, de manera que no es posible a través de este estudio apreciar con exactitud qué tanta extensión territorial es utilizada para la ganadería de forma particular. Sin embargo, sí se aprecia que las hectáreas de pastizales son superiores a las estimadas por Carrillo, quien menciona una superficie de uso agropecuario de 16,352 ha en 1988; esta variación puede ser debida a la forma de cálculo utilizada, destacando que este estudio maneja una certeza de 78% para el uso de esta información en otras publicaciones.

En el mapa 7 se aprecia la distribución de las coberturas del suelo en 1986, observando las primeras áreas deforestadas en los lugares de mayor accesibilidad como caminos y ríos los cuales también contaban con los suelos más fértiles; esto se puede apreciar en las orillas del río Lacantún y Chixoy confirmado por Semarnap (1997); otro importante cambio en la cobertura vegetal se registra alrededor de los centros de población ejidal como Benemérito de las Américas y Zamora Pico de Oro, situación que describe Castillo *et al.*, en 2007. Mientras, el resto de la subregión aún contaba con una amplia cobertura selvática cercana a 85% (172 310 ha), con el 52% perteneciente a selva mediana (Casco, 1990), conservándose esta superficie de acuerdo con Gómez (1990) debido a los pocos asentamientos humanos y a que en ella sólo se realizaba tala selectiva, que a la postre abriría el paso a la colonización.

Entre 1986 y 1998, en la zona de estudio se promovió el establecimiento de viveros y cultivos, impulsados por diversas instituciones gubernamentales sin tener el éxito esperado, continuando la presión sobre el aprovechamiento forestal; el uso del sistema de roza-tumba-quema, el cual implicó la eliminación total de la cobertura vegetal y la introducción de potreros para ganado en zonas anteriormente agrícolas que registraban pérdida de nutrientes, para 1997 la ganadería llegó a ocupar 29,059 ha, de acuerdo con cifras reportadas por Mariaca, quien adjudica a dicha actividad la pérdida de 30% de la superficie selvática, mientras, el uso agrícola tubo como principales cultivos maíz, chile, frijol, cacao y arroz. En este estudio, se reporta para 1998 la presencia de pastizales en 42,418.06 ha equivalentes a 21% de la subregión, cifra que significó la pérdida de 12,559.45 ha de selva mediana y 11,350.47 ha de selva alta en estos doce años; por su parte, la evolución de los acahuales registra pérdidas de 22,205.02 ha y 14,036.22 ha de selva mediana y alta respectivamente, quedando en 1998 solo 105,690 ha ocupadas por la selva, cifra que al compararse con datos proporcionados por De Jong (2000) para 1996, quien reporta 114,157 ha de selva, se presume una concordancia con los resultados de este estudio 105,690 ha de selva en 1998.

Durante este período de doce años (1986-1998), se obtuvo una tasa de deforestación de 3.9%, reflejando una pérdida de 21,794 ha de selva alta; 40,191 ha de selva mediana y el aumento de 20,781 ha de pastizales y 43,379 ha de acahuales, representando un cambio de 45% en la

cobertura vegetal original, semejante a las cifras citadas por Fernández y Pat (1998, en Barrera 2001), quienes mencionan la pérdida de la mitad de la cobertura vegetal. Estos datos en la mayoría de casos están relacionados con la manera en que se ha desarrollado la agricultura (bajo el sistema de roza-tumba-quema) y la ganadería, considerada por Mariaca (2003) como la actividad que mayor daño forestal ha causado a la subregión, tanto por su arraigo social como por su carácter extensivo, siendo responsable de 60% del cambio de uso de suelo en el trópico mexicano de acuerdo con autores como Retiere (1991) y Masera (1992). A la cual se le podría sumar el incremento poblacional que paso de 1400 habitantes originales a los cuales se les sumaron 10,000 colonos provenientes de diversos estados de la república, durante el gobierno de Juan Sabines Gutiérrez (1979 - 1982) y 12,000 refugiados de la guerra civil guatemalteca.

Ante estos cambios en la cobertura del suelo orientados a la expansión de pastizales y acahuales, autores como Casco en 1990, sugirieron como una opción para frenarlos que la subregión de Marqués de Comillas pasará a formar parte de una zona de restricciones muy fuertes en la selva lacandona y que la colonización sólo se concentrara en suelos aluviales. En tanto, otros autores como De Jong (2002) y la propia Sedue, consideraban punto clave declarar a Marqués de Comillas, zona de amortiguamiento de la Reserva de Montes Azules.

Saldivar (1998) consideró importante en 1996 el surgimiento de apoyos gubernamentales orientados al uso intensivo del bosque natural mediante la incorporación de la silvicultura y el desarrollo sustentable de la región, en 1997 se fomentó la preservación, la conservación, el aprovechamiento y la restauración de la selva, con acciones que captaron el interés de algunos pobladores quienes conservaban áreas que no habían sido fuertemente deterioradas, desarrollando en ellas actividades eco-turísticas un interesante ejemplo es: el desarrollo del centro ecoturístico “Las Guacamayas”, ubicado en el ejido de Reforma Agraria a escasos 20 km de la cabecera municipal de Marqués de Comillas o la venta de servicios ambientales que se presente en otras localidades, logrando que la masa vegetal de selva mediana no perdiera superficie, sino por el contrario ganara cerca de 2,000 ha, sin embargo, este tipo de proyectos aun no llegan a representar una alternativa real para los problemas ambientales y económicos de la región, debido a que sólo una pequeña parte de la población participa y el resto sigue

practicando actividades no sustentables. Un ejemplo más es el pago a las comunidades por servicios ambientales que presta la selva tales como la captura de carbono.

Sin embargo, estas acciones siguen estando entre los últimos planes de los campesinos, quienes han encontrado salida a sus problemas económicos en las plantaciones forestales, que tampoco favorecen a los ecosistemas, ni satisfacen enteramente las necesidades de los campesinos.

Han sido varios los intentos por detener la destrucción de la selva en Marqués de Comillas. Sin embargo, no han sido suficiente pues ésta continuó a un ritmo de 5.6% anual como se indica en la tasa de deforestación registrada entre 1998 y 2003, donde la selva alta se redujo de 18% en 1998 a 2% en 2003, mostrándose como la cobertura que más hectáreas perdió; por su parte la selva mediana mostró una recuperación de 2,067.54 ha, que seguramente corresponden a acahuales que se dejaron recuperar y que para 2003 ya presentaban alturas semejantes a la selva mediana: sin embargo, ésta cifra es ampliamente superada por las reportadas en coberturas de acahuales y pastizales, donde su aumento en 2003 las llevó a ocupar 59% del territorio, equivalente a 116,520 ha, demostrando el interés de los campesinos por seguir vinculados con actividades de extracción forestal, agricultura y ganadería, siendo ésta última la que más ventajas ofrece a los campesinos de acuerdo con lo expresado por Retiere (1991) y Villafuerte (1997), en tanto, la actividad ganadera sigue en espera de la reactivación de créditos.

Quizá la recuperación de esas hectáreas de selva mediana estén asociadas a la remunicipalización de 1999 donde la subregión quedó conformada por dos municipios, Marqués de Comillas, el cual destinó al desarrollo agropecuario 1.17%, al medio ambiente y los recursos naturales 4.16% del total de inversión pública ejercida, de acuerdo con la Secretaría de Planeación en su informe de gobierno del año 2000; y Benemérito de las Américas, que dedicó al sector agropecuario 17.97% y 6.32% para medio ambiente y recursos naturales, de la inversión pública ejercida.

Desde este punto de vista, el cambio en la cobertura del suelo en la subregión de estudio está estrechamente relacionado con las necesidades económicas y culturales como la subvaloración de los bosques naturales mencionada por diversos autores (Paz, 1995; Casco,

1990; De Jong, 2005; Arizpe, 1993) como un factor indirecto de la deforestación y la necesidad de adaptar el entorno con actividades propias de sus regiones de procedencia.

Entre las actividades asociadas mayormente a la pérdida de la selva están: las vinculadas al sector primario, que reúne 70% de la población económicamente activa del municipio de Benemérito de las Américas y 83% del municipio de Marqués de Comillas (INEGI, 2000); en otras palabras, las necesidades económicas de la población recaen sobre el sector primario, principal fuente de ingresos de las familias de la región y motivo por el cual, mientras las actividades agrícolas y ganaderas sigan demandando nuevos espacios, se continuará observando la pérdida de más hectáreas de selva, que solo a través de políticas gubernamentales adecuadas se podría comenzar a mitigar o en su defecto a impulsar la problemática (Paz, 1995; González, 1990).

Capítulo VI. CONCLUSIONES

Sin lugar a dudas, el punto más importante es como se apreció durante esta investigación el interés por la implementación de la ganadería mediante el cambio de la cobertura y la deforestación. Sin embargo, pocas veces estas preocupaciones pueden ser atendidas debido a las necesidades inmediatas que los propios pobladores tienen y que se contraponen a los medianos y largos plazos con los que comúnmente se vinculan los proyectos ambientales.

Me gustaría iniciar este capítulo con un fragmento de un poema citado en Cano (2014) como resultado del Primer Encuentro Campesino sobre la Conservación y Desarrollo de la Selva Lacandona llevado a cabo en la localidad de Zamora Pico de Oro el 6 de abril de 1990, que dice:

Madre Selva, me disculpo contigo
como humilde campesino;
porque bajo la ignorancia de tus habitantes
confundidos te hemos ultrajado.
Parte de tus arterias, como parásitos,
te hemos mutilado;
de la vida propia que existía
hemos hecho un desorden
y convertida en supervivencia de la misma.
Aunque un poco tarde, vemos con tristeza
que tu ecología va en decadencia
y estamos sorprendidos de nuestra incierta existencia...

Este fragmento nos introduce a una reflexión en torno a la situación que ha acontecido en la zona de estudio y de la cual también hemos sido testigos durante algunas jornadas de trabajo en la zona, donde nos percatamos acerca de la manera en que los propios lugareños han plasmado su preocupación por el cuidado de la selva, en dibujos y escritos, durante talleres que ellos reciben.

El cambio en el uso de suelo en la subregión de Marqués de Comillas puede asociarse a la ganadería extensiva practicada en la subregión, como se mencionó en la hipótesis del presente trabajo, pues hoy en día la mayor parte de la cobertura del suelo este dedicada a pastizales u acahuales (59% de superficie reportada en 2003 sumando ambas coberturas) generalmente ligados con el uso ganadero; sin embargo, para que estos resultados se presentaran la subregión atravesó por diversos procesos sociales a los que podría asociarse con mayor certeza el cambio en la cobertura del uso de suelo.

- a) El otorgamiento por parte del gobierno de espacios para el desarrollo de vivienda y producción agropecuaria a los campesinos de diferentes regiones del país. Al respecto se puede decir que la mayoría de esta la población se concentró en las cabeceras municipales, las cuales se pueden seguir considerando espacios rurales que incluso aun no cuentan con todos los servicios. La población que se asentó en esta región ha presentado un incremento significativo que sin duda ha ejercido presión sobre la cobertura del suelo y la utilización de los recursos naturales, pero no sería el único factor o el más contundente en la transformación espacial, el crecimiento poblacional pasó de 1400 personas en 1976 antes de la llegada de los primeros colonizadores a 15,111 personas en 1990 equivalente a una densidad de 7.4 habitantes por km², considerada baja, la cual se incrementó posteriormente a 23,274 habitantes en 1999 con una densidad de 11.6 habitantes por km² y alcanzó en 2010 un población de 32,495 habitantes.
- b) La necesidad de generación riquezas. Podemos mencionar que se dio en dos vertientes con una misma dirección, la primera asociada el interés del sistema capitalista por incrementar los espacios para aprovechamiento forestal, agrícola y ganadero asociado al auge de las ideas capitalistas que menciona Toledo en 1978 donde los ecosistemas selváticos de las regiones tropicales eran considerados obstáculos y no recursos a explotar dadas sus peculiares características como la enorme diversidad de especies vegetales y animales, que representan recursos aislados, dispersos y poco abundantes donde se dificulta la producción capitalista, basada en la generación masiva de unas cuantas mercancías como los monocultivos en la agricultura o las praderas artificiales en la ganadería. La otra vertiente hace referencia a las necesidades de los habitantes

locales por la obtención de recursos económicos en el corto plazo a través de la venta de maderas preciosas y la posterior limpieza de la selva para la obtención de espacios para uso agrícola y ganadero.

Estos procesos sociales se acrecientan mediante diferentes factores como:

- 1) La falta de apropiación del espacio de aquellas personas quienes no pertenecen de manera natural al entorno donde han sido asignados. Esta situación no permite el conocimiento óptimo de las características, ventajas y desventajas que en este caso la cobertura selvática podía proporcionarles y, por el contrario, amparados en las tradiciones sociales aprendidas o heredadas en un ambiente asociado a las regiones templadas de México, donde los objetivos y formas de trabajo diferentes, se buscó modificar el sitio de destino y no las tradiciones y conocimientos.
- 2) El incentivo que los programas gubernamentales tenían con la finalidad de reconvertir las tierras selváticas en espacios aparentemente “más productivos” mediante el otorgamiento de créditos agropecuarios y la apertura de caminos.
- 3) El aprovechamiento de grandes empresas privadas a quienes se venden los árboles en pie, bajo condiciones generalmente desventajosas para las comunidades.

A manera de una primera conclusión se resalta la convergencia de tres factores; primero la necesidad económica de los nuevos habitantes de la subregión de Marqués de Comillas, segundo; el impulso del gobierno mexicano por poblar y dotar de tierras tanto a campesinos que constantemente las solicitaban como aquellos que por diversas causas tenían que se reubicados; y tercero las ideas capitalistas de ese momento que consideraban la especialización daría mejores frutos sobre la diversidad; teniendo como resultado el impulso a la deforestación de la selva y la modificación de la cobertura del suelo la cual una vez que se ha retirado y se logra implantar sobre ella un sistema agrícola, este necesitara una renovación frecuente de tierra ya que en su mayoría los suelos de estas regiones sólo soportan dos o tres temporadas de cultivo, suelo que se obtiene nuevamente con la eliminación de mas cubiertas vegetales.

Una vez superada la etapa de colonización de la selva y avanzado el proceso de deforestación, las políticas gubernamentales y los intereses del mercado adquieren nuevas ideas respecto a la utilidad de las selvas y su aprovechamiento, como consecuencia de las políticas ambientales mundiales que se comienzan a establecer en México entre los años ochentas y noventas como lo menciona Micheli (2001), las cuales influyeron en la zona mediante la suspensión de créditos agropecuarios, vedas forestales y los primeros intentos de concientización de la población sobre la importancia de la conservación ambiental de su entorno. Este proceso como muchos otros no fue aceptado por la población quienes mostraron disgusto, rebeldía y desconfianza hacia las autoridades gubernamentales derivando en el deseo por continuar con la eliminación de la selva, mediante el desmonte y la extracción ilegal de especies vegetales y animales con alto valor comercial, o la creación de organizaciones como el movimiento campesino regional independiente (MOCRI) en 1991 mediante la cual se insistía en la recuperación de créditos para la actividad ganadera.

Como segunda conclusión, existe una segunda etapa la cual se ve marcada por la transición entre el mercado capitalista de tipo fordista mencionado por Toledo en 1978 y que afecto lo que podríamos denominar la primera etapa de cambio en la cobertura del suelo en Marqués de Comillas, y el “Mercado Ambiental” mencionado por Micheli (2001) regido por el paradigma de la sustentabilidad, donde el poder esta vinculado a remediar y/o preservar el medio ambiente expresado en la esfera de los negocios, las ideas y las acciones políticas que buscan modificar y crear tendencias sociales relacionadas con la crisis ambiental. En esta etapa los colonizadores de la subregión son colocados como los principales responsables de la destrucción de la selva, pero a su vez y se les ofrece la oportunidad de ser los pioneros en el rescate ambiental de la misma.

Este mercado ambiental, se configuró durante tres décadas la primera en los años setentas donde inicia la construcción de la idea de crisis entre la economía y la naturaleza, sobre la cual se toma conciencia global en los ochentas y que culmina con la búsqueda de factores de rentabilidad para la resolución de la crisis ambiental. La configuración de este mercado ambiental coincide extraordinariamente con procesos como la adaptabilidad y empoderamiento de la selva por parte de las primeras generaciones de población nativa de la

zona, cuyos conocimientos y herencias culturales se tornaron diferentes a las primeras generaciones ajenas a la subregión.

A pesar de la pérdida tan importante de la cobertura selvática puestas de manifiesto en este estudio, el empoderamiento, el cambio de actitudes, las nuevas tendencias del mercado, las nuevas apuestas del gobierno y por supuesto de los residentes respecto a la importancia del cuidado ambiental, ha comenzado si no a cambiar la situación, cuando menos han propiciado el debate de ideas, el acercamiento con instituciones gubernamentales y no gubernamentales, con la finalidad de crear planes que ayuden a la conservación y/o preservación de los remanentes de selva que aun se conservan, y que como cita Cano (2013) son conocidos por algunos miembros de la comunidad los de mayor sentido conservacionista como “*la montaña*”, donde esperan conservar “*algo*” de lo que ellos encontraron al momento de llegar a la región y que hoy incluso les da un sentido de pertenencia; en tanto otros miembros ven en “*la montaña*” la simple forma de asegurar el acceso a los recursos que está ofrece como la extracción de leña, madera para la construcción y en menor medida frutos, fibras, animales o plantas comestibles, finalmente aquellos con un sentido menos conservacionista lo denominan “*las reservas de tierra*” potencialmente repartibles entre las nuevas generaciones.

Estos remanentes de selva indistintamente de como sean nombrados o con que fines sean asociados por parte de la comunidad, representan una gran oportunidad para los actores locales, gubernamentales y de mercado; para el rescate de la región pues está cuenta con condiciones geográficas favorables, aunque las condiciones biológicas se tornen un poco más complejas; aquí se podría buscar apoyar la conservación y explotación sustentable de estos remanentes, mediante esfuerzos como los que comienzan a introducir el pago por servicios ambientales por captación de carbono o el desarrollo de centros ecoturísticos, que ayudan a controlar la expansión ganadera extensiva y la extracción selectiva de productos propios de ambientes selváticos con alto valor comercial que amenazan incluso la estabilidad de la Reserva de la Biosfera Montes Azules por su vecindad, es así que esperamos abrir una pequeña esperanza para no continuar con el ecicidio perpetrado hasta ahora en la subregión de Marqués de Comillas, el cual no ha generado la mejora en la calidad de vida esperada.

Antes de terminar, incluiré algunas propuestas que pueden ayudar en mayor o menor medida a la conservación y recuperación de parte de la selva.

Primero, al considerar el cambio de la cobertura del suelo en el caso de la subregión de Marqués de Comillas como parte de una problemática social se apela la incorporación de nuevas técnicas de planeación que permitan interactuar a los interesados en determinada temática, con la finalidad de abordar las preocupaciones de cada uno y comenzar a generar soluciones, adquiriendo compromisos entre los actores y asignando prioridades en las acciones a realizar. Entendiendo como “los interesados” a todas aquellas personas, empresas, asociaciones, gobiernos, a nivel local, municipal, estatal, federal, regional y global que puedan verse afectados o beneficiados por las acciones derivadas de la planeación. Quizá uno de los mayores retos para el desarrollo de esta actividad sea la necesidad de una constante adaptación a la realidad social y ambiental tan heterogénea existente en la zona.

Segundo, cuando una cobertura forestal se pierde, no solo se eliminan árboles, plantas o animales, se altera todo el ecosistema inclusive los ecosistemas aledaños, a través de la afectación a los suelos, la biodiversidad, la erosión, incluso con la pérdida de información y conocimiento de especies que quizá vivían en un nicho altamente especializado, también se contribuye a los procesos mundiales de calentamiento global y desertificación. De aquí, la importancia de impulsar estudios que permitan conocer con mayor detalle las características de cada una de las comunidades vegetales. Destacando en el presente estudio la necesidad de ampliar el conocimiento acerca de los acahuals ya que esta etapa sucesional cuenta con diversas características vegetativas que permiten definir la situación más adecuada sobre la que transita esta vegetación secundaria, este punto se considera clave para el accionar de las políticas encaminadas a la potencial recuperación de áreas forestales, aunque también podría fungir como la oportunidad de nuevos desmontes con un menor esfuerzo al que representaría el desmonte de la selva; en este mismo sentido los estudios acerca del estado de los pastizales ayudarían a generar en ellos una mejor productividad o enlazarlos con los procesos de restauración de acuerdo a sus características antes de que pierdan sus funciones ecológicas y sufran procesos de erosión irreversibles, que sería el siguiente escenario en caso de que la dinámica social, ambiental y política siga sobre el mismo camino en el que hasta ahora se ha desarrollado, otros estudios que también de ser tomados en cuenta son a cerca de la dinámica

interior de la selva, su relación con los beneficios y problemas locales y globales, el conocimiento de las especies endémicas presentes en ellas y su importante papel en el presente y futuro de nosotros mismos y el planeta, finalmente el comportamiento social no puede quedar fuera del interés académico, económico, gubernamental y ambiental puesto que este factor tiene como se ha demostrado en este estudio un alta responsabilidad en el desarrollo de los procesos espaciales, los cuales actualmente están inmersos en una rápida dinámica de transformación.

Aun con el desarrollo de los estudios correspondientes se debe ser cauteloso con las propuestas forestales que de ellos emanen. Reflexionemos un poco acerca de lo mencionado por Cano (2014) en su artículo titulado “Entre sueños agrarios y discurso ecologista. Las encrucijadas contemporáneas de la colonización de la Selva Lacandona” sobre la introducción de la palma africana en la subregión, la cual fue aceptada por varios pobladores, bajo el entendido de ser una forma a través de la cual se impulsaba la recuperación forestal al tiempo que se obtenían ganancias económicas y se trabajaba a favor de los biocombustibles, aunque detrás de este aparente beneficio se encontraba una cantidad quizá mayor de problemáticas debido a que la palma africana es una especie invasora, producida a través de un monocultivo que no permite el enriquecimiento del suelo, contrariamente a lo que sucede en los ecosistemas naturales, siempre será necesario entonces internalizar el valor del capital natural a las cuentas económicas que subyacen las tomas de decisiones.

Tercero, como hemos apreciado a lo largo de este trabajo, el proceso de deforestación en Marqués de Comillas no se ha detenido, la poblacionales originarias de la zona se han incrementado, el mercado ha cambiado su interés, los estudios y las tecnologías han avanzado a tal grado que desarrollan un papel de suma importancia en la futura configuración de este espacio de la frontera mexicana. Desde mi particular punto de vista y teniendo en cuenta que el desarrollo tecnológico podría representar un riesgo para la sociedad y el medio ambiente, estoy confiado de que se debe correr el riesgo necesario para generar respuestas a las incógnitas que aún nos aquejan, es decir, si bien en los primeros años de colonización y desarrollo de la subregión de Marqués de Comillas las formas de comunicación eran escasas y la velocidad en el flujo de la información lenta, hoy hemos vivido una revolución que nos permite acelerar los procesos de investigación sobre los cuales recae la generación de

conocimientos y la comprensión de los fenómenos que aquejan a las sociedades, los cuales están claramente vinculados a los procesos de comunicación, que son los encargados de presentar a la sociedad dichos conocimientos, con la finalidad de atender las constantes y cambiantes necesidades sociales de la actualidad, quizá hoy a diferencia del pasado tenemos la posibilidad de generar soluciones más adecuadas y rápidas a los problemas que enfrentamos, generando así una mejor toma de decisiones y la posibilidad de corrección de las mismas, bajo la premisa de lograr una mejora en la calidad de vida de la sociedad actual y futura.

Solo por poner un ejemplo que enmarque la relación de este estudio con lo mencionado en el párrafo anterior, puedo decir que la producción de este trabajo se realizó de una manera más ágil y práctica gracias al desarrollo de los diversos softwares computacionales desarrollados actualmente, así como al desarrollo de sistemas de posicionamiento global y adquisición de imágenes por sensores remotos, además este trabajo se presenta al igual que muchos otros correspondientes a la era digital, tanto en formato impreso como digital situación que permite el acceso a la información a más lectores, además al tiempo de publicación de este trabajo quizá se estén desarrollando otros que lo complementen o que ayuden a su difusión.

Cuarto, es de suma importancia acercar un sistema educativo incluyente y de fácil accesibilidad a los poblados rurales y alejados del país, como es el caso de los municipios de Marques de Comillas y Benemérito de las Américas ya que esto permitirá reducir las brechas educativas y aclarar las dudas que se generan en lugares remotos incluso de manera autodidáctica, sin la necesidad de intermediarios que en diversas ocasiones dan un sentido diferente y con una tendencia “a modo” de la información a los usuarios finales, como se puede apreciar en el caso del monocultivo de palma africana .

Quinto, se requiere de un fortalecimiento de la organización comunitaria, ejidos en el caso de la subregión de Marqués de Comillas ya que de continuar con asambleas ejidales débiles, anteposición de intereses individuales de corto plazo, falta de representación efectiva, bajos niveles de organización y gobernanza o falta de visiones estratégicas, se continuará trabajando sobre el mismo esquema que ha causado las condiciones actuales. El desafío

entonces es superar estas problemáticas y lograr que los ejidos participen en los nuevos mercados especializados.

Sexto, más allá de considerar esto como una propuesta accedo a sumarme a la idea planteada por Morin (2000) quien afirma: “El siglo XX ha derruido totalmente la predictibilidad del futuro como extrapolación del presente y ha introducido vitalmente la incertidumbre sobre nuestro futuro”. Encontrando en ella la oportunidad de poder plantear y replantear tantas veces como sea necesario la solución a los aparentes errores o desafíos a los que como humanidad no enfrentamos día a día. Espero que en el marco de falta de predictibilidad cada día aquellas etiquetas en las que estamos encasillados se rompan y permitan una mejor relación social que derive en una armonía con los otros seres vivos con lo que cohabitamos.

Finalmente, de acuerdo con lo expresado en la política pública del actual gobierno de México a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) órgano sectorizado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el programa anual de trabajo 2019, se presentan objetivos que pueden ser aprovechados y canalizados en la región de Marqués de Comillas como la línea de acción 1.1.1 que busca incorporar superficies bajo el pago de servicios ambientales en macada en el objetivo uno de la conservación de ecosistemas prioritarios y la restauración de aquellos que presentan problemas de degradación, o la línea 1.2.1 la cual busca el fortalecimiento de monitoreo comunitario de la biodiversidad en ecosistemas forestales prioritarios bajo intervención, que permitirá conocer el estado de conservación de los ecosistemas forestales y la consecuente mejora en la toma de decisiones de los núcleos agrarios para fortalecer el manejo del territorio, la línea 1.3.1 que busca apoyar y fortalecer esquemas de restauración a través de prácticas que permitan la recuperación y rehabilitación gradual de zonas degradadas.

Posiblemente, si las anteriores líneas de acción anteriores son aprovechadas y se cumplen en la subregión, las políticas ambientales se mantienen en el rumbo aquí señalado probablemente se podría aspirar a participar en otro tipo de estrategias como las expuestas en el objetivo tres a través del cual se busca mantener e incrementar la superficie forestal y temporalmente forestal para su aprovechamiento sustentable competitivo y participativo para

incrementar el bienestar de los habitantes de las áreas forestales del país, donde por el momento la subregión de estudio no ésta incluida en el mapa de zonas elegibles.

El objetivo cuatro de este mismo programa es otra oportunidad para la subregión, pues busca fortalecer y apoyar el desarrollo de capacidades locales, la participación social efectiva, la inclusión, la transparencia y la rendición de cuentas, mediante el fortalecimiento de los espacios y plataformas que contribuyen a consolidar la intervención de los actores sociales que conforman el sector forestal, tanto a nivel estatal como nacional, con la finalidad de lograr diálogos gobierno-sociedad, que permitan obtener opiniones y propuestas consensadas respecto a los instrumentos de la política forestal nacional con un enfoque de gestión integrada del territorio, entre las estrategias de mayor importancia podría destacar la 4.2 que promueve el desarrollo de capacidades locales, mediante la creación del capital social y el fortalecimiento de las capacidades de gestión de ejidos y comunidades forestales, que van desde la organización, la planeación y la ejecución de proyectos comunitarios, con un acompañamiento permanente que les permita en el mediano plazo ser autogestores de su propio desarrollo, la 4.3 que busca el fortalecimiento del sistema de investigación y transferencia de tecnología forestal de manera incluyente y participativa que atienda las necesidades del sector forestal.

Por último, se espera que el trabajo aquí presentado a pesar de no incluir el análisis de una imagen satelital mas cercana a su fecha de publicación sirva de referente para aquellos estudios que aborden las particularidades de la subregión, así como para aquellas personas que estén vivan en la zona y tengan interés en conocer un punto de vista distinto de la dinámica espacial que en ella ha acontecido. Se espera también que autoridades gubernamentales y científicos encuentren aquí información que permita una mejor toma de decisiones o el planteamiento de nuevas interrogantes que ayuden a un mejor entendimiento y eventual beneficio para la región de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Achard, F. *et al.*, (2002). "Determinations of deforestation rates of world's humid tropical forests" en *Science* Vol 297, 9 de Agosto de 2002, pp. 999-1002.

Arnold, M. y M. Ruiz, (2001). "Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives?" en *Ecological Economics* Vol. 39, December 2001, pp. 437-447.

Aguirre, Raúl., (2002). *Los mares mexicanos a través de la percepción remota*. Temas Selectos de Geografía de México, Instituto de Geografía, UNAM. Editorial Plaza y Valdés.

Anderson, J. *et al.*, (1976). "A land use and land cover classification system for use with remote sensor data". *Geological survey professional paper* 964, Washington.

Appendini, K. *et al.*, (1983). "El crecimiento económico y el campesinado: un análisis del ejido en dos décadas" en *El Campesinado en México: dos perspectivas de análisis*, México, El Colegio de México, pp. 129-254.

Arizpe L. *et al.*, (1993). *Cultura y cambio global: percepciones sociales sobre la deforestación en la Selva Lacandona*. Centro Regional de Investigación Multidisciplinaria, UNAM, Porrúa. México.

Arreola, A., (1999). *Marginación y cambio de uso de suelo en tres fronteras forestales de Chiapas*. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural. Dirección de Centros Regionales de la Universidad Autónoma de Chapingo, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Asner, G. *et al.*, (2005). "Selective Logging in the Brazilian Amazon" en: *Science* Vol. 310 21 de octubre 2005.

Ayala R. y M. Menenti, (2002). “Alternativas a los problemas presentados en un proceso de clasificación basado en el reconocimiento espectral de patrones” en *Mapping interactivo Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*. Versión electrónica http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=276, N° 75 pp. 72-76.

Barrera F., (2001). *Sistemas ganaderos en la subregión de Marqués de Comillas, Selva Lacandona, Chiapas*. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México.

Benemérito de las Américas (municipio). (2009, 7 de febrero). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:07, febrero 12, 2009 de [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Benem%C3%A9rito_de_las_Am%C3%A9ricas_\(municipio\)&oldid=23911664](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Benem%C3%A9rito_de_las_Am%C3%A9ricas_(municipio)&oldid=23911664).

Bocco G. *et al.*, (1991). “Integración de la percepción remota y los sistemas de información geográfica”, en *Ciencia y Desarrollo* Vol. XVII Número 97, marzo-abril.

Bocco G. *et al.*, (2001). “La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación” en *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. N° 44, pp. 18-38.

Burguete, A. y X. Leyva, (coordinadoras) (2001). *Nuevos Municipios en Chiapas*. CIESAS. Editorial Fray Bartolomé de las Casas.

Breedlove, D., (1981). *Flora de Chiapas*. The California Academy of Sciences, San Francisco, California.

Breedlove, D., (1986). *Listados florísticos de México IV. Flora de Chiapas*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Cáceres, C., (1946). *Chiapas, Síntesis geográfica*. Gobierno del estado de Chiapas. Chiapas, México.

Cano, I., (2013). *De Montaña a “Reserva Forestal” Colonización, sentido de comunidad y producción de la conservación ecológica en el sureste de la Selva Lacandona, México*. Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Guadalajara, Jalisco.

Disponible en línea:

<http://repositorio.ciesas.edu.mx/bitstream/handle/123456789/223/D241.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cano, I., (2014). “Entre sueños agrarios y discurso ecologista. Las encrucijadas contemporáneas de la colonización de la Selva Lacandona”, (Chiapas, México) en *EntreDiversidades*. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, N° 2, 2014, pp. 101 -143.

Consultada en línea el 29 de febrero de 2020 en:

<https://www.redalyc.org/pdf/4559/455944909005.pdf>

Casco, R., (1990). “El uso de los recursos del trópico mexicano: el caso de la selva lacandona” en Leff (coordinador), *Medio ambiente y desarrollo en México*, Vol. 1. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM. Editorial. Miguel Ángel Porrúa.

Castillo, M., (2002). “Percepción Remota”, en *Ecofronteras “Sistemas de Información Geográfica y Recursos Naturales”*, Gaceta Ecosur, N° 17, diciembre 2002. pp. 13-15.

Castillo, M. *et al.*, (2007). “Carbon emissions from land-use change: an analysis of causal factors in Chiapas, Mexico” en *Mitig Adapt Strat Glob Change* Vol. 12, pp. 1213-1235.

Cayuela, L., (2006). *Deforestación y fragmentación de los bosques tropicales montanos en los altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá, Departamento de Ecología.

Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, (CIES) (1986). *Diagnóstico y Recomendaciones. Taller sobre Recursos Naturales y Problemática socioeconómica y de la*

salud en la selva lacandona. Comisión para la Protección de la Selva Lacandona, Consejo Técnico Asesor. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Centro de Investigaciones Multidisciplinarias, (1994). *Mujer Rural, Medio Ambiente y Salud en la Selva Lacandona*, Investigación realizada con apoyo del fondo de población de las naciones unidas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) (2000). CDI-PNUD. Sistema de indicadores sobre la población indígena de México, con base en: INEGI XII Censo General de Población y Vivienda, México. Consultado en línea:
<http://www.cdi.gob.mx/cedulas/2000/CHIA/07114-00.pdf>
<http://www.cdi.gob.mx/cedulas/2000/CHIA/07116-00.pdf>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2019). *Programa Anual de Trabajo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Chuvieco, E., (2002). *Teledetección ambiental*. Ariel Ciencia. Barcelona.

De Jong B. *et al.*, (1999). “Land Use Change and Carbon Flux Between 1970s and 1990s in Central Highlands of Chiapas, Mexico” en *Environmental Management* Vol. 23, N° 3, pp. 373-385.

De Jong, *et al.*, (2000). *Carbon Flux and patterns of land-use/land cover change in the Selva Lacandona, México*. *Ambio* Vol. 29 pp. 504-511.

De Jong, B. *et al.*, (2002). Informe Final del Proyecto dinámica de cambio de uso de suelo y emisiones de carbono en el trópico húmedo de México. *Resultados finales del análisis de cambio de uso entre 1975 y 2000 Selva Lacandona y El Ocote*.

De la Cruz, G., (2005). Informe Final de la *Campaña de educación para la conservación de los recursos naturales en las áreas de protección de flora y fauna Naha y Metzabok*. Diplomado en educación para la conservación, Rare. Universidad de Guadalajara, México.

De los Ángeles, C., (1999). Informe final del proyecto H285. *Bioflora de la Reserva de Montes Azules, Chiapas: diversidad, biogeografía y depauperación por la actividad humana* Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

De Vos, J., (1992). “Una selva herida de muerte, historia reciente de la Selva Lacandona” en Vázquez, M. y M. Ramos (editores) *Reserva de la Biosfera de Montes Azules. Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Publicaciones especiales Ecosfera Vol. 1 pp. 167-286.

Delgadillo, C., (1993). Notas sobre la Diversidad Biológica de México. Volumen especial de la *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. 44 pp. 93-97.

Diario Oficial de la Nación, (1978). “Decreto por el que se declara de interés público el establecimiento de la zona de protección forestal de la cuenca del río Tulipa, así como de la Reserva Integral de la Biósfera Montes Azules”. 12 de Enero, México, D. F. Tomo CCCXLVI, N° 9.

Diario Oficial de la Federación, jueves 16 de noviembre de 2000 (Primera Sección).

Dirzo, R. y M. García, (1992). “Rates of Deforestation in los Tuxtlas, a Neotropical Area in Southeast Mexico” en: *Conservation Biology*. Vol 6 N° 1, March 1992, pp. 84-90.

Dirzo, R. y A. Miranda, (1991). “El Límite Boreal de la Selva Tropical Húmeda en el Continente Americano: contracción de la vegetación y solución de una controversia” en *Interciencia* N° 5, pp. 240-247.

Dirzo, R. (2003). Prólogo en “*Las comunidades vegetales de México*”. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología, pp. 7-8.

Dixon, R. *et al.*, (1994). “Carbon pools and flux of global forest ecosystems” en *Science* Vol. 263, pp. 185-190.

Espino, J. *et al.*, (1988). *Desarrollo Rural y Organización Campesina en Marqués de Comillas (Ocosingo, Chiapas)*. Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Esquivel, E., (2005). *Uso de Suelo y Almacenamiento de carbono en dos comunidades del Municipio de Marqués de Comillas, Chiapas*. Tesis Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo Integrado. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del IPN.

Estrada, A. y R. Coates-Estrada, (1995). *Las Selvas Tropicales Húmedas de México*. Fondo de Cultura Económica, Tercera reimpresión 2000, México.

Fábregas, A., (1994). “Una reflexión sobre el conflicto chiapaneco” en *Anuario 1993*, Departamento de Patrimonio Cultural e Investigación. Instituto Chiapaneco de Cultura. Gobierno del Estado de Chiapas.

Food and Agriculture Organization (FAO), (1997). *Situación de los Bosques del mundo*. Roma.

FAO, (1990). *Evaluación de los Recursos Forestales de 1990: Informe de México*, FAO, México, D.F.

FAO, (2005). *Global Forest Resources Assessments 2005*. Roma, Italia.

Hernández, L. y G. Dávila, (2005). *La Lucha por el Desarrollo Sustentable: Experiencias en el centro ecoturístico “Las Guacamayas” y la UMA “Reforma Agraria, en Marqués de Comillas, Chiapas*. Primer congreso internacional de casos Exitosos de Desarrollo Sostenible del Trópico 2-4 de mayo de 2005 Boca del Río, Veracruz, México.

Fuentes, L. y C. Soto, (1992). “Conservación y deterioro de la selva Lacandona” en *Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía, e Historia*, N° 116 pp. 67-84.

Gálvez, E., (1997). *Manejo de los Recursos Naturales y Perspectivas de desarrollo sustentable en Marqués de Comillas, el caso del ejido de Reforma Agraria*. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural, Universidad Autónoma de Chapingo, México.

García, E., (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. UNAM. México.

García, G. y J. Lugo, (1992). "Las formas del relieve y los tipos de vegetación en la Selva Lacandona" en: Vásquez M. y M. Ramos (editores). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Publicación. Especial. Ecosfera Vol.1 pp. 39-49.

García, G., (1995). *La Conservación de los paisajes en la selva Lacandona, Chiapas, México*. Tesis de Maestría en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México.

Gates, M., (1970). "Physical and Physiological properties of plants" en *Remote Sensing with Special Reference to Agriculture and Forestry*. National Academy of Sciences, Washington, D. C. pp. 224-246.

Gobierno del Estado de Chiapas, (1999). *Propuesta del plan de manejo para la Reserva Integral de la Biosfera de Montes Azules*, Coordinación de programas especiales, equipo técnico.

Gobierno del Estado de Chiapas (2003). *Agenda Estadística Ejecutiva*, Secretaría de Planeación. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Gomarasca, A. y G. Lenchi, (1990). "Fundamentals of remote sensing" en *remote sensing applications to land resources*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 41-62.

Gómez, A. (1978). *Ecología de la vegetación del estado de Veracruz*. CECSA. México, D.F.

Gómez, A. (1990). “El Problema de la deforestación en el trópico mexicano” en Leff E. (coordinador) *Medio Ambiente y desarrollo en México*, Vol. 1, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM. Editorial, Miguel Ángel Porrúa.

Gómez, A., (1992). “Una visión sobre el manejo del trópico húmedo de México” en: Vázquez M. y M. Ramos (editores), *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación*. Publicación Especial Ecosfera Vol. 1 pp. 7-18.

González y N. Ramírez, (2003). “Comunidades vegetales terrestres” en: Cruz A. et al., (coordinadores), *La Biodiversidad en Chiapas. Estudio de Estado*. Volumen II pp. 21-42.

González, M., Ramírez N. y L. Ruiz (Coordinadores) (2005). *Diversidad biológica en Chiapas*. Editorial Plaza y Valdés, Impreso en México.

González, F., (2003). *Las comunidades vegetales de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología.

González, R. (1990). “Frontera, ecológica y soberanía nacional. La colonización de la franja fronteriza de Marqués de Comillas” en *Anuario del Instituto Chiapaneco de Cultura*, pp. 51-83.

Gutiérrez, R. et al., (1995). *Política petrolera y desarrollo regional en Marqués de Comillas*, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Sociales, Campus III, Universidad Autónoma de Chiapas, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

H. Ayuntamiento de Benemérito de las Américas, Chiapas. Medios Geográficos 2008. http://www.benemeritodelasamericas.chiapas.gob.mx/portal/?page_id=25 consultado el 27 de marzo de 2009.

Harvey, N., (1998). “El fin del desarrollo en Marqués de Comillas: Discurso y Poder en el último rincón de la Selva Lacandona”, en Reyes R. et al., (coordinadores) *Espacios*

disputados: transformaciones rurales en Chiapas, Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Xochimilco y El Colegio de la Frontera Sur, México.

Hernández, J. et al., (1997). *Evaluación de tierras para el ordenamiento ecológico en la zona Marqués de Comillas, Selva Lacandona, Chiapas*. Universidad Autónoma de Chapingo y Semarnap. México.

Howard, J. (1991). *Remote Sensing of Forest Resources*. Editorial Chapman & Hall. Great Britain at the University Press, Cambridge.

Hughes, R., K. Boone y V. Jaramillo, (2000). "Ecosystem –Scale Impacts of Deforestation and Land Use in a humid Tropical region of Mexico" en *Ecological Applications* Vol. 10 No 2 April 2000 pp. 515-527.

Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A. C. (1995). *Estudio para el Ordenamiento Ecológico de la Selva Lacandona*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Semarnap-Idesmac.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (1984). *Las Margaritas (E15-12, D15-3)* Carta de efectos climáticos regionales Mayo-Octubre. Esc. 1:250,000. Secretaría de Programación de Presupuesto. México. D.F.

INEGI, (1984). *Las Margaritas (E15-12, D15-3)* Carta de efectos climáticos regionales Noviembre-Abril. Esc. 1:250,000. Secretaría de Programación de Presupuesto. México. D.F.

INEGI, (1985). *Las Margaritas (E-15-12, D15.3)* Carta Geológica. Esc. 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

INEGI, (1988). *Las Margaritas (E15-12 D15-3)* Carta hidrológica superficial. Esc. 1:250,000 Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática, Aguascalientes, México.

INEGI, (2000). *Resultados definitivos, Chiapas XII, Censo General de Población y Vivienda*.

INEGI, (2020). Portal <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/division/default.aspx?tema=T>, consultado el 09 de febrero de 2020.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, (2005). Gobierno del Estado de Chiapas. *Enciclopedia de los Municipios de México Estado de Chiapas* Marqués de Comillas. Formato en línea.

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/07116a.htm>

Instituto Nacional para el *Federalismo* y el Desarrollo Municipal, (2005). Gobierno del Estado de Chiapas. *Enciclopedia de los Municipios de México Estado de Chiapas* Benemérito de las Américas. Formato en línea.

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/07114a.htm>

Kauffer, E., (1997). “Refugiados guatemaltecos y conformación de la frontera sur de Chiapas en los años ochentas” en Bobin Philippe. *Las Fronteras del Istmo. Fronteras y Sociedades entre el sur de México y América Central*, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social y Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México, pp. 163-170.

Kauffer, E., (2005). “De la Frontera Política a las fronteras étnicas. Refugiados guatemaltecos en México” en *Frontera Norte*, Vol. 17 N° 34 julio-diciembre, pp. 7-36.

Lambin, F., (1994). “Modelling Deforestation Processes: A review. Tropical ecosystem environment observation by satellites” en *Series B. Research report* No 1, Office of the European Commission, Directorate General XIII, Luxemburgo.

León, J., (2005). *Informe Final del Proyecto Y036 Patrones de diversidad florística y faunística del área focal Ixcán, Selva Lacandona, Chiapas*. El Colegio de la Frontera Sur. División de Conservación de la Biodiversidad. Departamento de Ecología y Sistemática Terrestre. Unidad San Cristóbal de las Casas.

Libreros, M., (1999). *Recursos Acuáticos: Colonización e identidad en dos comunidades de la Selva Lacandona*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur.

Loaiza, V., (1998). *La crisis de los servicios Profesionales frente a la agudización de la problemática social en la Selva Lacandona*. Volumen 3. Un enfoque de la problemática social en la Selva Lacandona, a través de la visión de un protagonista institucional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

Lobato, R., (1979). *Qu ixim qu inal. La colonización tzeltal de la selva lacandona*, Tesis de licenciatura, México, Escuela Nacional de Antropología e Historia.

López, E. (1998). *Importancia de las áreas naturales protegidas del estado de Chiapas*. Tesina en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía. UNAM.

Malhi, Y. y O. Phillips, (2004). "Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis" en *Philosophical Transaction of the Royal Society of London B* Vol. 359 pp. 549-555.

Marqués de Comillas (municipio), (2009) 7 de febrero. *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 00:21, febrero 13, 2009 de [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Marqu%C3%A9s_de_Comillas_\(municipio\)&oldid=23911301](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Marqu%C3%A9s_de_Comillas_(municipio)&oldid=23911301).

Mariaca, R., (2002). *Marqués de Comillas, Chiapas: Procesos Inmigración y Adaptabilidad en el Trópico Húmedo*. Tesis Doctoral, Universidad Iberoamericana.

Masera, O., M. Ordóñez y R. Dirzo, (1992). "Carbon Emissions from Deforestation in Mexico: Current Situation and Long-term Scenarios" en W. Makundi y J. Sathaye (eds). "Carbon Emission and Sequestration in Forests: Case Studies form Seven Developing Countries: Summary". Lawrence Berkenley Laboratory Report # LBL-32665, University of California, Berkeley, California.

Masera, O., et al., (1995). "Land Use Change and Forestry" en C. Gay, et al., (editors). *Preliminary National Inventory of Greenhouse gas: México*. Septiembre 1995, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. Pp. 56-100.

Masera, O., (1996). *Deforestación y Degradación Forestal en México*. Grupo Interdisciplinario de tecnología rural apropiada. Documento de Trabajo 19, GIRA A.C. Centro de Ecología, Pátzcuaro, Michoacán, México.

Masera, O., M. Ordóñez y R. Dirzo, (1997). "Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios" en *Climatic Change* Vol. 35, pp. 265-295.

Mauricio, J., R. Valladares y H. García, (1984). *Lacandona: una incorporación anárquica al desarrollo nacional*, Colección Chiapas.

Mayaux P. et al., (2005). "Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring" en *Philosophical transactions of the royal society B* Vol. 360, pp. 373-384. Published on line 28 February 2005.

Mendoza, E. y Dirzo R., (1999). "Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot" en *biodiversity and conservation* Vol. 8 pp. 1621-1641, Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands.

Micheli J., (2001). "Política ambiental en México y su dimensión regional" en *Región y sociedad*. vol.14 no. 23 enero/abril 2002, consultado en línea en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252002000100005 el 28 de febrero de 2020.

Miranda, F., (1958). "Estudios acerca de la vegetación" en Beltrán E. (Editor) *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C.

Miranda, F. y E. Hernández, (1963). “Tipos de vegetación de México y su clasificación”. En *Boletín de la Sociedad Botánica de México* Vol. 28 pp. 29-179.

Miranda, F., (1975). *La vegetación de Chiapas*, primera parte. 2ª edición. Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Colección Chiapas.

Myers, N., (1984). *The primary Source: Tropical Forests and Our Future*. New York: Norton.

Ochoa S. y M. González, (2000). “Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, México” en *Applied Geography* Vol. 20 pp. 17-42.

Ochoa-Gaona, S. *et al.*, (2005). “La frontera de la colonización asistida. La Selva Lacandona: estado actual de sus recursos” en Hernández S. (coordinador) *Frontera Sur de México, cinco formas de interacción entre sociedad y ambiente*. El Colegio de la Frontera Sur.

Panayotou, T. y P. Asthon, (1992). *Not by timer alone: economics and ecology, for sustaining tropical forest*. Washington D. C: Island Press.

Parra, M., y M. Vázquez (Coordinadores), (1986). Taller sobre recursos naturales y problemática socioeconómica y la salud en la selva lacandona, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste.

PASECOP- SEDUE, (1992). *Diagnóstico Socioeconómico Selva Lacandona (bases para la planeación regional)*.

Paz, M., (1995), *De bosques y gentes. Aspectos de la deforestación en América Latina*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Cuernavaca, Morelos.

Pennington, T. y J. Sarukhán, (1968). *Manual para la identificación de campo de los Árboles Tropicales de México*. Instituto de Investigaciones Forestales y FAO, México.

Petróleos Mexicanos, Subdirección de Planeación y Coordinación, (1986). *Proyecto: Desarrollo y Preservación de la Selva Lacandona*, tomo 1 y 2, Gerencia de Desarrollo Regional.

Plan Piloto Forestal, (1996). *Memoria para el desarrollo regional y manejo sustentable de los recursos naturales en la zona de Marqués de Comillas, Municipio de Ocosingo, Chiapas, Palenque, Chiapas, México.*

Retiere, A., (1991). *El Ganado contra la Selva ¿Nuevas Alternativas para un viejo conflicto?* Instituto de Asesoría Antropológica para la Región Maya, A. C. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Rébora, A., (2000). *¿Hacia un Nuevo paradigma de la planeación de los asentamientos humanos?* Programa Universitario de estudios sobre la Ciudad, UNAM. El Colegio Mexiquense, A. C. Gobierno de la Ciudad de México, Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, editorial Miguel Ángel Porrúa, México.

Registro Nacional Agrario (RNA), (2020). *Datos geográficos perimetrales de los núcleos agrarios shape entidad federativa Chiapas. Consultados y descargados en línea:* <https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-perimetrales-de-los-nucleos-agrarios-certificados-por-estado--formato-shape/resource/78504927-e27d-4fcc-8b0b-a3e8cc279c53>

Rodríguez D., (1991). “Análisis digital del cambio de uso/cobertura del suelo: La zona fronteriza Guatemala-México” en *Interciencia* Noviembre-Diciembre 1991 Vol. 16 N° 4, pp. 329-332.

Rudel, K., (1989). *Population, development and tropical deforestation: cross-national study.* Rural sociology.

Russell, C., (1991). "A Review of Assessing the Accuracy of classifications of Remotely Sensed Data" en *Remote Sens. Environ.* Vol. 37 pp. 37-46.

Rzedowski, J., (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México.

Sabines, J., (1981). *Obras del Gobierno 1980-1981*. Gobierno del Estado de Chiapas, Talleres Gráficos del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

Saldívar, A., (1998). *La Dimensión de los Procesos Socioeducativos en los Programas de Desarrollo. Estudio de caso en la Selva Lacandona*. Dirección de Centros Regionales Universitarios. Maestría en Desarrollo Rural Regional. Chapingo, Estado de México.

Saldívar, L., (1998). *Anales de la Deforestación en Marqués de Comillas, Selva Lacandona, Chiapas*. Tesis Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM.

Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) (2013). Catalogo de localidades, sistema de apoyo para la planeación del PDZP. Unidad de Microrregiones, Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional. Consultado en línea el 9 de febrero de 2020 en las direcciones electrónicas:

<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=07&mun=116>

<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=07&mun=114>

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) (1997a). *Programa de desarrollo regional sustentable en la subregión de Marqués de Comillas de la Selva Lacandona, Chiapas, México*. Gobierno del estado de Chiapas, México.

Semarnap (1997b). *Propuesta Técnica del programa de desarrollo regional sustentable del ejido La Flor del Marqués, Marqués de Comillas Chiapas*. Coordinador Mariaca Méndez Ramón. Documento de discusión interna (versión 2).

Semarnap (1997c). *Propuesta Técnica del programa de desarrollo regional sustentable del ejido Reforma Agraria, Marqués de Comillas Chiapas*. Coordinador Mariaca Méndez Ramón. Documento de discusión interna (versión 2).

Semarnap (2000). *Programa para el manejo de la Reserva de la Biosfera de Montes Azules*. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca e Instituto Nacional de Ecología, México.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) (1988). *Reservas Forestales*. México, D. F. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

SARH (1992). *Inventario Nacional Forestal de Gran Visión de México*. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Shrestha D., (1990). "Remote Sensing Techniques for landcover and land-use analices" en *remote sensing applications to land resources*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Smith, C. y N. Brown, (1994). *Field Guide*. Atlanta, Ga., ERDAS.

Toledo V., (1978). "Uxpanapa: ecocidio y capitalism en el trópico" en *Nexos*, consultado en línea el 27/02/20 en <https://www.nexos.com.mx/?p=3236>

Travaglia C. (1990). "Principles of Satellite Imagery Interpretación" en *remote sensing applications to land resources*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. pp. 85-97.

Turner II, L. y W. Meyer (1991). "Land use and land cover in global environmental change: considerations for study" en *International Social Science Journal* Vol. 130 pp. 669-679.

Turner II, L. y W. Meyer (editores, 1994). *Global land use/land cover change*. Boulder, CO: Office of Interdisciplinary Earth Sciences.

Vázquez, M. (1992).” Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: antecedentes” en Vázquez, M. y M. Ramos (eds.) *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales, A. C. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. pp. 19-38.

Vázquez, M., J. March y M. Lazcano (1992). “Características socioeconómicas de la Selva Lacandona” en Vázquez, M. y M. Ramos (eds.) *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales, A. C. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México, pp.287-323.

Vázquez C. y A. Orozco-Segovia (1992). *El Bosque lluvioso en América Tropical: Dinámica Forestal, Reforestación, Manipulación de las Semillas y Problemas de Manejo*. Centro de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Verbyla, D. (1995). *Satellite remote sensing of natural resources*. Editorial Lewis Publishers impreso en CRC Press. United States of America.

Villafuerte, D, M. García y S. Meza (1997). *La cuestión ganadera y la deforestación. Viejos y nuevos problemas en el trópico y Chiapas*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Centro de Estudios superiores de México-Centroamérica.

Vela, R., (1993). *Impacto ambiental de los asentamientos humanos en la zona de Marqués de Comillas*. México.