



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

Análisis de la transición forestal en la Región  
Usumacinta México

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO GEOMÁTICO

P R E S E N T A N:

CLAUDIA XIMENA CASILLAS HERNÁNDEZ

MANUEL ROMERO NÚÑEZ



MÉXICO, D.F.

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA  
COMITÉ DE TITULACIÓN  
FING/DICyG/SEAC/UTIT/018/12

Señores  
CLAUDIA XIMENA CASILLAS HERNÁNDEZ  
MANUEL ROMERO NÚÑEZ  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.G. JUAN MANUEL NÚÑEZ HERNÁNDEZ, que aprobó este Comité, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO GEOMÁTICO.

**"ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL EN LA REGIÓN USUMACINTA EN MÉXICO"**

- INTRODUCCIÓN
- I. LA DINÁMICA FORESTAL DE LOS BOSQUES Y SELVAS EN MÉXICO
- II. PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL
- III. LAS COMUNIDADES Y SUS BOSQUES EN LA REGIÓN USUMACINTA MÉXICO
- IV. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL
- V. ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL EN LA REGIÓN USUMACINTA MÉXICO
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 26 de abril del 2012.  
EL PRESIDENTE

M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

JTS/MTH\*gar.

Juan Manuel Nuñez.

Benito Gómez Daza

Benito Gómez Daza  
30/oct/12

ROBERTO  
ASCENCIO  
VILLANUEVA

Alejandra  
Guzmán  
Cortés.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser como mi segunda casa y por despertar en mí el interés al estudio, a la investigación y a la ingeniería.

A la Facultad de Ingeniería por los conocimientos brindados y adquiridos, por la formación recibida, amigos, aprendizaje, experiencias, crecimiento tanto profesional como personal.

Al CentroGeo por abrirnos sus puertas, confiar en nosotros y por ser parte importante de la realización del proyecto. Al Comité Técnico Consultivo REDD de la Conafor por permitirnos ser espectadores de la toma de decisiones en el proyecto REDD en México.

A mis papás por ser unas las personas más importantes en mi vida, por apoyarme siempre, por los regaños, risas, apoyo, paciencia, y por ser mis ejemplos a seguir, gracias, los amo.

A mi hermano José Luis, por preocuparse siempre por mí, por escucharme, por los regaños y la sinceridad que siempre me brinda.

Al ingeniero Juan Manuel Núñez, por el gran interés, por todo el apoyo que nos dio, por ser nuestro guía, por su paciencia y amistad.

A mis amigos Manuel, Sandra, Iván y Carlos por compartir conmigo la pasión por la ingeniería, por las grandes experiencias vividas a su lado y por el crecimiento y aprendizaje diario que me llevo junto a ellos.

A Christopher, Lau, Jorge, Fer Ochoa y Oscar por ser mi primer apoyo, motivación y amigos de la carrera.

A mis amigos Fernanda, Thomas, Vale, Karina, Dera, Jimena y Canico por el apoyo, risas, fiestas, viajes, experiencias, y por compartir conmigo la mayor parte de mi vida.

**Claudia Casillas**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi *Alma mater*, que en ella quede testimonio de mi gratitud con este trabajo, y que algún día regresaré y sanaré mis deudas con lo único que me hace valer de hoy en adelante, el conocimiento.

A la facultad de Ingeniería, la casa de la vocación, tierra de los números materializados en ingenio, aquí es donde comprobé que Borges y Pascal tenían razón, la ingeniería es una esfera infinita; su centro está en cada uno de sus proyectos y su periferia es inalcanzable.

Al CentroGeo por darme oportunidad y con ésta la manera de demostrar lo adquirido. Aprecio lo aprendido y las herramientas que me brindaron para llevar a cabo este trabajo.

Al Comité Técnico Consultivo REDD de la Conafor por permitirnos involucrarnos directamente en el proyecto REDD en México.

Al Ingeniero Juan Manuel Núñez, por compartir su conocimiento, su amistad y brindarme un espacio creativo que ahora da forma a este proyecto. De su ingenio y de su mano esto es posible.

A los gigantes de mi vida que me levantaron en sus hombros y me dieron uno a uno el corazón entero. A mis padres Cristina y Manuel, por enseñarme que somos concientes de nosotros mismos. Si lo pienso mejor le dedico este trabajo a la causa, a la Dama ilustre, al hombre de fina estampa, a la vida... A mis viejos.

A mi hermana Diana por ser el pilar de la familia y por llevar esa batuta al cosmos de la unión, por enseñarme que la vida es una parnoia que se puede controlar. A mi hermana Araceli por ser el ejemplo diario de solidaridad, y dejarme ver lo que significa ser solvente y triunfador. Ustedes, su ejemplo y su forma de construir la vida en base a la armonía han sido la inspiración de que yo siga en el juego.

A Estefanía García, la heroína de mi vida, por llegar con esa voz amiga y hacerme comprender cómo se siente vivir. Por hacerme llegar al más fluido de los entendimientos sin jamás preferir un yo o un tu, sin mirar a los ojos, sin hablar ni con gestos. A ti compañera mia que hemos caminado juntos, que eres protagonista de mi trabajo y editora de mi azaña, a ti te dedico esto y lo que soy. Por navegar en el Submarino amarillo gracias.

A mis hermanos Héctor, Carlos e Issac Romero. A ti viejo colega por crecer conmigo y creer en mi, porque nuestra vida se resume en un suspiro al recordar que somos la conversación de Burroughs y Kerouac. A ti Charky por que con la retórica más inoportuna has sabido darme la mejor de las respuestas por hacerme sentir un linyera en casa. A Isaac, por escuchar y por dejarme ver que en esa ingenuidad ya se asoma el acné de un hombre que ha crecido a mi lado. The big four.

A Benjamín Romero en donde quiera que viva.

A Claudia, Sandra, Iván, César y Garduño por las experiencias vividas, por las palabras de aliento, por ese paso a paso, por ser un plural tan singular, simplemente mis amigos hermanos.

A Sergio, Homm, Lompy, Ale, Benja, Wicho, Hobbit, Panda, Toño, Blas, Miso, la vieja escuela la eterna amistad.

**Manuel Romero**

## Índice de contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1. La dinámica forestal de los bosques y selvas en México.....</b>	<b>13</b>
1.1 Dinámica del cambio de la cobertura forestal ¿qué es la dinámica forestal?.....	13
1.1.1 Políticas sobre la terminología.....	14
1.1.2 Definiciones de bosque y otros usos de tierra.....	17
1.1.3 Definiciones de los procesos del cambio forestal.....	18
1.2 Revisión de las estimaciones de la deforestación en México.....	21
1.3 Estudio de la dinámica forestal en México (reporte FRA 2010).....	25
1.3.1 información vectorial.....	27
1.4 Una nueva ruta para evaluar los procesos de deforestación y degradación en México...32	
<b>CAPÍTULO 2. Principales elementos de la transición forestal. ....</b>	<b>37</b>
2.1 Antecedentes de la transición forestal.....	37
2.2 La teoría de la transición forestal.....	39
2.2.1 FTT y la teoría de la modernización.....	42
2.2.2 Limitaciones en FTT.....	44
2.2.3 Dinámica forestal en la teoría de la transición forestal.....	45
2.3 Reinterpretación de la transición forestal.....	46
2.4 Políticas, instituciones y mercados en la transición forestal.....	52
2.5 Estudios de la transición forestal en México.....	54
<b>CAPÍTULO 3. Las comunidades y sus bosques en la Región Usumacinta en México. ....</b>	<b>61</b>
3.1 La Región Usumacinta en México.....	61
3.1.2. Antecedentes históricos.....	65
3.2 Análisis cartográfico de la RUM (bosques y población) en los últimos 20 años.....	93

3.3 REDD y sus comunidades.....	103
<b>CAPÍTULO 4. Propuesta metodológica para el análisis de la transición forestal. ....</b>	<b>113</b>
4.1 Principales elementos de la propuesta.....	113
4.1.1 Álgebra de mapas.....	114
4.1.2 Análisis espacial de mapas de polígonos.....	115
4.1.3 Análisis espacial de mapas de puntos.....	115
4.2 Diseño de la matriz de transición.....	116
4.3 Elaboración de la propuesta.....	118
4.3.1 Análisis del vecino más cercano.....	118
4.3.2 Medidas de dispersión en un área: el test de la $\chi^2$ .....	119
4.3.3. Álgebra de mapas para el análisis espacial. ....	122
<b>CAPÍTULO 5. Análisis de la transición forestal de la RUM.....</b>	<b>124</b>
5.1. Presentación de insumos y materiales.....	124
5.2. Análisis espacial.....	128
5.3. Obtención de resultados.....	131
5.4. Discusión.....	132
<b>CAPÍTULO 6. Conclusiones. ....</b>	<b>141</b>
Bibliografía.....	145
Anexos.....	148

## Índice de Imágenes

Imagen 1. Diagrama de la Dinámica Forestal.....	19
Imagen 2. México en el mundo: tasas de deforestación 1990-2000 para diferentes regiones..	22
Imagen 3. Estimaciones de la tasa de deforestación en México.....	23
Imagen 4. Estimaciones de la deforestación en México.....	24
Imagen 5. Datos de reporte FRA.....	30
Imagen 6. Datos de calibración.....	30
Imagen 7. Estimación para diferentes áreas. ....	31
Imagen 8. Cobertura boscosa en México y en Centroamérica.....	33

Imagen 9. Curva de la transición forestal según Grangier.....	41
Imagen 10. Etapas de la transición forestal según Chomitz.....	49
Imagen 11. Etapas de la transición forestal (adaptado por Angelsen) .....	50
Imagen 12. Cuenca del Usumacinta.....	62
Imagen 13. Clasificación de uso de suelo y vegetación en la RUM. ....	96
Imagen 14. Clasificación de Uso de Suelo y Vegetación para el municipio de Benemérito de las Américas. ....	98
Imagen 15. SHAPE de puntos de localidades a partir de censos de población del INEGI. ....	99
Imagen 16. Diagrama Near analysis. ....	100
Imagen 17. Método de Kernel con las localidades para los años a)1990, b)2000 y c)2010....	102
Imagen 18. Ejemplo del proceso de Álgebra de mapas. ....	114
Imagen 19. Diseño de la Matriz de Transición. ....	117
Imagen 20. Tipos de disposiciones espaciales de puntos. ....	119
Imagen 21. Número de variables dentro de cada celda. ....	121
Imagen 22. Algebra de mapas en la función COMBINE. ....	122
Imagen 23. COMBINE de las tres series de la FAO. ....	125
Imagen 24. Tabla de atributos de COMBINE. ....	126
Imagen 25. Área correspondiente a Bosque primario y Deforestación respectivamente. ....	127
Imagen 26. Clip para bosque primario. ....	127
Imagen 27. Variables para el cálculo del Vecino más Cercano. ....	129
Imagen 27. Matriz de la Transición Forestal. ....	131

## Índice de Tablas

Tabla 1. Reporte FRA.....	28
Tabla 2. Tipo de bosques y dificultades que plantean.....	48
Tabla 3. Tasas de deforestación tropical y recuperación de bosque, 1970-2000. ....	58
Tabla 4. Tipos de vegetación en la cuenca del río Usumacinta México. ....	64
Tabla 5. Crecimiento de población en los municipios selváticos. ....	84
Tabla 6. Clasificación de Ecosistemas. ....	94
Tabla 7. Tabla de TDA.....	97

Tabla 8. Cifras de localidades y población para la RUM. ....	100
Tabla 9. Asignación de valores para la clasificación del campo FAO. ....	125
Tabla 10. Clasificación de la Dinámica Forestal. ....	128
Tabla 11. Vecino más Cercano y su dispersión. ....	129
Tabla 12. Área de las tres etapas de la TTF. ....	132
Tabla 13. Análisis de la Transición Forestal para cada municipio de la RUM. ....	134
Tabla 14. Relación del área forestal con respecto al área de cada municipio de la RUM. ....	138

## Índice de Mapas

Mapa1. Método de Kernel 1990.....	164
Mapa 2. Método de Kernel 2000.....	164
Mapa 3. Método de Kernel 2010.....	164
Mapa 4. Mapa de la Dinámica Forestal.....	165
Mapa 5. Modelo Espacial de la Transición Forestal en la RUM.....	166

## **INTRODUCCIÓN.**

Durante las últimas dos décadas México ha reconocido activamente la importancia de conservar, manejar y restaurar los ecosistemas forestales y con ello los invaluable servicios ambientales que ofrecen. El país ha desarrollado políticas públicas específicas para promover que las comunidades que los habitan obtengan mejores oportunidades de bienestar a través de su manejo sustentable. Actualmente y con el propósito de reducir las emisiones de carbono asociadas a la deforestación y degradación de los bosques y selvas; la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones derivadas de la Degradación y Deforestación de los Bosques (ENAREDD+) pretende fomentar una cultura socioeconómica, política y ambiental acerca de la importancia y las consecuencias del manejo de los recursos forestales, mediante la tarea principal de consolidar el papel del manejo forestal sustentable, la conservación y el mejoramiento de los acervos de carbono. La visión de dicha iniciativa es lograr un balance de las emisiones asociadas con la deforestación y degradación de los bosques a través del desarrollo rural sustentable a partir de estrategias políticas y sociales. Para lograr frenar este cambio, REDD + opta por llevar a cabo una serie de estrategias asociadas a la participación social, esquemas de financiamiento y colaboración de instituciones y políticas públicas.

No obstante en la Región Usumacinta México (RUM), durante los últimos 20 años, se ha detectado un aumento en la deforestación y degradación, asociada principalmente al inadecuado manejo de los recursos naturales. En respuesta a este acontecimiento se ha generado un impacto socioeconómico y cultural que manifiesta diferentes alternativas sobre el manejo sustentable del capital natural dentro de esta zona. Este trabajo, además de aportar conocimiento acerca de los procesos de deforestación y degradación observados durante los años citados, propone desde la transición forestal, una metodología que permita analizar dichos procesos en la relación de los bosques y sus comunidades.

Desde una perspectiva social, los bosques proveen madera, fauna y diversos productos no maderables. Adicionalmente, constituyen íconos culturales inherentes a cada territorio. Por ello, entender su dinámica forestal, causas y consecuencias, resulta obligado, ya que los bosques son cruciales en el sostenimiento de la biodiversidad al proveer las bases para la vida en la tierra a través de las múltiples funciones ecológicas que mantienen y que pueden ser aprovechadas como servicios ambientales. Las presiones sobre los bosques varían en función del país y la región, al igual que con el tiempo. Esto indica que existen diferentes factores que pueden provocar la

disminución de cobertura forestal a lo largo del tiempo en relación con las circunstancias que estimulan la recuperación de la misma.

La Teoría de la Transición Forestal (TTF) relaciona un patrón de cambio en la cobertura forestal con respecto del tiempo. Esta trata de explicar por qué y cómo ocurre dicha transición en zonas forestales tropicales principalmente. La teoría postula que a través del tiempo, la cobertura forestal disminuye a razón del aprovechamiento de los recursos naturales, sin embargo en algún momento ocurre una transición, tal que la disminución se detiene y ocurre lo contrario por lo que la cobertura forestal se expande. Esta transición se comporta como una curva invertida en forma de "U". La primera etapa de esta teoría sucede cuando hay cobertura vegetal abundante y bajas tasas de deforestación, la segunda ocurre cuando la cobertura forestal disminuye debido a un crecimiento o desarrollo económico en las ciudades y la tasa de deforestación es alta, posteriormente ocurre una transición donde se genera una expansión de cobertura forestal, esta transición ocurre a lo largo de varios años en donde las regiones se encuentran en etapas de mayor desarrollo económico y social, esto disminuye la demanda de recursos forestales y la sociedad empieza a concientizar sobre la explotación de dichos recursos.

Dentro de la TTF se derivan varias interpretaciones que tratan de explicar con diferentes variables el problema de los bosques respecto al tiempo. En particular la reinterpretación de Chómitz (2007) propone el estudio de los factores ecológicos, políticos y económicos que intervienen en la transición forestal a través del análisis de la configuración espacial de una región.

La base del presente estudio es generada a partir de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación y de los Censos Generales de Población y Vivienda producidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En particular se emplean las series II, III y IV pertenecientes a los años 1993, 2002 y 2007 elaboradas por especialistas en fotointerpretación, a partir de identificar las condiciones de vegetación del país; de la misma manera se emplean los resultados de los censos de población (1990, 2000 y 2010) obtenidos también de la misma institución. Estos serán los insumos principales para poder generar el análisis espacial estudiando simultáneamente la interacción entre los bosques y sus comunidades en la RUM.

El objetivo particular de este estudio es asociar la interacción de la dinámica forestal y los procesos que intervienen en ésta relacionándolo directamente al peso de localidades y la densidad de población, todo esto con respecto al tiempo. Para identificar cómo interactúa la dinámica forestal

con las localidades, es necesario conocer la dispersión estadística y espacial que presenta cada uno de los procesos forestales con sus comunidades. Una vez focalizados los procesos bosque/localidad y recordando la necesidad de dividir los bosques según su grado de perturbación y las consecuencias ambientales de su conversión, se genera un modelo final que queda dividido en los tres tipos generales de bosques de acuerdo a la definición teórica dada por Chómitz (2007) permitiendo apreciar, una vez integradas éstas variables en un solo conjunto, en qué etapa de la transición forestal se encuentra la región.

El proceso de análisis espacial propuesto, se realiza dentro del ámbito de la Geomática y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ya que permite abordar la dimensión espacial de los procesos antes mencionados. La importancia de este estudio es la aportación de información al análisis de la Región Usumacinta México, y orientar la integración de información acerca de la cobertura forestal de la región.

La RUM se ubica en la primera etapa de transición que según Chomitz corresponde a las zonas situadas más allá de la frontera agrícola que son llamadas Centros de Bosque, donde el bosque no presenta perturbación aparente. Con relación al área, en la RUM predomina la superficie de centros de Bosque que es la primera etapa de la transición forestal, con una superficie de 1 083 341.00 hectáreas. Esto es 47 312.14 hectáreas más que la correspondiente a zona de Frontera que presenta una superficie de 1 036 028.86 hectáreas, sin embargo la mayoría de los municipios (14 municipios) se encuentran dentro de ésta segunda etapa. La etapa de Mosaicos presenta un área de 151 670.01 hectáreas. La gran parte de los municipios de la RUM se ubican en Zonas de Frontera y según la curva de Chomitz, es la región donde principalmente se pierde gran parte de la cubierta forestal debido al alto crecimiento poblacional y la creciente demanda de hacer uso de los bosques con el fin de expandir las actividades agrícolas. El patrón que siguen los municipios en Zona de Frontera es simple y no presenta gran alteración. Una característica que hay que tomar en cuenta en esta etapa de transición, es que a lo largo del tiempo tiende a un nuevo punto de inflexión la curva de Zona de Frontera y con ello la Zona de Mosaico, que a pesar de no figurar en ningún municipio de la RUM, en algunos de estos como es el caso de Balancán, Tenzique y Emiliano Zapata se empieza a tener una diferencia cada vez menor entre el área que ocupa la Zona de Frontera y la que abarca la Zona de Mosaico, por lo que en estos tres municipios principalmente se experimenta ya una Transición Forestal de una etapa de Frontera con pérdida de cubierta forestal, a una etapa de Mosaico con grandes rasgos de recuperación de bosques.

Al comprender como interactúa la dinámica forestal con la distribución de localidades y con la densidad de población se podrá pensar en políticas apropiadas en gestión forestal y ambiental. Las etapas de la TTF tratan de delimitar zonas con cierto tipo de características y comportamientos que ayuden a tratar el problema con diferentes alternativas, ya que si se usa una política o estrategia forestal para toda la región es probable que ésta fracase.

# CAPÍTULO 1.

## LA DINÁMICA FORESTAL DE LOS BOSQUES Y SELVAS EN MÉXICO

### 1.1 DINÁMICA DEL CAMBIO DE LA COBERTURA FORESTAL ¿QUÉ ES LA DINÁMICA FORESTAL?

Desde una perspectiva social, los bosques proveen madera, fauna y diversos productos no maderables. Adicionalmente, constituyen íconos culturales inherentes a cada territorio. Por ello, entender su dinámica forestal, causas y consecuencias, resulta obligado, ya que los bosques son cruciales en el sostenimiento de la biodiversidad al proveer las bases para la vida en la tierra a través de las múltiples funciones ecológicas que mantienen y que pueden ser aprovechadas como servicios ambientales. Desde la perspectiva ambiental la tendencia de perturbación y pérdida de los bosques del mundo, afectan de manera estrecha la regulación térmica, el ciclo hidrológico, y la captura de carbono, etc.

Como resultado, la provisión sostenible de bienes y de servicios de los bosques se encuentra en peligro. El hombre se ha convertido en el principal causante de la transformación de los ecosistemas forestales (Denman et al; 2007), superando por mucho a eventos naturales como huracanes. Sus acciones son responsables de la pérdida de un tercio a casi la mitad, de la cubierta forestal original del planeta. Esto implica el deterioro de la vegetación nativa inherente a los ecosistemas autóctonos y disminución de los múltiples bienes y servicios que éstos proporcionan (CIFOR, 2009).

En respuesta al deterioro ambiental, se han adoptado políticas de conservación a nivel mundial que promueven, entre otras medidas, la creación de nuevas áreas naturales protegidas (ANPs). Pero en los países tropicales, con particulares excepciones, las ANPs no aseguran del todo la permanencia del capital forestal. Por el contrario, donde las demandas socio-económicas se nutren directamente del manejo de los recursos forestales, las ANPs han proporcionado conflictos con secuelas sociales y ambientales drásticas, lo que plantea la necesidad de desarrollar esquemas de manejo forestal sustentable, consecuentemente con las tareas de conservación.

México es un país que, al tiempo que alberga gran diversidad cultural y biológica, experimenta mayores pérdidas que ganancias en la superficie de cubierta forestal. Contradictoriamente, existen en México múltiples ejemplos de empresas forestales comunitarias prósperas que han logrado conciliar uso forestal y conservación. Hoy en día los bosques están bajo presión por la expansión de poblaciones humanas, lo cual frecuentemente lleva a la conversión o degradación de bosques a formas insostenibles de uso de suelo (CONAFOR, 2005). Cuando los árboles se pierden o se degradan severamente, su capacidad como reguladores del ambiente también se pierde, incrementando las inundaciones y el peligro de erosión, provocando una reducción de la fertilidad de tierras, y contribuyendo a la pérdida de vida de plantas y animales.

### **1.1.1 LA CONSTRUCCIÓN POLÍTICA DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

La FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), a petición de países y de la comunidad mundial, vigila los bosques del mundo a través del Programa de Evaluación de Recursos Forestales. FAO ha desarrollado e implementado términos y definiciones globales de varios parámetros del bosque desde la primera evaluación mundial en 1947. Los términos aplicados en FRA 2000 son construcciones que nos ayudan a entender y describir los bosques del

mundo, y como este cambia a través del tiempo. Por necesidad, las definiciones globales, son compromisos, y su aplicación está sujeta a interpretación. La magnitud absoluta y la variabilidad de la información de recursos forestales realizada por los países hacen esto posible. Por otra parte, el gran rango de formaciones de bosques, condiciones ecológicas y tipos de cobertura forestal que existen en una escala global, hacen que las definiciones globales sean amplias. Una de las mayores tareas de la evaluación global es agrupar y clasificar información detallada de las clasificaciones nacionales de acuerdo a las definiciones globales.

Bajo el desarrollo de los “Mecanismos de Desarrollo Limpios” (Clean Development Mechanism, CDM) acordados en el protocolo Kyoto desarrollado por la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992 y que entró en vigor en 1994, los países en desarrollo pueden definir el concepto de bosque antes de poder aceptar los proyectos para evitar la deforestación y degradación. Es importante tener una definición homogénea de bosque ya que los CDM permiten a los gobiernos de ciertos países (países industrializados) y a las empresas, llegar a acuerdos para cumplir con objetivos para la reducción de gases de efecto invernadero. Para definirlo, primero tienen que escoger valores específicos y parámetros que se derivan desde formular los objetivos específicos de las políticas del país para los mecanismos limpios en la silvicultura, hasta definir el rango de fiabilidad y un parámetro óptimo de cada país a partir del rango que proporcionan los acuerdos de Marrakech (1994) de área mínima, cubierta de copa arbórea y altura de árboles. Sin embargo en dicho acuerdo se encuentran ciertas ambigüedades.

Las definiciones existentes de bosque de los países no contienen en su totalidad, o a veces, ningún parámetro cuantitativo; adoptar dichos parámetros de los CDM no es una opción viable. Por esto es que los países en desarrollo compitiendo por los proyectos forestales bajo los CDM deberán de escoger valores de los parámetros. Sólo algunos países lo han realizado hasta ahora. Los valores de los parámetros afectan la elegibilidad de la tierra para los CDM, la viabilidad de los tipos de proyectos y no siempre corresponden con los objetivos de la política nacional.

Para los CDM, los países en desarrollo deben escoger valores de parámetros con rangos de 7 a 5 metros de altura, con área mínima de 1 a 0.5 hectáreas y con una cubierta de copa con un 20% en países desarrollados y un 10% en países en desarrollo. Debido a esta causa el área boscosa global incrementó aproximadamente unas 300 millones de hectáreas (FAO, 2000). La selección de la

definición de bosque es obligatorio para el primer periodo de compromiso, 2008-2012. Aún países con ecosistemas muy diversos deben de escoger parámetros para su territorio. Actualmente los Mecanismos de desarrollo limpios se encuentran en desuso debido a diversas diferencias consecuencia de un parámetro cuantitativo común. Sin embargo hoy día existen diferentes iniciativas que retoman los principios y protocolos de los CDM, iniciativas que realizan diferentes esfuerzos para combatir el cambio climático y el aumento de la temperatura mundial, la reducción de las emisiones de la deforestación y degradación forestal (REDD) trabaja arduamente por ser incluida y llevada a cabo en diferentes países en el próximo régimen climático global.

Por otro lado, para desarrollar una definición estándar de bosque de acuerdo a la FAO, se adaptó el umbral de una cobertura de copa al 10% para describir la densidad del dosel de árboles mínimo donde las formaciones naturales existen. Esto es contrario a áreas donde existen árboles dispersos en el paisaje o en filas. Éste esquema de clasificación de FAO es tema de debate en la comunidad científica. Sin embargo FAO reconoce que no es apropiada para todos los propósitos. Uno de los aspectos a discutir es el uso del umbral de un 10% de la cobertura del dosel de árboles. Algunos piensan que es muy generosa para la definición de bosques. Sin embargo, estos argumentos frecuentemente pasan por alto el hecho de que la definición también excluye áreas donde otro uso de suelo domina, como la agricultura o áreas urbanas. Otra limitación es que las definiciones globales son difíciles para aplicarlas uniformemente a nivel global. Se ha reconocido que la clasificación de tipos de vegetación particulares en las clases globales es difícil. Las formaciones tropicales es un reto en particular. Éstas áreas generalmente contienen grandes extensiones de tierra donde los árboles son escasos y mezclada con arbustos de leña. Aplicar el 10% de umbral en estas superficies es difícil debido a que no existe un límite entre las áreas de la cubierta del dosel de árboles ya que esta varía.

El protocolo Kyoto plantea la cuestión de las definiciones de bosque y de cambio de bosque. Éste protocolo identifica tres parámetros de cambio (deforestación, aforestación y reforestación) como base para el monitoreo del carbón. La idea es que estos parámetros den un indicador sobre cómo cambia el almacenamiento de carbón en bosques. FAO constantemente revisa sus definiciones y mejora su terminología intentando hacerlo aplicable para los estudios de carbón.

### **1.1.2 DEFINICIONES DE BOSQUE Y OTROS USOS DE TIERRA.**

Para el análisis de bosques y de silvicultura, el uso de suelo se clasifica en cuatro tipificaciones de acuerdo a la FAO: Bosques, otras tierras boscosas, otras tierras y cuerpos de agua. Estas categorías son mutuamente excluyentes y se suman al área total de tierras. Por otro lado existen árboles externos a los bosques que se suman a una categoría importante al estudiar los productos forestales y los servicios derivados, a estos no se les asigna área pero se compenetran dentro de de la clasificación de otras tierras.

Las definiciones de bosque de cada país no contienen la totalidad o, a veces, los parámetros cuantitativos específicos para su homogeneidad en el momento de estudio; en efecto, todos los países en desarrollo que compiten por los proyectos forestales o por estudios bajo este rubro deben tener un concepto similar, no únicamente por acuerdo, sino, para evitarse cualquier tipo de oposición o confusión, ya que para definir un concepto como bosque implica tomar en cuenta diferentes disciplinas y por tanto que cada especialidad denote caracteres peculiares, que sin una dirección semejante bifurcan una definición idónea. De acuerdo a la FAO (2010) las cuatro tipificaciones en las que se clasifica el uso del suelo en el estudio de la dinámica forestal son:

#### **BOSQUES**

Tierras de más de 0.5 hectáreas, con una cubierta de copa arbórea de más del 10 %, el cual no está principalmente bajo uso agrícola o urbano. Los bosques se determinan por la presencia de árboles y la ausencia de otros usos predominantes. Los árboles deben de alcanzar una altura mínima de 5 metros in situ. Áreas bajo reforestación que aún no han alcanzado una densidad de corona del 10 % o una altura de 5 m también se incluye, así como áreas temporalmente sin árboles, resultado de la intervención humana o causas naturales, las cuales se espera que se regeneren.

También se incluyen áreas cubiertas de bambú y palma siempre y cuando éstas alcancen el límite mínimo establecido de la altura y cubierta de copa; carreteras situadas en bosques y áreas abiertas poco extensas; bosques en parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas; cortinas rompevientos, barreras protectoras y corredores de árboles con un área superior a 0.5 ha y más de 20 metros de ancho; plantaciones con fines forestales o de protección. Excluye las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola y a los árboles que crecen en parques y jardines urbanos.

Los modelos de decisión para una elección óptima de valores de los parámetros mínimos en la

definición de bosque existen, por ejemplo, los requisitos de programación, análisis de decisión ó simulación lineal o dinámica de datos para estos modelos es poco probable que se cumplan, y el esfuerzo de establecer ellos podría ser desproporcionada en relación con los beneficios potenciales para los países.

### **OTRAS TIERRAS BOSCOSAS**

Son las tierras con una cubierta de dosel del 5 al 10 por ciento de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 metros in situ; o una cubierta de dosel de mas del 10% cuando son árboles pequeños, se incluyen en ella a los arbustos y matorrales.

### **OTRAS TIERRAS**

En el contexto de la dinámica forestal, se refiere a cualquier tierra no clasificada como bosques o como otras tierras boscosas definidas anteriormente. Incluye tierra agrícola, prados y pastizales, áreas con construcción, tierras baldías, etc.

### **CUERPOS DE AGUA**

Área ocupada por ríos, lagos y estanques.

Es importante mencionar también los árboles fuera de bosques, éstos se encuentran en entornos de árboles en tierras no definidas como bosques u otras tierras boscosas. Incluye grupo de bosques cubriendo un área menor a 0.5 hectáreas, árboles dispersos en tierras agrícolas, plantaciones de árboles con propósitos diferentes a la obtención de madera como huertos de frutas, árboles en parques y jardines y alrededor de construcciones. No se les asigna un área dentro de la clasificación de uso de suelo en general, pero ocurre dentro de otras áreas tierras forestales u otras tierras.

## **1.1.2 DEFINICIONES DE LOS PROCESOS DEL CAMBIO FORESTAL**

Los procesos del cambio forestal son fundamentales para varios programas de política nacional e internacional de bosques. Muchas organizaciones están involucradas en asuntos del cambio forestal, por tanto, las definiciones son importantes y políticamente sensibles. Dichas definiciones

son usadas por el departamento forestal de FAO y no han cambiado desde la última publicación (FRA 2000). Dicho proceso se define en cinco términos (Imagen 1).

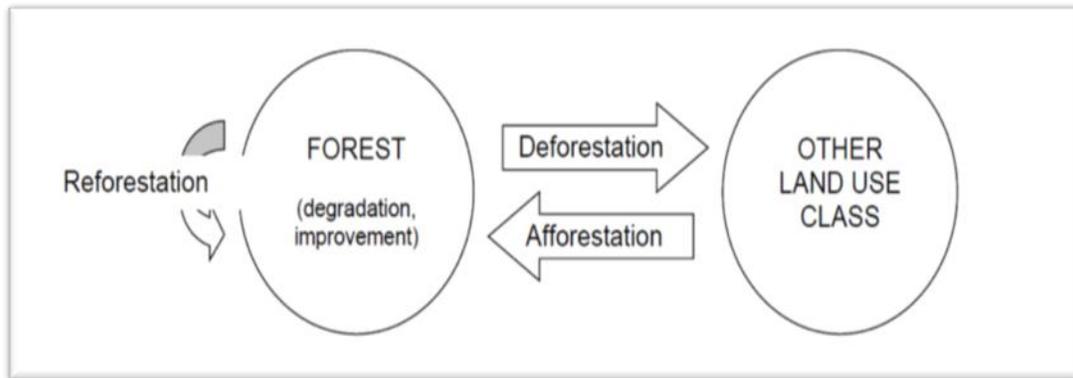


Imagen 1. Diagrama de la Dinámica Forestal.

Para determinar si la eliminación de árboles en un área es deforestación, es necesario predecir el desarrollo en un futuro del área. Si nuevos árboles de los bosques se establecen en un futuro relativamente cercano, la tierra se clasifica como bosque a lo largo del periodo de regeneración (donde el nuevo crecimiento se llama “reforestación”). Si, por otro lado, una densidad suficiente de árboles no se establece en un futuro relativamente cercano, o si la tierra es convertida a otro uso de suelo, el área se considerará como deforestada.

Hay que tener en cuenta también que el plazo o el marco de tiempo es fundamental para las definiciones del cambio forestal y que la duración del periodo del umbral, debe de estar siempre presente al aplicar los términos. Así mismo, “largo plazo” se refiere a diez años o más, y “temporalmente” se refiere a menos de diez años. Hay que tener en cuenta las condiciones locales climatológicas, los contextos de uso de suelo o el propósito del análisis puede justificar que un periodo mayor de umbral se utiliza.

La degradación y la mejora de los bosques ocurren en bosques en donde se mantiene por encima del 10% de umbral del dosel arbóreo. La reforestación ocurre cuando los bosques vuelven a crecer después de haber tenido un umbral de dosel menor al 10 por ciento, pero fueron considerados como bosques en este tiempo. La deforestación y la aforestación representan las transferencias entre los bosques y otras clases de uso de tierra.

**Deforestación:** Es la conversión de bosque a otro uso de suelo o la reducción a largo plazo de la cubierta forestal debajo de un umbral del 10%. La deforestación implica la pérdida de cobertura forestal a largo plazo o permanente e implica la transformación en otro uso de la tierra. Dicha pérdida solo puede ser causada y mantenida a través de la perturbación natural o por el hombre. La deforestación incluye, por ejemplo, áreas de conversión de bosque a agricultura, pastizales, reservas de agua y áreas urbanas. En áreas de agricultura migratoria, barbecho forestal y tierras agrícolas aparece un patrón dinámico donde la deforestación y la recuperación de bosques se producen frecuentemente en pequeños parches se producen frecuentemente en pequeños parches. La deforestación también incluye áreas en que la utilización excesiva o cambios en las condiciones ambientales, influye en extensiones que tienen menos del 10% de cobertura forestal, por ejemplo áreas quemadas donde las condiciones de la tierra y las quemadas recurrentes a un largo plazo previenen una recuperación de bosque. El concepto de largo plazo es central y se define como 10 años aproximadamente. Se excluyen específicamente las áreas donde los árboles han sido extraídos, por ejemplo, la explotación la explotación o la tala, y donde se espera que el bosque se regenere de forma natural o con la ayuda de técnicas silvícolas a largo plazo. A menos que la tala vaya seguida de un desboscamiento mediante una perturbación continua, los bosques se regeneran por lo general, aunque a menudo de acuerdo con una condición diferente, es decir secundaria.

**Forestación:** Es la conversión de otros usos de tierra a bosque, o el incremento del dosel arbóreo menor al 10%. Es lo contrario de la deforestación e incluye áreas que son convertidas de otros usos de tierra a bosque a través de medidas de la silvicultura. Aforestación también incluye transiciones naturales a bosque.

**Reforestación:** Es el restablecimiento de formaciones de bosque después de condiciones temporales con un dosel arbóreo menos del 10% a través de perturbaciones inducidas naturales o humanas.

**Degradación:** Es la reducción de la cubierta arbórea dentro de un bosque. Es la reducción a largo plazo de la oferta global potencial de los beneficios del bosque, lo cual incluye madera, biodiversidad y cualquier otro servicio o producto.

**Mejoramiento del bosque:** Es el aumento de cubierta arbórea dentro de un bosque. Es el incremento a largo plazo de la oferta global potencial de los beneficios del bosque, lo cual incluye madera, biodiversidad y cualquier otro servicio o producto.

## **1.2 REVISIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE LA DEFORESTACIÓN EN MÉXICO**

Uno de los temas ambientales que mayor controversia ha generado en los últimos años en México es la magnitud y el ritmo al que se desmontan los bosques y selvas del país para convertirlos a otras formas de uso del suelo (campos de cultivo, potreros, zonas urbanas, etc.). El tema no es menor toda vez que la deforestación es una de las principales amenazas para la biodiversidad, conlleva la pérdida de numerosos servicios ambientales fundamentales y porque su ocurrencia es evidente, aún para el observador casual, en muchas partes del país. Lo que ha resultado muy difícil es hacer una cuantificación científicamente sólida, reproducible y, por tanto, libre de suspicacias de la extensión y la tasa a la que ocurre la deforestación en diferentes partes del país. Parte de esta dificultad proviene de las características físicas del país que imponen serias limitantes desde el punto de vista metodológico. Por ejemplo, la gran extensión y la inaccesibilidad de varias partes de México restringen severamente la realización de estudios directos en el campo; la alta diversidad y heterogeneidad de la cubierta vegetal hace que métodos de estudio que se aplican exitosamente en otros países con condiciones menos complejas resulten total o parcialmente inadecuados para el nuestro; la casi continua presencia de una alta cobertura de nubes en buena parte del sur del país limita el uso de imágenes de satélite o de fotografías aéreas, que son la fuente básica de información para este tipo de estudios (SEMARNAT, 2011). Dificultades adicionales provienen de la compleja dinámica de cambio de la vegetación, con algunas áreas donde se destruye, parcial o totalmente, la cubierta vegetal al mismo tiempo que en otras (campos de cultivo y potreros abandonados) tiene lugar la regeneración de bosques o selvas secundarios, frecuentemente en espacios de tiempo muy cortos, a la vez que se llevan a cabo campañas de reforestación y se establecen plantaciones forestales en terrenos previamente desmontados. Esta rápida dinámica de cambios hace difícil incluso la identificación y delimitación de las áreas deforestadas. Finalmente, hay aspectos de definición formal que también contribuyen a hacer menos claro el significado práctico del término deforestación. Históricamente, la Ley Forestal Mexicana incluye a la vegetación de zonas áridas y semiáridas (principalmente matorrales

xerofíticos) como parte de la vegetación forestal del país. Consecuentemente, la evaluación de la deforestación (definida simplemente como la pérdida de vegetación forestal) debe incluir la pérdida de matorrales y no sólo la de bosques y selvas, concepción que contrasta con la más estrecha definición de deforestación adoptada por otros países y por organismos internacionales como la FAO, que sólo incluye la pérdida de vegetación dominada por elementos arbóreos (es decir, bosques y selvas).

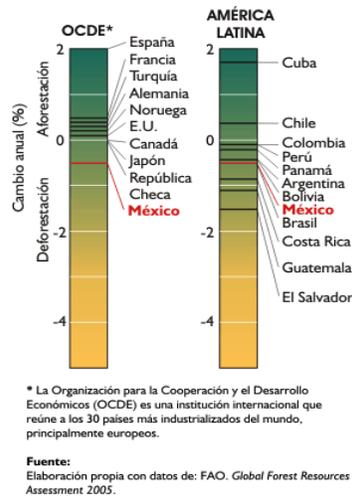
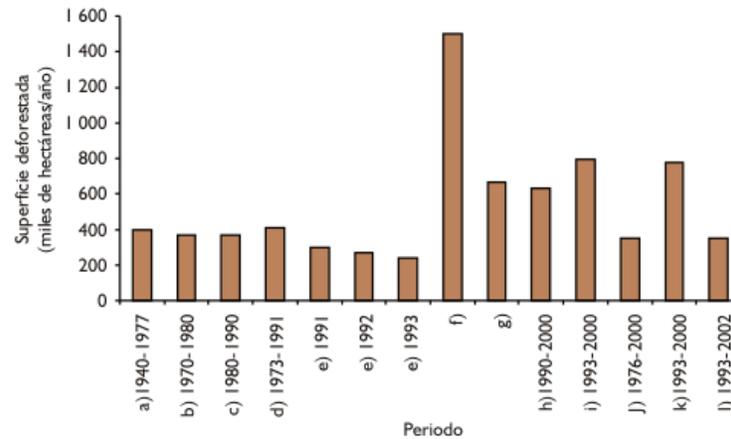


Imagen 2. México en el mundo: tasas de deforestación 1990-2000 para diferentes regiones

En México La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable identifica al *Inventario Nacional Forestal y de Suelos* como el instrumento de política nacional en materia forestal que debe proveer, entre otras cosas, la información relativa a los tipos de vegetación forestal, a la superficie y localización de terrenos forestales, así como a la dinámica de cambio de la vegetación forestal del país, que permita evaluar las tasas de deforestación. Es importante mencionar que aunque se han emprendido esfuerzos para la elaboración de inventarios forestales, ninguno de ellos ha sido homogéneo, ni completado y por sus resultados no son comparables.

Algunos de los esfuerzos que han sido completados a la fecha difieren sustancialmente uno del otro en cuanto a la información básica empleada (fotografías aéreas e imágenes de diferentes satélites, con diferentes niveles de muestreo de campo), las escalas de trabajo (desde 1:250 000 a 1:1 000 000) y la clasificación de la vegetación adoptada. Estas discrepancias hacen que sus resultados (por ejemplo, los relativos a la extensión de los diferentes tipos de vegetación forestal) no sean directamente comparables entre sí y resulte imposible o muy difícil poder utilizarlos como

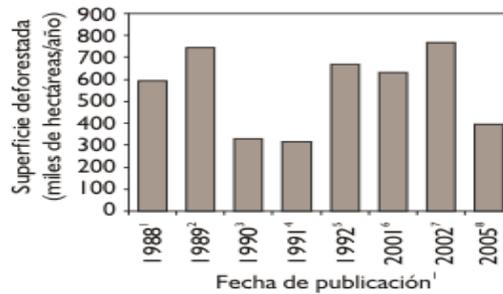
base para la estimación de las tasas de deforestación. Esta carencia ha motivado que, en repetidas ocasiones, diversos autores hayan buscado obtener estimaciones de las tasas de deforestación del país con base en la incompleta información disponible en diversas fuentes y utilizando diversos métodos de cálculo.



**Nota:**  
Los incisos del a) al l) corresponden con la fuente como se describe en el texto; los años denotan el periodo para el que se obtuvo la estimación en cada caso.

**Imagen 3. Estimaciones de la tasa de deforestación en México**

El tema de la deforestación en México se caracteriza por la gran disparidad en las estimaciones que diferentes fuentes arrojan sobre el tema. Tan sólo en la última década se han generado cifras que van desde 316 hasta cerca de 800 mil hectáreas al año (Figura 2.9). Las dos estimaciones más recientes de las tasas de cambio en el país son las obtenidas por el Instituto de Geografía de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) para el periodo 1993-2000 (Velázquez *et al.*, 2002) y la elaborada recientemente por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para ser integrada a la FRA 2005 (FAO, 2005). La estimación de la UNAM se basó en comparar las existencias forestales hacia 1993 (de acuerdo con la *Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie II* del INEGI) con las registradas en la *Carta de vegetación del Inventario Nacional Forestal 2000*, elaborada ex profeso por la misma UNAM con base en imágenes de satélite registradas en el año 2000. Por su parte, el reporte presentado por la CONAFOR a la FAO se basó en una comparación espacialmente explícita de las áreas con vegetación forestal registradas también en la *Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie II* del INEGI y en una versión preliminar de la *Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie III* elaborada también por el INEGI con base en imágenes de satélite registradas en el año 2002.



**Nota:**

<sup>1</sup>Estas estimaciones sólo incluyen bosques y selvas, a pesar de que algunas fuentes reporten también superficies para matorrales.

**Fuentes:**

Elaboración propia con datos de: <sup>1</sup>Poder Ejecutivo Federal. Programa Forestal y de Suelo 1995-2000. México, 1996. Con base en la FAO, 1988; <sup>2</sup>Castillo et al., 1989; <sup>3</sup>SARH, 1990 (modificado para excluir bosques abiertos); <sup>4</sup>SARH, 1991; <sup>5</sup>Masera et al., 1992; <sup>6</sup>FAO. Global forest resources assessment 2000. Roma, 2001; <sup>7</sup>Velázquez, A., J. F. Mas, G. Bocco, y E. Ezcurra. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* 62: 21-37. 2002; <sup>8</sup>FAO. *Global Forest Resources Assessment 2005*. FAO.

**Imagen 4. Estimaciones de la deforestación en México. Las diferencias entre fuentes se deben sobre todo al empleo de diferentes criterios y métodos.**

La estimación de la UNAM indica que, durante el periodo 1993-2000, la pérdida de bosques y selvas en nuestro país ocurrió a razón de 776 mil hectáreas por año (1.14% anual). En contraste, la estimación hecha por la CONAFOR es de 348 mil hectáreas anuales para el periodo 1990-2000. Una diferencia muy importante entre estas dos comparaciones es que la estimación de la CONAFOR se basó en el criterio de la FAO que considera a una superficie como deforestada sólo cuando ha sido transformada a otro uso del suelo tal como agricultura, pastura, reservorios de agua o áreas urbanas. Esta definición de deforestación es diferente a la utilizada en el estudio de la UNAM que se basa en la diferencia neta entre las superficies cubiertas por vegetación arbórea (bosques y selvas) en 1993 y el año 2000. Dadas estas diferencias en las formas de estimación es importante considerar no sólo la cifra sino el contexto para interpretar adecuadamente la información. Las dos estimaciones anteriores indican que, a lo largo de la última década, en el país se perdieron entre 3.5 y 5.5 millones de hectáreas de bosques y selvas, siendo la vegetación primaria la que mostró las mayores pérdidas. La deforestación depende de varios factores, pero uno muy importante es el económico, donde se favorecen las actividades que permiten la mayor ganancia a corto plazo. La explotación de madera para satisfacer el mercado impulsa la deforestación de bosques, principalmente los dominados por una sola especie, lo que hace rentable su explotación intensiva a pesar de que los precios sean relativamente bajos. Los modelos económicos predicen que los precios de la madera promueven el cambio de uso del suelo cuando

son altos entonces se deforesta para vender, o cuando son bajos entonces no hay ningún incentivo para conservar el área forestal. Asimismo, un bosque tiene poco valor económico cuando la extracción selectiva lo ha desprovisto de los árboles más cotizados. Aunque esta actividad no retira de manera inmediata la cubierta forestal, su secuela sí es la deforestación ya que los productores pueden obtener un mayor beneficio económico al eliminar los bosques empobrecidos y emprender otras actividades productivas en estos predios. Esta lógica permite explicar porqué los bosques y selvas perturbados son luego desmontados y convertidos a terrenos dedicados a actividades agropecuarias en mayor proporción que la vegetación primaria. La alteración seguida por la deforestación es la ruta de cambio de uso del suelo más frecuente en México, especialmente cuando se trata de selvas (Cemda-Céspedes, 2002).

### **1.3 ESTUDIO DE LA DINÁMICA FORESTAL EN MÉXICO (REPORTE FRA 2010)**

Según la media mundial, México debería tener alrededor de 0.7 hectáreas de superficie forestal *per cápita* hoy en día, sin embargo sólo posee el 0.5 de hectáreas y se estima que en un futuro sea aún menor, alrededor del 0.3 hectáreas. De la misma forma, datos indican que México conserva cerca del 34% de superficie de bosques, además, como en el país se toma en cuenta el matorral como parte conjunta del bosque, se puede sumar un 18% por lo que aún se cuenta con más de la mitad de la superficie forestal del país.

En la época rural (antes de 1950) los bosques en el país abarcaban más del 75% del territorio nacional, sin embargo de los cincuenta a los ochenta las políticas de expansión de la agricultura y silvicultura en el trópico mexicano tuvieron grandes pérdidas de cubierta forestal sobre todo en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche los cuales ahora solo mantienen pequeños fragmentos de bosque. Estimaciones documentan que los bosques tropicales fueron los más afectados en esa época. A finales de los noventa, los métodos de evaluación de la dinámica forestal se volvieron más accesibles y robustos, en consecuencia México se convirtió en un país urbano, con grandes áreas rurales abandonadas debido a la migración y a la falta de políticas a favor del sector rural.

Debido a técnicas modernas, México ha avanzado en la generación de información para el conocimiento y evaluación de recursos forestales del país. La evolución de la tecnología y la disponibilidad de imágenes satelitales de mayor resolución han beneficiado a la mejora del proceso de cuantificación de recursos forestales, incrementando así la precisión de los resultados sobre la extensión y cambios de la cobertura forestal.

La FAO evalúa constantemente el estado de los bosques del mundo, su ordenación y usos a través del Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 (FRA 2010) fue solicitada por el comité forestal de la FAO en 2007 y se basó en un proceso de recopilación de información nacional, así como una evaluación global de los bosques a partir de la teledetección. De acuerdo a la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable (2003), el país debe de contar con elementos para apoyar la política forestal nacional, uno de ellos es el Inventario Nacional Forestal y de Suelo.

Siendo así, para el estudio de la dinámica de cambio de los Recursos Forestales, México realiza un informe de conformidad utilizando la metodología establecida por la FAO. Además los insumos y las definiciones fueron acordadas por expertos nacionales de la SEMARNAT, CONAFOR, INE, INIFAP, INEGI), se tomó como base la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación a una escala de 1:250 000 del INEGI para obtener la superficie de bosques y de otras tierras boscosas. Dichos estudios y obtención de estadísticas sobre el cambio de la dinámica forestal en México sirve para reportar la situación de los bosques de México a la FAO y al mundo, para contribuir a la formulación de políticas forestales y así informar a la sociedad sobre el estado de la cubierta forestal en el país.

### **1.3.1 INFORMACIÓN VECTORIAL**

La cartografía de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1:250,000 se ha producido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) durante más de veinte años por especialistas de fotointerpretación de las condiciones de vegetación del país. La metodología de trabajo y el sistema de clasificación de la vegetación y usos de suelo no ha cambiado desde la serie II, por lo que permite hacer comparaciones para estimar la dinámica de cambio forestal a nivel nacional y regional. Para la realización de dicha cartografía, se necesitó de la interpretación visual (con el apoyo de la Geomática) de imágenes satelitales de las condiciones de vegetación y los principales usos de suelo a nivel nacional. Además, se complementa con trabajo de campo en donde se registra un muestreo cualitativo del lugar en cuanto a vegetación y usos de suelo, con el fin de corroborar la fotointerpretación visual.

#### **Conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie II**

La escala es de 1:250 000, fue realizada por INEGI en el año 1993 sin embargo la información fue liberada hasta el 2001. Su elaboración consistió en la fotointerpretación de imágenes LANDSAT y con trabajo de campo cualitativo. La información es compatible con la serie III.

#### **Conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie III**

La escala es de 1:250 000, realizada por INEGI en el año 2002. La información fue entregada a CONAFOR en el 2004, su elaboración consistió en fotointerpretación de imágenes LANDSAT así como trabajo de campo cualitativo. Es compatible para la serie II y la serie IV.

#### **Conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV**

La escala es de 1:250 000, realizada por INEGI en el año 2007. La información fue entregada a CONAFOR en el año 2009, su elaboración consistió en fotointerpretación de imágenes SPOT así como trabajo de campo cualitativo. La metodología de la clasificación de la vegetación es compatible con la Serie III.

Para obtener la tabla de superficies de bosques y otras tierras boscosas de la CONAFOR se trabajó con información del INEGI con las series III y IV de la información vectorial sobre Uso de Suelo y Vegetación para México con el datum ITRF92 y con la proyección cartográfica Cónica Conforme de

Lambert. La serie III y serie IV son comparables entre sí, ya que siguen los lineamientos establecidos por INEGI. Una vez tomados en cuenta estos estándares, se convirtió la información digital de las dos series de formato SHAPEFILE a formato ARCINFO. Con esto se generó la topología utilizando la mínima tolerancia permitida por ARCINFO 8.3 WorkStation, para así evitar mover vectores originales. Se revisó la relación de los atributos de información vectorial con claves homogéneas en ambas series para así trabajar sobre el sistema de clasificación de vegetación y usos de suelo sin problemas adoptados por el INEGI a nivel local y regional de los ecosistemas vegetales del país. Para la clasificación de dichas series, INEGI agrupó más 60 tipos de vegetación que se muestran menor detalle (Tabla 1):

Clase	Definición
Bosques	Vegetación arbórea de origen septentrional (holártico) principalmente de regiones de clima templado y semifrío, con diferentes grados de humedad, propias de las regiones montañosas del país, a lo largo de la sierra madre occidental, oriental y eje neovolcánico. Por sus características ecológicas y fisonómicas, ha dado lugar a la clasificación a un gran número de tipos de vegetación. Bajo este término se incluyen las comunidades de Bosque de oyamel, Bosque de ayarín, Bosque mesófilo de montaña, Bosque de cedro, Bosque de pino, Bosque de pino – encino, Bosque de encino, Bosque de encino – pino, Bosque de táscate, Bosque de galería, Bosque cultivado y Bosque inducido.
Selvas	Son comunidades formadas por vegetación arbórea de origen meridional, generalmente de climas cálido húmedo, subhúmedo y semiseco. Están compuestas por la mezcla de un gran número de especies, muchas de las cuales presentan contrafuertes o aletones. Posee bejucos, lianas y plantas epífitas, frecuentemente con árboles espinosos entre los dominantes. Se clasifican de acuerdo a su altura y a la persistencia o caducidad de la hoja durante la época más seca del año. Aquí se agrupan las comunidades: Selva alta perennifolia, Selva alta subperennifolia, Selva mediana perennifolia, Selva mediana subperennifolia, Selva mediana subcaducifolia, Selva baja perennifolia, Selva baja subperennifolia, Selva mediana caducifolia, Selva baja subcaducifolia, Selva baja caducifolia, Selva baja espinosa, Mezquital (MKE) y Selva de galería.

Matorrales	Vegetación arbustiva que generalmente presenta ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo y con altura variable, pero casi siempre inferior a 4 metros. Se distribuye en las regiones áridas y semiáridas del país. Dentro de este término se agrupan las comunidades de Matorral Subtropical, Matorral submontano, Matorral espinoso tamaulipeco, Mezquital (MKX), Matorral crasicaule, Matorral sarcocaula, Matorral sarco-crasicaule, Matorral sarco-crasicaule de neblina, Matorral rosetófilo costero, Matorral desértico rosetófilo, Matorral desértico micrófilo, Vegetación de desiertos arenosos, Vegetación halófila, Vegetación gipsófila y Vegetación de galería.
Otros tipos de Vegetación	Son comunidades vegetales con características ecológicas especiales como fisonomía, origen (suelo, fuego, agua, etc.), que los difieren de las formaciones vegetales típicas como Bosque, Selva, Matorral y Pastizal. Bajo este concepto se agrupan las comunidades de Matorral de coníferas, Chaparral, Palmar, Manglar, Popal, Tular, Mezquital (MK), y Vegetación de dunas costeras.
Pastizales	Tipo de vegetación caracterizado por la presencia de gramíneas o gramínoideas y que en condiciones naturales se desarrolla bajo la interacción del clima, suelo y biota. El conjunto de comunidades vegetales de esta manera delimitado incluye biocenosis diversas, tanto en lo tocante a su composición florística como a sus condiciones ecológicas, a su papel en la sucesión, a su dependencia de las actividades humanas y aún a su fisonomía. Mientras la presencia de algunas está determinada por el clima, muchas otras son favorecidas, al menos en parte por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre o sus animales domésticos. Este término agrupa los conceptos de Pastizal natural, Pastizal inducido, Sabana, Sabanoide, Pastizal halófilo, Pastizal gipsófilo, y Pradera de alta montaña.
Zona urbana	Área donde existe un agrupamiento de construcciones permanentes, de acuerdo con una traza urbana, a la que se le asocia un nombre.
Cuerpos de Agua	Extensión de agua limitada por tierra.
Información agrícola, Pecuaria y	Agricultura.- Son aquellas áreas en la que el suelo es utilizado para la realización de labores agrícolas. Las subclases: bosque cultivado, agricultura de riego, temporal y de humedad, así como pastizal cultivado quedan incluidos dentro de

forestal (IAPF)	la clase IAPF, que de acuerdo a como llegó la información al momento del análisis no se pudieron separar.
-----------------	---

Tabla 1. Reporte FRA

Así mismo, una vez realizado el procesamiento de los datos a partir de los insumos ya mencionados en donde se generaron polígonos y posteriormente se compararon para cada una de las series. Para cada serie, los datos registrados fueron los siguientes (Imagen 5).

Datos originales de la cartografía (1000 Ha)			
Categorías de FRA	1993	2002	2007
Bosque	68,723	65,560	64,785
Otras tierras boscosas	20,772	20,289	20,128
Otras tierras	103,478	107,124	108,046
<b>Total</b>	<b>192,973</b>	<b>192,973</b>	<b>192,959</b>

Imagen 5. Datos de reporte FRA

Estos resultados son los datos antes de ser reclasificados y calibrados. La calibración se llevo a cabo a partir de las directrices para el FRA2010 y se tomo en cuenta la cifra de la superficie de México. Sin embargo especialistas mexicanos consideran que el método utilizado fue le inapropiado debido a que implica una manipulación de todos los polígonos (por el factor de calibración) modificando el tamaño original (Imagen 6).

Aplicando factor de calibración:		
		Factor de calibración
Área de la tierra (FAO)	194,395	
Área de la tierra (Serie IIV3R)	192,973	1.007370
Área de la tierra (Serie III)	192,973	1.007370
Área de la tierra (Serie IV)	192,959	1.007444

Datos calibrados			
Categorías de FRA	1993	2002	2007
Bosque	69,229	66,043	65,267
Otras tierras boscosas	20,925	20,438	20,278
Otras tierras	104,240	107,914	108,850
<b>Total</b>	<b>194,395</b>	<b>194,395</b>	<b>194,395</b>

Imagen 6. Datos de calibración

De acuerdo a éstos datos y debido a que solo se tiene información para los años 1993, 2002 y 2007, se realizó una estimación para los otros años (1990, 2000, 2005 y 2010) a partir de una interpolación lineal. Para las estimaciones de los años de 1990 y 2000 se utilizaron los datos de

1993 y 2002. Y las estimaciones para el 2005 y 2020 fueron basadas en los datos del 2002 y 2007.

A continuación se muestra la tabla con los resultados para todos estos años (Imagen 7).

Categorías FRA	1990	2000	2005	2010
Bosque	70,291	66,751	65,578	64,802
Otras tierras boscosas	21,088	20,547	20,342	20,181
Otras tierras	103,016	107,097	108,476	109,412
<b>SubTotal</b>	<b>194,395</b>	<b>194,395</b>	<b>194,395</b>	<b>194,395</b>

Imagen 7. Estimación para diferentes áreas.

Finalmente la reclasificación se llevo a cabo a partir de acuerdos llevados a cabo en reuniones con expertos nacionales de cartografía, examinando detalladamente las definiciones acordadas y las clasificaciones nacionales (FRA 2010).

A partir de lo que hizo la FAO, INEGI junto con la CONAFOR decidieron homogeneizar las series de uso de suelo y vegetación para así poder llegar a un resultado óptimo de acuerdo a la clasificación de bosques, otras tierras y otras tierras boscosas y finalmente poder compararlo y reportarlo a FRA.

La metodología empleada se resume a continuación:

- Se generaron regiones de acuerdo a la vegetación primaria y a la vegetación secundaria, la generación de éstos polígonos ayudo al análisis espacial haciendo la manipulación de datos más limpia y ordenada.
- Se comparó espacialmente los polígonos de la serie III contra los polígonos de la serie IV, comprendidos dentro de las regiones con condición de vegetación primaria, y posteriormente en los de la vegetación secundaria, con el comando “Area query” se solicito que se crearan polígonos nuevos en los casos donde se detectara cambio de clave entre la serie III y la IV.
- Con los polígonos obtenidos, se aplicó de nuevo el comando “Area query” tomando en cuenta toda la información vectorial para así recuperar la clave original en la serie III y la clave a la que pasaron todos los polígonos en cuestión de la serie IV.
- Una vez obtenida la información sobre los polígonos de cambio para la vegetación, se elaboró una tabla en Access con las combinaciones de cambio para verificar la coherencia,

para identificar el tipo de cambio de acuerdo a los conceptos plasmados en la matriz desarrollada para dicho análisis y así conocer la sumatoria del área para cada combinación.

#### **1.4 UNA NUEVA RUTA PARA EVALUAR LOS PROCESOS DE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN EN MÉXICO.**

La deforestación tiene un gran impacto negativo sobre la biodiversidad del planeta. Al retirarse la cubierta forestal no solo se eliminan algunas especies, sino que las condiciones ambientales locales se modifican. Con estas situaciones, muchos organismos no logran sobrevivir debido a que sus límites de tolerancia son escasos ya que durante la deforestación se eliminan algunos de los recursos (refugios, sitios de anidación, entre otros.) que son indispensables. En México, siendo un país de gran diversidad, esta situación es sumamente importante.

De acuerdo con la estimación de la FAO, durante la última década del siglo XX hubo una pérdida anual de 8.9 millones de hectáreas de bosques y selvas en el mundo. Hacia el año 2000 quedaban 968.6 millones de hectáreas de bosques, de las cuales el 1.6% aproximadamente se conserva en México. Históricamente, el desarrollo económico en nuestro país, ha sido a costa de recursos forestales, siendo uno de los países con las tasas más altas de deforestación en el mundo.

El proceso de deforestación tuvo un pico importante entre el siglo IX y siglo XX debido a que el gobierno otorgó concesiones a compañías extranjeras para explotar enormes superficies boscosas, desgastando grandes recursos forestales y dando lugar a la tala inmoderada sobre todo en bosques tropicales (González, 1992). Las selvas fueron las más afectadas, por una parte se instauraron programas de colonización, utilizando a las selvas como medio para evitar la distribución de tierra en áreas agrícolas (Paz, 1995).

Según evaluaciones de Recursos Forestales Nacionales más recientes de FAO, la región de México y Centroamérica cuenta con 84.3 millones de hectáreas de bosques, de las cuales el 77% se encuentra en México con 64.8 millones de hectáreas de bosques y selvas lo cual representa el 34% del territorio mexicano. Los siete países de Centroamérica contienen el 23% restante (Imagen 8).



**Imagen 8. Cobertura boscosa en México y en Centroamérica**

La región de Mesoamérica continúa perdiendo sus bosques, donde en los últimos veinte años se han dado cambios importantes y de las 726 000 hectáreas de bosque que se perdían anualmente en los noventa, la FAO reporta pérdidas anuales de 395 000 hectáreas entre los años del 2005 y 2010. Los principales avances se han dado en México, Panamá y Costa Rica. En dicho periodo, México logró disminuir la pérdida anual de bosques en un 56% pasando de 354 000 a 155 000 hectáreas. Por lo que la tasa anual de deforestación pasó del 0.5% al 0.2%. Panamá redujo su tasa anual de deforestación del 1.2% al 0.4% y Costa Rica es el único país con una ganancia neta de bosques, pasó de una pérdida anual de 19 000 hectáreas a una ganancia de 23 000 hectáreas anuales. A diferencia de Honduras, Nicaragua y Guatemala que continúan con altas tasas de deforestación.

En México, así como en la mayoría de los países, las actividades agropecuarias han sido las causas principales de la deforestación, seguidas de los desmontes ilegales. Los incendios forestales también son responsables de esta. Generalmente, una zona que ha sufrido un incendio no se recupera debido a que inmediatamente es ocupada para otros usos como el agropecuario o el asentamiento urbano. Así es como ciertas zonas de incendios son provocadas clandestinamente para invadir dichas fracciones de tierra que están protegidas por la ley o instituciones. Consecuentemente podemos concretar que existe un proceso de degradación importante ocurrido en el país.

Aunque la degradación es un proceso menos visible que la deforestación, es de igual importancia debido a los efectos económicos y ambientales de bosques y selvas. Este proceso no implica el

desmante total de cubierta arbórea (como sucede en la deforestación), sin embargo genera cambios drásticos tanto en la composición de la tierra como en la densidad de especies que habitan, y consecuentemente afecta la estructura y funcionamiento de las comunidades naturales.

De acuerdo con la evaluación de recursos naturales (FAO, 2005), sólo el 36% de los bosques existentes en el mundo son primarios y se están perdiendo a una tasa de 6 millones de hectáreas por año. Actualmente, en México, solo el 44% de la superficie arbórea del país está cubierto por vegetación primaria o con poca perturbación apreciable (de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo Actual del Suelo y Vegetación Serie III) y la vegetación secundaria ha ido aumentando a una tasa acelerada superior a las 170 mil hectáreas por año (periodo 1993-2002), siendo los bosques templados los que más han sufrido de la degradación.

Tanto la deforestación como la degradación afectan negativamente a los bienes y servicios de los ecosistemas naturales. Considerando de manera conjunta a la deforestación y degradación se observa que de la década de los setentas al 2002 la tasa anual es de 518% de hectáreas anuales. Esto pone en evidencia el impacto de los procesos forestales que se tienen en México y en el mundo. La vegetación secundaria que cubre actualmente grandes áreas del territorio nacional es el resultado de la regeneración de sitios que fueron previamente deforestados, como el deterioro de la vegetación primaria. Sin embargo no se cuenta con insumos suficientes para cuantificar la importancia de dicho proceso.

Los países de Mesoamérica están pasando por procesos y dinámicas inducidas a la deforestación, pero también a una transición forestal incluyendo territorios en los que se han evidenciado contrastes importantes en la regeneración de bosque. A continuación se menciona el proceso ocurrido entre el 2000 y 2005 en la región Mesoamericana y su coorelación en el territorio mexicano.

#### ***Nicaragua: Nuevo auge ganadero y expansión de cultivos***

En el periodo del 2000-2005 se identifican pérdidas de cobertura forestal en áreas de expansión ganadera en Nicaragua. La mayor integración en el mercado regional de exportación de leche, queso y carne está activando de nuevo el sector ganadero, ahora con mayor participación de pequeños y medianos productores (Zee et.al, 2007). Los cambios dramáticos en la conversión de

bosques a tierras agrícolas en Nicaragua ocurrieron en los años sesenta y setenta, con la producción ganadera y de café. El rápido crecimiento del mercado para explotación de leche, queso y carne ha ocasionado una ampliación de la frontera ganadera en gran parte del país.

***Costa Rica: Transición forestal y expansión de la maquila agrícola***

Costa Rica presentó niveles altos de deforestación entre las décadas de los setenta y ochenta, alcanzando tasas de deforestación de hasta 66 000 hectáreas por año. Entre 1987 y 1997 las tasas descendieron a poco más de 16 000 hectáreas por año y entre 1997 al 2000, la deforestación llegó a una tasa de 3 000 al año. Costa Rica se encuentra en una etapa de transición forestal, donde hay más ganancias que pérdidas en la dinámica de cambio de cobertura.

***Panamá: Transición forestal inicial y plantaciones de Teca***

Se reporta una tasa de deforestación anual de 1.12% con una pérdida de 41 325 hectáreas por año entre los años 1992 al 2000. Sin embargo un estudio reciente indica que en el periodo 2000-2008 la tasa de deforestación se redujo a 0.4% con pérdida de bosques de 13 420 hectáreas por año. También, se dieron cuenta que las provincias con mayor pobreza en Panamá son las que tienen mayores tasas de deforestación. En estas áreas, las tierras deforestadas pasan a agricultura y ganadería principalmente (Nelson et. al, 2001; Potvin et. al, 2008). En algunas comunidades indígenas se encuentran los índices de deforestación más altos, sin embargo estas tendencias están cambiando según estudios recientes. En las investigaciones se muestra una alta heterogeneidad en las dinámicas de la cobertura forestal, así como una temporalidad asociada con patrones de uso de tierra y una fuerte influencia en patrones culturales.

***México: Transición forestal, degradación y regeneración de bosques***

Se han encontrado cambios sustanciales en los patrones de la deforestación de México. La CONAFOR, así como FAO, han reportado una tasa neta de deforestación de 160, 000 hectáreas en el periodo 2000-2007. Se encuentran tasas históricas de deforestación que van desde las 370 000 hectáreas a 1.5 millones de hectáreas por año (SARH, 1991; Repetto, 1989; FAO, 1988; Maser et. al, 1992; Castillo et. al, 1989; Myers, 1989; Toledo et. al, 1989). Existen variaciones en las estimaciones de las tasas de degradación debido a diversos criterios y definiciones de clases de vegetación utilizadas (FAO, 1990).

En 1998, la Subsecretaría de Recursos Naturales de México estimó que el 90% de la deforestación en México fue ocasionada debido a los desmontes ilegales con fines de cambio de uso de suelo, sobretodo en el sur del país. En una evaluación de la tasa anual de deforestación para el periodo 1972 a 1990 y comparándolo con la cartografía de suelos y la forestal de dos periodos se calculó una deforestación anual de 230 000 hectáreas. Los cambios más importantes fueron la degradación y fragmentación de bosques. Se analizaron también cambios de uso de tierra en las selvas de Quintana Roo y Campeche (Turner et. al, 2001) en los años de 1987-1997, en donde se encontraron tasas de deforestación anual del 2%, que cayeron drásticamente a 0.2% debido a una crisis económica Mexicana (Villar et. al, 1999). Sin embargo la sucesión de vegetación no ha sido estable, debido a un aumento de la tala del rebrote, impidiendo una regeneración ideal en la cobertura forestal. En la actualidad, la presión sobre los bosques proviene principalmente de un proyecto turístico llamado Mundo Maya, el cual desarrolla infraestructura para el turismo a gran escala, además de presiones debido a producciones de chile, milpas y programas de fomento a la agricultura.

Otro estudio realizado por ECOSUR y la UNAM en la selva Lacandona y El Ocote confirman que en la parte norte y este de la selva, los bosques han disminuido de forma importante debido a procesos de degradación y de transformación a pastizales y agricultura principalmente. A diferencia de los Altos de Chiapas en donde se observa un proceso de restauración de bosques. A través de los estudios se ha documentado que la cercanía a carreteras y el aumento de la densidad poblacional son factores relacionados al proceso de deforestación, a diferencia de la degradación en donde los principales factores es a la accesibilidad y la facilidad de la sustracción de la cobertura vegetal (Ben de Jong et. al, 2006).

# CAPÍTULO 2

## PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA TRANSICIÓN FORESTAL

Hay una gran preocupación a nivel mundial acerca de los recursos forestales. La erosión en los bosques tropicales y la inconsciencia humana han provocado pérdidas de plantas y especies y por tanto merma en el área forestal. Estas acciones tienen un impacto prioritariamente en el cambio de uso de suelo que se ve afectado por las diferentes tendencias socioeconómicas, esto repercute en las nuevas políticas existentes y en la importancia que están dando por tomar una nueva estructura que sustente la oferta y demanda de estos recursos así como una política que sustente su durabilidad. Las presiones sobre los bosques varían en función del país y la región, al igual que con el tiempo. Esto indica que existen diferentes factores que provocan la disminución de cobertura forestal a lo largo del tiempo en relación con las circunstancias que provocan la recuperación del mismo (Grangier 1995). Resaltan factores socioeconómicos como la sobreexplotación humana sobre los bosques que está determinada, entre otras cosas, por su acceso al mercado, la naturaleza del uso del bosque y la seguridad en la tenencia. (Chomitz *et al.* 2006). Existen varias hipótesis y perspectivas que ponen énfasis en unir los rubros que intervienen

en el manejo sustentable de los bosques. En consecuencia, el concepto de Transición Forestal es de suma importancia ya que proporciona conjeturas comprobables que interactúan con los diferentes factores sociales.

La idea de la transición forestal surge a partir de los años 90s cuando los geógrafos buscaron describir patrones de un cambio en la cobertura forestal conjuntamente con un proceso de desarrollo.(Mather 1992; Drake 1993; Grainger 1995). Científicos postulan que a través del tiempo, disminuye la cobertura forestal, pero en cierto punto esto se revierte y se expande. Esto conlleva a una curva en forma de U o de J revertida de la cobertura de bosque contra el tiempo.

La transición forestal ha despertado la preocupación acerca de las pérdidas de bosques tropicales y de sus consecuencias. Como resultado historiadores, geógrafos y estudiosos del cambio del paisaje han hecho estudios de transición forestal en ciudades desarrolladas en Europa y en Norte América. Al parecer, la transición forestal tiene un patrón común con muchos de los países desarrollados (Rudel 1998).

La transición forestal probablemente resulta de la combinación de tasas de deforestación desaceleradas y tasas de reforestación aceleradas. Esta tendencia ha llegado a muchos países industrializados y en desarrollo. Las causas y determinantes son diferentes para cada país y tienen que ser analizados con diferentes enfoques. Estos factores dependen de las tendencias de la población, en las demandas de bosques y servicios, y en el valor y percepción que se tengan sobre los recursos naturales.

El propósito de esta teoría es sugerir una dirección que podría tener en el desarrollo de una teoría más amplia en torno a la transición de los bosques. Para esto se analizan cuatro aspectos fundamentales de la llamada Teoría de la transición Forestal (TTF) de Mather (1992) que sustentan una metodología viable y eficaz en el manejo del análisis de este estudio: En primer lugar se tiene que argumentar y fundamentar que los cambios a largo plazo de la cubierta forestal de un país, o región en este caso, no puede ser separada por una pauta general de cambios de uso de tierra para dicha región o país. Cuando se observa que la cubierta forestal va en declive, es porque la tierra en el bosque se convierte en otro uso de suelo. Por el contrario cuando la deforestación, degradación o nuevo crecimiento natural se produce, es porque la tierra bajo un uso alternativo es reemplazada por más terrenos forestales.

En segundo lugar se toma en cuenta esta diversidad en los cambios de uso de suelo, ya que estos tienen varias alternativas como tierras forestales, agricultura, desarrollo urbano, viviendas, y las tierras forestales que a su vez tienen usos que deben ser considerados como son la producción de madera, recreación, reservas naturales y así sucesivamente. Lo que determina en última instancia el uso de suelo en su valor en comparación con el valor de todos los usos de suelo en competencia.

La tercera contribución que nos ofrece Mather, y que se debe tomar en cuenta, es afirmar que la transición forestal debe ser ampliada para una teoría de la asignación de uso de suelo, y que es el valor de los terrenos en los usos de la competencia que determina en última instancia, si el patrón resultante del uso del suelo conduce a un aumento o disminución de la cubierta forestal, en otras palabras, los cambios en la cubierta forestal en el tiempo como valor de uso de suelo en relación con el valor del cambio de uso de suelo de la competencia a través del tiempo.

En cuarto lugar se destaca que los valores reales que se utilizan para asignar la tierra pueden ser mucho más óptimos. Es decir, la presencia del mercado, política e institucional, así como a largo plazo los cambios en su estructura, la tecnología y las instituciones de una economía sustentable, pueden distorsionar incentivos y conducir a un sesgo a favor de un tipo de uso de suelo sobre otro. Tales distorsiones no solo pueden significar un uso ineficiente de la tierra y pérdida de oportunidades para el desarrollo económico, sino también explicar por qué la transición forestal puede ser retrasada innecesariamente en algunos países y regiones.

## **2.2 LA TEORÍA DE LA TRANSICIÓN FORESTAL**

Históricamente, la deforestación se asocia con un rápido crecimiento en la población en países desarrollados. Un rápido crecimiento en la población puede estar acompañado por una disminución en los bosques, sin embargo esto no determina el comportamiento de la dinámica forestal. Ello no quiere decir que el crecimiento de las tasas de deforestación y poblacional va a desacelerar al mismo tiempo exactamente. Existen otros factores como la urbanización, las políticas nacionales de tierras, etc. Las tendencias de la población y la percepción de los recursos son probablemente los factores más significativos que llevan a una transición forestal. La tala de

bosques para la agricultura, ha sido históricamente hablando, la razón más grande de la reducción de bosque. Cuando la población crece se expande el área de la agricultura y cuando la agricultura se transforma debido a revoluciones tecnológicas, la presión para expandir el área de la agricultura se debilita. Con el aumento de la producción agrícola y con el estancamiento de la demanda de alimentos, las áreas más marginadas son las de la agricultura y en muchos casos estas áreas regresan a ser bosque. En el caso de la urbanización no solo se talan bosques sino que la percepción acerca del medio ambiente cambia. En el caso de las políticas de tierras, la negación de reformas o el desplazamiento de cultivadores tradicionales por comerciales y la agricultura orientada a la explotación, puede llevar a una colonización de bosque y tala en algunas ciudades mientras que en otro crecimiento poblacional pueden ser acomodados de acuerdo a una intensificación de producción en el área agrícola existente. Para explicar la dinámica forestal existen diversas teorías, sin embargo hablaremos de la más atinada para dicho trabajo de investigación, llamada La teoría de la transición forestal.

La contribución seminal de Alexander Mather para el análisis del cambio de uso de suelo a largo plazo fue la de proponer que la cubierta forestal de un país generalmente disminuye a medida que se desarrolla social y económicamente, pero con respecto al tiempo, esta tendencia se invierte y el bosque termina por ampliarse. El punto en el que se detiene la pérdida de bosques y empieza a incrementar, Mather lo llama la transición forestal (Mather, 1990, 1992.)

La teoría de la Transición Forestal describe un patrón del cambio del suelo a largo plazo. Ésta trata de explicar por qué y cómo ocurre una transición forestal en zonas tropicales principalmente. Se postula que, a través del tiempo, la cobertura forestal disminuye, sin embargo en algún momento ocurre una transición, tal que la disminución se detiene y ocurre lo contrario, por lo que la cobertura forestal se expande. Esta transición se comporta como una curva invertida en forma de "U" en la que la cobertura forestal está en función del tiempo. Por un lado, la disminución de bosque proviene a partir de un desarrollo nacional, la tala de bosques se acelera a partir de la demanda de la sociedad. Además el crecimiento económico a través de la industrialización incrementa la demanda de madera así como otros recursos naturales y alimentos. La recuperación de cubierta forestal sucede cuando los países alcanzan etapas de mayor desarrollo. Se reduce la demanda de cobertura forestal por las tecnologías y al haber un crecimiento industrial, la población empieza a migrar del campo a las ciudades, lo cual reduce la presión de los bosques para la subsistencia de la agricultura. Finalmente las normas cambian con el fin de proteger la

calidad del medio ambiente dando lugar a organizaciones ambientales, reservas forestales y políticas para promover un manejo de tierra adecuado.

Grangier (1995) sugirió que la curva en forma de “U” o en forma de “J” de la cobertura forestal es realmente la mezcla de dos curvas diferentes de usos de suelo; la parte en donde disminuye el área forestal (el cual él la denominó como “Transición Nacional del Uso de Suelo”), y la recuperación del área forestal después de la transición (denominado “Periodo de reposición del Bosque”). La justificación del análisis de éstas curvas por separado es que cada una de ellas conlleva procesos y factores diferentes. (Imagen 9).

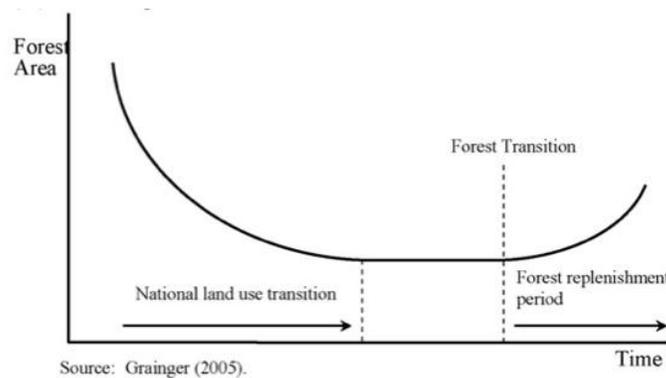


Imagen 9. Curva de la transición forestal según Grangier

Para la mayoría de los países, la disminución de los bosques, la cual ocurre en la primera fase de la curva, es debido al resultado de una pérdida rápida de cobertura forestal a consecuencia de la expansión del área agrícola en respuesta de la demanda de comida y otras comodidades que se da a partir de un crecimiento económico acelerado y un crecimiento poblacional. La expansión en tierras agrícolas puede llegar a disminuir eventualmente cuando la tierra alcance los límites de aptitud o de fertilidad, con la modernización del campo, con nuevas y mejoradas tecnologías y cuando la economía llegue a una etapa avanzada de desarrollo tal que la demanda de comida sea menor. Cuando una economía se desarrolla más, la demanda de madera incrementa y esto conduce a una reposición de bosques, esto engloba la segunda fase de la curva. También si el campo es abandonado y no se convierte en otro tipo de uso, entonces una reforestación natural podría existir (Mather & Needle, 1998; Rudel *et al.*, 2005) El periodo en el que ocurre dicha transición tiene que ver con las condiciones y el manejo de cada país. Por ejemplo si la gente sigue

plantando en áreas marginadas, evita que una reforestación natural suceda por lo que puede posponer el proceso de transición forestal.

La forma y el periodo de la curva de la transición forestal varía de acuerdo al país, algunas veces la curva es abrupta y definida, mientras que en otras es incierta y prolongada. En bosques tropicales, la transición forestal puede efectuarse de una manera abrupta y rápida debido a tendencias demográficas, a cambios de percepciones en cuanto al valor del ecosistema y a tasas altas de reforestación y aforestación. Aun si se expande el área forestal, no se llegará a una recuperación total de los recursos originales, grandes partes de bosques nativos con sus especies de flora y fauna desaparecerán.

Mather remarca cómo la relación entre el cambio del bosque y el cambio de la población puede variar con el tiempo (1998). También sugiere que las tendencias positivas en los bosques son más probables en países con instituciones políticas democráticas (Mather & Needle, 1999). Otros estudios sugieren que la disminución de área forestal sucede a partir de una variedad de mercado excesivo y de fallas en políticas e inadecuadas regulaciones. Esto es una problemática, sobre todo en países tropicales. Sin embargo para la mayoría de los países el principal cambio resulta de la conversión de cobertura forestal a agricultura.

### **2.2.1 FTT Y LA TEORÍA DE LA MODERNIZACIÓN**

FTT y la Modernización tienen ciertas similitudes. Primero ambas enfatizan las transiciones como cambios no lineales, pero suaves y en incremento (Drake 1993). En la modernización hay ciertas curvas de U invertidas que representan el incremento y decremento para las tasas del crecimiento en la población durante las transiciones demográficas y la curva de Kuznets para la desigualdad durante la industrialización (Kuznets 1955). La teoría de la transición forestal postula una imagen con efecto de espejo como una curva en forma de U, pero al igual que otras curvas, este patrón plantea un empeoramiento en el proceso de desarrollo, seguido por un cambio y mejoras.

La FTT y la modernización se centran en cambios a largo plazo, décadas o incluso siglos. Rostow (1960) describe etapas de desarrollo ocurridas en varias épocas que van de las "sociedades tradicionales" a la etapa de "Alto consumo masivo". Del mismo modo Mather, Fairburn, and Needle(1999)documentaron que la transición forestal moderna en Francia duró 200 años. La FTT y

la modernización comparten una tendencia en común al postular que las transiciones son inevitables y tienen patrones generales. La modernización fue criticada ya que ignoraba diferencias históricas entre colonias y colonizadores. La transición forestal no enfatiza las condiciones en las que una transición pueda no ocurrir. En estos casos, se sugiere que las condiciones no han servido como catalizadores de una recuperación forestal.

También la FTT y la modernización se plantean explicaciones que tienen que ver con procesos endógenos en las naciones. La modernización fue influenciada por interpretaciones estructurales de un cambio social al regular mecanismos internos. (Parsons 1951, 1966). De forma similar, las transiciones forestales se pueden ver como el resultado de cambios generados en países que afectan los mercados nacionales en tierra, agricultura y productos forestales.

Y finalmente la FTT y la modernización resaltan muchos de los procesos que explican la transición forestal. La teoría de la modernización explica que la formación de políticas nacionales, democratización, racionalización, urbanización, industrialización y el crecimiento poblacional son cambios a partir del desarrollo. FTT nombra todos estos procesos para explicar la transición forestal.

La teoría de la modernización fue criticada, por lo que esto llevo a crisis y ahora la teoría de la modernización es obsoleta. A partir de las críticas de la teoría de la modernización, la teoría de la transición forestal quiso demostrar que la transición ocurre en países desarrollados involucrando modelos e indicadores socioeconómicos. Estos modelos muestran cambios positivos en cobertura forestal en países más urbanizados y democráticos, con menos apoyo de indicadores como la inversión de capital extranjero. La teoría de la transición forestal, así como la de la modernización, confirman la importancia de la industrialización, de mejoras en la tecnología agrícola, y migración rural-urbana. Sin embargo aun hay ciertas inquietudes respecto a ciertas explicaciones acerca de la degradación de tierra y la competitividad local en mercados internacionales, lo cual genera perspectivas diferentes a la de la modernización.

Algunos estudios recientes del cambio de cobertura forestal incluyen muchos casos de países desarrollados. A partir de estos estudios, han surgido dudas sobre dicha teoría. Primero se revelan patrones de la dinámica forestal que involucran cambios abruptos a corto plazo. Hay que tomar en cuenta que este enfoque a corto plazo tiene que ver con la falta de información de satélites,

también surge debido a las observaciones de importantes dinámicas forestales interanuales enfatizadas en la literatura de la percepción remota.

Algunos estudios en países desarrollados a menudo presentan factores biofísicos en las explicaciones de la transición, especialmente en regiones tropicales. Lluvias estacionales fuertes, suelos frágiles, y enfermedades de plantas endémicas conllevan a distintas dinámicas de "Usos de Suelo y Cambios de Cobertura de Suelo" (LULCC) en biomasas tropicales, en donde estos estudios tienden a enfatizar la importancia de acciones estratégicas de los actores sociales. Estudios de países desarrollados resaltan la importancia de las desigualdades sociales, la colonización y la lucha política para entender LULCC, lo cual es lo que la FTT intenta demostrar.

### **2.2.2 LIMITACIONES EN FTT**

FTT aun necesita confrontar retos importantes en relación con la diversidad de la vegetación de los bosques y de los tipos de bosques. Una clave para la distinción de bosques es entre "Bosques Primarios" y "Bosques Secundarios". Las diferencias biofísicas entre los bosques primarios y secundarios son substanciales: comparado con los bosques secundarios, los bosques primarios guardan más carbón y biomasa, tienen vegetación con menos densidad en el tronco y mayor diámetro. Estas diferencias biofísicas conllevan implicaciones sociales, para la estructura y composición de la vegetación influyen en gran medida los recursos naturales disponibles, y el patrón consecuente de LULCC. También hay diferencias botánicas entre los tipos de bosques, así como diferencias que dependen de la altitud, precipitación, clima, etc.

Hay una necesidad para evaluar las diferencias de varios tipos de vegetación que reemplazan los bosques primarios, para así poder monitorear y entender la dinámica de la cobertura forestal. Los bosques secundarios generalmente ocurren en mosaicos de paisaje fragmentados que consisten en parches de vegetación caracterizados por diversos grados de perturbación humana y de valor ecológico. También se puede incluir a estos cultivos perennes, plantaciones de árboles y otras coberturas forestales los cuales están dominados por especies exóticas.

Actualmente, la información detallada sobre el estado anterior de la cubierta forestal, tales como la cubierta de copa, altura de los árboles, la fragmentación de los bosques o los tamaños de parcela no se encuentra en muchas partes del mundo (Indonesia, 2002). La Teledetección con una

resolución necesaria para la cuantificación de tales medidas es económicamente inviable (Dutschke 2002). La información sobre el crecimiento, rendimiento, densidad de la madera, las funciones de la biomasa y el potencial de captación es limitada (Rakonczay 2002). Por lo tanto, las decisiones a menudo tienen que ser tomadas bajo incertidumbre.

### **2.2.3 LA DINÁMICA FORESTAL EN LA TEORÍA DE LA TRANSICIÓN FORESTAL**

Hay también una necesidad de la FTT para prestar atención a los detalles de la dinámica forestal. Esto despierta una serie de cuestiones acerca de los detalles de la curva de la transición en sí, tales como las tasas de disminución de bosque primario, el periodo (tiempo) de la transición, las tasas de recuperación de la cobertura, la extensión de la recuperación, y como todos éstos aspectos son influenciados por los otros.

Grainger (1995) y Rudel *et al.* (2005) reconocen éstos aspectos cuando discuten los momentos históricos (periodo) de las transiciones y el porcentaje de la cobertura forestal en la transición, aunque no se relacionan una con la otra o con otros aspectos en la curva de la transición. El reconocimiento de los distintos tipos de bosques complica el entendimiento de las curvas de la transición forestal y de la dinámica de bosques. Por un lado, la disminución de diferentes tipos de bosques primarios requieren de varias curvas para cada tipo, y el surgimiento de varios tipos de crecimiento secundario requiere de curvas adicionales para plantaciones de árboles, cultivos y así sucesivamente. La existencia de múltiples curvas para varios tipos de bosque a su vez plantea interrogantes acerca del tiempo relativo y de la dinámica de los diferentes tipos de bosque, que constituyen los diferentes hábitats y recursos naturales. Si las plantaciones se están expandiendo al mismo tiempo que disminuye el bosque primario, un paisaje puede resultar más productivo económicamente, incluso si se convierte más pobre ecológicamente. Si dejamos las cosas simples y sólo distinguimos entre bosques primarios y secundarios, conocemos aún poco acerca del tiempo relativo de la disminución de bosque primario y del surgimiento del bosque secundario, aunque la dinámica puede variar de acuerdo a su contexto.

La escala espacial complica más nuestro entendimiento de la dinámica forestal. Aunque investigaciones de la FTT es más a menudo llevado a cabo de nivel nacional por razones de disponibilidad de datos limitados, estudios locales y regionales también revelan importantes dinámicas forestales. Esto despierta preguntas acerca de la distribución espacial de la disminución

de la cobertura forestal y de recuperación en un tiempo determinado sobre un área grande de tierra, por lo que no es difícil imaginar que los cambios de cobertura en bosques locales van a variar en el tiempo de una parte de un país a otras.

Si nos enfocamos en procesos, como la expansión de frontera o la penetración del mercado como difusor a través de paisajes en el tiempo, entonces las dinámicas forestales variarán espaciotemporalmente. Por lo tanto, la disminución puede ocurrir en un lugar mientras que la recuperación procede en otro. Podemos observar transiciones forestales en muchas escalas, por lo que enfocarse en una sola escala para entender las dinámicas forestales resulta inadecuado.

FTT hace hincapié en el largo plazo. Los procesos lentos operando en escalas de tiempo a largo plazo como el desarrollo, son realmente importantes a considerar para entender el cambio en la cobertura forestal; sin embargo otros fenómenos como devaluaciones, cambios del régimen político, nuevas tecnologías agrícolas, prácticas de cultivo y los ciclos de auge pueden ser importantes también para entender la tala de bosques y el nuevo crecimiento. Pero cada uno de estos procesos opera en su propia escala de tiempo, El resultado es que el cambio de bosque puede mostrar importantes dinámicas a corto y mediano plazo que puede diferir considerablemente con la curva gradual y suave de la transición.

Estudios apuntan a diversas explicaciones operando en múltiples escalas como factores importantes detrás de la dinámica de los bosques en países en desarrollo. El colonialismo, procesos biofísicos y acciones estratégicas, en un rango de niveles locales hasta globales, proveen suplementos (o alternativas) del cambio de bosque en la FTT basados en las experiencias de países industriales.

### **2.3 REINTERPRETACIÓN DE LA TRANSICIÓN FORESTAL**

Es importante crear un diagnóstico de los problemas ambientales, haciendo un análisis de los factores ecológicos, políticos y económicos que intervienen en la transición forestal de una región. Chomitz (2007) argumenta que hay una gran relación entre la deforestación y la pobreza en bosques tropicales. Los bosques tropicales albergan la mayoría de habitantes de bajos recursos dentro de las zonas forestales y es en ellos en donde se centra una tasa mayor de deforestación. Los bosques sufren una gran presión en dichas áreas marginadas, la población con bajos recursos

necesita leña, y las industrias requieren de madera, dichas demandas se atienden con el producto de plantaciones. La explotación reduce los bosques y los degrada, ayuda a obtener financiamiento a agricultores y empresarios, quienes queman y talan árboles sin valor comercial para destinar dichas tierras a la agricultura. Sin embargo, esto no quiere decir que las zonas más boscosas son las más pobres, existen diversos factores. Las zonas alejadas tienen una gran parte forestal con elevadas tasas de deforestación, sin embargo hay que tener en cuenta que generalmente se tiene una baja densidad de población.

Es necesario diferenciar los bosques de acuerdo a la deforestación, al grado y profundidad de pobreza y a las consecuencias ambientales de su conversión para así poder plantear soluciones y políticas adecuadas para mitigar el problema. Chomitz (2007) dividió tres tipos generales de bosques:

**Mosaicos de bosques y tierras agrícolas:** La propiedad de la tierra está mejor definida, la densidad demográfica es mayor y los mercados están más próximos. La ordenación del bosque no puede (en ciertos casos) competir con la agricultura o las plantaciones forestales. En estas zonas los bosques son poco densos con tasas de deforestación elevadas. Su biodiversidad se encuentra amenazada.

**Zonas de frontera y en litigio:** Las presiones por deforestar y la degradación se ven marcadas y en aumento, el control del suelo es inseguro y se encuentra en conflicto.

**Zonas situadas más allá de la frontera agrícola:** Hay grandes extensiones de bosques y pocos habitantes (en su mayoría indígenas) y cierta presión sobre los recursos madereros (Ver Tabla 2).

Tipo de Zona	Dominio representado cartográficamente	Características	Dificultades asociadas a la pobreza y al medio ambiente	Dificultades vinculadas a la gestión de gobierno
Zona de mosaico con tenencia de la tierra mejor definida	Tierras agrícolas, mosaicos de cultivos y bosques y pequeñas manchas de bosques.	Alto valor de la tierra; en ellas residen muchos de los habitantes de las zonas forestales, aunque representan una pequeña fracción de los bosques.	Ordenar los paisajes para que contribuyan a la producción y presten sus servicios; prevenir la extinción de especies amenazadas; reducir emisiones de CO <sub>2</sub> .	Acordar y hacer respetar los derechos de propiedad sobre la tierra, los árboles y los servicios ambientales.
Zona de frontera y en litigio	Orillas de bosques (y sabanas); fronteras forestales de las zonas de mosaico.	Expansión agrícola, rápido aumento del valor de la tierra en las fronteras; conflictos por el uso de los bosques en zonas de litigio.	Promover un desarrollo rural más intensivo y el acceso al empleo no agrícola; evitar la degradación irreversible, reducir emisiones de CO <sub>2</sub> , impedir la fragmentación de los bosques.	Limitar la apropiación de recursos por parte de participantes importantes, impedir que los pequeños tenedores se embarquen en una carrera por los derechos de propiedad, resolver equitativamente los reclamos sobre la tierra.
Zonas situadas más allá de la frontera agrícola	Centros de los bosques (y las sabanas), zonas forestales muy distantes del paisaje de mosaicos.	Constituyen la mayor parte de los bosques tropicales; albergan a una minoría de habitantes, muchos de ellos indígenas.	Suministrar servicios a las poblaciones dispersas; mantener los procesos ambientales en gran escala.	Proteger los derechos de los pueblos indígenas, impedir la expansión desordenada de la frontera.

Tabla 2. Tipo de bosques y dificultades que plantean

De acuerdo a esto, Chomitz divide a la curva de la transición forestal en tres etapas (Imagen 10).

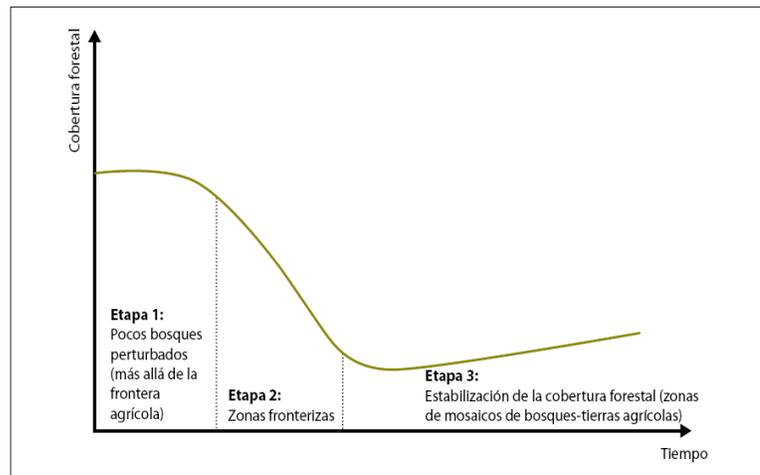


Imagen 10. Etapas de la transición forestal según Chomitz

Teniendo identificados las etapas y sus características, podemos decir que las condiciones locales, los incentivos y limitaciones determinan el por qué y en dónde ocurren procesos de deforestación. También hay que tener en cuenta que los propietarios y reclamantes de tierras toman decisiones acerca de su utilización de acuerdo a cuestiones culturales, económicas y jurídicas. Para algunas personas la agricultura puede ser un uso de tierra más rentable y atractivo que la sustentabilidad de los bosques. Los bajos salarios, suelos fértiles, clima y aumento de precios en productos agrícolas son factores importantes que motivan la deforestación.

La deforestación puede privar de recursos a los habitantes de regiones marginadas, aunque pueden proporcionarles ingresos provenientes de cultivos comerciales. Es probable que los habitantes de los bosques no aprovechen los recursos forestales, obtienen gran parte de sus ingresos de la recolección de leña, alimentos y otros productos. Al privárseles del derecho de explotar dichos recursos sus ingresos se resienten. Esto ocurre generalmente cuando el gobierno reclama la propiedad de los bosques y se les limita su acceso. Por el contrario, en otros casos, los bosques no pertenecen a nadie y los recursos se degradan por el uso excesivo.

El problema más serio se presenta cuando las tasas de deforestación históricas subestiman o sobrestiman sistemáticamente la tasa de deforestación en el escenario de prácticas habituales. El área forestal (o cambio de la misma) puede seguir el patrón sugerido por la Teoría de la Transición Forestal (Mather 1992; Angelsen 2007). En un principio, el país se caracteriza por tener una gran

cobertura forestal y bajas tasas de deforestación. Luego, los ritmos de deforestación se aceleran, se aminoran, la cobertura forestal se estabiliza y eventualmente comienza a recuperarse. Es de esperar que en las primeras etapas de la transición algunos países, como Papua Nueva Guinea y la República Democrática del Congo, tengan niveles altos de cobertura forestal y tasas de deforestación bajas pero que se están acelerando. Otros países, que se hallan en medio de la transición, como partes de Indonesia y Brasil, tendrán tasas altas pero se espera que disminuyan a medida que el bosque vaya desapareciendo. Finalmente, los países que están en etapas posteriores de la transición forestal, como China y la India (y varios de países de ingresos altos) tienen áreas forestales que están en aumento.

Los bosques se hallan en diferentes etapas de la curva de transición forestal en cada país (Ver Imagen 11), lo que refleja los cambios a lo largo del tiempo a partir de las rentas derivadas de la agricultura y el bosque (Angelsen 2007). Esto quiere decir que la degradación y deforestación es un problema más crítico para unos países que para otros. Algunos países pueden haber detenido la deforestación pero aún pueden estar perdiendo biomasa en los bosques restantes.

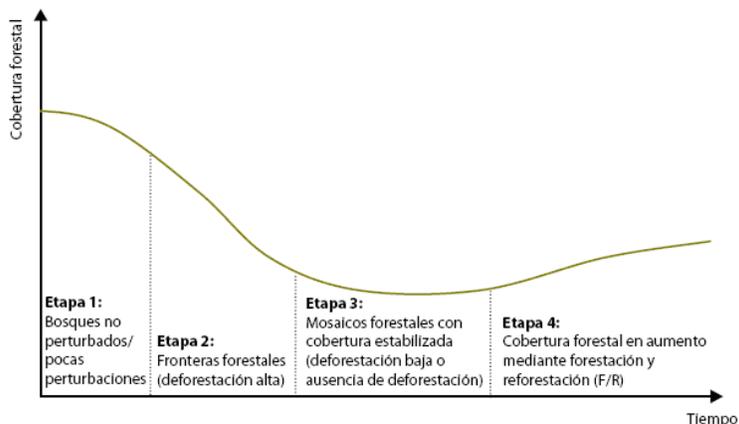


Imagen 11. Etapas de la transición forestal (adaptado por Angelsen)

La Teoría de la Transición Forestal identifica cuatro etapas en la transición de los bosques (Angelsen, 2007). Los países pueden ser agrupados en cuatro categorías según el estado de sus bosques: el patrón de la transición forestal depende de las políticas gubernamentales, economía mundial y el contexto nacional.

### **1. Países y regiones con bajas tasas de deforestación y con gran cobertura forestal.**

Los bosques se encuentran sin perturbación aparente, sin embargo están sujetos a una creciente deforestación y degradación en un futuro. En esta etapa es probable que los países y regiones estén más interesados en la contabilización de la degradación ya que se benefician más de evitar la degradación que de la “deforestación evitada”. Es posible que dichos países tomen en cuenta la degradación si consideran que recibirán un apoyo financiero para hacerlo. Algunos ejemplos de estos países pueden ser la Cuenca del Congo y Guyana.

### **2. Países con altas tasas de deforestación.**

Países con grandes superficies de cobertura boscosa con altas tasas de deforestación (fronteras agrícolas).

En esta etapa hay por parte de los países (por ejemplo, partes de Brasil, Indonesia, Ghana) un gran incentivo para participar en la contabilidad de la deforestación y hay poco interés en contabilizar la degradación forestal. Sin embargo, la exclusión de la degradación forestal en los esquemas REDD (especialmente en donde predomina la tala excesiva), puede generar fugas importantes.

### **3. Países con tasas de deforestación bajas y poca cobertura forestal.**

Caracterizados por mosaicos forestales y áreas forestales estables. En estos países (por ejemplo India), las tasas de deforestación se han nivelado debido a que ya se han talado los bosques en su mayoría o por la existencia de políticas de protección de bosques.

### **4. Países con una cobertura forestal creciente.**

Estos países como China y Vietnam, no están interesados en contabilizar la degradación forestal a menos de que un acuerdo con REDD incluya una mejora en los reservorios de carbono a partir de la plantación de árboles. Aquí, las nuevas plantaciones podrían aumentar el área forestal, sin embargo es probable que los bosques existentes se estén degradando al mismo tiempo.

A la larga, ante el aumento de la urbanización y de salarios, la población rural abandonará las tierras marginales de las orillas de los bosques, lo que detendrá la deforestación y en algunos casos, dará paso a un rebrote y recuperación de bosques. Aún así, es posible que algunos bosques no se recuperen o que pierdan gran parte de su biodiversidad. Es por esto que es importante contar con instituciones que regulen este sector con el fin de impedir que se siga deforestando y al mismo tiempo, proporcionar medios de subsistencia sostenibles.

## **2.4 POLÍTICAS, INSTITUCIONES Y MERCADOS EN LA TRANSICIÓN FORESTAL**

Existen factores institucionales de gran relevancia que impulsan a la conversión de bosques, así como a la expansión de tierras agrícolas en países en desarrollo que tienen que ver con políticas y derechos de propiedad mal definidos, libre acceso al bosque y regulaciones con bajos recursos (Barbier, 2005; Chomitz *et al.*, 2007; Sunderlin *et al.*, 2008). Con la ausencia de derechos de propiedad bien definidos y de regulaciones en regiones de bosque, ocurren procesos de deforestación. Primero, si el bosque tiene productos de valor comercial como madera, minerales, energía y otros productos de extracción similares, las ganancias asociadas con la extracción y comercialización de éstos serán altamente rentables. Los inversionistas, en éste caso son atraídos a zonas de frontera a causa de la falta de control gubernamental y de derechos de propiedad generando una destrucción masiva del bosque y del ecosistema (Ascher, 1999; Barbier, 2004 a,b, 2005; Ross, 2001).

Segundo, a falta de derechos de propiedad, de regulaciones y debido a que el bosque es de libre acceso, los agricultores convierten el bosque a tierra agrícola hasta que los beneficios obtenidos de la tala o el desmonte del bosque cubran los gastos invertidos en dicha conversión. Así mismo, en muchas regiones de bosques tropicales la conversión excesiva y el abandono de tierras de cultivo ocurren simultáneamente. También se ha encontrado que la inseguridad en la tenencia y los derechos de propiedad mal definidos tienen efectos similares que en la extracción de leña en comunidades rurales, llevando a una reducción excesiva y a degradación en los bosques, que podría ser mejorada con una mejor regulación y gestión en dichas comunidades.

Economías avanzadas, uso de tierra, y políticas forestales pueden afectar el valor de uso de suelo en áreas de bosque, particularmente en el caso de opciones comerciales en el uso de suelo tales como la silvicultura y otras actividades referentes a productos para el mercado comercial e insumos. En general, estudios realizados en países con economías amplias y de las inversiones en infraestructura en las tendencias de deforestación en países en desarrollo encontraron que entre más caminos realizados, mayores precios en la agricultura y salarios más bajos, así como la escasez de empleo son factores que conducen a una mayor deforestación (Angelsen & Kaimowitz, 1999; Barbier, 2004 a,b, 2005; Chomitz *et al.*, 2007).

Existen estudios que se han enfocado en las repercusiones de la expansión agrícola y deforestación tropical de ajustes en políticas estructurales, reformas económicas deliberadas permiten la liberación de la agricultura, silvicultura y otros sectores de producción primaria son un ejemplo de ello. En países como Bolivia, Brasil, Nicaragua, entre otros, confirmaron que tales reformas económicas, en especial aquellas que afectan al sector de la agricultura, tienen un gran impacto en el patrón y la extensión de la expansión agrícola y del desmonte de bosques en el trópico. (Benhin & Barbier, 2001; Casse *et al.*, 2004; Cattaneo, 2001, 2005; Coxhead *et al.*, 2001; Glomsrød *et al.*, 1999; Pacheco, 2006).

El mayor problema con las reformas económicas pasadas y actuales en los países en desarrollo es que no se tiene en cuenta las principales fallas institucionales y políticas que conducen a patrones continuos de expansión de tierras agrícolas y de la conversión de bosque en regios de fronteras. Tres fases describen este proceso (Barbier, 2004). Primero, son las operaciones extractivas (concesiones de madera, empresas mineras, el mercado de la agricultura y ganadería a gran escala) a corto plazo las que están más involucradas al desarrollo inicial de fronteras. En ésta etapa, es relativamente sencillo que el gobierno asigne grandes áreas de tierra fronteriza a empresas comerciales para propósitos de extracción, donde dichas actividades reciben subsidios u otros incentivos fiscales. En general, el objetivo de las operaciones extractivas es maximizar la rentabilidad de recursos a corto plazo. En consecuencia, cuando las rentas necesarias son extraídas, es común el abandono y la renta de las tierras. Una vez que la frontera inicia con actividades a gran escala, las áreas forestales previamente inaccesibles, ya están disponibles para la tala de bosques. En esta segunda etapa, la falta de derechos de propiedad y las condiciones generales de libre acceso en regiones de la frontera, incita a una expansión rápida de actividades

agrícolas. En la tercera fase, cuando en la frontera hay un desarrollo económico y los derechos de propiedad se establecen, la mayor parte de los recursos forestales rentables y las tierras benefician a los propietarios e inversores más ricos.

Las políticas gubernamentales que favorecen a los hogares más ricos en cuestión de políticas fiscales y de crédito, de subsidios agrícolas y participación en la tierra y otros mercados clave, distorsiona aún más el proceso de conversión de los bosques en esta etapa. Debido a un mejor acceso a subsidios o créditos, los ricos pueden manejar las tierras de los más pobres, ocasionando que éstos a su vez migren a otras regiones forestales. Sin embargo, los subsidios rurales a grandes agricultores tienden a estar asociados con productividad de tierra baja y deforestación excesiva, principalmente en América Latina en donde las políticas parciales o sesgadas tienden a prevalecer (Barbier, 2004a; Bulte *et al.*, 2007; López & Galinato, 2007). Estudios han demostrado que los esquemas de subsidios en Latino América han sido contraproducentes, ya que distorsionan y limitan el desarrollo, bajando productividad y causando expansión excesiva de tierras agrícolas así como un agotamiento de recursos naturales y de bosques.

Hay también pruebas de que ciertas políticas y tendencias en economías en desarrollo están funcionando hacia una recuperación acelerada de bosque. Políticas forestales y reformas de uso de suelo en Asia, China, India y Vietnam han tenido un impacto considerable sobre su área forestal al facilitar incentivos para la restauración del bosque (Démurger & Yang, 2006; Foster & Rosenzweig, 2003; Kerr, 2002; Mather, 2007; Wang *et al.*, 2004). Las tendencias más notables han sido el reconocimiento de gobiernos que tienen que ver con la propiedad comunitaria de los bosques incluidas las áreas de pueblos indígenas; el creciente grupo que se hace responsable de administrar los bosques a las comunidades, empresas o individuos; y la modificación de concesiones forestales para permitir un mayor acceso de las comunidades a la producción de bosques.

## **2.5 ESTUDIOS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL EN MÉXICO**

La investigación sobre los procesos de cambio de la cubierta de bosques tropicales se identifica con múltiples fuerzas de conducción y demuestra cómo la dinámica de cambio no es lineal. David Barton Bray y Peter Klepeis (1998) en su artículo Deforestación, Transición Forestal e instituciones

para sostenibilidad en el sureste de México, basándose en la teoría de la transición forestal analizan la historia de los bosques tropicales de la península de Yucatán oriental, Quintana Roo, Campeche y la selva Lacandona en el estado de Chiapas abarcando en tiempo todo el siglo XX. Se analiza objetivamente este estudio en tres etapas: 1900-1960, 1960-1985 y 1985-2003. Aunque detallado, esta narración no llega a representar con precisión los complejos procesos de deforestación, la recuperación del bosque y el desarrollo de instituciones orientadas a la sostenibilidad sino hasta el periodo de 1985-2003.

Los recientes avances en este estudio se han realizado en la comprensión de la particularidad, complejidad y causalidad de los cambios históricos en la cubierta forestal tropical de la región. Estos cambios pueden incluir la deforestación y la recuperación de los bosques a través de múltiples vías. Los procesos de deforestación son impulsados por la interacción de factores inmediatos y subyacentes que funcionan de manera sinérgica, lo que sugiere que las generalizaciones sobre la dinámica forestal son difíciles de hacer y que un modelo universal de la deforestación tropical es poco probable. La investigación también pone de relieve como la deforestación no es lineal, y que los procesos de recuperación de los bosques y las transiciones de éstos pueden estar en marcha en distintas zonas.

La recuperación de los bosques se ve condicionada por la presencia de usos de suelo, tales como ganadería, agricultura o el componente de bosques en estado de barbecho, y cada vía tiene diferentes implicaciones para la estructura del bosque y su composición. Es evidente que en la mayoría de los casos lo que se está perdiendo es bosque maduro y lo que inicialmente se recuperó es bosque secundario joven. Por tanto la recuperación de la cubierta forestal no debe ser utilizada para justificar la tala de bosque. Sin embargo la realidad de las tendencias de crecimiento de los bosques es una parte importante en la historia de la dinámica forestal de estos.

En este estudio se evaluaron los cambios forestales del sureste de México durante el siglo XX considerando si las transiciones de los bosques están en marcha, con especial atención en instituciones que puedan apoyar estas transiciones. Se eligió México porque ambos autores trabajan allí y debido a la amplia región mesoamericana que ha sido identificada como un punto de acceso de la pérdida excepcional de hábitat. Un informe del Banco Mundial de los datos de 1995 se presenta mostrando una tasa anual de deforestación tropical en el país del 2 % en la década de 1980, con algunas tasas regionales de hasta el 12.4 % y un estudio de los ocho estados del sureste de México reporta una tasa de deforestación del 1.9 % de 1977 a 1992. Con tal de

enriquecer la narración de cambio de los bosques de México y contribuir a la creación de una historia ambiental regional, se basa el estudio en tres áreas representativas del sureste tropical de México para reunir datos más detallados sobre las tendencias regionales en esta área de gran extensión e importancia; el centro de Quintana Roo, el sur de Yucatán y su región peninsular y el este de Chiapas (la selva Lacandona).

El área de estudio en el centro de Quintana Roo está completamente demarcada y poblada, mientras que el sur de Yucatán y la región peninsular de la selva Lacandona se consideran las fronteras forestales tropicales del sureste de México. Las tres áreas de estudio son los sitios clave de confrontación sobre el desarrollo sostenible en las últimas décadas, los bosques tropicales del sur de Veracruz y Tabasco se han reducido a fragmentos por las carreteras, la expansión agrícola y el pastoreo. Un ejemplo es que en las décadas de 1960 y 1970, la cubierta forestal la Sierra de Santa Marta, Veracruz, cayó de 150,000 a 20,000 hectáreas, debido principalmente a la expansión de la ganadería. Se estima para la región de Los Tuxtlas en el sur de Veracruz que el 84 % de la vegetación original se había perdido ya para el año de 1987. Esto se ve afectado con la producción de ganado a gran escala y proyectos de infraestructura, alterando así los bosques del sureste de México y dejando áreas de estudio como restos relativamente aislados con problemas cada vez más complejos.

Considerando el aprovechamiento forestal y la cubierta vegetal, los procesos de cambio en cada una de las tres regiones para los periodos de 1900-1960, 1960-1985 y 1985-presente, episodios en los que las principales transiciones han ocurrido.

En la etapa comprendida de 1900-1960, la extracción forestal se regía bajo concesiones de tierras y bosques. El centro de Quintana Roo es la única región que estaba poblada de manera significativa. Deshabitada durante siglos tras el colapso de la civilización Maya, la zona fue repoblada y en 1920 se demanda tierra de esta zona pero es denegado y se considera área protegida. Esta situación empieza a cambiar a través de los mercados de chicle, y por tanto la savia del árbol Chicozapote<sup>1</sup> para la fabricación de goma de mascar.(Manilkara zapota L. Van Royen, anteriormente, Achras sapota L.). En la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934-1940) nace la reforma agraria y se establecen cooperativas de chicle en los ejidos de la región. Estas concesiones de tierras se denominaron las reservas de chicle, pero se encontraban en las reservas forestales anteriores. Con 420 hectáreas por persona, calculado para permitir cosecha continua, con esto los diez ejidos establecidos de 1935 a 1942 juntaban en promedio casi 35 000 hectáreas cada uno.

Dada la penetración de las fluctuaciones de los mercados de chicle y prácticamente sin explotación comercial excesiva, el cambio se limitó a tala y quema o agricultura migratoria.

En la región sur de Yucatán 11 concesiones cubrían cerca de 3.5 millones de hectáreas, esta zona comenzó a ser densamente poblada hasta que el chicle (1903-1945) y la explotación forestal (1940-1955) tuvieron su periodo de auge. La tala de Caoba y Cedro fue intensa, con una estimación de que más de 156,000 árboles de caoba fueron extraídos para la comercialización del chicle (1900-1922). Con la segunda guerra mundial este registro se hizo mucho menos intenso debido a la reducción dramática de los árboles comerciables durante el auge maderero. Los regímenes de tenencia de la tierra en la región fueron similares a los de Quintana Roo, pero a pesar de que los ejidos tenían establecidas las reservas forestales, durante el auge del chicle se incrementó la tala comercial dando concesión a empresas extranjeras.

Estudios recientes en el centro de Quintana Roo muestran que la deforestación neta ha sido relativamente baja y que las tasas se redujeron después del incremento en el período 1976-1984. Uno de los componentes de este equilibrio de la cubierta forestal en bruto, a pesar de la deforestación en los ejidos más pequeños en los años 1970 y 1980, es el importante abandono agrícola en los ejidos más grandes, un indicador del componente de uso de la tierra de una transición de los bosques. La tasa de deforestación anual para 1976-1985 fue de 0.4 por ciento, y desde 1984 hasta 2000 se redujo a 0.1 por ciento. Esto representa la tasa más baja registrada de deforestación en todas las regiones tropicales de México (Tabla 3).

La Tabla 3 presenta las tasas de deforestación regional para el sureste de México durante los últimos tres decenios.

Región	Años de estudio	Tasa de deforestación	Bosque en sucesión secundaria	Fuente
Tuxtlas Veracruz	1976-1986	4.3%	-----	Dirzo & Garcia (1992)
SE México	1970-1990	4.3-12.4%	-----	World Bank (1995)
Estados del SE de México (Sureste)	1977-1992	1.9%	-----	Cairos et al. (2000)
Quintana Roo (La parte central)	1984-2000	0.1%	10% (2000)	Bray et al. (2004)
Subregión SYPR	1975-1990	2.0% (1975-1985) 0.2% (1985-1990)	10% (1990)	Cortina V. et al. 1999
SYPR (Región del sur de la península de Yucatán)	1969-1997	0.32-0.39%	2.8% (1997)	Turner II et al. (2001)
Subregión de la comunidad Lacandona	1970-1990	0.3%	-----	De Jong et al. (2000)
Lacandona (las dos subregiones)	Mediados de 1970-1990	2.0%	-----	De Jong et al. (2000)
Marqués de Comillas (Subregión del bosque Lacandón)	1079-1989	2.8%	-----	O'Brien (1998)
La Lacandona	1970-1990	-----	0.2% (1970) a 18.2% (1990)	-----

Tabla 3. Tasas de deforestación tropical y recuperación de bosque, 1970-2000.

Las tasas de deforestación de la década de 1970 hasta la década de 1990 y el impacto claro sobre la sostenibilidad de la extracción de caoba, que ha ayudado a desarrollar la gestión de recursos naturales, las instituciones y las capacidades empresariales en el ámbito local es un ejemplo eficaz de escalas transversales de cooperación entre las comunidades, los funcionarios del gobierno,

organizaciones no gubernamentales nacionales y los actores internacionales. Estos logros son ampliamente reconocidos en la como características importantes de una transición hacia la sostenibilidad. Componentes de una transición de los bosques en la región sur de Yucatán peninsular incluyen el abandono de tierras e implican cambios en el ciclo de cultivo de barbecho: estas dinámicas se relacionan probablemente con la necesidad de los ejidatarios para diversificar la ausencia de trabajo asalariado proporcionado por la silvicultura y los grandes proyectos y la estabilización gradual de la población, pero también puede ser debido a la finalización de las concesiones de tierras nuevas a partir de 1992 (reforma agraria) y el cierre de los ejidos a los nuevos ejidatarios (la tierra disponible es asignada). En resumen, ha habido una diversificación y complejidad cada vez mayor de las instituciones y del uso de la tierra que está muy lejos del auge de un solo sector. El número y la diversidad de programas y proyectos que operan en la región refleja una base dinámica institucional, y los grupos regionales muestran cada vez más interés en tratar de conciliar los objetivos contrapuestos de desarrollo económico y conservación del medio ambiente.

No hay mucho progreso institucional vinculado al desarrollo sostenible sobre iniciativas en la Selva Lacandona ya que es un terreno en disputa en el sentido literal, hay tensos enfrentamientos entre un componente de uso de la tierra que aún está expresando un proceso de colonización tropical, aunque ahora bajo severas restricciones y un aprovechamiento forestal, componente centrado en las áreas protegidas y reservas comunales. En la actualidad, aunque las cifras varían según la fuente, hay 71 grupos irregulares en la Selva Lacandona, 49 en las áreas protegidas y 22 en la Comunidad Lacandona. Algunas de estas comunidades están dentro de los cinco municipios autónomos que han sido declaradas por los zapatistas. Los esfuerzos de ordenación forestal sostenible en la subregión del Marqués de Comillas a finales de 1990 fracasó, hay pocos esfuerzos y se limita a las alternativas sostenibles en la región. Una iniciativa importante que el gobierno está llevando a cabo para tratar de resolver los conflictos de tenencia de la tierra en la región, sin embargo, las perspectivas para el desarrollo de instituciones de base más sostenible en esta región siguen siendo turbias.

Los signos de recuperación de la cubierta forestal y el desarrollo institucional asociado en algunas partes de las tierras bajas del sureste de México tienen importantes implicaciones ecológicas. Es

común que los conservacionistas ignoren o resten importancia a los procesos de regeneración del bosque. Por ejemplo, un reciente estudio global de los procesos de cambio de la cubierta forestal señaló que grandes áreas no forestales se volvieron a ocupar también de bosques, pero estas áreas de rebrote son en su mayoría jóvenes y se ubican en los terrenos abandonados, junto con algunas plantaciones forestales. Ambos son muy diferentes de los bosques naturales en términos ecológicos, biofísicos y económicos, y por lo tanto, no son un contrapeso adecuado a la pérdida de madurez forestal.

Es cierto que los bosques secundarios no son bosques maduros, pero no puede ser tan diferente como se describe. La anterior afirmación pasa por alto los estudios de la sucesión forestal que muestran cómo, en determinadas condiciones de entorno humano, los bosques tropicales pueden recuperar con relativa rapidez muchos servicios ecológicos importantes. Muchos estudios reportan la rápida recuperación de la biodiversidad de especies y la biomasa en las zonas tropicales secundarios los bosques del sureste de México. En la región sur de Yucatán peninsular, se estima que después de 25 años de ininterrumpida sucesión secundaria el 80 por ciento del área basal de un bosque maduro se logra que, como ya se señaló, la composición de especies es similar a la existente en bosques maduros. Un estudio de 2004 sobre la sucesión de bosques tropicales secundarios dice Características de los bosques estructurales, tales como la altura del dosel y el área basal puede alcanzar valores similares a los de bosque primario en tan sólo dos décadas. Estos bosques son también de enorme importancia en términos de captura de carbono y otros servicios ecológicos. Parece que hay menos trabajo en la regeneración de los bosques secundarios con la fauna, pero si están conectados con las masas forestales más grandes que la biodiversidad de la fauna podría también recuperarse.

# CAPÍTULO 3

## LAS COMUNIDADES Y SUS BOSQUES EN LA REGIÓN USUMACINTA EN MÉXICO

### 3.1 LA REGIÓN USUMACINTA EN MÉXICO

El río Usumacinta se ubica al sureste de México y al noroeste de Guatemala; nace en los Cuchumatanes (Guatemala) y en las montañas de Los Altos de Chiapas (México); tiene una longitud de 800 km; es considerado el río más largo de Mesoamérica, y el sexto más largo de Latinoamérica (Cabrera, 2002, 2006). La Cuenca del Río Usumacinta abarca una superficie total de más de 7 000 000 ha, de las cuales el 58% se ubica en territorio de Guatemala y 42% en México (Ecosur, 1996). El río Usumacinta, junto con el Grijalva, forman una de las regiones hidrológicas de mayor extensión en México (11 550 700 ha) y es la séptima más grande del mundo, con una carga anual aproximada de 105 000 000 de metros cúbicos de agua (Martínez, 1978).

La Cuenca del Usumacinta se extiende desde el nivel del mar, en el delta y humedales del Usumacinta en Tabasco, hasta alrededor de los 2 600 msnm en los Altos de Chiapas, en México (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio, 1998) y alcanza más de 3 800 msnm en la Sierra de los Cuchumatanes, en Guatemala (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo [CCAD], 2009). Sin embargo, la mayor parte de la cuenca tiene una altitud de 0 a 400 msnm, con una altitud media de 200 msnm (Conabio, 1998; CCAD, 2009). La precipitación anual en la cuenca es muy abundante: cruza diversas isoyetas, desde más de los 4 000 hasta 800 mm al año (E. García, 1998a). Aquí se presentan diversos climas. Los grupos principales son cálido húmedo, cálido subhúmedo, semicálido húmedo, semicálido subhúmedo y templado húmedo (E. García, 1998b).



**Imagen 12. Cuenca del Usumacinta**

Actualmente, además de diversas etnias mayas, en la región viven distintos grupos de migrantes de varias regiones de México y Guatemala, quienes llegaron a esa zona desde mediados del siglo pasado como respuesta a los programas de colonización promovidos por los gobiernos de estos países. La biodiversidad de la Cuenca del Río Usumacinta es considerada una de las más ricas del mundo. Dentro de esta cuenca, se encuentran zonas con una enorme importancia, como la Selva

lacandona, reconocida por ser el centro de más alta diversidad biológica en el trópico, no sólo de México sino de América Septentrional (De la Maza, 1997).

La Selva Lacandona es la masa de selvas húmedas tropicales de mayor extensión de Norteamérica y Centroamérica, resguarda el hábitat de poblaciones de flora y fauna de diversas especies, cuenta con un gran acervo histórico y arqueológico de la cultura maya, provee servicios ambientales, principalmente agua y nutrientes los cuales alimentan humedales de Chiapas y Tabasco. Algunos problemas en la Selva son el elevado crecimiento demográfico (mayor a 4% anual), extrema pobreza y marginación, invasiones en ANP, inmigración por parte de Guatemala, concesiones de exploración y explotación petrolera (principalmente en Guatemala), planeaciones de presas hidroeléctricas, construcción de vías de comunicación e infraestructura. Todo esto generaría grandes consecuencias en la ecología de la región.

En esta área se localiza la Reserva de la Biósfera Montes Azules (RBMA); pese a que la superficie de la reserva apenas representa el 0.16% del territorio de la República Mexicana, en ella habitan 28.4% de las especies de mamíferos, 31.8% de las aves, 11.7% de los reptiles, 8.8% de los anfibios, 14.4% de las especies de peces de agua dulce (Instituto Nacional de Ecología [INE], 2000a) y 40% de las mariposas diurnas registradas en México (R. De la Maza y J. De la Maza, 1985). En el caso de Guatemala, la región del Petén posee una gran biodiversidad, única en su clase (Loening y Markussen, 2003). En contraste con esta situación, aproximadamente del 90% de su población padece altos índices de pobreza (Cabrera, 2006).

En ésta cuenca, existen aún importantes zonas con ecosistemas naturales en buen estado de conservación, gracias a que se encuentran bajo el régimen legal o normativo de Áreas Naturales protegidas (ANP). En conjunto, las ANP de ambos países abarcan más de 4 000 000 ha. Lo cual corresponde al 57% de la cuenca. De este total, el 21% de la superficie protegida se encuentra en México y el 36% en Guatemala; en la parte mexicana de la cuenca el 50% está protegido y en la parte guatemalteca lo está el 62%.

Tipo de Vegetación	Características
<b>Bosque de pino-encino</b>	Se encuentra alrededor de los 1 200 msnm, entre los bosques de pino y de encino, en zonas de transición. Alturas promedios de 15-25 m. Algunas especies características son: <i>Pinus maximinoi</i> y <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Quercus peduncularis</i> y <i>Quercus segovienensis</i> , entre otras.
<b>Bosque mesófilo de montaña</b>	Están representados entre los 1 000 y 1 500 msnm, pero pueden abarcar desde los 800 hasta los 2 200 msnm. El 30% de los géneros de estas comunidades vegetales son endémicos, cubre menos del 1% del territorio mexicano y alberga casi 12% de la riqueza florística en el país (Toledo, 2009) incluyendo un gran número de especies tanto de flora como de fauna.
<b>Selva alta perennifolia</b>	Se distribuye desde los 100 msnm hasta los 900 msnm. En el dosel los árboles más altos alcanzan los 50-60 m de altura. Algunas de las especies más comunes son: <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Ficus</i> , <i>Inga vera</i> , <i>Blepharidium mexicanum</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Cryosophila argentea</i> , <i>Bactris baculifera</i> , entre otros (INE, 2000a).
<b>Selva mediana subperennifolia</b>	Se ubica en suelos pobres, su estrato arbóreo se encuentra entre los 15-20 m de altura, presenta una mayor cantidad de palmas. Algunas de las especies arbóreas más comunes de estas selvas son <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Cecropia obtusifolia</i> , <i>Manilkara zapota</i> , <i>Psidium sartorianum</i> (guayabillo), <i>Schizolobium parahybum</i> , etc (INE, 2000a).
<b>Selva mediana perennifolia</b>	Se distribuye en suelos hidromórficos planos, inundables y presenta un estrato arbóreo que oscila entre los 15 y 25 m de altura (Conabio, 2008a). Algunas de las especies que pueden observarse en este tipo de vegetación son: <i>Platymiscium yucatanum</i> , <i>Vattairea lundellii</i> , <i>Diospyros digyna</i> , <i>Calllophyllum brasiliense</i> , <i>Bravaisia integerrima</i> , <i>Scheelea liebmannii</i> , <i>Cryosophila argentea</i> y <i>Astrocaryum mexicanum</i> (INE, 2000a).

<b>Humedales</b>	Los humedales se ubican en las tierras bajas inundables. En la parte mexicana de la cuenca se incluyen manglares, popales, tulares y selvas inundables de la planicie costera del Golfo de México, además de los cuerpos de agua continentales considerados por Ramsar (Abarca, 2008).
------------------	--

**Tabla 4. Tipos de vegetación en la cuenca del río Usumacinta México.**

La Cuenca del Río Usumacinta comprende en México principalmente los territorios del norte del estado de Chiapas y este del de Tabasco, y sólo una pequeña parte del estado de Campeche. A ésta región la llamamos la Región Usumacinta México (RUM), los 21 municipios que la conforman mantienen condiciones ambientales, sociales y económicas diversas. Los mayores asentamientos humanos dentro de la cuenca son Benemérito de las Américas, Palenque, Ocosingo, Comitán de Domínguez, Tenosique y Nueva Palestina en México. (Cabrera, 2002, 2006).

La importancia que tiene la RUM no sólo radica en el hecho de ser una de las regiones naturales del planeta con mayor biodiversidad, sino que esa zona representa una enorme oportunidad para lograr establecer en ella un modelo de desarrollo sustentable, por la riqueza natural y cultural que posee. Sin embargo, la gran riqueza biológica de la RUM ha venido sufriendo un rápido proceso de deterioro, el cual amenaza la conservación de la biodiversidad y su potencial de desarrollo sustentable. Las principales causas de deterioro se deben al acelerado cambio del uso del suelo, a la colonización no planificada, a la explotación irracional de los recursos forestales, al uso indiscriminado del fuego en actividades agropecuarias, al saqueo de los sitios arqueológicos y al desarrollo inducido de la exploración y explotación petrolera y lo que estas generan, entre otros. Paradójicamente, estas actividades y la explotación de los recursos naturales no han conducido a que las poblaciones humanas de la región tengan una calidad de la vida adecuada. (Ecosur, 1996).

### **3.1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS<sup>1</sup>**

El estado de Chiapas ocupa el octavo lugar entre las demás entidades de la República de mayor extensión, contando con una superficie de 74 415 kilómetros cuadrados representando un 3.75% de la extensión total del país. De ésta superficie, más de la mitad estaba (a principios del siglo

---

<sup>1</sup> Todo este subcapítulo extraído de los libros: De Vos, Jan. *La Contienda por la Selva Lacandona. Un Episodio Dramático en la Conformación de la Frontera Sur, 1859-1895*, en *Historias*, núm. 16, INAH, México, 1987. De Vos, Jan. *Oro verde. La conquista de la Selva Lacandona por los Madereros Tabasqueños, 1822-1949*, FCE-Instituto de Cultura de Tabasco, México, 1988.

pasado) cubierta por diferentes tipos de vegetación forestal, entre ellos la “selva alta perennifolia” principalmente también llamada “selva alta siempre verde”. Este tipo de bosque cubre aproximadamente 3 000 000 de hectáreas en éste estado y se encuentra en el norte, noreste y sureste de Chiapas. La parte de la selva alta se denomina comúnmente Selva Lacandona. Geográficamente está ubicada entre los 16° 04’ y 17° 35’ de latitud Norte y 90° 22’ y 92° 15’ de longitud Oeste de Greenwich. Su clima es húmedo, sin estación seca bien definida y cálido, sin estación invernal bien marcada (Helbig, 1975).

La Lacandona está cruzada por cordilleras bajas, paralelas que corren en dirección Noroeste-Sureste y culminan en un estrechamiento orográfico, llamado Nudo de Diamante, con alturas de hasta 1 800 m.s.n.m en donde se presentan las coníferas. Cuenta con un relieve accidentado, una red fluvial complicada y una vegetación tropical diversa. La red fluvial es extremadamente densa, ya que hacia el Norte no hay montañas altas que impida el acceso de las lluvias que traen los vientos. La mayoría de los cursos acuáticos no se dirige directamente a la llanura del golfo, sino que corre en dirección contraria, al Sureste. Los altos de Guatemala y la llanura de Tabasco son dos regiones que forman parte integral de éste sistema fluvial.

La selva Alta Siempre Verde en Chiapas cuenta con árboles tupidos y altos, pasan de un promedio de 35 metros de altura. La montaña generalmente permanece verde casi todo el año. En épocas de seca el verde disminuye de intensidad. La gran altura y densidad de la vegetación son el resultado de la precipitación pluvial (superior a un promedio anual de 2 000mm.) y de la temperatura con un promedio anual de 22 a 26°C. El suelo de la selva no es muy fértil, aunque se cree lo contrario. Aquí se encuentra la vegetación más diversificada y más desarrollada que existe en el mundo. Se encuentran más de 300 especies diferentes, repartidos en tres estratos arbóreos relativamente bien definidos: el inferior localizado entre 5 y 12 metros de altura; el intermedio de 13 a 30 metros y el superior de 21 a 35 metros de altura (Pennington & Sarukhan, 1968). Algunos árboles dominantes son el canshán, el barpi, el chumchum, cedro y la caoba. La caoba se considera como un árbol solitario ya que se encuentra esparcido por la selva. Alcanza alturas de hasta 70 metros y un diámetro de 3.5 metros. Su corteza es gruesa y agrietada. La caoba es el árbol maderable más valioso de América y uno de los más apreciados del mundo. Ésta crece en la Selva Lacandona y se extiende desde la cuenca del río Papaloapan en Veracruz hasta Centroamérica y por Bolivia y Brasil.

Por el año de 1588 la caoba fue apreciada en el mercado maderero en América y Europa. El primer país en apreciarla y utilizarla fue España. El interés británico en las maderas preciosas de las colonias españolas comenzó en el siglo XVII. Por los años de 1670, colonos británicos estaban asentados en la laguna de Términos, en la bahía de Campeche y sobretodo en la bahía de honduras. A finales del siglo XVII los colonos ingleses de Belice y Jamaica estaban cortando y exportando caoba, además de palo de tinte. En 1724 la caoba conquisto también a la sociedad de Londres. Esta hizo su entrada en la corte real inglesa y se convirtió en poco tiempo en la madera preferida de ebanistas famosos en esa época. Así fue como se desarrollo entre los años 1725 y 1825 el llamado “siglo de oro de la caoba” en Inglaterra (Lathman, 1957).

Así el auge del mercado maderero en Europa se dio entre los siglos XVIII y XIX. Dos grandes mercados establecidos en Londres y Liverpool controlaban la distribución de madera en el continente europeo. En ambos puertos el negocio estaba en manos de un grupo selecto de agentes importadores. A principios del siglo XVIII la isla de Jamaica fue la mayor fuente de abastecimiento y en 1735 empezó a escasear la madera en zonas accesibles a lo largo de la costa y de los principales ríos. Así fue como los madereros ingleses de Jamaica intensificaron la exportación en tierra firme principalmente en Honduras y Nicaragua.

Alrededor de 1850, los importadores ingleses empezaron a darse cuenta de que la caoba caribeña (la mejor cotizada en esos tiempos) había llegado casi a su extinción. Se trataba de los árboles que crecían cerca de los ríos ya que la explotación se limitaba a las cuencas fluviales, en las serranías inaccesibles la caoba estaba intacta. Para satisfacer la demanda a corto plazo los comerciantes decidieron abrir nuevas zonas con buenas corrientes de agua y salidas fáciles al mar. La región con mejores perspectivas era el estado de Tabasco en México con su delta formado por el río Grijalva y Usumacinta, su gran número de afluentes y en la costa su accesibilidad para servir como puertos de embarque. Durante los primeros 20 años se cortaron las caobas del litoral tabasqueño, a poca distancia del mar y en las riberas de las desembocaduras de los ríos. Al mismo tiempo se intensifico el corte en Belice y costas de Honduras y Nicaragua.

Por otro lado, los grandes ríos navegables debido a las largas corrientes, invitaban a madereros a meterse más tierra adentro. Habían escuchado que la caoba de la montaña era muy superior a la de la costa consecuencia de los suelos mejor drenados. Debido a esto, la caoba lacandona ofrecía una caoba casi tan valiosa como la del Caribe. La selva Lacandona además de ser la última gran reserva que permanecía intacta en México-Centroamérica, albergaba madera de gran categoría.

Así fue como alrededor de 1870 las empresas importadoras de Londres y Liverpool y así mismo las casas madereras en Tabasco, decidieron que había llegado el momento de abrir la explotación de la Selva Lacandona.

Cuando en 1821 la antigua provincia colonial de “La Chiapas” obtiene su independencia de España, el gobierno provisional no tiene una idea clara de la extensión exacta del territorio ni de los límites precisos. No se tiene conocimiento de la topografía de las montañas de La Lacandona ni de la ubicación de sus ríos. Así mismo se sabía que sus principales ríos, el de Ocosingo y el de Zacapulas eran casi innavegables.

Debido a los obstáculos topográficos, los palencanos y los ocosingueros abandonaron todo plan para explorar la selva. A principios del siglo XIX El Lacandón volvió a ser terreno desconocido (por el lado chiapaneco). Por parte de Tabasco se encontró un camino más accesible para entrar, la cuenca del río Alto Usumacinta, sin embargo en su principio éste río no es completamente navegable ya que leguas más arriba del estrecho de la Boca del Cerro, se precipita a través de encajonados muy peligrosos (el de San José y el de Anaité) así que se vieron obligados a buscar rutas por tierra y posteriormente por río para poder así adentrarse al bosque tabasqueño. Sin embargo debido al desconocimiento de la selva y al miedo del territorio de los indios lacandones no se atrevían a entrar.

Se decide explorar el “Desierto de El Lacandón”, con el fin de abrir una salida por los puertos de Tabasco a los productos agropecuarios de la zona de Ocosingo por tierra o por agua y se pretendió explotar la riqueza maderera de la selva. Se intentó abrir un camino por la selva lacandona conectando Ocosingo con Boca del Cerro. Pasaron cuatro años para conseguir títulos de propiedad y permisos para cortar y extraer madera preciosa a orillas del río Jataté (1825), la exploración empezó por el Río Jataté, se pretendía bajar la madera por el río Tzacconeja y posteriormente por el Usumacinta. La expedición encargada para llegar a la Lacandona no se logró. Con dicho fracaso el gobierno chiapaneco decide cancelar la expedición. A partir de esto, la selva seguirá siendo por más de medio siglo, una mancha blanca en los mapas del estado.

El primer mapa se realizó en 1941, la selva no lleva ni siquiera nombre, el segundo mapa fue elaborado en 1856 y figura como “Desierto Incógnito poseído por los lacandones”, éste carece de límites definidos y ríos mal trazados. Los mismos errores cartográficos se repiten en el mapa oficial del estado publicado en 1889.

El desinterés y el desconocimiento seguirán en el Distrito Federal y en Chiapas por algunos años más, sin embargo el estado de Tabasco considera a la Selva Lacandona como la última gran reserva de caoba disponible para la explotación cuando se acabe la madera en los límites de los ríos tabasqueños. Es así cuando en 1859 se pide un permiso para cortar 70 árboles de caoba y cedro aproximadamente cerca del nacimiento del Alto Usumacinta y echarlos al agua. Esto con el fin de averiguar si las trozas vencían a los rápidos del Alto Usumacinta sin sufrir daños graves. Debido a que el lugar en donde se cortaron los 70 árboles era territorio guatemalteco, la petición se hizo al gobernador del Petén y no al gobierno de Tabasco. Este proyecto fue petición de madereros tabasqueños debido a la situación de caoba en esos momentos, con lo que se intentaba solucionar el fácil traslado de las trozas.

La frontera vigente a mediados del siglo XIX entre México y Guatemala se esbozó en 1811 en donde según el trazo, toda la parte sureña de la Selva Lacandona conocida ahora como Marqués de Comillas estaba del lado guatemalteco; esta frontera es muy distinta de la fijada en 1822. En cambio El Petén llevaba apenas 8 años de haber sido abierta a la explotación maderera por lo que los tabasqueños madereros quieren apoderarse de la nueva zona de extracción.

En 1851 habitantes de la ciudad de Flores, solicitan al gobierno ayuda para efectuar un corte de caoba en Santa María en el río Mopán para llevarla al comercio de Belice (Salinas, 1979). Esto provocó un primer reglamento sobre cortes de madera. Al corregidor en turno de El Petén se le permite otorgar licencias a particulares con la condición de señalar con precisión la extensión del paraje y el precio que deban de satisfacer por cada árbol que derriban o extraigan, según la clase de madera (Dictamen de la Comisión de Gobierno, Guatemala). Así mismo se le sugiere limitar la licencia a 5 años máximo.

En 1851 el corregidor de El Peten da la autorización a los interesados y les exige un pago de cinco pesos por caoba cortada y así queda establecida oficialmente la explotación en dicha provincia guatemalteca. En 1860 se empieza la explotación de madera en las riberas del río Usumacinta, se cortan 72 caobas y los troncos se colocan al agua, teniendo éxito el factible traslado de las trozas. A principios de 1861 el corregidor ya tenía varias solicitudes de madereros tabasqueños para pedir permiso de cortar caoba y cedro en tierras guatemaltecas, en los márgenes del río de la Pasión.

A finales de 1860, los tabasqueños tratan de abrir la explotación a la cuenca del río Lacantún, se quería explotar los árboles de caoba y cedro sobre una parte del terreno y a las orillas del río

Ocosingo. Sin embargo esa solicitud fue aceptada después de varios años. Según algunos datos, la cuenca más explotada parece haber sido la del río de la Pasión debido a la abundancia de maderas preciosas en sus orillas y por la cercanía de varios poblados peteneros. Estos pueblos sirven a los madereros como centros de abastecimiento. Se llamaban “monterías” a las explotaciones madereras, establecidas en la selva. Consistían en campamentos levantados a orillas de los ríos. Las primeras monterías eran modestas, cortaban entre 100 a 200 árboles al año, por cada árbol tumbado se hace un camino ya que los árboles marcados para el corte no están juntos, sino en un perímetro más o menos extenso.

En 1870 la explotación maderera en la zona fronteriza cobra mucha importancia y el corregidor de El Petén decide reglamentar la explotación con el fin de evitar errores y fraudes, sin embargo no incluye en su reglamento la supervisión de corte en el terreno al contrario de México. Los empresarios pagarán por cada tronco de caoba tres pesos de derecho de monte, por cada tronco de cedro dos pesos y por cada árbol grande de otra clase cuatro reales, por cada quintal de palo de tinte medio real y por cada quintal de chicle cuatro reales.

El reglamento de cortadores de árboles en México contiene un artículo más que en el guatemalteco, el de la obligación del cortador de madera de plantar por cada árbol que derribe diez semillas de caoba o cedro (artículo 5, 1861). Ésta medida se tomó a partir de que el gobierno mexicano se dio cuenta de la rápida destrucción del bosque tropical, sin embargo fue una medida teórica. En 1872 se levanta una queja, donde se advierte que ya se está acabando la caoba en la Chontalpa, el desmonte había tomado proporciones alarmantes de la escasez de lluvia. La exportación de maderas preciosas que en 1857 montaba 273 toneladas, ha alcanzado en 1872 la cantidad de 16 000 toneladas (Gil y Sáenz).

En 1873 la explotación no solo penetra en río de la Pasión y en el Alto Usumacinta sino que empieza a introducirse en la cuenca del río Lacantún. Se establece la primera montería ahí sin embargo el corregidor de El Petén reclama sus derechos ya que se encuentra en territorio guatemalteco, tras la negativa por pagar el impuesto asignado, la montería es destruida. Éste incidente abre una larga serie de conflictos entre México y Guatemala, causados principalmente por cortes de madera en los límites donde la línea divisoria entre los dos países carece de una delineación precisa y oficial. Ésta disputa fue principalmente económica, se trataba de ganar o de no perder territorio de región selvática rica en maderas finas que se vendían a buen precio en los mercados europeos y norteamericanos.

Sin embargo la derrota sufrida con la montería hace que se abran monterías con licencias sacadas en Flores, Petén. La primera montería oficial se abre en 1876, tres años después ya había 13 monterías. A partir de los expedientes del Archivo de Relaciones Exteriores de México en los años 1879 y 1880 se pudo obtener la cantidad de árboles que cada contratista se comprometió a tumar, al final calculando dos toneladas por árbol se llegó a la cifra de 4 914 toneladas en el año 1879 y en 1880 unas 1790 toneladas.

La apertura de la cuenca del Lacantún, río arriba, lleva a los madereros tabasqueños a la cercanía de las cuencas del Santo Domingo y del Jataté, ríos que son chiapanecos. Desde hace 20 años el gobierno de San Cristobal de las Casas muestra cierto interés en la exploración de éstas dos cuencas. Sin embargo debido a diversas expediciones fallidas, el gobierno de Chiapas perdió interés pensando que no había entrada a la selva por el lado chiapaneco así que éste estado trata el asunto con indiferencia a contrario de los tabasqueños.

En 1876 dos finqueros de Ocosingo habían realizado ya tres entradas en la Selva Lacandona. La primera fue realizada en 1874 en el lugar llamado Las Tazas. La segunda entrada fue efectuada en 1875 en donde se exploró la montaña que se eleva al sudeste de Las Tazas, hasta un paraje nombrado La Cueva. La última expedición se llevó a cabo en 1876, los dos descubridores chiapanecos descubrieron además de la confluencia de los ríos Jataté y Tzaconejá, una sabana natural a orillas del río. De regreso de su expedición empezaron a ver en el camino una infinidad de árboles de caoba.

Con este informe, en Ocosingo se realiza la siguiente expedición en donde se llega a las tierras de El Paraíso en 1877, sin embargo debido al desconocimiento topográfico y a la poca navegabilidad del río deciden regresar a Ocosingo, en el camino de regreso se estudia las orillas del río y se aprecia la abundancia de madera. A finales de 1877 hay una quinta expedición donde se logra vencer el río Jataté y salir hacia El Petén, llegando al río Lacantún se descubre que los tabasqueños ya están instalados en esa zona. De 1877 a 1878 los terrenos baldíos los cuales en su gran mayoría contaban con 2 500 hectáreas ya habían pasado así del dominio de la nación a las manos de empresas madereras tabasqueñas.

Por otro lado, en 1878 la “Casa Bulnes Hermanos” (maderera tabasqueña) ya tenía a dos ingenieros topógrafos trabajando en la cuenca del río Jataté. Uno realizaba la medición de los terrenos mientras que el otro se dedicaba al trazo de un camino de arriería que conectara la finca

de San Antonio Tecojá con El Embarcadero, situado en la confluencia de los ríos Jateté y Perlas, en donde los hermanos Bulnes querían establecer sus monterías (Martínez) los cuales ya estaban seguros que la madera de sus futuras monterías encontrarían salida por los puertos del golfo. Mientras tanto otra casa maderera realiza un experimento, en donde lanzan trozas de madera al agua y mes y medio después recuperan la madera en Tenosique, sin embargo el gobernador de Chiapas pronto la acusa de destrucción de bosques nacionales, por lo que prefiere seguir explotando las cuencas del río Alto Usumacinta y del río San Pedro Mártir en donde posee concesiones madereras y fincas ganaderas más fáciles de administrar.

Gracias a esto, Casa Bulnes encuentra ventaja para así apoderarse totalmente de la cuenca del río Jataté, empieza a negociar con el gobierno chiapaneco sobre las concesiones de explotación maderera en la zona, la cual tiene intención de conseguir derechos de propiedad sobre terrenos a explotar. Ésta empresa quería ocupar un lugar importante en el comercio de la capital tabasqueña, San Juan Bautista, donde predominaba en el comercio la explotación de madera. A finales de 1860 la caoba, cedro y palo de tinte estaban casi agotados en la región costera, sin embargo en la parte sudoriental del estado en los ríos Chacamax, Usumacinta y San Pedro Mártir los cortes apenas empezaban y prometían grandes ganancias. Con la apertura del “Desierto de la Soledad” (cuenca del río Jataté) se tenían que conseguir permisos para los primeros cortes, la Casa Bulnes hace los trámites establecidos por un reglamento.

La Casa Bulnes crea su latifundio en la cuenca del río Jataté con base a la ley sobre la ocupación y enajenación de terrenos baldíos (1863) promulgada por Benito Juárez. En el artículo 2 ésta ley limita la superficie denunciante a 2 500 hectáreas por lo que casi todos sus terrenos tienen ésta extensión. En 1883 se abre otra promulgación de la ley de colonización que crea la posibilidad de denunciar y deslindar extensiones de mayor terreno, con esto el gobierno pretende conocer y evaluar las partes vírgenes y ofrecen oportunidades de tomar a cargo los deslindes concediéndoles una compensación de los gastos.

Con esto, Casa Bulnes y otras empresas porfirianas convierten su casa comercial en “compañías deslindadoras” y se dedican al deslinde de tierras baldías en Chiapas y Tabasco. Casa Bulnes pretendía tener el control sobre la cuenca Usumacinta incluyendo sus afluentes chiapanecos. Ésta red fluvial da acceso a los árboles que crecen en las riberas y también dan salida a los mismos. Casa Bulnes abre una sucursal en Tenosique, San Juan Bautista y Boda del Lacantún. Se

encargaban de supervisar el abastecimiento de monterías del río Jataté y del transporte de trozas que baja del río rumbo a la costa.

Casa Bulnes empieza a pagar multas por incumplimientos, gana enemigos en Tenosique y pierde algunos terrenos por lo que algunas otras empresas madereras entre ellas Casa Romano y la Casa Policarpo Valenzuela empiezan a hacerle competencia en la parte del río Chicoljé. Sin embargo en la cuenca del río Jataté no tiene rival. En 1895 Casa Bulnes llega a su fin y se crea una sociedad nueva llamada Bulnes y Compañía en San Juan Bautista, ésta compañía contaba con monterías, fincas para ganado, porciones de terrenos y casa en los estados de Chiapas, Campeche y Tabasco, sin embargo también tenían deudas.

La Casa Valenzuela tenía amistades políticas, una de ellas era con Porfirio Díaz, esto hace que Casa Valenzuela sea la casa latifundista más importante de Tabasco, tenía muchas propiedades y buena repartición de terrenos. La casa pretendía hacer deslindes en la Selva Lacandona y ve esa oportunidad cuando Casa Bulnes es obligada a abandonar terreno. En 1887 compra los derechos a un contrato de deslinde (solamente en Tabasco). Además tenía varias monterías clandestinas, así que en 1887 manda a investigar y descubre que hay al menos seis monterías en los límites de México y Guatemala, es cuando el gobernador de Chiapas expresa el deseo de aclarar los límites entre estos dos países. Finalmente en 1892 acusan de fraude a la casa y le quitan algunos terrenos, sin embargo, seguía explotando madera y tenía un pequeño monopolio en el Alto del Usumacinta.

La otra empresa rival es la Casa Janet y Satré. Ésta empresa era el principal competidor de la Casa Bulnes en la lacandona. Obtiene el control exclusivo de cortes de madera en las cuencas del río Pasión, Chixoy y Lacantún. La Casa Janet quería ser la empresa maderera más importante de Tabasco, para esto pretendía apoderarse de una región única en caoba y cedro (zona fronteriza entre México y Guatemala). Pide entonces una concesión de varios años por los ríos Lacantún, Chixoy y Pasión. Como ésta zona se encuentra por el lado de Guatemala se dirige al gobierno guatemalteco en donde lo apoyaron debido a la crisis que estaba pasando por el mal manejo de explotación maderera.

La compañía tabasqueña se dispuso a pagar 28 000 pesos con el fin de que el gobierno cediera en el arrendamiento por cuatro años los bosques situados al margen de los ríos antes mencionados, gracias a éste convenio ésta empresa se convierte en la empresa maderera más importante del

sureste. Además en 1881 le dan otro contrato con el derecho de explotar cuencas del Alto Chixoy y del Alto Pasión, por esto paga otros 28 000 pesos. Empezó a establecer monterías a una orilla del río Usumacinta y la otra orilla estaba ocupada por monterías de Casa Valenzuela y así empezaron conflictos entre México y Guatemala debido a que no estaba delimitada físicamente la frontera de estos dos países. En 1886 casi todas las compañías madereras que operaban en la zona fronteriza se ven involucrados por el conflicto internacional que dificultan las relaciones entre México y Guatemala, sumándole a esto más empresas madereras como Casa Romano y Casa Schindler que asientan monterías en la zona fronteriza más disputada.

En 1883 estaba ya fijada la línea divisoria entre Guatemala y México, sin embargo no estaba marcada sobre el terreno por lo tanto no se sabe con precisión a que territorio pertenecen los ríos Chixoy, Lacantún y Pasión. Para lograr la división varios diplomáticos de los dos países se reunieron y recurrieron a mapas defectuosos (no habían mapas que coincidieran) y el principal problema era que la Lacandona estaba trazada en base a especulaciones y no a medidas.

Finalmente se llegó a un tratado en el cual los dos países estuvieron de acuerdo, sin embargo después de firmar, Guatemala se da cuenta que pierde una gran parte de extensión selvática, el 6% aproximadamente de su territorio nacional, perdiendo mas territorio que México por lo que decide retrasar el trazado de la frontera. Para la división en el terreno se decidió hacer trabajos astronómicos y geodésicos para los límites no naturales y trabajos topográficos que comprende el levantamiento de planos de una zona de 2 kilómetros de ancho por ambos lados de la línea divisoria, y finalmente la construcción de los monumentos o mojoneas. Para que Guatemala lograra retrasar dicha división, contrata al ingeniero astronómico americano Miles Rock el cual retrasa el trabajo en la Lacandona poco más de 10 años. Otra forma de boicotear el trazado de la línea por parte de Guatemala fue al enviar en 1884 soldados a la Boca del Lacantún para impedir la navegación de dicho río a toda empresa maderera excepto la Casa Jamet y Sastré debido a la concesión otorgada. Casa Bulnes sufre de una detención y la queja llega a la Secretaría de Relaciones Exteriores de México causando el primer disgusto diplomático entre los dos países.

La segunda provocación por parte del gobierno guatemalteco fue cuando renueva el contrato por 4 años a Casa Jamet y Sastré, por lo que el nuevo jefe de la Comisión Mexicana decide responder a las provocaciones al hacer una nueva interpretación del tratado y descubre la posibilidad de quitarle a Guatemala otro territorio selvático importante ubicado entre los ríos Chixoy y Pasión.

Por otro lado, en 1892 Miles Rock traza una línea geodésica imaginaria desde el último mojón construido cerca del cerro Ixbul hasta el arroyo Yalchilan, donde desemboca en el río Usumacinta, por lo que reclama toda la parte de la Lacandona que cae al sur de ésta línea como territorio Guatemalteco. A éstas disputas, se le suma la lucha del poder entre empresas madereras tabasqueñas por la falta de control en los ríos fronterizos, por un lado estaba Casa Jamet y Sastré apoyada por Guatemala y por otro lado estaba la Casa Romano y la compañía Knapp y Cía y Guatemala decide quemar y destruir algunas monterías de las dos últimas empresas madereras mencionadas.

El croquis del ingeniero estadounidense se dio a conocer en la Secretaría de Relaciones Exteriores en México por lo que causa indignación. A consecuencia de esto México exige quitar las mojoneras instaladas por Miles Rock en el margen izquierdo del río Usumacinta, al recibir respuesta negativa por parte de Guatemala, Porfirio Díaz hace pública la exigencia de castigo a los invasores, reparación de daños y perjuicios causados a las empresas afectadas. Por parte del gobierno mexicano, se empieza a formar bolsas de guerra con valor a 40 000 pesos y empezaron a juntar guardias nacionales. También se empieza a formar un plan de guerra con un ejército de 29 000 hombres y Estados Unidos apoya al país con armas sin embargo en 1895 se llega a un arreglo definitivo.

En el acuerdo, Guatemala promete indemnizar a los perjudicados de las propiedades ocupadas o destruidas (artículo 2), también acepta que México ocupe el territorio que se extiende al oeste de los ríos Chixoy y Usumacinta (artículo 3), finalmente México reconoce como línea divisoria definitiva al río Chixoy y no al río de la Pasión. A pesar del fin de los problemas de territorio entre éstos dos países, otro problema es saber a cuál estado mexicano pertenece la ribera izquierda del río, si a Chiapas o Tabasco. Chiapas empieza a reclamar pagos de derechos de montes a madereros los cuales pagan sus impuestos al gobierno tabasqueño. Por lo tanto, los madereros exigen a los gobernadores decidir a cual jurisdicción pertenecen sus monterías. Es hasta 1907 que a través de varias conferencias y con el arbitraje final de Porfirio Díaz que llegan a un acuerdo a favor de Chiapas, sin embargo es hasta 1912 que se defienden los derechos del territorio perdido a través de declaraciones y mapas oficiales

Con el arreglo final de la cuestión de límites en 1895 se inicia una nueva época en la Selva Lacandona, ahora es más tranquila y menos insegura, aunque en los últimos 10 años sus bosques y ríos han sido explorados y se han instalado diversas monterías. Aún no existían mapas fidedignos

de la región pero el gobierno pretende realizarlos y piensa en abrir a la selva al deslinde y arrendamiento por compañías y particulares. En 1894 el presidente Porfirio Díaz firma la Ley sobre Ocupación y Enajenación de Terrenos Baldíos de los Estados Unidos Mexicanos la cual perfecciona la de 1883 con respecto a la colonización de tierras despobladas en el país. Ésta ley hace más fácil el acaparamiento de tierras, ahora no sólo las compañías sino cualquier habitante tendrá derecho a denunciar terrenos baldíos (artículo 6), no existirán límites a las extensiones denunciables y ya no existe la obligación de tener los terrenos poblados, acotados y cultivados.

También siguen en vigor el artículo 21 de la ley de 1883 el cual dice que en compensación de los gastos en la habilitación de terrenos baldíos, el Ejecutivo podrá concederles hasta la tercera parte de los terrenos que habiliten, o de su valor. El gobierno promete convertir los terrenos baldíos por medio de deslindes, en propiedad privada (la tercera parte) y en terrenos nacionales (las otras dos terceras partes) y expide reglamentos para permitir explotación de madera, resinas u otros productos (artículo 18). A pesar de este reglamento, los contratos de arrendamiento no dan a los concesionarios el título de propiedad.

La oferta hecha por el gobierno federal pronto es retomada por el gobierno de Chiapas. En 1895 la mayoría de los terrenos baldíos de éste estado ya estaban deslindados por lo que ya son propiedad privada o propiedad de la nación, el responsable de dichos deslindes fue una compañía Colonizadora. A final de 1891 dicha compañía tenía deslindadas 3 500 000 hectáreas en Soconusco, Tonalá, Comitán, La Libertad, Chiapa, Tuxtla Gutiérrez, Pichucalco y Simojovel por lo los únicos terrenos baldíos denunciables eran los departamentos de Las Casas, Palenque y Chilón cubiertos por la Lacandona.

De todos los compradores en ésta zona solo dos son madereros, los demás eran comerciantes e industriales de la Ciudad de México, sin ningún interés en la explotación de madera. Su único objetivo era comprar y lotificar terrenos para venderlos después a un precio más elevado. Vale la pena mencionar que ninguno de ellos tiene intención de colonizar.

En los años de 1894-1897 las propiedades en los departamentos de Palenque y Chilón ocupan una pequeña parte de la Selva, sin embargo en 1897 la situación cambia y se convierte una vez más para las empresas madereras de Tabasco en una zona segura para la inversión. El Reglamento para la Explotación de Bosques (1895) ofrece la oportunidad de pedir concesiones a largo plazo sobre zonas mucho más extensas. Por lo que toda la parte oriental de la Lacandona se transforma en una

inmensa zona de arrendamiento, concedida por un término de 5 a 10 años a una decena de empresas en San Juan Bautista.

En éstos contratos se le da a las empresas el permiso de corte delimitándole el derecho de explotación, se fija la duración del contrato con posibilidad de prórroga, se fijan las obligaciones de los concesionarios entre ellas el pago de 1.5 pesos por cada árbol de caoba o cedro talado y el compromiso de levantar por su cuenta el plano del terreno arrendado. También se debe de depositar inmediatamente una suma de 2 000 pesos en los títulos de Deuda Nacional y se les obliga a no interrumpir la explotación por más de seis meses sin justificación.

Como ya se había mencionado antes, Casa Bulnes crean una nueva sociedad mercantil bajo el nombre de Bulnes y Compañía, la actividad principal es la explotación y el embarque de caoba desde el río Jataté al puerto de Frontera. Sin embargo los socios también tienen como objeto la compra de terrenos. En 1898 se le traspasa los derechos de propiedad de un terreno con una extensión de 250 000 hectáreas ubicado sobre la desembocadura del río Santo Domingo en el río Jateté por lo que esto conlleva a la accesibilidad de una extensa zona maderera. Entre 1900 y 1901 obtiene títulos de propiedad sobre aproximadamente 9 terrenos más cerca de la laguna Miramar y del río Euseba, afluente del río Santo Domingo. Para el deslinde y estudio topográfico de estas adquisiciones la Casa Bulnes cuenta con un ingeniero topógrafo, el cual levanta un excelente mapa de todas sus propiedades y es considerado como uno de los mejores conocedores de la selva.

Debido a los deslindes en la selva Lacandona comprados en su mayor parte por madereros tabasqueños, comerciantes y empresas norteamericanas, en 1907 el presidente Porfirio Díaz crea por decreto presidencial, una reserva de bosques y colonización la cual invade varios terrenos deslindados. Es hasta 1927 en que el gobierno posrevolucionario da de nuevo títulos de propiedad a los herederos de dichos terrenos, otorgados por el presidente Plutarco Elías Calles.

En 1907 las compañías madereras, unas ya mencionadas, reciben de la Secretaría del Fomento además del derecho de una tercera parte del terreno deslindado en compensación de los trabajos efectuados, la autorización de comprar las otras dos terceras partes en un término de 6 años. Gracias a esto, se benefician sobretodo cuatro empresas tabasqueñas.

Así, el territorio selvático que se convierte entre 1902 y 1909 en propiedad privada abarca una superficie de 429 712 hectáreas, de las cuales el gobierno concede gratuitamente (la tercera parte) 143 237 hectáreas y vende el resto (286 474 hectáreas) por la suma global de 859 424.39

pesos. Con excepción de la Compañía Sud-Oriental las demás empresas no lograron cumplir con los pagos anuales por lo que se les da derechos de propiedad pero no de la extensión completa de los terrenos. Por otra parte, compañías extranjeras logran deslindar terrenos y con ello comprar propiedades en la Lacandona, sin embargo se enfrentan a un problema, la revolución mexicana. Dicho conflicto no tarda en llegar a Chiapas y Tabasco y a las monterías de la Selva Lacandona. En consecuencia a esto y a la inseguridad deciden abandonar temporalmente el comercio de caoba en los puertos del golfo viéndose obligados a pedir prórrogas a la Secretaría de Fomento para el plazo de pago de las anualidades debido a dicho problema social sin embargo la mayoría de las empresas madereras no logra terminar el pago.

Según estimaciones hechas por madereros, solo la mitad de los troncos cortados en las selvas de México y Centroamérica llegan a su destino. Esto debido a las sucesivas pérdidas primero en el corte (solamente al tumbar el árbol, uno se da cuenta si la madera está sana), después en el trunco debido a que a veces las piezas eran abandonadas en los arroyos por falta de caudal o por las pérdidas en el monte a causa de crecidas de ríos, y finalmente en la exportación debido a que muchas trozas no cumplían con los requisitos.

Los destinatarios principales de toda ésta madera son los importadores europeos, en primer lugar los ingleses pero a partir de 1890 los compradores norteamericanos se hacen cada vez más presentes. Éstos ofrecen a las casas tabasqueñas mejores precios debido a la posición geográfica de sus mercados y a las mayores facilidades comerciales. En 1908 Estados Unidos dominaban ya el mercado mexicano y centroamericano, aunque las mejores trozas iban a Inglaterra. Sin embargo a partir del año 1905 Inglaterra se retira del negocio de la caoba mexicana debido a la imposición norteamericana y poco a poco decide que es mejor negocio las inversiones en Argentina y Chile a partir de un estudio de las condiciones económicas y políticas del país. A esto se le suma que el control del Banco de Londres y México pasa a manos francesas, lo que para muchos fue el fin del comercio de Inglaterra en México. Con el retiro de los ingleses, se deja el campo libre los Estados Unidos junto con Francia y Alemania.

Es en 1914 Inglaterra se retira completamente del mercado a partir del comienzo de la Primera Guerra Mundial. Para los norteamericanos la oferta por parte de las casas tabasqueñas llega en estos años a un punto muy bajo debido a la Revolución Mexicana que afectó tanto al comercio en el golfo como a la producción en algunas monterías de la Selva. La importancia de la explotación maderera en la economía de Tabasco se hace evidente al observar que en 1890 significa alrededor

de la cuarta parte de los ingresos del estado por concepto de exportaciones y en 1910 llega a más del 30% del monto total, es entonces cuando la explotación de madera ocupa el primer lugar, ganando a la exportación de productos importantes como el cacao, hule, maíz, etc.

Se debe tener en cuenta que los grandes ingresos que obtienen las casas madereras de éste negocio no son para beneficio del estado o para el bien de la población, sino que es privilegio para unas cuantas familias de la oligarquía mercantil en San Juan Bautista. Muchas de ellas son familias españolas y las cuales controlaban casi todo el comercio ahí. De la colonia española, la Casa Bulnes y Casa Romano son las más importantes, las únicas empresas verdaderamente tabasqueñas eran La Casa Jamet y Sastré y la Casa Valenzuela.

Con las cifras rojas de la Casa Bulnes, se demuestra la afectación de la explotación maderera en la Selva Lacandona debido a la Revolución Mexicana. Sin embargo también hubo otros factores importantes como la rebelión en las monterías. Los trabajadores de los cortes de madera se revelaron a partir de un ejército revolucionario proveniente de Tabasco. Dicho ejército lo forman constitucionalistas en Tenosique (“La Brigada Usumacinta”), el cual tenía como objetivo dirigirse a las monterías a liberar a los peones en donde las instalaciones eran reducidas a cenizas, el ganado y la mercancía eran confiscados, los trabajadores eran liberados y los capataces asesinados. Decretan también la eliminación de las deudas de los trabajadores los cuales eran obligados a trabajar en las monterías para pagarlas en situaciones humillantes e inhumanas, así como la abolición de castigos severos y malos tratos.

A pesar que dicho ejército acaba con varias monterías no elimina todas. Dicha incursión militar no fue suficiente para acabar con la industria de la caoba ni tampoco para organizar a los trabajadores en sindicatos. A pesar de todo, la Revolución logra introducir cambios en los modos de producción y en las relaciones laborales. Las monterías que reanudaron actividades trabajaban a un ritmo más reducido, los trabajadores que se habían quedado en dichas madereras exigían ahora más salario y mejores tratos. A su vez, muchos contratistas se retiraron del negocio debido a la inseguridad en el campo. Es en 1920 cuando se inicia un periodo de decadencia progresiva que llega a su fin en 1949 cuando el gobierno federal prohíbe por decreto la exportación de madera en rollo (Ley Forestal decretada por Miguel Alemán, publicada en el Diario Oficial).

Muchas de las madereras tabasqueñas llegan a su fin a partir de que en 1925 se anulan varios títulos de propiedad en la Lacandona a los extranjeros, es entonces cuando las empresas

extranjeras empiezan a luchar por los derechos de propiedad, a sumar deudas y a no producir ni exportar madera. Algunas empresas se quedaban solamente con una pequeña parte de su propiedad y lo vendían como lotes y muchas de las hectáreas de los terrenos pasan de nuevo a ser propiedad nacional. Finalmente en 1937, el presidente Lázaro Cárdenas expropia por decreto algunos de los terrenos que fueron objeto del contrato de 1922 para su exploración y explotación petrolera por la Administración General del Petróleo Nacional.

A pesar de éstas derrotas, es impresionante la capacidad de sobrevivencia de la propiedad privada en la Selva Lacandona y se puede afirmar que en 1950 tres quintas partes de la selva seguían en manos de particulares a pesar de los problemas sociales de la Revolución Mexicana y a pesar de la reforma agraria provocada por ésta. Se le ha llamado al periodo de 1920-1950 la época de la decadencia de las monterías, en primer lugar porque significaba la salida gradual de las casas tabasqueñas y en consecuencia la ruina de la explotación maderera en la Selva Lacandona.

La selva Lacandona ha sufrido en el último medio siglo mayores cambios por la intervención humana que en los 500 años anteriores. Esto teniendo en cuenta el efecto causado por la explotación maderera desde 1870 en buena parte de su territorio. Responsable principal de esta transformación reciente es la población campesina que a partir de 1950 empezó a ocupar los espacios hasta entonces casi despoblados. Junto a esta inmigración humana, sin parangón en la historia contemporánea de México, están los esfuerzos de la iniciativa privada y las dependencias gubernamentales para seguir aprovechando los recursos naturales de la zona.

La historia reciente de la selva lacandona con las dos vertientes de aprovechamiento moderno de sus recursos y ocupación humana de sus espacios se inscribe en un proceso de larga duración. Se trata de un movimiento colonizador que arranco en el Porfiriato y tuvo como objeto el de integrar al “México útil” los extensos despoblados selváticos del sureste que habían quedado fuera del circuito socioeconómico de la nación. La explotación de los recursos naturales monopolizó durante mucho tiempo la atención de las autoridades y empresas privadas, en detrimento de posibles proyectos de poblamiento. Estos empezaron a ser objeto de preocupación y planeación apenas en la segunda mitad del siglo XX.

Como punto de partida fue la decisión del presidente Miguel Alemán (1946-1952) de retomar una iniciativa llamada “Marcha al Mar”, lanzada por su predecesor Manuel Ávila Camacho (1939-1945), pero con otro enfoque de gran envergadura. Esto venía con una política de apropiación

privada concebida como sustituto de la reforma agraria: en vez de distribuir las tierras de los latifundios hacendados entre los campesinos, se les invitó a estos a ocupar terrenos nacionales vírgenes, no sin abrirlos al mismo tiempo a la iniciativa privada de inversionistas capitalistas. Con esto se quiso fomentar de manera simultánea, el aumento de pequeñas propiedades y posesiones ejidales y la formación de nuevos latifundios. El problema de esta política residió en que grandes propiedades se crearon a partir de terrenos nacionales, y en una doble medida empleada: una para el campesino y otra para el neolatifundista.

Las propiedades se redujeron (en comparación con la época Porfirista) a centenares de hectáreas para la explotación agrícola, y de varios miles de hectáreas para la ganadería excesiva. Una excepción, la explotación forestal, sobre todo donde el clima tropical, un accidentado relieve y una densa capa boscosa no hacían atractiva la tierra para el campesino con otras opciones. Muchos despoblados del sureste mexicano encajaban en esta categoría, en especial la Selva Lacandona. Los estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Chiapas comenzaron a ser objeto de interés de empresas extranjeras y privadas para obtener extensiones de terreno baldío apto para la extracción maderera.

En 1949 una compañía llamada Vancouver Plywood Company abriría un frente de explotación en la zona norte de la Lacandona principalmente porque ésta colindaba con dos vías principales de comunicación; el río Usumacinta y el ferrocarril del Sureste. Dicha empresa convenció a varios inversionistas mexicanos para que adquirieran a nombre propio la tierra, fundaran una sociedad por acciones y por medio de ella contrataran el permiso de aprovechamiento industrial con el gobierno federal.

La nueva sociedad, se fundó en 1951 con la razón social de Maderera Maya, S.A. La iniciativa logró comprar en menos de tres años, las zonas Sala, Doremberg, Dorantes, Romano III, Sudoriental y Valenzuela, todas ellas constituidas durante el Porfiriato, al ser repartidas por el gobierno a un grupo selecto de terratenientes del centro y norte del país. A principios de 1954 la maderera Maya mediante sus 80 accionistas, ya era dueña de un latifundio que abarcaba 437 334 hectáreas de terrenos boscosos. En 1954 la compañía enfrentó contratiempos gubernamentales para expandirse a zonas tabasqueñas, y con esto creció una fuerte presión ejercida por colonos indígenas y mestizos que empezaron a penetrar su latifundio desde el oeste y el norte, ya en ese año se establecieron las primeras colonias en las antiguas zonas Sala, Doremberg, Dorantes y Sudoriental, formadas por campesinos originarios de Bachajón y Tumbalá, y por rancheros

mestizos venidos de Salto de Agua y Palenque. Estos invasores iban respaldados por el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización (DAAC), que desde 1950 preparaba un nuevo deslinde de la selva para anular los títulos de propiedad expedidos durante el Porfiriato. Esta dependencia gubernamental actuaba por órdenes de la presidencia misma, decidida a abrir La Lacandona a la colonización y de esta manera integrarla social y económicamente a la nación. Su labor culminó con dos decretos promulgados entre 1957 y 1961, por los cuales la zona Sala fue declarada apta para colonización con fines agrícolas y las zonas Dorantes, Romano y Valenzuela convertidas en terrenos nacionales.

Los campesinos y ganaderos avanzaron sobre los terrenos vírgenes de La Lacandona, sin respetar los títulos de propiedad de Maderera Maya y demás terratenientes que aun existían. A partir de 1960 se intensificó la penetración por el norte y se ampliaron notablemente los frentes de colonización que desde Las Margaritas y Ocosingo se habían abierto. Los nuevos pobladores eran en su mayoría, indígenas que habían abandonado sus pueblos en Los Altos por falta de tierra cultivable o habían salido de las haciendas ganaderas y cafetales de la Franja Finquera por ya no encontrar cabida allí o por no soportar las duras condiciones laborales. El gobierno consideraba esta tendencia como una cómoda solución al problema agrario, ya que esto lo liberaba de la obligación de afectar a los terratenientes *in situ*. Con esto una cantidad significativa de gente se encaminó con la convicción de que todos aquellos terrenos baldíos no tenían dueño y que las autoridades estaban estables de ver los terrenos ocupados.

Estos colonos iniciaron a partir del medio siglo la destrucción de la selva. No era gente interesada en aprovechar la riqueza forestal; consideraban la cubierta arbórea o bosque como un adversario necesario de eliminar. Su expectativa fue convertir el monte en milpas y potreros, y para conseguirlo empleaban un método sencillo y antiguo, aunque laborioso: la roza-tumba-quema. En 1964 la empresa Aserraderos Bonampak, con sede en Chancalá y contratada por Maderera Maya para explorar el bosque en sus adentros, introdujo maquinaria moderna con la cual aceleró el ritmo del corte y transporte de las trozas. Con esto se abrieron brechas a lugares inaccesibles hasta ese momento, esto indujo a los colonos a instalarse en nuevas zonas. De 1964 a 1974, madereros, campesinos y ganaderos crearon tres frentes de destrucción que devastaron la parte norte y occidental de la selva.

La tala provocada por Aserraderos Bonampak y decenas de colonias de campesinos, no dejó de preocupar al gobierno federal, pero éste no reaccionó a tiempo ni con políticas adecuadas para

minimizar el efecto de deforestación. 1967 declaró como propiedad nacional una superficie de 401 949 hectáreas, localizadas en los municipios de Ocosingo, Trinitaria, La Independencia, La libertad y Las Margaritas. Con esta medida se quiso ganar control sobre la parte sur de la Lacandona para desarrollar una colonización dirigida mediante la creación de Nuevos Centros de población Ejidal (NCPE), en especial en la zona de Marqués De Comillas. En 1972 se creó la llamada Zona Lacandona, con una superficie de 614 321 hectáreas, proclamándola tierra comunal que perteneció y sigue perteneciendo a la tribu lacandona. Esto intentaba poner un alto al avance de los colonizadores espontáneos en la parte norte y oeste de la selva y cerrar el centro de la misma a toda forma de penetración humana. Dos años más tarde se creó por decreto presidencial la Compañía Forestal de la Lacandona, S. A. (Cofolosa), con el fin de eliminar la iniciativa privada de la explotación maderera y poner ésta en provecho propio. Finalmente en 1978 hizo un nuevo intento por proteger todavía un núcleo de bosque virgen contra la inminente invasión humana, con la creación de la Reserva Integral de la Biósfera Montes Azules (RIBMA), dándole una superficie de 331 200 hectáreas.

Estas medidas son documentos oficiales, publicados en el *Diario Oficial*. Sin embargo existe un sin número de proyectos y programas elaborados, de 1960 a la fecha, por decenas de instituciones gubernamentales del ámbito federal, de los cuales pocos llegaron a efectuarse. Contemplando todo en conjunto se aprecia una política oficial poco definida y en ocasiones contradictoria y contraproducente.

Con la creación de la RIBMA el gobierno elaboró un decreto, de nuevo, sin conocimiento alguno de la situación demográfica de aquella parte de la Lacandona. El área considerada como despoblada por los expertos oficiales en el momento de su construcción, en realidad estaba ya ocupada por más de diez colonias con una población aproximada de 5 000 habitantes. Esta iniciativa se sobreponía en 80%, al territorio de la Comunidad Lacandona, e invadía por el noreste y occidente una considerable extensión ya colonizada. Ante el creciente descontento de los colonos selváticos, el gobierno no tuvo más remedio que dar marcha atrás. En 1986 el gobierno hizo entrega formal de los terrenos de la Comunidad Lacandona, ahora mutilada en 70% de su territorio, ya que de las 614 321 hectáreas iniciales, reducidas a 349 661 en 1978 por el decreto de la RIBMA, alcanzaron apenas 252 631 hectáreas por el nuevo ajuste. Esta superficie ya restringida fue de nuevo afectada por cuatro decretos que en agosto de 1992 establecieron sendas áreas protegidas que vinieron a aumentar la RIBMA con 81 035 hectáreas adicionales en detrimento de la comunidad Lacandona.

A pesar de las políticas de conservación, los tres frentes principales (maderero, ganadero y campesino) continuaron avanzando sobre las reservas vegetales y animales de la Lacandona. En 30 años destruyeron más de la mitad de la arboleda original. Extensos espacios talados entraron en un proceso irreversible de degradación de la tierra, asociado a la erosión y al progresivo agotamiento de la delgada capa de suelo fértil que la selva posee. Las lluvias antes abundantes y regulares, se hicieron más escasas y eventuales.

El deterioro ecológico no es el único problema de la región. En la Lacandona existen actualmente más de 1000 asentamientos humanos, entre colonias, rancherías, ejidos, nuevos centros de población y demás pequeñas propiedades, los cuales aglutinan una población total de más de 200 000 habitantes. Comparando esta última cifra con el número calculado para 1950 (casi 1000 colonos), para 1960 (cerca de 10 000), para 1970 (40 000 aproximadamente), para 1980 (100 000) y para 1990 (casi 150 000), se desprende que la población creció a un ritmo acelerado (Tabla 5).

<b>Año</b>	<b>Altamirano</b>	<b>Margaritas</b>	<b>Ocosingo</b>	<b>Palenque</b>	<b>Totales</b>	<b>Chiapas</b>
<b>1920</b>	2 794	10 207	5 797	1 291	20 089	421 744
<b>1930</b>	4 759	10 642	14 795	1 652	31 848	529 983
<b>1940</b>	5 465	14 033	11 271	3 455	34 224	679 885
<b>1950</b>	4 655	18 390	13 940	6 206	43 191	907 026
<b>1960</b>	5 783	24 689	19 800	12 412	62 684	1 210 870
<b>1970</b>	8 354	32 524	34 356	23 205	98 439	1 569 053
<b>1980</b>	12 099	42 443	69 757	35 430	159 729	2 084 771
<b>1990</b>	17 026	86 568	121 012	63 209	287 815	3 210 496
<b>2000</b>	22 157	97 389	171 495	85 474	376 515	3 920 515

Tabla 5. Crecimiento de población en los municipios selváticos.

El aumento demográfico sigue su curva ascendente debido a una tasa de natalidad que es una de las más altas del país. Para el año 2010 existe una población de casi 250 000 habitantes. Eso lleva inevitablemente a la sobreexplotación de las áreas ya abiertas a la agricultura y a la ganadería. Causa, además una enorme presión en las nuevas generaciones sobre las áreas vírgenes aun existentes, en especial el territorio RIBMA. Así mismo es de esperar que los jóvenes sin tierra, tomen el camino de regreso hacia los terrenos que el gobierno no quiso repartir años atrás.

Para contemplar el panorama demográfico hay que mencionar la llegada, en 1981 y 1982, de casi 20 000, tal vez 30 000, refugiados guatemaltecos a la parte sur de La Lacandona, es decir la zona de Marqués de Comillas y la franja fronteriza del municipio de Las Margaritas. La mayoría vino huyendo de las colonias de El Ixcán, fundadas una década antes por misioneros de Maryknoll y ahora arrasadas por las tropas del Ejército guatemalteco. Establecieron campamentos provisionales en la cercanía de ranchos y ejidos mexicanos en las inmediaciones de la frontera, pues no perdían la esperanza de regresar a su tierra en cuanto fuera posible.

Los refugiados, por su gran número y situación de extrema necesidad, constituyeron una carga que rebasa ampliamente los recursos de las escasas poblaciones receptoras. Por fortuna, contaron pronto con la ayuda del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para Refugiados (ACNUR) y de la Comisión Mexicana de Ayuda a Refugiados (Comar). La aglomeración, en octubre de 1982, de 14 000 refugiados en el campamento de Puerto Rico, a orillas del río Lacantún, nos da una idea de la repentina inflación demográfica, ya que entonces en toda la zona de Marqués de Comillas no vivían más de 10 000 colonos mexicanos. Este problema recibió una solución parcial cuando en 1984 el gobierno mexicano, por razones de estrategia militar, decidió trasladar a los guatemaltecos a Campeche y Quintana Roo. Más o menos la mitad accedió a la remoción, los demás prefirieron buscar asilo en los ejidos dispuestos a acogerlos, aun perdiendo así el estatuto de refugiados oficialmente reconocido.

En los últimos años se han hecho varios diagnósticos de la precaria situación en la que se encuentra actualmente la región. El gobierno esperaba hacer una planeación más adecuada para atender los múltiples problemas originados por la sobreexplotación de los recursos naturales y la sobrecolonización de los espacios disponibles. Sabemos ahora que La Lacandona tiene el triste privilegio de ser la región más marginada del estado más pobre de la República Mexicana. La diversidad en los procesos de colonización ha provocado la formación de varias subregiones que ostentan un perfil muy diferente el uno del otro. La mayoría de los estudios distinguen entre la

zona Norte, la comunidad Lacandona, la Reserva Integral de la Biósfera “Montes Azules” (RIBMA), Marqués de Comillas y Las cañadas. Algunos identifican en la zona Norte, el llamado Corredor Santo Domingo y otros, cuando hablan de Las Cañadas, las dividen en dos áreas según su pertenencia a los municipios de Ocosingo y Las Margaritas.

Para una vida civil más organizada los colonos de la subregión de las Cañadas de Ocosingo fueron auxiliadas por el factor eclesiástico. Su decisión estuvo directamente relacionada con el conflicto generado por el decreto presidencial de 1972 que favoreció a 66 familias de lacandonos con 614 321 hectáreas y desconoció los derechos de los 30 poblados de tzeltales y ch’oles previamente asentados en la región. El descontento causado por esta medida fue capitalizado con éxito por los militares de Unión del Pueblo, movimiento que tuvo origen en la Universidad de Chapingo y cuya ideología era de corte maoísta. El primer resultado de su trabajo, junto con el de algunos agentes de pastoral diocesana fue la creación, en 1975, de la unión de ejidos *Quiptic ta Lecubtesel* (Unidos para nuestro Progreso), madre de todas las demás uniones ejidales por venir. En 1976 ya eran tres las sociedades de este tipo, y en 1988 se juntaron siete Uniones de Ejidos y cuatro Sociedades Campesinas de Producción Rural para formar una primera organización suprarregional, la Asociación Rural de Interés Colectivo (ARIC) “Unión de Uniones”, que abarcó más de 100 ejidos y más de 25 rancherías.

En otras subregiones de La Lacandona los colonos empezaron a construir uniones ejidales, pero estas nunca llegaron a tener la fortaleza hegemónica de la ARIC. Ésta no tardó en establecer vínculos con organizaciones similares en Chiapas y fuera del estado. También aprendió a negociar con las autoridades estatales y federales para obtener respuesta favorable a sus crecientes demandas. Aquí fue fundamental la influencia de los militares de política popular, movimiento nacido en Torreón, de tendencia maoísta pero muy bien relacionado con instancias gubernamentales como Coplamar y Conasupo. La necesidad más apremiante era, sin duda, el reconocimiento oficial de muchos asentamientos formados de manera espontánea en décadas anteriores. En el territorio agrario, la ARIC ganó una importante batalla cuando en 1989 finalmente, 26 poblados en litigio recibieron sus títulos de propiedad. Otro logro fue la construcción de una unión de crédito y la obtención, en 1983, de un permiso de la Secretaría de Comercio para exportar café, su principal producto comerciable a los Estados Unidos y Suiza. Otro paso adelante fue el convenio que en 1987 la ARIC suscribió con los gobiernos estatal y federal, en el cual se comprometió a proteger las zonas forestales aún no destruidas, en particular la reserva

de Montes Azules. En 1989, desarrolló con ayuda del gobierno estatal el proyecto de “Maestros Comunitarios”, en un esfuerzo por remediar parcialmente las vergonzosas lagunas en el sistema educativo oficial.

Estos beneficios no se conquistaron sin pagar el precio de la cooptación de varios dirigentes por las autoridades estatales y federales. En el seno de la ARIC surgieron graves divergencias entre los líderes y asesores, por un lado, y buena parte de la base por otro. Muchos miembros no vieron mejorar su calidad de vida, a pesar de los avances organizativos, debido a la repentina caída de los precios del café, a la veda forestal decretada por el gobierno estatal y aceptada en solidaridad con la política conservacionista de la federación, a la falta de interés oficial en mejorar y ampliar la deficiente red de vías de comunicación, y a al alarmante aumento de la población por el crecimiento demográfico interno.

Una señal de la creciente oposición política fue el surgimiento, en 1991, de una nueva organización, la alianza Nacional Campesina Indígena “Emiliano Zapata” (ANCIEZ), fundada por campesinos disidentes del municipio de Altamirano, quienes se declararon a favor de una línea de acción mucho más radical para solucionar los múltiples problemas que seguían pendientes. El 12 de octubre de 1992, al marchar en San Cristóbal de Las Casas para conmemorar “500 años de opresión colonial”, estos campesinos impresionaron por su multitud y la disciplina casi militar por ella desplegada. Muy pocos espectadores se dieron cuenta de que aquella manifestación en realidad era un ensayo de fuerza convocatoria preparado por los comités de un movimiento armado clandestino denominado Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN). Presente desde 1991 bajo la máscara protectora de la ANCIEZ, llevaba ya casi diez años de gestación oculta en Los Altos y La Lacandona. El primero de enero de 1994 se hizo conocer en el escenario político estatal y nacional con la toma de siete cabeceras municipales y la declaración de guerra al Ejército mexicano.

La capacidad organizativa de la gente de Las Cañadas y la reciente reacción violenta de buena parte de ella contrasta con la posición más dócil de los habitantes de las demás subregiones de La Lacandona. En las zonas norte y Comunidad Lacandona, las colonias nunca llegaron a exigir con la misma insistencia a las autoridades el cumplimiento de los compromisos pendientes. Son varios los factores que explican dicha actitud, entre ellos sobre todo el trato preferencial que sus habitantes han recibido del gobierno para satisfacer sus necesidades básicas de producción y

comercialización. También ha influido la composición más heterogénea de la población a nivel étnico, religioso y sociocultural.

La referencia a los procesos de organización campesina nos ha revelado la existencia de una forma muy particular de regionalizar La Lacandona. El surgimiento de las diversas uniones de ejidos no coincide ni con la división en áreas naturales ni con la delimitación territorial de los municipios ni con el ordenamiento establecido por la intervención pública. Es decir que La Lacandona no es una realidad unívoca, sino un mosaico de múltiples Lacandonas concebidas y concentradas a partir de intereses muy variados.

Los ejidatarios obviamente no fueron los únicos en querer la selva en un espacio de aprovechamiento económico o influencia social, con base en una estrategia específica. Lo hicieron muchos otros grupos, entre ellos las empresas madereras, las iglesias misioneras, los movimientos de izquierda, las instituciones conservacionistas, los organismos financieros internacionales (Banco Mundial, Banco Internacional de Desarrollo, Banco Internacional de Recursos Financieros), las dependencias de gobierno (Reforma Agraria, Educación pública, Agricultura y Recursos Hidráulicos, Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad, Desarrollo Social, Desarrollo Urbano y Ecología, Salud, Defensa Nacional). En esta lista entraron últimamente los rebeldes zapatistas y las mafias del narcotráfico, los cuales también poseen para La Lacandona sus muy particulares objetivos, clandestinos en ambos casos.

Una primera consecuencia de esta diversidad de miradas es la variedad que existe en cuanto a la delimitación de lo que comúnmente se llama Selva Lacandona. Inicia la lista la Secretaría de la Presidencia que en 1974 da a la región una superficie de 1 750 000 hectáreas, habitada por 186 000 personas y confinada, al oriente y al sur, por la frontera con Guatemala, al norte por el ferrocarril del Sureste y al poniente por una línea imaginaria que une las poblaciones de Palenque y Comitán. En cambio para el gobierno de Chiapas la Selva Lacandona tiene según su programa de Desarrollo Integral de 1975, una superficie de 2 782 180 hectáreas con una población de 232 681 habitantes, ya que comprende 11 municipios, entre ellos Comitán Y Tumbalá. Sin embargo, en el Plan de Manejo para RIBMA de 1992, el mismo gobierno estatal ha reducido la superficie a 1 836 611 hectáreas, cifra que fue también propuesta en ese año por la Sedue y, tres años más tarde, en 1995, por la Semarnap.

Todas estas delimitaciones responden a criterios administrativos que a su vez están condicionados por argumentos de inversión, sobre todo en el caso de los últimos tres estudios que optan por la extensión de 1 836 611 hectáreas, por ser ésta la que el Banco Mundial ha considerado como polígono de la Selva. El área así definida es casi igual a la frontera propuesta en 1974, ya que aún tiene el Ferrocarril del Sureste como frontera norte y la línea imaginaria Las Margaritas-Altamirano-Ocosingo-Palenque como límite occidental. Es decir que tanto el gobierno federal como el estatal, desde 1974 hasta la fecha, han optado curiosamente, por una delimitación cuya aplicación para fines de inversión resulta imposible en la práctica. No se puede circunscribir una región haciendo correr sus límites a través de los zócalos de cuatro cabeceras municipales y a lo largo de un ferrocarril.

En una incongruencia similar incurrieron los ecólogos del Instituto Nacional de Investigación sobre los Recursos Bióticos (Inireb) en un estudio de 1992 al fijar el límite occidental de la Selva Lacandona en el río Jataté y el septentrional en el paralelo 17, reduciendo así la superficie de la región a 957 240 hectáreas. Se entiende que los autores quisieron enfocar su investigación hacia la parte de la selva en donde la vegetación aún seguía más o menos intacta. Pero no convence su decisión de hacerla empezar en la ribera izquierda de un río y excluir así el área que se extiende al otro lado del mismo cuando la cañada entera fue zona de colonización, es decir perturbación. Mas realista, porque más profesionalmente atenta al proceso de aprovechamiento y destrucción, es la mirada de los ingenieros agrónomos y forestales. La empresa estatal Triplay de Palenque, en un estudio dasonómico realizado en 1976, dio entonces a la Selva Lacandona una extensión de 1 286 017 hectáreas, de las cuales consideraba que una cuarta parte estaba perturbada por el hombre. En 1978, estos ingenieros, combinando varios parámetros, entre los que destacan el altitudinal y el climático, pero sin excluir los de carácter socioeconómico y etnohistórico, dio a la región una extensión de 1 434 700 hectáreas. Esta estimación fue retomada por los autores del Centro de investigación sobre Desarrollo de la Semarnap en sus planes de manejo más recientes.

Estudios antropológicos recientes han destacado el espacio sacionatural formado por La Lacandona, es por ello que la región recibe una circunscripción aproximada que evita caer en la tentación de las delimitaciones expresadas en números exactos. Se trata de una porción considerable de los municipios de palenque, Las Margaritas, Altamirano y Ocosingo, constituida por asentamientos humanos que comparten la dinámica selvática. Este fenómeno no es otro que el proceso de colonización que según autores, arrancó en los años treinta y se intensificó a partir

de los cincuenta. Desde esa óptica están incluidos los llamados Primer y Segundo Valle de Ocosingo y la parte alta de las Cañadas y las Margaritas. Haciendo la suma de aquellos latifundios que se construyeron a finales del siglo XIX y fueron enajenados a partir de 1957, La Lacandona recibe la extensión de poco más de 1 500 000 hectáreas, cifra que coincide a grosso modo con la de los investigadores de CIEDAC y los funcionarios de la Semarnap en su última versión. Esta es el área que durante el último siglo se convirtió en escenario de colonización, con sus dos vertientes de ocupación de los espacios y explotación de los recursos.

Los sujetos de esa doble dinámica son, en primer lugar, los (muchos) indígenas y (pocos) mestizos que poblaron la región en varias oleadas sucesivas a partir de los años cincuenta. Para los primeros en llegar, la selva era el sueño de todo campesino sin tierra: la posibilidad de poseer una parcela (aparentemente) fértil en dónde no sólo podría cultivar maíz, sino también criar ganado vacuno. Los colonos veían, la vegetación selvática como una traba que era menester eliminar para convertirla en milpas y potreros. Imaginarla como promotora de recursos renovables y aprovechables era pedir demasiado a los que llegaban sin otro capital que el deseo de no morir de hambre. Pero igual de depredadora era la intención de los ganaderos que, ellos sí, llegaron respaldados por el dinero, la posición social y las relaciones políticas necesarias para establecer sus ranchos y fincas en medio de las nacientes colonias, muchas veces comprando barato los terrenos ya agotados a los campesinos pioneros.

Era muy diferente la mirada de los empresarios, tanto privados como gubernamentales, interesados en aprovechar las riquezas que la selva misma producía. Para ellos, el crecimiento de la población colonizadora significaba una amenaza directa a sus inversiones una vez cubierta la demanda de mano de obra necesaria para un buen funcionamiento de las diversas industrias extractivas planeadas. Entre éstas la explotación de madera aún ocupaba el lugar principal. Pero pronto aparecerían varios proyectos de aprovechamiento adicional. Dos de ellos llaman la atención por su envergadura y por el efecto negativo que su realización tendría sobre la naturaleza y la gente: la construcción de una red de presas en los principales ríos de La Lacandona y la perforación de una serie de pozos petroleros en la parte noroccidental y suroriental del área.

El interés de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) en la cuenca del río Usumacinta data de principios de la década de los años cincuenta y sigue vigente hasta la fecha. En 1955 un equipo de especialistas de la dependencia gubernamental propuso racionalizar cuanto antes la explotación forestal en La Lacandona debido a la influencia que ejercía la vegetación sobre el caudal de las

avenidas. A pesar de reconocer que se disponía de poca información acerca del comportamiento del río Usumacinta y sus afluentes, consideró como factible un enorme almacenamiento de agua en Boca del Cerro, al sur de Tenosique, para controlar las avenidas, aprovechar la fuerza hidroeléctrica y hacer navegable al Alto Usumacinta. Se abrirían así casi 300 000 hectáreas de riego a la explotación agropecuaria en Tabasco y Campeche, se producirían hasta 600 000 kilowats de energía eléctrica y se ganaría una vía fluvial de 6000 kilómetros desde Boca del Cerro. La construcción de una cortina de 80 metros de altura produciría un embalse con una superficie de 1950 kilómetros cuadrados, una longitud de 250 kilómetros río arriba y una capacidad de 43 000 millones de metros cúbicos.

Fue hasta 1971, cuando de nuevo la Subsecretaría de Planeación de la SRH propuso al ejecutivo realizar el aprovechamiento racional de las aguas del río Usumacinta. Ahora se disponía de mayor información proporcionada por las estaciones hidrométricas instaladas por la misma Secretaría y la Comisión Federal de Electricidad. Esta última instancia había realizado, además, estudios fotogeológicos y exploraciones in situ sobre la posible ubicación de vasos secundarios en las porciones alta y media de la cuenca. Había elaborado un mapa en el cual aparecían 20 presas, incluida la principal de Boca del Cerro, esta última con la captación de 46 690 kilómetros cuadrados, de los cuales 60% pertenecían a Guatemala.

La Lacandona ahora cubierta virtualmente por una treintena de lagos, entre naturales y artificiales, había cobrado ante la mirada de los cartógrafos de la CFE, el perfil de una Finlandia tropical compartida por México y Guatemala. Los beneficios para ambos países serían generación de energía, navegación y desarrollo de la fauna acuática. El control de avenidas y el riego con las aguas controladas sólo beneficiarían a México. En cambio, la inundación de una superficie de 195 000 hectáreas afectaría principalmente a Guatemala por ser la ribera derecha del Usumacinta menos elevada que su contraparte mexicana. Un pronto arreglo con Guatemala se veía difícil, ya que no existía un tratado internacional de límites y aguas, semejante al celebrado en 1943 entre México y los Estados Unidos para la cuenca del río Bravo.

El gobierno guatemalteco, para prevenir cualquier acción eventual por parte de las autoridades de México, había optado, ya desde mediados de los años sesenta, por colonizar las áreas amenazadas por la inundación. Estableció con el nombre de cooperativas, una serie de pueblos en las cuencas de los ríos Pasión y Usumacinta, tomando la delantera a México por más de diez años. Esta presencia humana junto con el enfriamiento de las relaciones bilaterales, fue suficiente para poner

un alto a posibles avances en la planeación por parte de los ingenieros mexicanos, por entonces muy ocupados en la construcción de las presas sobre las aguas del sistema del río Grijalva. Sin embargo, una vez terminadas las obras (La Angostura, Chicoasén y Malpaso), la idea fue retomada, ahora bajo la supervisión de las instancias competentes de ambos países interesados, representadas en una Comisión Internacional de límites y Aguas (CILA).

En 1982, dicha comisión publicó una serie de informes acerca de las labores prospectivas realizadas hasta la fecha. El río Usumacinta había sido dividido en 11 segmentos, desde Boca del Lacantún hasta Boca del Cerro, para localizar los puntos más idóneos para posibles cortinas. Con esto se llegó a la conclusión de que la propuesta más viable sería la construcción de dos a cuatro presas que asegurarían la producción de 2 a 3.7 megawatts de electricidad. La superficie de áreas inundadas variaría según el número y la combinación de los embalses seleccionados. De cualquier manera, un segmento ribereño en la Cuenca del Usumacinta, de más de 500 kilómetros de largo, incluyendo una parte considerable de las vegas de los ríos Lacantún, Chixoy y Pasión, quedarían levemente afectados por las aguas almacenadas. Estarían directamente amenazados por las inundaciones no sólo varios sitios arqueológicos mayas de la época clásica, entre ellos Yaxchilán en México y Piedras Negras en Guatemala, sino también un sinnúmero de asentamientos humanos recientes, situados en ambos lados de la frontera. Tanto los arqueólogos como campesinos no han dejado de expresar su preocupación por la inseguridad creada por ese megaproyecto, que lleva ya más de 40 años dándose en los despachos de CFE y podría salir de ellos en cualquier momento para convertirse en realidad.

Eso sucedió con el otro proyecto gubernamental, el de aprovechar los hidrocarburos escondidos en el suelo lacandón. Aquí los ingenieros de PEMEX llevaron la planeación al terreno mismo, hasta realizar, durante años, un intenso trabajo de perforación de pozos. Su labor formaba parte de una ofensiva en el ámbito nacional en busca de nuevos yacimientos para satisfacer la creciente demanda en el mercado internacional y generar divisas destinadas al pago de la deuda externa. La decisión de empezar la prospección en la subregión de Marqués de Comillas obedecía a razones tanto políticas como económicas. Al otro lado del río Chixoy, a pocos kilómetros de la frontera, el gobierno guatemalteco ya había iniciado la exploración petrolera, poniendo en riesgo la soberanía mexicana sobre su suelo.

Los trabajos de exploración se realizaron de 1976 a 1981, dentro de una regionalización propia que era muy diferente de la utilizada por las autoridades chiapanecas. Las áreas escogidas fueron,

en primer lugar, la parte sur de la zona llamada Yaxchilán, y después la punta oriental de las zonas llamadas Simojovel y San Cristóbal. El centro de operaciones fue, desde el principio, un campamento establecido en el ejido de Zamora Pico de Oro, en la orilla del río Lacantún, que llegó a tener casi 600 trabajadores en 1978. Un receso de 1982 a 1983, fue aprovechado para iniciar la construcción de la carretera fronteriza para facilitar el transporte de maquinaria y personal necesarios para los trabajos de perforación. Un estudio realizado en 1992 enumera 19 pozos en distintas fases de construcción: 11 en Marqués de Comillas y 8 en las Cañadas de Ocosingo. Menciona también los efectos negativos que tuvo la presencia de los trabajadores de Pemex en estas dos subregiones de La Lacandona: la deforestación (en torno a los campos y a lo largo de las brechas de acceso), la contaminación del ambiente (por basureros a cielo abierto y derramas de diesel), el encarecimiento de la vida (debido a los altos ingresos de los obreros), el desajuste demográfico (por aumento de la población en 50%), el tráfico ilegal de flora y fauna, la proliferación de problemas sociales como el alcoholismo, la portación de armas y drogadicción. En cuanto a los compromisos de Pemex de indemnizar a las poblaciones locales por los daños sufridos, éstas sólo consiguieron parte de lo debido y solamente por medio de presión política contra la poderosa paraestatal.

### **3.2 ANÁLISIS CARTOGRÁFICO DE LA RUM (BOSQUES Y POBLACIÓN) EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS**

A partir de los SHAPES adquiridos de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación se ha producido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y las definiciones para evaluar la dinámica forestal propuestas por la FAO, se elabora un análisis cartográfico que visualizará de manera estadística-espacial, el uso de suelo y vegetación para la RUM. Para esto, fue necesario conjuntar los insumos precisos para lograrlo.

En resumen, se emplea la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación producida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) durante más de veinte años por especialistas de fotointerpretación de las condiciones de vegetación del país. Para el análisis de bosques y de silvicultura, el uso de suelo se clasifica en cuatro tipificaciones de acuerdo a la FAO (Reporte FRA 2010). Sin embargo para poder relacionar los resultados con la FAO y la CONAFOR se decide reclasificar estas cuatro tipificaciones y agruparlas de manera que puedan ser estudiadas sin alterar su información conforma a su definición. Las clases fueron divididas de la siguiente manera:

Bosque Primario, Bosque Secundario, Otros Tipos de Vegetación, Usos y Cuerpos de Agua, cabe señalar que la clase faltante (otras tierras boscosas) no está presente debido a que dicha vegetación no aplica en la RUM. Para fines de comparación, confiabilidad y homogenización se decide agrupar todo este campo en las tipificaciones establecidas por CONAFOR para el reporte del Estado de los Bosques en México para la FAO (Ver tabla 6).

<b>ECOSISTEMA</b>	<b>FORMACIÓN</b>	<b>TIPO DE VEGETACION</b>	<b>FAO</b>
<b>BOSQUES</b>	<b>CONIFERAS</b>	Bosque de Ayarín	B
		Bosque de Cedro	B
		Bosque de Oyamel	B
		Bosque de Pino	B
		Bosque de Tascate	B
		Matorral de Coníferas	OTB
	<b>CONIFERAS Y LATIFOLIADAS</b>	Bosque de Pino-Encino	B
		Bosque de Encino-Pino	B
	<b>BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA</b>	Bosque Mesófilo de Montaña	B
	<b>LATIFOLIADAS</b>	Bosque de Encino	B
		Bosque Mesófilo	B
		Bosque de Galería	B
	<b>SELVAS</b>	<b>SELVAS ALTAS Y MEDIANAS</b>	Selva alta perennifolia
Selva alta subperennifolia			B
Selva mediana perennifolia			B
Selva mediana subperennifolia			B
Selva mediana subcaducifolia			B
Selva mediana caducifolia			B
<b>SELVAS BAJAS</b>		Selva baja perennifolia	B
		Selva baja subcaducifolia	B
		Selva baja espinosa	B
		Selva baja caducifolia	B
		Selva baja subperennifolia	B
<b>MANGLAR</b>		Manglar	B
<b>OTRAS ASOCIACIONES</b>		Selva de Galería	B
		Petén	B
		Palmar Natural	B
		Palmar Inducido	B
		Bosque Inducido	B
	Bosque Cultivado	B	

		Sabana	B
		Sabanoide	B
<b>MATORRAL XEROFILO</b>	<b>ZONAS SEMIARIDAS</b>	Matorral Espinoso Tamaulipeco	OTB
		Matorral Sarcocracicaule	OTB
		Matorral Sarcocracicaule de Neblina	OTB
		Matorral Sarcocaule	OTB
		Matorral Submontano	OTB
		Chaparral	OTB
		Mezquital (Xerofilo)	OTB
		Matorral Subtropical	OTB
		Mezquital (Otros Tipos)	B
		Mezquital (Epinoso)	B
		Vegetación de Galeria	OT
	<b>ZONAS ARIDAS</b>	Matorral Crasicaule	OT
		Matorral Desertico Microfilo	OT
		Matorral Desertico Rosetofilo	OT
		Matorral Rosetofilo Costero	OT
		Vegetación de Desiertos Arenosos	OT
<b>OTRAS AREAS FORESTALES</b>	Popal	OT	
	Tular	OT	
	Vegetación de Dunas Costeras	OT	
	Vegetación Halófila (Hidrófila)	OT	
	Pastizal Natural	OT	
	Pastizal Halófilo	OT	
	Pastizal Gypsofilo	OT	
	Pradera de Alta Montaña	OT	
	Vegetación Halófila (Xerofila)	OT	
	Vegetación Gypsofila	OT	
<b>AREAS NO FORESTALES</b>	Desprovisto de Vegetación	USOS	
	Sin Vegetación Aparente	USOS	
	Agricultura de Temporal	USOS	
	Agricultura de Riego	USOS	
	Pastizal Cultivado	USOS	
	Pastizal Inducido	USOS	
	Zona Urbana	USOS	
	Asentamiento Humano	USOS	
	Cuerpos de Agua	USOS	
Acuacultura	USOS		

Tabla 6. Clasificación de Ecosistemas.

En la tabla 6 se observa a detalle la integración de datos que se tomaron a partir de las series de acuerdo a la clasificación de la FAO. Con la reclasificación resultante y con ayuda del software ArcGis, se generó la visualización de las tres clases de Usos de Suelo de Vegetación (serie II, serie, III, serie IV) de acuerdo a la clasificación de la FAO, teniendo como resultado las siguientes imágenes.

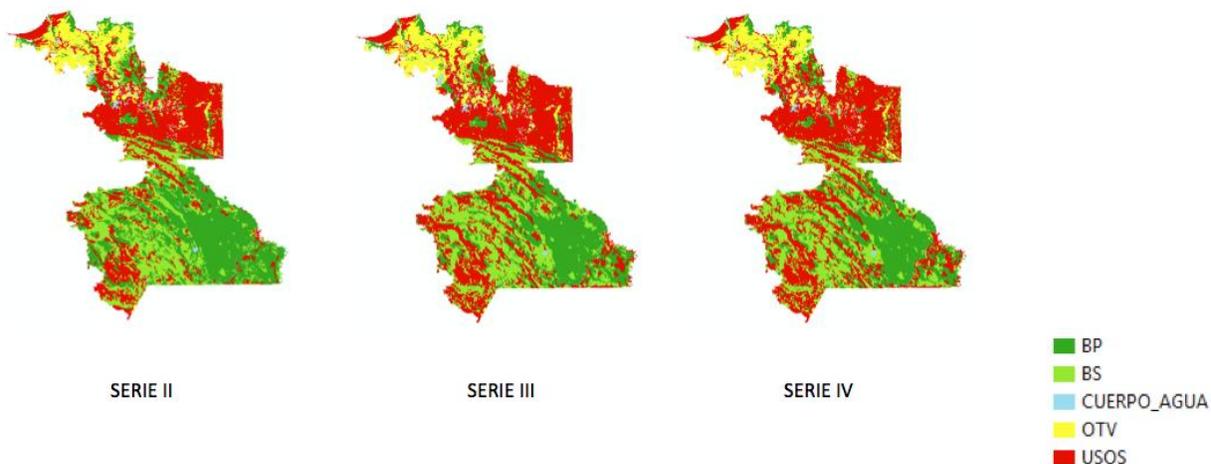


Imagen 13. Clasificación de uso de suelo y vegetación en la RUM.

Se observa en la imagen 11 que las tres series de INEGI están clasificadas en las respectivas cinco tipificaciones, se aprecia el contraste de la cubierta forestal, de otras tierras (agricultura y potreros principalmente) y usos (asentamientos humanos) con respecto al tiempo. La serie II (1990), la serie III (2000) y serie IV (2007) evidencian el cambio cualitativo de la superficie de la clasificación. Entonces, con la superficie se puede proceder a la realización de tasas de deforestación por municipio, utilizando simultáneamente el SHAPE de división política de los 21 municipios que conforman la RUM.

La tabla de Tasas de deforestación se generó a partir de la obtención de área de bosque en hectáreas de cada uno de los municipios de la RUM, del área total de bosque de la RUM se obtuvo el porcentaje perteneciente a cada municipio para las tres series. Finalmente a partir de los porcentajes y del algoritmo siguiente se generaron las tasas de deforestación anual de los periodos 1993-2002 y 2002-2007 (Ver tabla 7).

Municipios	Serie II (1993)		Serie III (2002)		Serie IV (2007)		TDA 93-07	TDA 93-02	TDA 02-07
	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Área(Ha)	Porcentaje (%)	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Altamirano	85,872	4.1	74,553	4.0	70,087	3.9	-1.44	-1.56	-1.23
Com_Dom	59,032	2.8	49,793	2.7	48,197	2.7	-1.44	-1.87	-0.65
La Trinitaria	87,647	4.2	75,289	4.1	72,013	4.1	-1.39	-1.67	-0.89
Margarita	244,198	11.7	201,318	10.9	200,047	11.3	-1.41	-2.12	-0.13
Palenque	129,960	6.3	125,606	6.8	117,624	6.6	-0.71	-0.38	-1.30
Catazaja	3,958	0.2	1,738	0.1	2,121	0.1	-4.36	-8.74	4.06
Huixtan	14,000	0.7	8,156	0.4	8,405	0.5	-3.58	-5.83	0.61
Libertad	6,968	0.3	7,167	0.4	5,978	0.3	-1.09	0.31	-3.56
Ocosingo	842,201	40.5	782,845	42.4	756,812	42.6	-0.76	-0.81	-0.67
Chanal	36,968	1.8	25,856	1.4	25,044	1.4	-2.74	-3.89	-0.64
Independencia	31,025	1.5	32,030	1.7	31,148	1.8	0.03	0.35	-0.56
Ma_Tenejapa	56,636	2.7	51,399	2.8	42,022	2.4	-2.11	-1.07	-3.95
Oxchuc	29,817	1.4	28,492	1.5	29,054	1.6	-0.18	-0.50	0.39
Benemérito	87,475	4.2	67,019	3.6	60,994	3.4	-2.54	-2.92	-1.87
Jonuta	30,464	1.5	27,737	1.5	22,878	1.3	-2.02	-1.04	-3.78
Palizada	86,256	4.1	79,746	4.3	74,085	4.2	-1.08	-0.87	-1.46
Centla	32,383	1.6	32,232	1.7	27,670	1.6	-1.12	-0.05	-3.01
Balancan	73,104	3.5	47,395	2.6	58,586	3.3	-1.57	-4.70	4.33
Emiliano Zapata	15,884	0.8	13,350	0.7	13,882	0.8	-0.96	-1.91	0.78
Tenzoique	42,061	2.0	43,431	2.4	50,436	2.8	1.31	0.36	3.04
Marqués	82,818	4.0	69,389	3.8	60,651	3.4	-2.20	-1.95	-2.66
<b>RUM</b>	<b>2,078,727</b>	<b>100.0</b>	<b>1,844,539</b>	<b>100.0</b>	<b>1,777,735</b>	<b>100.0</b>	<b>-1.11</b>	<b>-1.32</b>	<b>-0.74</b>

Tabla 7. Tabla de TDA.

La tabla 7 desglosa lo antes mencionado con datos adicionales como son; el área total de la RUM, de la selva Lacandona, el Corredor Biológico Mesoamericano México, del bosque y selva nacional y finalmente bosque total según FAO.

Si tomamos de referencia al municipio de Benemérito de las Américas en el estado de Chiapas tendremos una idea más visual que evidencia notablemente las diferencias entre las tasas de deforestación. Para la Serie II el municipio de Benemérito tiene un área total de bosque de 87 475 Ha. y un porcentaje de 4.2 con relación al total de la RUM, mientras que para la serie III y Serie IV su área total de cobertura forestal es de 67 019 y 60 994 Ha. respectivamente, con un porcentaje de 3.6% y 3.4% en relación al total de la RUM. Por tanto las TDA para Benemérito en los periodos

de 93-02 y 02-07 son de -2.92 y -1.87 lo que indica que hay tasas de deforestación altas y una pérdida constante de bosque con relación al tiempo (Ver imagen 14).

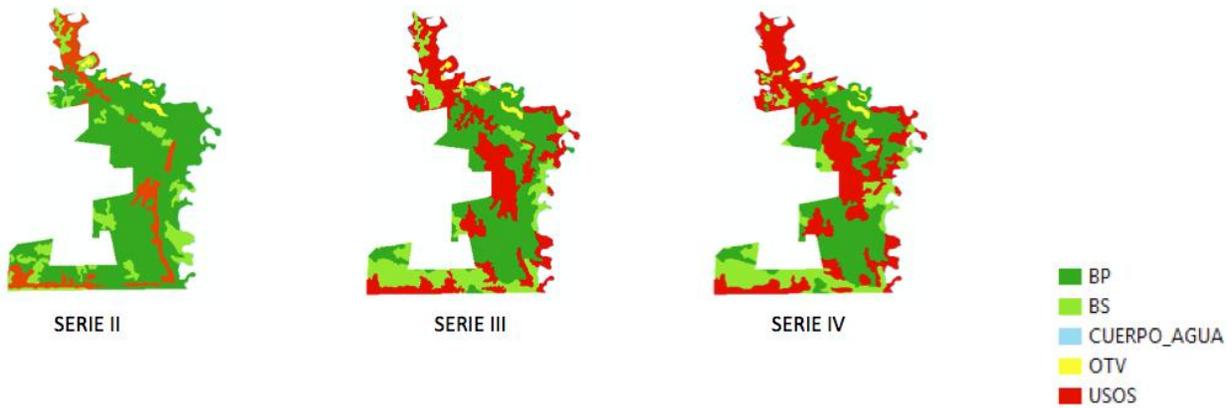


Imagen 14. Clasificación de Uso de Suelo y Vegetación para el municipio de Benemérito de las Américas.

De la misma manera se analiza el crecimiento poblacional, y para ello se decidió realizar una base de datos a nivel localidad tomando en cuenta los censos de población de los años de 1990, 2000 y 2010 del INEGI, esto con el fin de lograr un análisis espacial correlacionando los SHAPES de cobertura forestal antes realizada. Los datos de latitud, longitud y altura, el nombre de localidad, número de población y el municipio de pertenencia son los campos que le dan forma a la base de datos que tendrá como fin la interpretación espacial de la RUM respecto a sus localidades.

Una vez obtenidos los datos para cada municipio fue pertinente realizar una primera depuración de aquellas localidades que no contaban esencialmente con los datos para su referencia espacial, dado que sin estas características no es posible visualizarlo en un GIS. Posteriormente aquellas localidades que no tuvieran dato de población (sin contar aquellas con población cero) fueron eliminadas argumentando que no pueden intervenir en un proceso de deforestación. Esto generó, directamente, una incertidumbre en el número de localidades y en la población total de la región sin embargo se intentó realizar la base de datos con una precisión adecuada considerando los insumos disponibles.

Al terminar las bases de datos, a partir de nuestra información tabular se pudo geoespacializar en el software ArcGis, convirtiendo nuestra información a formato SHAPE, en este caso de puntos,

para cada uno de nuestros municipios y cada uno de los años mencionados teniendo como resultado lo siguiente:

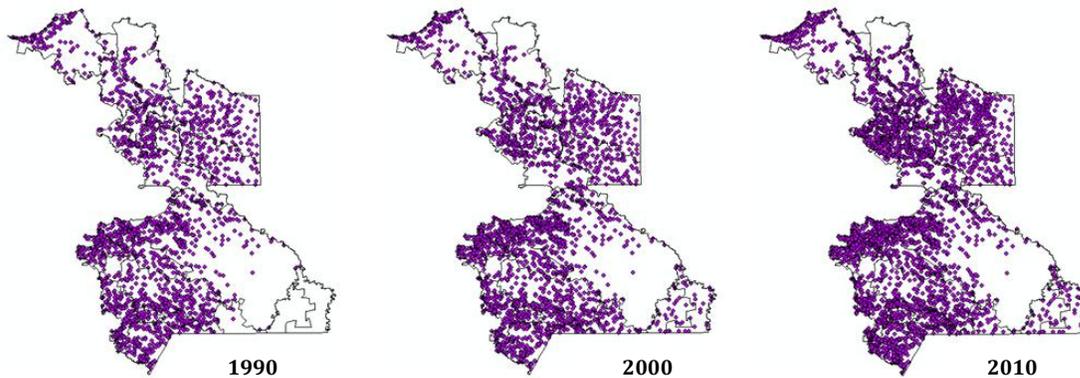


Imagen 15. SHAPE de puntos de localidades a partir de censos de población del INEGI.

En la imagen se muestra el cambio paulatino que experimenta la zona a lo largo de las tres series. Tanto las localidades como la población han crecido en los últimos 20 años. A simple vista se observa que en algunos lugares la población se concentra más que en otros, lo que nos hace pensar que estas zonas puedan tener un grado mayor de deforestación, sin embargo hay otros factores a considerar. Sabemos a partir de la literatura antes descrita que una de las causas de pérdida en la cobertura forestal fue el cambio en el uso de suelo, sin embargo es importante analizar también otros problemas sociales que se ha tenido a través del tiempo. El contraste más directo se observa en los municipios de Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas, municipios que lograron su independencia a finales de los años 90 y que en este caso es necesario indagar en el factor económico y social dado que dichos municipios se ven densamente poblados en los censos del 2000 y 2010. La expansión de tierra agrícola y pastizales es el factor principal del cambio de uso de suelo en estos municipios.

Para un manejo práctico de toda la región se decidió unir los datos de población de cada municipio en conjunto, con el único fin de generar tres SHAPES para cada censo. Esto se realizó con la herramienta MERGE, con la cual se unifican todos los datos en una tabla única. La condición de la herramienta MERGE es que la información de la base de datos sea homogénea, esto quiere decir

que se encuentren en el mismo orden cada uno de los encabezados, ya que sin esto genera discrepancias en la tabla de atributos.

Como resultado, se obtuvo un cuadro en donde se plasma el número total de localidades por año, la población total y el promedio de población por localidad. Hay que tener en cuenta también además del crecimiento poblacional, la dispersión de las comunidades, qué tanto se concentra en alguna zona en particular. En la región en general obtuvimos los siguientes resultados.

RUM	1990	2000	2010
Número de localidades	2 174	2 898	4 559
Población Total	610 857	812 119	994 111
PROMEDIO	280	280	218

Tabla 8. Cifras de localidades y población para la RUM.

Para determinar qué zonas en la región son más densas y cuentan con mayor concentración de localidades en un solo sitio, es necesario determinar un radio mínimo de búsqueda que conjunte las localidades más cercanas unas de otras. Se utilizó el método Near Analysis en ArcGis para obtener la distancia mínima entre localidades de cada una de las series que nos muestra que tan alejadas están unas de otras dentro de un radio de búsqueda, este método genera un campo en donde se puede visualizar la tabla de estadísticas que nos proporciona el promedio entre distancias y una distancia máxima el cual nos sirve como variable para realizar nuestro método de densidad (Imagen 16).

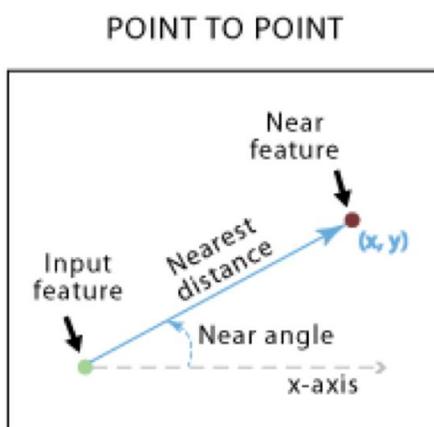


Imagen 16. Diagrama Near analysis.

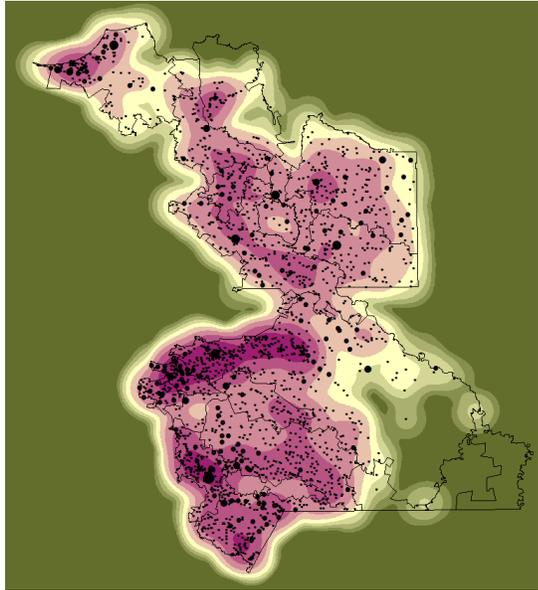
Posteriormente se realizó otro proceso para determinar espacialmente la densidad de las localidades en la RUM, se utilizó el método Kernel el cual calcula una magnitud por unidad de área que es asignado por un radio de búsqueda, al momento en que se realiza el proceso, el método de Kernel considera los valores que caen dentro de este radio de búsqueda (en este caso le asignamos la distancia máxima obtenida a partir del método *Near analysis* explicada anteriormente) y calcula su densidad. Si los puntos caen fuera del rango de búsqueda el método Kernel los interpreta como NODATA. Los valores más alejados representarán su densidad en un RASTER de una forma más suave y los valores más pequeños (en este caso las distancias más cortas) producirán un RASTER que mostrará más detalle (Ver Mapas 1,2 y3).

En el Mapa 1 se muestra el RASTER que generó el método Kernel para el año 1990, en el mapa 2 para el año 2000 y finalmente el mapa 3 para el año 2010. Se observa espacialmente la distribución de localidades en la zona y el cambio de comportamiento que se ha tenido respecto al tiempo. El método de Kernel realizó una búsqueda del campo seleccionado con un radio determinado que en este caso fue la distancia máxima entre dos puntos más cercanos que se obtuvo mediante la herramienta *Near analysis* y que fue de 16 862.9 para las tres series. El tamaño de pixel asignado fue de 250.

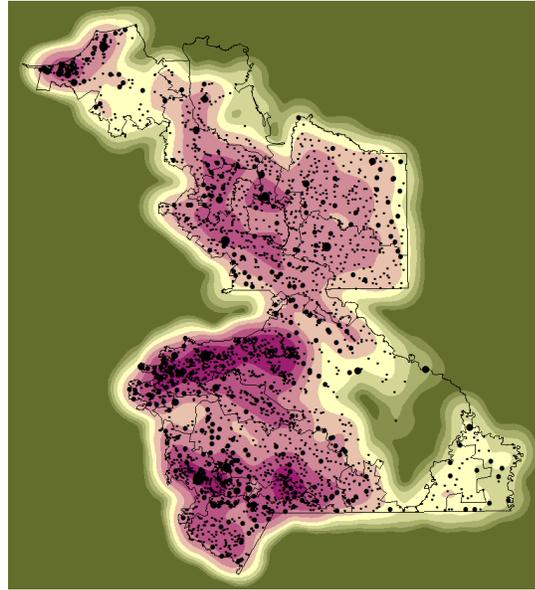
Se observa a simple vista que la región que abarca los municipios de Oxchuc, La zona noreste de Ocosingo, la zona norte de Palenque y la zona sur Catazaja son las zonas que presentan más densidad con respecto al número de localidades conforme al tiempo. Por otra parte la zona noroeste de Ocosingo, la zona sur de Palenque y Centla muestran una distribución más homogénea por lo que el número de localidades es menos denso. En el caso específico de los municipios Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas donde no se cuantificaban localidades para la Serie II se aprecia claramente el aumento de densidad de localidades para las otras dos series, esto debido a la división del Municipio de Ocosingo y al aumento de la población procedente de municipios aledaños y principalmente de la frontera con Guatemala.

Para corroborar el resultado obtenido por el método de Kernel se superpusieron los SHAPES de localidades los cuales contienen los censos de población obtenidos de INEGI mencionados anteriormente. Para fines prácticos en la tabla de atributos se utilizó el campo de población para ponderar el número de habitantes por localidad en vez de tomar el total de localidades, esto para

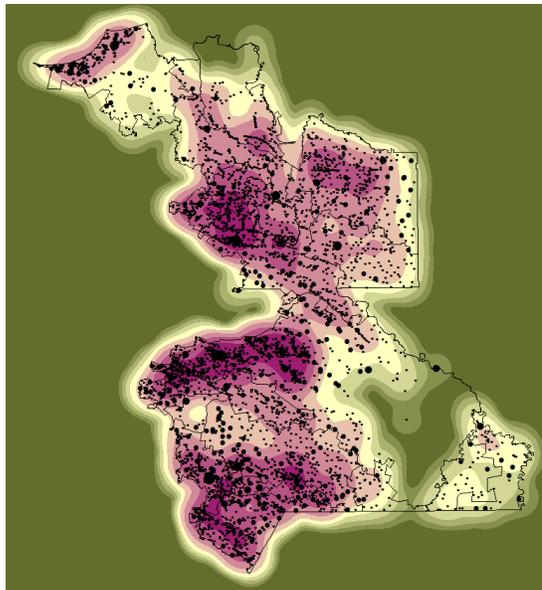
visualizar además de la distribución y densidad de localidades, la concentración y peso de habitantes por localidad (Ver Imagen 17.)



a) 90



b) 00



c) 10

Imagen 17. Método de Kernel con las localidades para los años a)1990, b)2000 y c)2010.

En la imagen se comprueba que el método de kernel para medir la densidad por unidad de área es válido, las localidades con más habitantes se encuentran a su vez más concentradas en muchas de

las regiones más densas. De acuerdo a la imagen se puede hacer una idea de las zonas más susceptibles a ser deforestadas y/o que sufren un estado de degradación en zonas con distribución de localidades homogéneo y gran concentración de población.

La afectación de los bosques y selvas en los últimos 20 años en la RUM es muy variada dependiendo la región que se tome, en este caso el municipio que sea seleccionado para análisis tendrá características similares o contrastantes entre otros dependiendo de su ubicación geográfica, sin embargo para entender más el proceso que interactúa entre Población-Bosque es conveniente involucrarse en diferentes iniciativas que enfatizan como prioridad la conservación de bosques y selvas, dado que el análisis realizado sustentará la parte social justificando el impacto que ésta tiene en los bosques y responde a cómo hacer del bosque un recurso sostenible. Con los mecanismos que propone la iniciativa REDD + puede facilitarse entender la discrepancia que existe en el problema de las comunidades con su interacción en los bosques, en nuestro caso de la RUM.

### **3.3 REDD Y SUS COMUNIDADES**

Desde hace más de una década, México ha reconocido activamente la importancia de conservar, manejar y restaurar los ecosistemas forestales y con ello los invaluable servicios ambientales que ofrecen. Ha desarrollado políticas públicas específicas para promover que las comunidades que los habitan obtengan mejores oportunidades de bienestar a través de su manejo sustentable. Hoy en día, estos esfuerzos toman una mayor relevancia particularmente frente a los retos que nos impone el fenómeno del cambio climático (CONAFOR, 2011).

Reducir las emisiones de carbono asociadas a la deforestación y degradación de los bosques y selvas, y consolidar el papel del manejo forestal sustentable, la conservación y el mejoramiento de los acervos de carbono son los objetivos de la iniciativa REDD+ a los que responderá la Estrategia. Dicha iniciativa representa tanto una contribución significativa a la mitigación como una oportunidad para mejorar la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales de los ecosistemas, un medio para mejorar la calidad de vida de la población rural y una contribución a los esfuerzos de adaptación. REDD+ posibilita la restauración de sitios deteriorados y el estímulo al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Esto, mediante un impulso al manejo activo de los bosques centrado en el Desarrollo Rural Sustentable con la participación

comprometida de los múltiples actores sociales y de las instituciones públicas que intervienen en el desarrollo del territorio.

REDD tiene el potencial de generar importantes beneficios además de reducir las emisiones de GEI. Dichos beneficios incluyen impactos positivos en la biodiversidad y el desarrollo sostenible, incluidos la reducción de la pobreza y el fortalecimiento de los derechos de las poblaciones indígenas. Por lo tanto, si se diseña en forma adecuada, REDD puede aportar un beneficio triple: ganancias para el clima, la biodiversidad y el desarrollo sostenible (Erik Solheim 2008).

Reconociendo la importancia de los factores de deforestación que están más allá del sector forestal y la gran diversidad de situaciones que se presentan en el país, una de las respuestas más importantes es orientar la forma en que se atienden y manejan los ecosistemas forestales: un enfoque basado en la conceptualización del territorio como un paisaje integrado. Esto significa que la implementación de REDD+ en México no se traducirá en un programa, sino más bien como un planteamiento que orientará políticas, programas y proyectos de todos los sectores gubernamentales y económicos que inciden en el territorio. Se buscarán reducir los incentivos a la deforestación y la degradación, así como aumentar las remociones. Estos incentivos se orientarán al manejo forestal sustentable, a la valorización de los servicios ambientales de los bosques y a reducir las presiones provenientes de otras actividades sobre los bosques, promoviendo la mejora en la calidad de vida de los dueños y usuarios de los ecosistemas forestales y la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas forestales naturales, todo bajo la perspectiva del Desarrollo Rural Sustentable.

En esta tarea, México tiene ventajas al contar con antecedentes institucionales y de aprovechamiento sustentable de los bosques y selvas; incluyendo un notable acervo cultural y de conocimiento sobre los bosques. El país cuenta con una amplia experiencia acumulada en cuanto al manejo comunitario de ecosistemas forestales y con instituciones con experiencia en la promoción de una política forestal que incentiva las actividades productivas y el manejo forestal sustentable. La creación de las comisiones intersecretariales de cambio climático y de desarrollo rural sustentable, así como los acuerdos de trabajo coordinados entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), dan cuenta de los esfuerzos de coordinación multisectorial. Las iniciativas al interior de la CONAFOR y la SAGARPA para evaluar, revisar y ajustar su funcionamiento interno, así como las que han

buscado fortalecer su quehacer mediante alianzas con una diversidad de instituciones académicas, de grupos sociales y con otras instancias de gobierno, representan también una ventaja importante.

Una parte significativa de la población que habita en el medio rural y depende de los ecosistemas forestales son comunidades con altos índices de pobreza y marginalidad; sin embargo, muchas de ellas, son comunidades que han alcanzado una gran experiencia en el manejo activo de sus bosques y a las que les asiste el derecho de contar con mejores oportunidades de desarrollo y calidad de vida. La legislación mexicana<sup>25</sup> establece que la propiedad de los recursos forestales comprendidos dentro del territorio nacional corresponde a los ejidos, las comunidades, pueblos y comunidades indígenas; además de las tierras que correspondan a pequeños propietarios privados y las tierras de la federación, los estados y municipios.

Los bosques mexicanos presentan en general, aunque en diferente grado, problemas de deforestación y degradación como consecuencia de la actividad humana y los desastres naturales. Usando la definición de bosques propuesta por México ante la FAO, las tasas de deforestación han disminuido en la última década a una tasa promedio del 0.24% para todos los tipos de bosques entre los años 2005 y 2010, lo cual representa una pérdida de alrededor de 155,000 hectáreas por año. Sin embargo, esta disminución en la tasa no representa adecuadamente la heterogeneidad en la que se presenta el fenómeno a nivel regional, ya que existen zonas del país que presentan tasas significativamente más altas.

Existe cierto conocimiento respecto a las causas de deterioro de los bosques y se reconoce que están asociadas con problemas estructurales diversos, mismos que varían entre una y otra región del país. Los cambios de uso del suelo forestal han ocurrido en favor de usos agropecuarios, desarrollos turísticos y posteriormente hacia usos urbanos e industriales con una mayor rentabilidad, favorecidos en muchos casos, por deficiencias en las medidas de control y en la coordinación poco efectiva o ausente entre sectores que inciden en un mismo territorio.

Estos cambios de uso de suelo son propiciados por los sesgos del modelo de desarrollo vigente y las formas de crecimiento insustentable, que favorecen formas de producción y consumo proclives a la pérdida de cobertura vegetal. Por un lado, los productos forestales nacionales compiten en desventaja en los mercados por los altos costos de transacción y baja productividad, resultado del prolongado debilitamiento de la política pública hacia el sector productivo forestal y la muy

limitada inversión en el sector. Por otro lado, la oferta de subsidios gubernamentales para el desarrollo de actividades pecuarias, frutícolas o agro-energéticas, que en ocasiones resultan más atractivos que los subsidios forestales, favorecen, junto a la falta de opciones de desarrollo inmediatas basadas en lo compatible con la conservación de los bosques, la conversión productiva hacia usos no forestales. Finalmente, las dificultades que aún persisten en algunos sitios del país relacionadas con los derechos de propiedad, propician conflictos de límites, divisiones internas, parcelaciones ilegales, entre otros, que obligan a un análisis y soluciones cuidadosas entre instituciones e involucrados.

El sector ambiental del gobierno federal busca nuevos esquemas de colaboración y diálogo con la sociedad, donde las organizaciones de la sociedad civil y representantes de productores y dueños de la tierra, tienen también un lugar fundamental, así lo demuestra la experiencia del Comité Técnico Consultivo de Pago por Servicios Ambientales (CTC-PSA) y la del Comité Técnico Consultivo REDD+ (CTC-REDD+).

El Desarrollo Rural Sustentable (DRS) constituye la mejor forma de concretar REDD+ en México, considerando que sólo en una perspectiva de integralidad será posible remover las presiones a la deforestación y la degradación forestal, así como promover el manejo y conservación de los bosques, y la mejoría en la calidad de vida de las comunidades que los habitan.

Bajo esta perspectiva, esta propuesta reconoce que los procesos de deforestación y degradación de los bosques tienen orígenes internos y también más allá de las fronteras de los ecosistemas forestales, lo que implica el ajuste y armonización del conjunto de actividades y políticas públicas que se desarrollan en el territorio y que competen a las actividades de todos los sectores y la vida social en general.

El sector agrícola y de bosques en México tiene gran importancia debido a que ahí se concentra una parte importante de población rural que además de ser poseedora del bosque, desarrolla gran diversidad de actividades económicas. En los territorios donde habitan gran cantidad de indígenas, se encuentran los principales centros de conservación de la biodiversidad y aproximadamente el 23% del agua captada a nivel nacional (Boege, 2008).

En el 2007 en México la superficie de los ecosistemas forestales (bosques templados y selvas) presentó una pérdida importante con 65.3 millones de hectáreas cuando en el año 1993 se tenían 69.2 millones de hectáreas. En las últimas décadas la cobertura forestal se ha reducido

notablemente, sin embargo la tasa de pérdida ha ido desacelerándose (CONAFOR, 2010). A pesar de contar con bases en la metodología de la estimación de cambio de usos de suelo, se reconoce la necesidad de avanzar en la cuantificación y valoración cualitativa que aumenten la precisión de las estimaciones. Para ello se trabaja con instituciones como INEGI, INE, CONAFOR, CONABIO y otros centros académicos.

A pesar de que en México se ha avanzado en la consolidación y diseño de instrumentos jurídicos y de políticas públicas en material forestal, es necesario hacer una mejora para intensificar la aplicación de dichos instrumentos, así como lograr una adecuada alineación con la estrategia REDD+ que se desarrolle y si así se requiere, perfeccionarlos o desarrollar nuevos.

La estrategia REDD+ debe de ser distinta para los tres diferentes problemas de los bosques - deforestación, degradación y regeneración natural- ya que son distintos en cuanto a las prioridades geográficas, a las entidades de gobierno que deben de estar involucrados y a las comunidades. En algunos municipios las tasas se están reduciendo, en la mayoría de los casos éstas comunidades tienen poco capital social forestal.

Se necesita una perspectiva donde la SAGARPA y los gobiernos municipales tengan un papel importante, México carece de estrategia para enfrentar la deforestación. Para la deforestación, los instrumentos aplicados han sido débiles, así como la parte regulatoria. Estudios del INE muestran que su impacto es bajo ya que los pagos a servicios ambientales se dan donde hay poca deforestación y no se atiende a las zonas de mayor problema. Cualquier estrategia REDD en México tiene que basarse en algún sistema activo, no se trata de pagar por conservar sino pagar para que activamente se conserve, maneje y regenere. El capital social, capacidades de participación y motivación pueden mantener estos procesos a largo plazo.

REDD consta de un proceso participativo a largo plazo, fundamentándose en políticas históricas del gobierno con la participación de la sociedad. A nivel internacional se plantean etapas. Ésta visión debe de incluir los pasos y tiempos de acuerdo con las metas sin adicionar otro tipo de objetivos. Los lineamientos de la estrategia REDD consideran la declaración de principios, diagnóstico, identificación de fallas, arreglos institucionales, participación de la sociedad y un sistema de verificación. REDD no puede aislarse de la política económica, social y ambiental del país, la primera política a la que debe de alinearse REDD es a la definición de principios forestales.

México tiene un problema de deforestación fuerte, se requiere para detener esto, una estrategia nacional para detener la deforestación más allá de REDD. Lo primero que se debe de hacer para actuar con dicho problema es establecer, acordar y definir cifras de deforestación. Mientras no haya un acuerdo con elementos básicos no habrá un planteamiento de arreglos institucionales. En cuanto al monitoreo también se debe de determinar el sistema más adecuado de acuerdo a las necesidades. Sin embargo, el país aún no define conceptos básicos forestales y está priorizando otros aspectos como la medición de stocks de carbono y los incentivos a los propietarios; esto no es funcional ya que el monitoreo de CO<sub>2</sub> se realizará sin una línea base a seguir por lo que puede dar como resultado una incertidumbre relativamente grande con los mecanismos de monitoreo.

REDD+ retoma lo que ya se ha hecho, aprovecha experiencias positivas y las intenta realizar, fortalecer y mejorarlas. Debe de generarse como un mecanismo factible y sencillo que pueda plantearse de manera progresiva y que habilite zonas en función al interés y necesidades de las regiones. Sin embargo, uno de los problemas de REDD es que aun no se definen internacionalmente algunos de sus elementos. Para México, si la implementación de un plan de monitoreo es más caro que los incentivos, no será viable.

Es necesario pensar y buscar mecanismos de financiamiento para compensar los costos, el gobierno puede dedicarse a la regulación en el acceso al bosque con leyes, normas, políticas, etc., y planificar el uso del territorio. La conservación tiene muchos costos administrativos y es importante analizar quien es el que tiene derecho o el beneficio de cortar el bosque (el gobierno que da concesiones, alguna comunidad o empresas), sin embargo el dueño de la tierra es el que tiene mayor beneficio. En el caso de México los derechos de la tierra están definidos, las cuestiones de participación y consulta están más o menos solucionadas sin embargo hay un problema obvio respecto a los derechos de propiedad y en los conflictos de linderos.

Es importante también la protección de los derechos de las comunidades a sus tierras y a los recursos, en México se divisa a las comunidades indígenas como al área común de los núcleos ejidales. La razón por la que se le da tanta importancia es el hecho de que la elevada proporción de bosques y selvas se encuentran supuestamente en protección, además es importante destacar la importancia histórica que tiene la propiedad del suelo entre ejidos y comunidades indígenas. Cabe destacar que REDD+ no pondrá en riesgo los derechos de propiedad de ejidos y comunidades. El gobierno debe de fortalecer estructuras para tener una plataforma fuerte de ejecución y así poder apoyar el fortalecimiento del capital social de las comunidades con el fin de

lograr detonar una economía rural y lograr así la no deforestación permanentemente y no solo a corto plazo. Es necesario que el gobierno invierta en los ejidos y estructure mejor el uso de fondos públicos.

Gran parte de los recursos están en manos de las comunidades. Internacionalmente se ha reconocido el esfuerzo de conservación de los ejidos y se ha avanzado en áreas como la certificación para la conservación voluntaria, en el campo si no se involucra al componente social, la estrategia no saldrá adelante. En cuanto al cambio de uso de suelo, se deben de tomar en cuenta los planes de ordenamientos territoriales con el fin de realizar políticas públicas dirigidas a evitar cambios en el uso de suelo. Aquí tienen que intervenir SEDESOL y SEMARNAT para avanzar en los ordenamientos tanto territoriales como ecológicos.

Algunos programas que podrían trabajar para solucionar el problema, no pueden entrar debido a los conflictos entre comunidades que no lo permiten. Es necesaria una política que permita ajustar o resolver los conflictos o que permita trabajar en comunidades con problemas. Estos sitios son justamente los lugares que necesitan más ayuda. Algunos estudios muestran que aproximadamente el 30% de las comunidades que podrían estar sujetas a programas, tienen algún tipo de conflicto. No se puede priorizar debido a la falta de datos o de información de donde existe la degradación.

Para una convergencia de políticas ambientales, agropecuarias y sociales que facilite la aplicación de REDD en una orientación para el control del cambio de uso de suelo, se puede considerar programas especiales por regiones prioritarias de conservación, aprovechamiento sustentable y en su caso restauración y otros ejes según las características regionales. Los territorios elegibles, desde la perspectiva de REDD, serían aquellos que siguen teniendo coberturas vegetales que califiquen y tendencias de deforestación y/o degradación, con poblaciones objetivo que siendo propietarias o poseedoras de los recursos forestales se encuentren manejándolos o aprovechándolos. La institucionalidad regional para la gestión podrían promoverse a través de agencias de desarrollo local o agencias técnicas, para lo cual ya se han probado modelos de acuerdos adaptables a REDD (CONAFOR, 2010).

Es necesario identificar prioridades. Mientras se quiere ayudar a los pobres y reducir problemas ambientales, hay ausencia de gobernanza, de subsidios y presencia de pobreza y problemas

ambientales grandes. Un error que está cometiendo México se relaciona con el asunto de que se está metiendo en el mismo objetivo la deforestación, degradación y regeneración. INEGI no reporta vegetación deteriorada, solo presenta datos de vegetación primaria y secundaria, desconociéndose el grado de deterioro. Hay que trabajar con imágenes de satélite para saber si las áreas pueden regenerarse. REDD incluye deterioro ya que se necesita identificar las áreas deforestadas y regeneradas. Las fronteras entre bosques y comunidades rurales son áreas deterioradas que se traducen en talas “hormiga”.

El 80% de bosque es comunitario y de los pueblos indígenas, mucho ya está en las ANPs lo cual se considera crítico, ya que ni se encuentra protegido ni da beneficio para las comunidades. Muchas tierras forestales están en tierras indígenas y México ha sido cuestionado por eso. El actor principal sigue siendo el gobierno, los actores nacionales en general no saben que los bosques en México pertenecen a las comunidades y que hay un manejo exitoso con muchas de estas comunidades. En este caso REDD puede ayudar a disminuir las emisiones de deforestación y degradación, la pobreza, fortalecer la economía nacional y el nivel de ingobernabilidad en algunas regiones.

Se deben mencionar los costos relacionados a implementar REDD para saber si es redituable este proceso. Los costos dependen del objetivo final, si el objetivo es restaurar para tener más bosques no alcanzará el dinero. También es importante fijar en donde queremos estar en el 2030, se necesita hacer un proceso de consulta interna y posteriormente una consulta externa. Hay que ser realistas en lo que se fija para ver si sería posible el financiamiento. Conafor dice que para el 2025 se va a reducir en un porcentaje alto la tasa de deforestación. Para lograr estos objetivos de deforestación cero hay que considerar además del factor climático, la biodiversidad o impacto social como primer paso, hay que medir cada cosa y analizar región por región a través de cartas de usos de suelo, teledetección, sistemas de verificación, etc.

El INE (Instituto Nacional de Ecología) cuenta con un mapa de riesgo de deforestación y esto ayudaría mucho para comparar las cartas del INEGI y ver la congruencia de datos. Una vez localizados los focos rojos de deforestación y de deterioro hay que detectar interlocutores locales en éstas áreas para proponer las medidas a tomar.

El gobierno será el operador nacional de REDD. En esto la Semarnat es un actor clave en la toma de decisiones para mantener el tema ambiental como prioridad. Hay más grupos que deberían de

intervenir como el sector académico para acordar cómo medir la deforestación. Por otro lado, el gobierno junto con la iniciativa privada y los dueños de los bosques, deben generar una estrategia para hacer sustentable el uso del bosque y que sea rentable desde el punto de vista económico.

Los programas tendrán diferentes alcances dependiendo de la región, hay que hacer un reconocimiento de los territorios, y una diferenciación con base en realidades y condiciones. Hay variedad de pensamientos en el manejo de los recursos, por un lado hay comunidades muy desarrolladas en el manejo forestal comunitario como en la zona norte de Oaxaca en donde hay pocos incendios al contrario de la zona Mixe donde hay una zona de alta degradación que se debe de atender y zonas con alta biodiversidad con poca presencia como en Chimalapas y con cambios de uso de suelo por programas de Sagarpa. Se debe de buscar alternativas con prácticas tradicionales y dar incentivos con corresponsabilidad sin llegar a convertirse en subsidios. Por eso es importante realizar un mapa con zonas prioritarias, si no se aporta esta información, no se puede elegir bien dónde poner el esfuerzo para trabajar de manera integral.

La seguridad en la tenencia de la tierra que ofrece México, la hace atractiva para los inversionistas porque disminuye los riesgos, sin embargo la propiedad comunal significa que todo esfuerzo o acción para reducir la deforestación debe tomar en cuenta los intereses y capacidades de la población local, así como del sistema organizacional o entidad en quien los derechos de propiedad de alguna manera están depositados. Siendo honestos debemos decir que México tiene una relativamente mediana y bien establecida capacidad institucional, pero quizás no lo suficiente para lograr los objetivos de REDD.

“Fondo Monarca” es un ejemplo de lo que pudiera ser REDD, ya que sí se ha reducido la deforestación, hay monitoreo y verificación en campo y sí se reduce la tala. Es un esquema que se ha armado con los gobiernos federal y estatal; Probosque está haciendo aportaciones financieras a Monarca. Hay concurrencia de fondos, con esquema de colaboración estatal y federal e involucra a los ejidos y comunidades indígenas, esto se ha hecho en 10 años. El proceso de integración ha sido paulatino, pero hay resultados. En esta experiencia falta ampliar esto hacia zona de amortiguamiento y embonar con otras políticas. Si hubiera recursos habrá que replicar la experiencia en otras áreas más grandes, sí se puede y sí funciona. Esto se logró con la participación inicial de dos ONG's como detonadoras y cuidan el proceso.

Un requisito es que todas las experiencias consideren las necesidades e intereses de todas estas comunidades. Que no minen o violen sus derechos de acceso y uso y que el dinero que se genere les llegue a ellos y no a terceros (intermediarios, gobierno, etc). Para los bosques de México, los pagos por no tocar no son adecuados. Porque los pagos no están basados en el valor real de los servicios ambientales, sino en función del presupuesto que se tiene, y no cubre lo que los dueños necesitan.

A corto plazo hace falta un diagnóstico actualizado sobre procesos de deforestación, que permita fortalecimiento de capacidades. Entendemos bien cuánta deforestación hay y dónde está, pero entendemos poco de los procesos que están atrás. En el caso de degradación es al revés además de que no hay información necesaria sobre éste proceso y no es tan fácil el monitoreo. A parte del sin número de definiciones de bosque y degradación existentes hay otros elementos complejos en las negociaciones alrededor de REDD+. Tales como; la escala, el alcance, las fuentes de financiamiento, el establecimiento de la línea base, la distribución de beneficios y el sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV). Por esto surge la necesidad de contar con procedimientos sistemáticos y robustos que permitan evaluar el impacto de distintas opciones de uso de la tierra sobre las emisiones de GEI en general, y particularmente carbono (Foody 2003, Asner 2011).

# CAPÍTULO 4

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL

### 4.1 PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA PROPUESTA

Para continuar construyendo una aproximación al modelo de la reinterpretación de la Teoría de la Transición Forestal propuesto por Chomitz (2007) tenemos que considerar además de las tasas de deforestación, otros factores importantes como el crecimiento poblacional y la distribución de las localidades, entre otras cosas que nos ayudará a generarlo. Para representar de manera espacial estos elementos con su interacción en la dinámica forestal fue necesario realizar un análisis en la densidad de localidades y su dispersión en el área de estudio (Ver capítulo 3), así como el total de su población por localidad para hacer un análisis conjunto relacionando bosque/localidad.

En términos espaciales, es necesario hacer procesos que nos permitan trabajar con dos o más RASTERS para llegar a un SHAPE final con la combinación de información de los anteriores. Para esto, primero es necesario hablar del Álgebra de mapas en ArcGis, del análisis de puntos, polígonos y mapas.

#### 4.1.1 ÁLGEBRA DE MAPAS

Para trabajar con información espacial mediante diferentes estructuras de datos y obtener nueva información, se dispone de un conjunto de herramientas de cálculo a partir de matrices de datos llamada Algebra de Mapas. Este incluye un conjunto de operadores y funciones que se ejecutan sobre una o varias capas de entrada para obtener una nueva capa de salida.

Si sobreponemos una capa sobre otra, se considerará que las celdas de una capa tendrán la misma posición que la capa superpuesta. Esto genera un conjunto de valores temáticos sobre los cuales se puede realizar una serie de operaciones. Las expresiones algebraicas deseadas para las variables temáticas de las capas de entrada, se calculan para cada una de sus celdas (imagen 18).

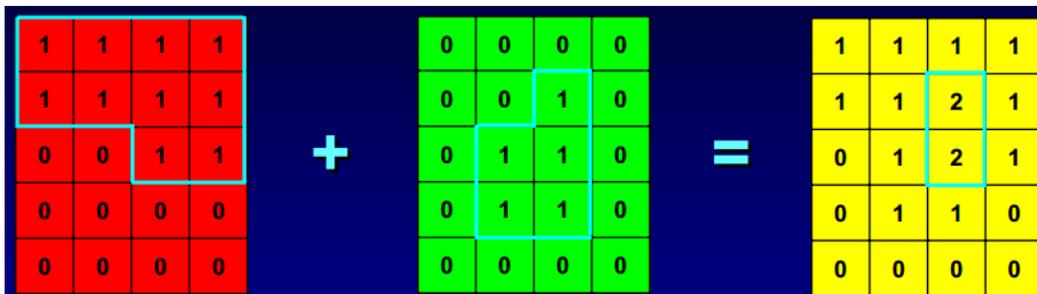


Imagen 18. Ejemplo del proceso de Álgebra de mapas.

Hay tres tipos de operadores en el Álgebra de mapas; los operadores aritméticos los cuales tienen su origen en cálculos numéricos, los operadores Booleanos que tienen su origen en cálculos lógicos, y los operadores relacionales con origen en las relaciones condicionales. Además hay otras herramientas que permiten la extracción por atributos, en donde se extrae o selecciona un conjunto de celdas de una capa de entrada que cumplan con cierto tipo de características, las celdas que cumplan con lo requerido tendrán sus valores originales en la capa de salida, mientras que las que no lo cumplan serán asignadas como NODATA (Carvacho, Luis. 2010).

#### **4.1.2 ANÁLISIS ESPACIAL DE MAPAS DE POLÍGONOS**

El análisis de un mapa que contenga polígonos plantea la definición y medida cuantitativa de una serie de conceptos como son los siguientes: la forma de cada polígono individual, el grado de contigüidad y de interconexión del conjunto de los polígonos existentes y el nivel de autocorrección espacial de las variables medidas en ellos (Unwin, 1981). La forma de un objeto geográfico y poligonal se define como la relación constante de la posición y distancia de los puntos de su perímetro. Existen numerosos índices de forma que intentan dar una medida cuantitativa y precisa de este concepto sin embargo ninguno tiene todas las propiedades que se pueda exigir desde un punto de vista riguroso como las siguientes: reversibilidad que es la capacidad de reconstruir de manera completa la forma, la generalidad (que sea útil para todo tipo de formas) y la flexibilidad (Bosques, Sendra. 1997).

#### **4.1.3 ANÁLISIS ESPACIAL DE MAPAS DE PUNTOS**

El análisis simultáneo de una característica temática y de la componente espacial de los objetos geográficos forma el núcleo esencial del Análisis espacial. En él tienen un papel esencial una variedad de métodos estadísticos adaptados al estudio de los datos espaciales. Es común utilizar técnicas diferentes en función del tipo de objetos espaciales analizados: puntos líneas y polígonos.

Un mapa de puntos es una representación cartográfica de una parte de la realidad en la cual se hace uso de un elemento puntual para indicar la presencia de algún hecho, en su localización precisa. De acuerdo con la escala de medida empleada (nominal, ordinal cuantitativa.) en la variable temática, el elemento puntual representado tendrá diferentes características.

Escala nominal binaria. El punto será siempre del mismo tamaño, forma y color. Por lo tanto, sólo indicas la presencia/ausencia de un hecho en esa localización.

Escala Ordinal. El punto adoptará en este caso distintas formas, tamaños o colores, que muestran el orden de magnitud, que el hecho representado alcanza en ese lugar. Por lo tanto, la información de la que se dispone en estos mapas es doble: por un lado, la presencia/ausencia del hecho estudiado en una localización y, por otro, el orden de magnitud que en cada lugar alcanza la variable representada (Bosques, Sendra. 1997).

Escala cuantitativa. Finalmente, en este caso, el punto podrá adoptar distintos tamaños, formas o colores que indiquen el valor cuantitativo que en cada localización alcanza el hecho cartográfico (en relación a una leyenda adjunta al mapa). Como en el caso anterior, la información que proporciona este tipo de mapas es doble. Además de la localización del hecho también se conoce el valor numérico concreto que adopta la variable en cada lugar.

#### 4.2 DISEÑO DE LA MATRIZ DE TRANSICIÓN

Para poder ubicar en donde se encuentra la RUM a nivel municipio dentro de la transición forestal, se decidió realizar una matriz de transición, la cual nos ayudará a ver los cambios existentes a través del tiempo dentro de la dinámica forestal. Para obtener dicha matriz es necesario auxiliarnos de nuestra clasificación de FAO para así poder comparar el cambio que se presenta para las tres series.

La matriz de transición comprobará sus resultados de la relación del bosque y su interacción con la dinámica forestal con respecto a las localidades y su población en la RUM. Con esto se podrá determinar las zonas en las cuales se presenta una posible transición en los bosques, sin embargo se tiene que tomar en cuenta la reinterpretación sugerida por Chomitz basada en los tres tipos de cambios que experimenta la curva de la transición a lo largo del tiempo; Zonas de Bosque (centro), Zonas de Mosaico y Zonas de Frontera (Ver Imagen 19).

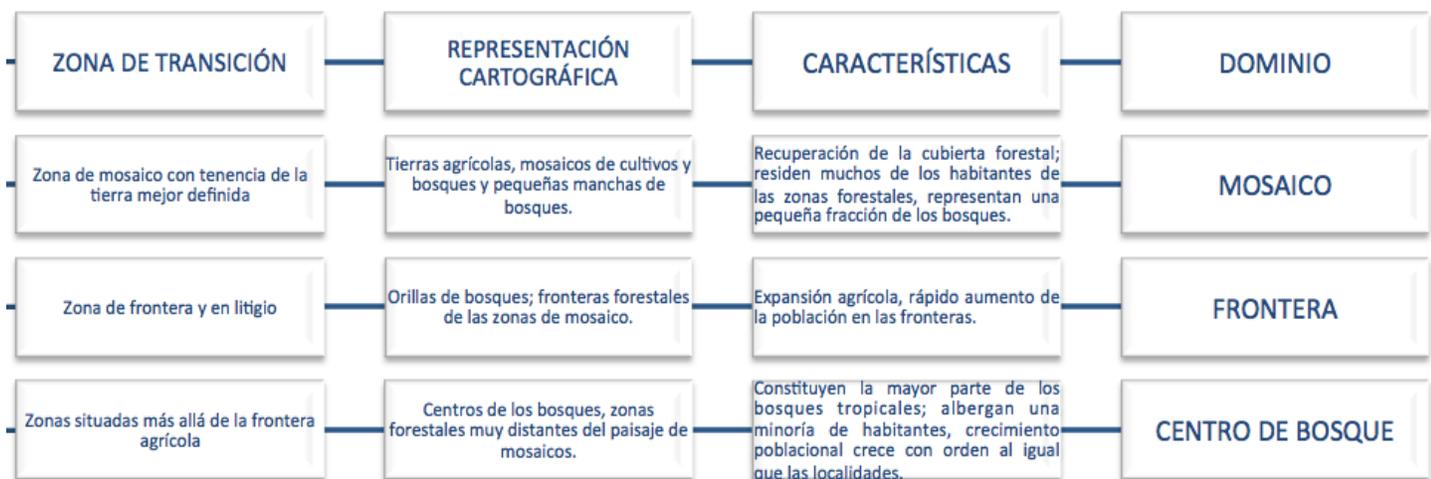




Imagen 19. Diseño de la Matriz de Transición.

Este esquema representa la distribución gráfica de lo que se pretende obtener una vez ponderando población/dinámica forestal. La posición que tomará cada variable de la reinterpretación de Chomitz se basará en la distribución de las localidades y el peso de la población respecto al área correspondiente; la distribución espacial, determinará el proceso para cada variable obtenida. Identificado el comportamiento de la distribución con respecto al tiempo, se generará un análisis espacial que permita visualizar en qué zonas de la RUM existe la presencia de una transición y agruparla e identificarla conforme a las etapas de la reinterpretación de Chomitz (2007).

### **4.3 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA**

El análisis simultáneo de una característica temática y de la componente espacial de los objetos geográficos forma el núcleo esencial del análisis espacial. En él tienen un papel esencial una variedad de métodos estadísticos adaptados al estudio de los datos espaciales. Es común utilizar técnicas diferentes en función del tipo de objetos espaciales analizados: puntos, líneas y polígonos. (Bosques, Sendra. 1997). En este apartado se describen algunos de los procedimientos utilizables en el estudio de los objetos puntuales para así poder elegir el método estadístico más viable para agrupar la información y poder hacer una medida de dispersión adecuada.

#### **4.3.1 ANÁLISIS DEL VECINO MÁS CERCANO**

Es importante conocer de un modo preciso y cuantitativo cómo es la disposición espacial del mapa de puntos estudiado así como comparar la estructura observada con algunas de los tres tipos de disposiciones espaciales de puntos: aleatoria, regular y concentrada (Imagen 19). En la disposición aleatoria cualquier localización del plano tiene la misma probabilidad de recibir uno de los puntos, y, además, la existencia de un punto en una localización no afecta a la instalación de otro en cualquier localización. En la disposición regular por el contrario, los puntos están situados de modo que cubran todas las localizaciones del área de la forma más completa y exhaustiva, esto quiere decir que los puntos se sitúan en los vértices de una malla regular, cuadrangular por ejemplo y que la distancia que los separa tiende a ser siempre la misma. Finalmente la disposición concentrada se define por tener la mayoría o la totalidad de los puntos en unas pocas localizaciones del área, mientras que la mayoría de ellas están vacías (Bosques, Sendra. 1997).

Las disposiciones observadas de los mapas de puntos no suelen corresponderse exactamente a ninguna de éstas y están, por tanto, en situaciones intermedias por especificar. Para ello se usa precisamente el estadístico del vecino más cercano, que es un número que ayuda a caracterizar la disposición observada de los puntos como más próxima a alguna de las tres teorías citadas.

Para el cálculo del vecino más cercano  $R1$  en primer lugar se tiene que obtener la distancia que separa a cada punto de su vecino más próximo generándose así una lista de distancias. Con esto se obtiene la media de todas las distancias observadas ( $Do$ ). El estadístico se establece mediante una comparación de esa distancia media observada respecto a la distancia media que existiría de tener

una disposición aleatoria del mismo número de puntos y repartidos sobre la misma extensión superficial. Esta distancia media teórica ( $Dm$ ) se calcula con la ecuación:

$$Dm = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\frac{n}{A}}}$$

Donde:  $n$  es el número de puntos y  $A$  la extensión superficial del área (medida en las mismas coordenadas que las unidades de los puntos).

El estadístico  $R1$  se obtiene finalmente estableciendo la razón entre las dos distancias calculadas:

$$R1 = \frac{Do}{Dm}$$

Su valor puede oscilar entre 0 y 2.15.  $R1$  valdrá 0 cuando la distancia media observada sea también 0, lo que indicaría una disposición concentrada de los puntos. El estadístico tendrá el valor de 1 en caso de valer las dos distancias (observada y teórica) igual, y por lo tanto la disposición observada será aleatoria. Finalmente si  $R1$  vale 2.15, la disposición observada será regular (Imagen 20).



Imagen 20. Tipos de disposiciones espaciales de puntos.

#### 4.3.2 MEDIDAS DE DISPERSIÓN EN UN ÁREA :EL TEST DE LA $Ji^2$

El análisis de la disposición espacial de un mapa de puntos se puede realizar mediante otro procedimiento diferente al análisis del vecino más cercano. En este caso no interviene el cálculo de distancia entre puntos, sino que se basa en el recuento de los puntos existentes dentro de los cuadrados de una rejilla regular superpuesta al mapa. El recuento de los puntos que hay en cada cuadrícula de la rejilla proporciona una distribución de frecuencias de cuadrados con distinto

número de puntos. Mediante la comparación de esta distribución de frecuencias observada con las deducidas formulaciones teóricas (distribución espacial regular, aleatoria o concentrada) se decide si el mapa de puntos estudiado presenta una u otra estructura espacial (Bosques, Sendra. 1997).

Esta medida de dispersión da la posibilidad de analizar con más facilidad mapas con grandes cantidades de puntos, sin tener que calcular una enorme cantidad de distancias, en este caso no se parte de un estadístico simple (como en índice del vecino más cercano) que establece cómo es la dispersión de un mapa de puntos, ahora se dispone de la distribución de frecuencias que debe de ser comparada con las distribuciones de frecuencias teóricas.

Para lograr el análisis se establece una rejilla de referencia, sobre ella se efectúa el recuento de los puntos de cada cuadrícula de ésta. Se sitúa sobre el mapa una malla de cuadrados que lo cubra por completo, las celdas de la rejilla tendrá un tamaño fijo arbitrariamente establecido. Se debe de tener en cuenta que el tamaño de la malla y su posición pueden afectar el resultado final. Posteriormente se contabiliza el número de puntos situados dentro de cada cuadrado de la malla. Para la obtención de la distribución de frecuencias observada, se elabora una distribución de frecuencias de los cuadrados de la malla en función del número de puntos situados en cada uno de ellos.

Finalmente se realiza el cálculo de la distribución de frecuencia teórica, aquí se trata ahora de compararla con las distribuciones de frecuencia generadas por un proceso teórico de asignación de puntos sobre el plano. Se suele usar dos procesos teóricos diferentes; el proceso uniforme que genera una distribución de los puntos uniforme o regular, es decir, que existe, aproximadamente el mismo número de puntos sobre cada cuadrado de la rejilla ( $nk$ ) y se calcula de la siguiente manera:

$$nk = \frac{n}{k}$$

Donde  $nk$  es el número de puntos en cada rejilla,  $n$  es el número total de puntos y  $k$  es el número de cuadrados de la rejilla.

El segundo proceso se denomina aleatorio o de Poisson, el cual cumple las propiedades de igual probabilidad, -cualquier punto tiene la misma probabilidad de situarse en cualquier localización del plano-, y la propiedad independencia -la posición de un punto en el plano no interfiere con las

probabilidades de que otros se asiente en cualquier otra localización-. Para el cálculo se parte de la probabilidad teórica,  $p(m)$ , expresada en tantos por uno, de que existan cuadrados con  $m$  puntos. Se obtiene esta probabilidad con la expresión:

$$p(m) = \frac{\lambda^m}{m!} \cdot e^{-\lambda}$$

Donde  $\lambda$  es la razón entre el número total de puntos ( $n$ ) y el número total de cuadrados ( $k$ ) de la rejilla. La decisión a adoptar es cuál de los dos procesos se asemeja más al mapa observado. Se establece mediante la comparación de la distribución de frecuencias observada con la distribución de frecuencias calculada para cada proceso.

La comparación anterior se realiza mediante el uso de un test estadístico denominado  $Ji^2$  donde se obtienen las diferencias entre las frecuencias observadas y las teóricas de cuadrados con el número de puntos dentro de este; estas diferencias al cuadrado se dividen por el valor de la frecuencia teórico (Ver Imagen 21).

30	0	1	0	0	0	0
25	1	1	0	1	1	1
20	0	1	1	2	1	0
15	0	0	1	1	0	0
10	0	0	1	1	0	0
5	0	1	1	1	0	0
0						
	5	10	15	20	25	30

Imagen 21. Número de variables dentro de cada celda.

Una vez seleccionado el método estadístico a utilizar se podrá concretar la realización y el análisis de estudio en de la transición forestal para los últimos 20 años en la RUM junto con los otros elementos antes mencionados y así poder llegar a un resultado coherente y preciso considerando no solamente la dinámica forestal, sino la interacción que existe con la población y localidades el cual es un factor importante que nos puede ayudar a explicar cómo se comporta este tipo de distribución poblacional con el cambio de cobertura forestal a través del tiempo.

### 4.3.3. ÁLGEBRA DE MAPAS PARA EL ANÁLISIS ESPACIAL.

Teniendo claro el análisis de dispersión de puntos para la parte de las localidades, es necesario un estudio enfocado en la Dinámica Forestal de la región. Para el análisis de las capas RASTER es necesario apoyarse del álgebra de mapas que permite obtener a partir de operaciones una nueva capa de salida que nos devuelva el resultado esperado. Primero se debe identificar cada una de las variables que se requiera combinar y asignarles un valor numérico ya que se necesita combinar múltiples capas RASTER de manera que se asigne un único valor de salida a cada combinación existente.

La herramienta espacial COMBINE de ArcGis da como resultado diversos valores de acuerdo al número de combinaciones encontradas en las capas utilizadas. Cada valor es una combinación distinta. Esta herramienta funciona en valores enteros y sus tablas de atributo asociadas. Si los valores de entrada son de punto flotante, se truncan automáticamente, se verifica que sean únicos contra la otra y se envían a la tabla de atributos de salida.

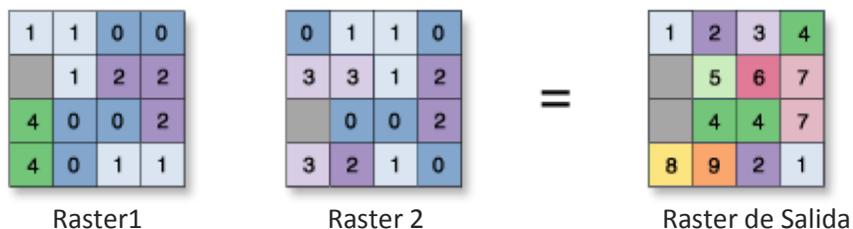


Imagen 22. Algebra de mapas en la función COMBINE

La elaboración de la propuesta queda definida teóricamente de la siguiente manera: para obtener un resultado concreto de la TTF se necesita realizar por separado el estudio del Bosque y la Población, del bosque se analizará la Dinámica Forestal y sus procesos, esto con la ayuda de la información vectorial en polígono que se tiene de la carta de Uso de suelo y vegetación del INEGI, la información se analizará utilizando los conceptos básicos de polígono y su interacción posterior con el álgebra de mapas para estudios RASTER. Para la Población, se necesita conocer la distribución de puntos de las localidades de la RUM por lo que se necesitaron los censos de población de los años 1990, 2000 y 2010. Una vez realizada la base de datos se finalizó el análisis de puntos para concretar con un estudio de disposición de puntos, determinando con el

estadístico de vecino más cercano si su disposición es aleatoria, regular o concentrada. Una vez realizado el estudio de las dos variables se interactúa con estas y se genera el análisis de cambio que permita estudiar los cambios del bosque respecto a las localidades y al tiempo para unificarlo y asociarlo a la Teoría de la Transición Forestal.



Diagrama 1. Elaboración de la propuesta de la TTF

# CAPÍTULO 5

## ANÁLISIS DE LA TRANSICIÓN FORESTAL DE LA RUM

### 5.1 PRESENTACIÓN DE INSUMOS Y MATERIALES

La siguiente etapa es encontrar las herramientas necesarias para que al momento de interactuar el análisis de la dinámica forestal con el método estadístico, el resultado que arroje el análisis espacial sea uno que justifique lo que se pretende encontrar.

Para lograrlo primero se tuvo que pensar en un proceso que nos ayude a identificar las distintas dinámicas forestales para las tres series en la región. Es así como se decidió trabajar en ArcGis con el método COMBINE el cual combina varios RASTERS con el fin de que un único valor sea asignado a una combinación única de valores, dando como resultados o datos finales varios RASTERS, con diferentes valores de pixel de acuerdo a dicha combinación. Para lograr el COMBINE, primero se

agregó un campo nuevo en la tabla de atributos en las tres series en donde asignamos valores para cada una de las clasificaciones de la FAO.

Bosque Primario	1
Bosque Secundario	2
Cuerpo de Agua	3
Otro tipo de Vegetación	4
Usos	5

Tabla 9. Asignación de valores para la clasificación del campo FAO.

Posteriormente convertimos los SHAPES de las tres series a RASTER y finalmente realizamos el COMBINE. El resultado final fue un RASTER con 73 valores de pixel diferentes. Cada valor representa una combinación distinta en el cual el tamaño de pixel asignado fue de 250 (Ver imagen 23).

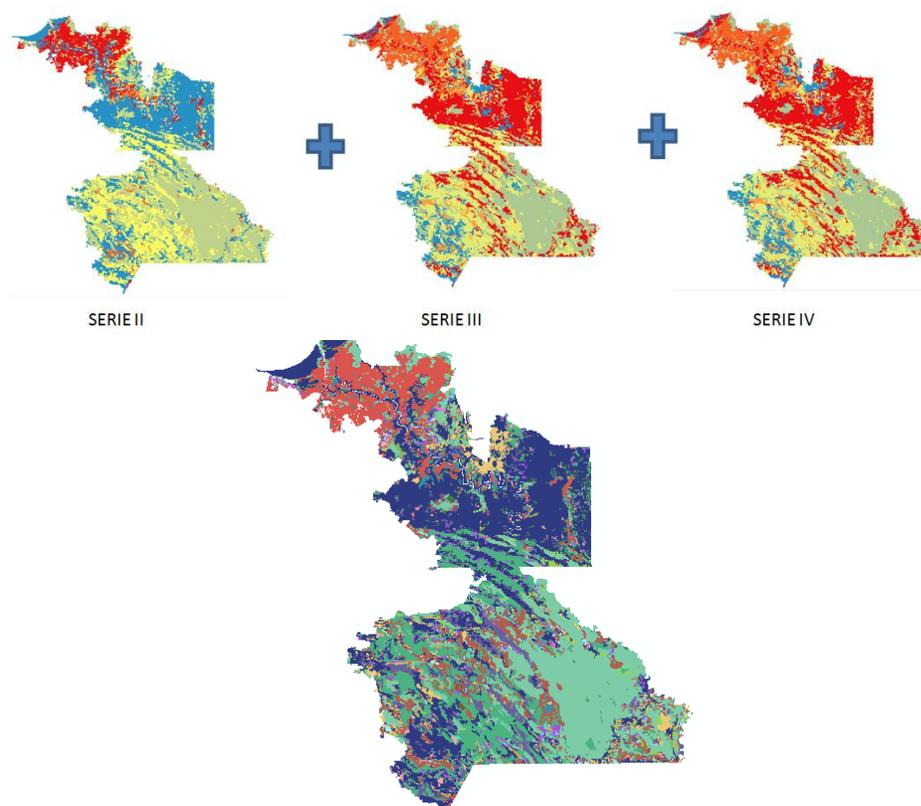


Imagen 23. COMBINE de las tres series de la FAO

En la tabla de atributos del RASTER obtenido se muestran las combinaciones formadas, en donde se pudo hacer el análisis de dicho cambio a través del tiempo y entonces a partir de los conceptos teóricos poder clasificarlo de acuerdo a la dinámica forestal que presentan (Imagen 24). Antes de realizar dicho análisis se optó por corroborar aquellas combinaciones con número de pixel menor a 50 o aquellas combinaciones incongruentes para cerciorarse que el proceso COMBINE no haya tomado un mal criterio de combinación de datos.

Rowid	VALUE *	COUNT	SERIE2_R1	SERIE3_R1	SERIE4_R1
0	1	124873	1	1	1
1	2	163895	5	5	5
2	3	50275	4	4	4
3	4	8682	3	3	3
4	5	1575	5	1	1
5	6	2049	5	5	1
6	7	1986	4	4	5
7	8	5849	1	1	5
8	9	15674	1	5	5
9	10	1453	5	5	4
10	11	506	4	4	1
11	12	1016	1	4	4
12	13	420	4	1	1
13	14	1116	1	1	4
14	15	88	1	1	4
15	16	84781	2	2	2
16	17	2	3	4	4
17	18	735	5	4	4
18	19	54	4	5	4
19	20	4497	1	2	5

Imagen 24. Tabla de atributos de COMBINE.

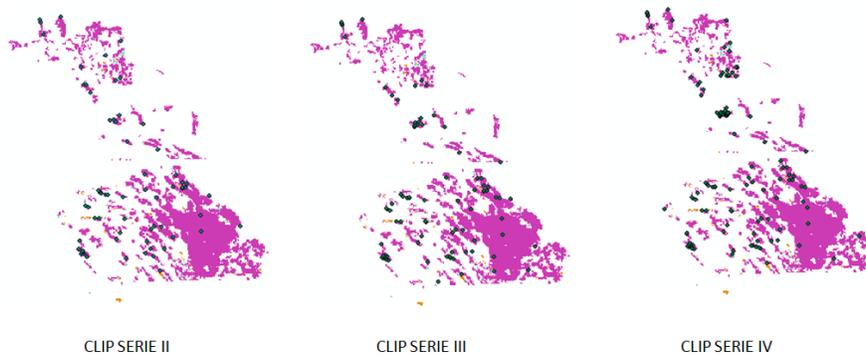
Una vez corroboradas las 73 clases se agruparon de acuerdo al proceso de la dinámica forestal (Ver capítulo I). Las 73 clases ya mencionadas quedaron agrupadas conforme a las siguientes características: Bosque Primario Continuo, Bosque Secundario Continuo, Deforestación, Degradación Forestal, Aforestación y Reforestación. Además también se realizaron las siguientes clasificaciones: Otro Tipo de Vegetación, Usos, Cuerpos de Agua y Cambios no Forestales, sin embargo éstos últimos no fueron analizados ya que no entran dentro de la dinámica forestal y por lo tanto no es de interés.

Para analizar por separado cada una de estas clasificaciones se realizó un EXTRACT BY ATTRIBUTES en donde a partir del COMBINE se seleccionaron los atributos que presentaban la misma característica de dinámica forestal, esto se realizó a partir del SQL (QUERY BUILDER) el cual se uso para seleccionar el conjunto deseado de celdas RASTER (Imagen 25).



**Imagen 25. Área correspondiente a Bosque primario y Deforestación respectivamente.**

Para poder trabajar a la vez con las localidades (formato SHAPE punto) y el área obtenida por el EXTRACT (formato RASTER) se optó por transformar todos los RASTER extraídos a polígonos y así obtener el área de cada polígono y poder unir la información para trabajarla de manera individual. A partir de la herramienta CLIP (ANALYSIS) se extrajeron los atributos (localidades) que se superpusieron a los polígonos por separado de cada característica obteniendo así un sólo producto que podrá ser analizado estadística y espacialmente (Imagen 26).



**Imagen 26. Clip para bosque primario.**

Finalmente el mapa de la dinámica forestal obtenido fue el siguiente (Ver Mapa 4).

## 5.2. ANÁLISIS ESPACIAL

Para realizar el diseño de la matriz de transición se tuvieron que identificar los diferentes procesos que interactúan en la dinámica forestal para después agruparlos conforme a su definición en la reinterpretación de la Teoría de la Transición Forestal propuesta por Chomitz. El primer paso es reconocer estas dinámicas y analizarlas estadísticamente con respecto a las localidades que interactúan en su zona, esto para determinar si su dispersión a lo largo del tiempo se presenta Concentrado, Aleatorio y Regular. La siguiente tabla muestra las diferentes clases que se tomaron para dividir la dinámica forestal.

BOSQUE SECUNDARIO
DEFORESTACIÓN
AFORESTACION
REFORESTACION
BOSQUE PRIMARIO
DEGRADACION

Tabla 10. Clasificación de la Dinámica Forestal.

Para identificar qué tipo de dispersión interactúa en cada una de las características de la dinámica forestal se decidió utilizar para el análisis el estadístico del Vecino más Cercano ya que en éste método podemos trabajar ponderando la población, y considerando el número de localidades y el área de cada una de las dinámicas antes mencionadas.

En la tabla de atributos de cada uno de los SHAPES se encuentran los datos necesarios para calcular el análisis estadístico del Vecino más cercano. Además se agregó el campo de área (en metros cuadrados) y el cálculo que nos ayudará para ponderar la población el cual fue el siguiente:

$$PP = \sum (Nd \cdot pb_x)$$

Donde PP es la población ponderada, Nd es la distancia más cercana (obtenida de la tabla de atributos de los clips de dinámica forestal) y pbx es el censo de población para las tres series. En la siguiente tabla se muestra la población ponderada, las localidades y la población para cada serie y cada SHAPE.

	POBLACIÓN PONDERADA			Localidades 90	Localidades 00	Localidades 10	Área	Población 90	Población 00	Población 10
	1990	2000	2010							
DINÁMICA FORESTAL										
BOSQUE SECUNDARIO	73,938,821	98,228,023	172,896,896	270	363	503	5,298,812,500	41,189	56,237	72,225
AFORESTACION	19,647,828	22,227,738	21,086,770	57	75	148	1,393,312,500	11,336	15,777	16,663
REFORESTACION	667,640	900,500	886,987	3	3	5	126,812,500	278	347	358
BOSQUE PRIMARIO	18,564,800	20,562,602	24,760,507	66	84	130	8,055,528,000	6,894	7,733	10,286
DEFORESTACIÓN	213,416,192	280,458,353	317,274,600	524	703	1,050	5,075,303,500	102,639	141,732	182,360
DEGRADACIÓN	12,701,694	16,132,925	20,157,731	67	87	126	2,789,191,500	6,994	9,295	11,808

Imagen 27 Variables para el cálculo del Vecino más Cercano.

Una vez teniendo todos los elementos necesarios para el cálculo del método estadístico, se realizó el cálculo con la ecuación del Vecino Más Cercano (Ver capítulo 4). Las variables para determinar la distancia media teórica serán; n que es el número de localidades y A el área correspondiente a cada SHAPE realizado.

$$Dm = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\frac{n}{A}}}$$

Al obtener la Distancia media teórica (Dm) se obtuvo el estadístico deseado con la fórmula siguiente:

$$R1 = \frac{Do}{Dm}$$

La distancia observada Do se obtiene de la razón de la población ponderada PP entre la población total de cada año.

$$Do = \frac{PP}{Pb_x}$$

Obteniendo así el estadístico del Vecino más cercano (R1):

	VECINO MAS CERCANO			CHOMITZ
	1990	2000	2010	
DINÁMICA FORESTAL				
BOSQUE SECUNDARIO	0.8	0.9	1.5	Frontera
DEFORESTACIÓN	1.3	1.5	1.6	Frontera
AFORESTACION	0.7	0.7	0.8	Mosaico
REFORESTACION	0.7	0.8	1.0	Mosaico
BOSQUE PRIMARIO	0.5	0.5	0.6	Centro de bosque
DEGRADACION	0.5	0.6	0.7	Centro de bosque

Tabla 11. Vecino más Cercano y su dispersión.

Se puede observar por ejemplo en el resultado de Bosque primario que R1 para el año de 1990 es de 0.5, por lo que la interpretación del vecino más Cercano nos indica este resultado corresponde a una dispersión concentrada. Para el año 2000 la ecuación vuelve a arrojar el mismo valor por lo que se mantiene constante, finalmente, para el año 2010 se obtiene un resultado de 0.6 por lo que tiende a inclinarse levemente hacia una dispersión aleatoria, sin embargo sigue predominando la concentración de datos. Esto quiere decir que las localidades se mantienen muy juntas con una población que no tiende a ser prolongada. A diferencia del Bosque primario, el Bosque secundario presenta en el año 1990 una tendencia hacia lo aleatorio, sin embargo para el año 2000 y 2010 el valor resultante llega hasta el 1.5 con lo que se presenta en esta zona una tendencia hacia la dispersión regular. Las localidades en la zona del bosque secundario crecen de manera progresiva al igual que su población. La dispersión regular tiende a ser ordenada sin embargo sus datos se expanden sobre toda el área de estudio. Otro caso de observación relevante es el de aforestación, el cual presenta para los años 1990, 2000 y 2010 una constante en su cambio respecto al cálculo del vecino más cercano; 0.7, 0.7 y 0.8 respectivamente, lo que tiende a ser una dispersión aleatoria. Las localidades en la zona de aforestación tienden a crecer en menor proporción que en la dispersión regular y su población se incrementa de manera ordenada.

Recordando la necesidad de dividir a los bosques según su grado de deforestación, su grado y distribución de localidad/población y a las consecuencias ambientales de su conversión se dividió en los tres tipos generales de bosques para la generación de la matriz de acuerdo a la definición teórica dada por Chomitz (Ver capítulo 2).

Recapitulando lo citado en el capítulo 2 los mosaicos de bosques y tierras agrícolas es en donde la propiedad de la tierra está mejor definida, la densidad demográfica es mayor y los mercados están más próximos. La ordenación del bosque no puede (en ciertos casos) competir con la agricultura o plantaciones forestales. En estas zonas los bosques son poco densos con tasas de deforestación elevadas por lo tanto las características de la dinámica forestal que presentan esta tendencia son las que muestran una dispersión aleatoria. Es el caso de aforestación y reforestación que serán agrupadas, conforme a Chomitz en zonas de mosaico.

El bosque secundario y la deforestación muestran presiones por deforestar y degradar los bosques, estas zonas se ven marcadas y en aumento tanto de población como de localidades, el

control del suelo es inseguro y se encuentran en conflicto. Dado que la dispersión que presentan estas características es regular se agrupan en zonas de Frontera y litigio.

Las zonas situadas más allá de la frontera agrícola (Centro de bosque) es en donde existen grandes extensiones de bosque y pocos habitantes (en su mayoría indígena) y existe cierta presión sobre los recursos madereros. El bosque primario y la degradación tienden a agruparse en el denominado Centro de bosque ya que la dispersión que presentan conforme al vecino más cercano tiende a ser concentrada (Imagen 27).

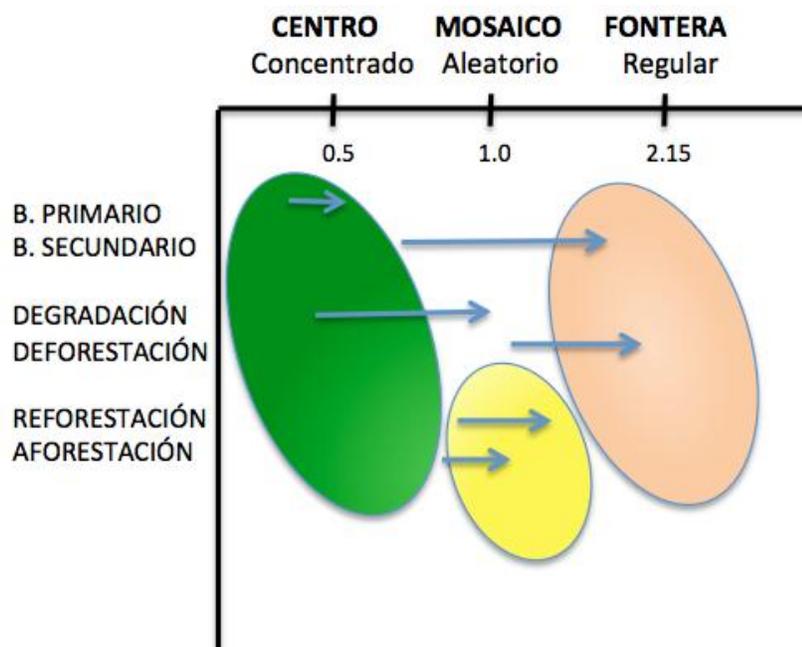


Imagen 27. Matriz de la Transición Forestal.

### 5.3. OBTENCIÓN DE RESULTADOS

El modelo espacial generado a partir de los estadísticos de la dispersión de localidades/población se generó en ArcGis en donde se hizo un SHAPE para cada etapa de la Reinterpretación de la Transición Forestal de Chomitz. Finalmente se obtuvo la propuesta del modelo espacial de la Transición Forestal en la RUM para los últimos 20 años (Ver mapa 5).

Obteniendo el área de cada una de las tres etapas, se obtiene la siguiente tabla:

<b>ETAPAS</b>	<b>ÁREA (Ha.)</b>
Centros de Bosque	1 083 341.00
Frontera	1 036 028.86
Mosaicos	151 670.01

Tabla 12. Área de las tres etapas de la TTF.

La tabla indica que el área predominante y por tanto la etapa en la que se encuentra la mayoría de la RUM es centro de bosque, seguida de la etapa de Frontera y por último la etapa de Mosaicos. Existen varias observaciones que se deben tomar en cuenta para poder hacer una conclusión que no sea solo cuantitativa, hay que considerar otro tipo de variables que nos ayuden entender el resultado que arroja el análisis espacial.

#### **5.4. DISCUSIÓN**

Para obtener un resultado general de la RUM que abarque toda la zona, el estudio de la Transición Forestal requiere un análisis que vaya de lo particular a lo general, es decir, que se analice cada municipio en términos de sus características forestales, determinando cuánta cobertura forestal (en Ha.) existe para cada etapa de la transición forestal según Chomitz. Una vez analizados los municipios determinar que comportamiento experimentan y observar si obedecen algún patrón de homogeneidad o si las etapas de transición no siguen un comportamiento lógico.

Para cada municipio se obtuvo el área que ocupa la superficie de cada etapa de la transición (Centros de Bosque, Zonas de Frontera y Zonas de Mosaico) y con esto se obtuvo el porcentaje correspondiente con el fin de obtener un resultado cuantitativo que explique de una forma más directa el comportamiento de cada municipio conforme a la transición forestal. Además se obtuvo

el número de localidades y su población para explicar cómo interactúan entre ellos. Se generó un cuadro (Anexo 1) el cual desglosa toda la información obtenida a partir de los cálculos de área.

De los resultados se observa, que, con relación al área en la RUM predomina la superficie de centros de Bosque que es la primera etapa de la transición forestal, con una superficie de 1 083 341.00 Ha. Esto es 47 312.14 hectáreas más que la correspondiente a zona de Frontera que presenta una superficie de 1 036 028.86 Ha. sin embargo la mayoría de los municipios (14 municipios) se encuentran dentro de ésta segunda etapa.

A continuación se muestra en la tabla 13 el análisis para cada municipio, enfatizando en su densidad de población y el número de localidades, así como la cubierta forestal que gana o pierde con relación al tiempo basándose en los datos que se obtuvieron de cubierta forestal para cada municipio y su respectiva tasa de deforestación (ver capítulo 3 y Anexo 2). Una vez realizada la discusión de las variables se determinó en que parte de la curva de transición se ubica cada municipio, si presentan un equilibrio y se mantienen en su respectiva etapa ó si están en el punto de inflexión de la curva y comienzan una transición a otra etapa.

<b>CENTRO DE BOSQUE</b>		
<b>Municipio</b>	<b>Características</b>	<b>Resultado</b>
Benemérito de las Américas	Aumento de localidades, el crecimiento poblacional se mantiene constante (no acelerado), la pérdida de bosque en primera instancia es excesiva y luego se reduce. Tasas de deforestación disminuyen sin embargo es alta.	Comienza la transición del municipio a Zonas de Frontera.
Centla	La población y las localidades crecen de manera regular, la pérdida de cubierta arbórea es negativa pero regular. Las tasas de deforestación van en aumento	En Centla predomina el área correspondiente a Centros de Bosque y a pesar de tener deforestación aún no se encuentra en transición.
La Libertad	La población disminuye al mismo tiempo que las localidades aumentan de manera excesiva. El bosque es irregular, primero se gana y luego pierde cubierta arbórea. Las tasas de deforestación son altas.	
Palizada	Las localidades se triplican pero la población crece de forma constante. Baja la cubierta arbórea y las tasas de deforestación son elevadas.	Comienza la transición forestal a Zona de Frontera.
Maravilla Tenejapa	Se incrementa la población, las localidades bajan. Se pierde cobertura forestal y las tasas suben aceleradamente.	Comienza la transición forestal a Zona de Frontera.
Marqués de Comillas	Sube la población y las localidades de forma regular. Baja la cubierta forestal, las tasas aumentan.	Comienza la transición forestal a Zona de Frontera.
Ocosingo	La población crece excesivamente, al igual que las localidades. Se pierde gran cantidad de bosques, las tasas de deforestación se reducen aunque siguen siendo negativas.	Debido a la cantidad de bosque y a las ANPs, no se encuentra en transición y se mantiene en la primera etapa.

<b>ZONAS DE FRONTERA</b>		
Municipio	Características	Resultados
Balancán	Predomina la zona de Frontera, sin embargo aumenta considerablemente la superficie en zona de mosaico. Las localidades crecen pero la población es regular, se recupera cubierta arbórea y las tasas de deforestación bajan.	Comienza la transición a Zona de Mosaico.
Emiliano Zapata	Población sube, las localidades disminuyen, el porcentaje de superficie de zonas de centro y de mosaico es igual. Gana cobertura arbórea y bajan las tasas de deforestación.	Comienza la transición a Zona de Mosaico.
Tenosique	La población y las localidades crecen con orden. Se ganan bosques y bajan las tasas de deforestación.	Comienza la transición a Zona de Mosaico.
Altamirano	La población y las localidades crecen casi al doble, se pierde bosque, las tasas aumentan.	Zona de Frontera
Catazaja	Las localidades crecen considerablemente y la población es regular. Se gana poca cobertura arbórea sin embargo predomina con un 75% la zona de frontera.	Zona de Frontera
Chanal	La población y las localidades crecen constantemente, se pierde cobertura arbórea, las tasas son altas y en aumento.	Zona de Frontera
Comitán de Domínguez	Las localidades y la población crecen aceleradamente. Se pierde cubierta arbórea y las tasas de deforestación son elevadas.	Zona de Frontera
Huixtán	La población y las localidades crecen regularmente. Se pierde cubierta arbórea y las tasas son elevadas.	Zona de Frontera
La Independencia	La población y las localidades crecen regularmente. Se pierde cubierta arbórea y las tasas son elevadas.	Zona de Frontera

La Trinitaria	La población y las localidades crecen aceleradamente. Se pierde cubierta forestal y las tasas de deforestación suben.	Zona de Frontera
Las Margaritas	Las localidades y la población crecen regularmente. Se pierden bosques y las tasas se elevan.	Zona de Frontera
Oxchuc	Suben las localidades y la población, se recupera cubierta arbórea, bajan las tasas de deforestación aunque sigue predominando la deforestación.	Zona de Frontera en declive
Palenque	Crece aceleradamente la población y las localidades, las tasas de deforestación son altas y se pierde considerablemente el bosque.	Zona de Frontera
Jonuta	Las localidades y la población crecen regularmente. Se pierde bosque y las tasas son altas y en aumento.	Zonas de Frontera

Tabla 13. Análisis de la Transición Forestal para cada municipio de la RUM.

La gran parte de los municipios de la RUM se ubican en Zonas de Frontera y según la curva de Chomitz, es la región donde principalmente se pierde gran parte de la cubierta forestal debido al alto crecimiento poblacional y la creciente demanda de hacer uso de los bosques con el fin de expandir las actividades agrícolas. El patrón que siguen los municipios en Zona de Frontera es simple y no presenta gran alteración. Una característica que hay que tomar en cuenta en esta etapa de transición, es que a lo largo del tiempo tiende a un nuevo punto de inflexión la curva de Zona de Frontera y con ello la Zona de Mosaico, que a pesar de no figurar en ningún municipio de la RUM, en algunos de estos como es el caso de Balancán, Tenoziqúe y Emiliano Zapata se empieza a tener una diferencia cada vez menor entre el área que ocupa la Zona de Frontera y la que abarca la Zona de Mosaico, por lo que en estos tres municipios principalmente se experimenta ya una Transición Forestal de una etapa de Frontera con pérdida de cubierta forestal, a una etapa de Mosaico con grandes rasgos de recuperación de bosques.

Si tomamos en cuenta el área para determinar en cuál etapa se ubica la RUM definitivamente se tomaría la referente a Centros de Bosque, donde el bosque aparentemente no presenta alteración y donde la población parece distribuirse con orden. Sin embargo una vez realizado el análisis por municipio se logra identificar que el municipio con más superficie de todos es el caso de Ocosingo en donde predominan los centros de bosque siendo ésta la primera etapa de la Transición Forestal. Revisando su área forestal, Ocosingo presenta un área de 842 201 Ha. 782 845 Ha. y 756 812 Ha. para las tres series respectivamente, con tasas de deforestación de -0.81 y -0.67. Sin embargo donde la población predomina, el bosque se encuentra en Zonas de Frontera, esto justifica la deforestación existente. Hay que considerar que las zonas de centro de bosque en este municipio se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas, por lo que este tipo de políticas ayudan a preservar la cubierta arbórea, sin embargo esto genera una vulnerabilidad de las zonas adyacentes a estas áreas. Si no se tomara en cuenta Ocosingo para el análisis de la TTF predominaría la etapa de Zonas de Frontera con un porcentaje de 57% en toda la región. Pero gracias a su gran extensión y a la reserva de la Selva Lacandona avalada como ANP's el porcentaje que presenta la zona de Frontera es de 46% contra un 48% que se presenta en la etapa de Centros de Bosque.

El siguiente análisis una vez obtenidas las características para cada municipio es comparar el área total del municipio respecto a el porcentaje de cubierta forestal que existe en cada uno de estos, con ello determinar si el estudio de la Transición Forestal en cada análisis de los 21 municipios es fehaciente y las características que presenta son viables de tomarse en cuenta, o, ser descartadas del estudio de la Transición por la baja cobertura arbórea que puedan presentar (Anexo 3). Esto evitará que si un municipio presenta un porcentaje despreciable de cobertura arbórea sea analizado como los que contienen gran densidad de bosques. Dado que en áreas pequeñas de bosque la Transición Forestal se puede ver alterada por una mínima interacción de otros factores (principalmente el humano) y pueda no ser un estudio que siga un patrón que entre dentro de los establecidos por Chomitz para ser incluidos en la curva de transición.

MUNICIPIO	ÁREA DEL MUNICIPIO (Ha)	% ÁREA FORESTAL
BALANCAN	357,337.1213	31
BENEMERITO	107,381.2124	82
CENTLA	268,999.2553	13
EZAPATA	59,567.66695	33
LA LIBERTAD	45,590.08207	18
PALIZADA	214,223.0483	45
TENOZIQUE	188,294.7684	34
ALTAMIRANO	95,987.59285	94
CATAZAJA	62,614.37707	9
CHANAL	40,551.66147	95
COM_DOM	96,805.64675	66
HUIXTAN	31,138.05073	49
INDEPENDENCIA	51,652.61232	70
TRINITARIA	160,599.3021	63
MARGARITA	298,952.4682	84
OCOSINGO	945,315.4813	92
OXCHUC	40,787.39454	82
PALENQUE	294,404.0677	47
JONUTA	164,275.2351	24
MARAVILLA	65,386.78466	95
MARQUES	94,313.44784	86

Tabla 14. Relación del área forestal con respecto al área de cada municipio de la RUM.

La Tabla 14, muestra los porcentajes de área forestal que tiene cada municipio con relación a su área total general. Observamos que el municipio de Catazaja tiene 9% de su superficie habitada por bosques, por lo que un estudio de la TTF sería innecesario dada la posibilidad que presenta el municipio de experimentar cambios en su cubierta forestal de manera desordenada. Los municipios de Centla y La Libertad quedan en la misma situación dado su bajo porcentaje de cubierta forestal, 13% y 18% respectivamente. Cabe señalar que estos dos últimos municipios se encuentran con respecto a su análisis de la TTF en zonas de Centros de Bosque, esto representa una desventaja al momento de cuantificar las zonas que presentan un cuidado de los bosques ya que entonces el porcentaje correspondiente a las Zonas de Frontera sería mayor que en centros de Bosque.

Con el municipio de Ocosingo con mayor área de bosque en la primera etapa de Chomitz, y este colindando con los municipios de Benemérito de las Américas y Marqués de Comillas, que

experimentan la misma etapa y observando que la mayoría de los municipios presentan relaciones similares, la RUM quedó dividida en cuatro divisiones arbitrarias que ayudarán a visualizar mejor las diferentes manifestaciones de las etapas de la transición según Chomitz en la región: Suroeste, Sureste, Noreste y Noroeste.

En la zona Suroeste de la región, la cual abarca los municipios de La Trinitaria, La Independencia, Comitán de Domínguez, Las Margaritas, Altamirano, Chanal, Oxchuc, Huixtán y la zona Noreste de Ocosingo, predomina claramente la segunda etapa de la Transición Forestal. Por tanto estos municipios se encuentran en zona de frontera, agregando que en esta zona se encuentran la mayor densidad de localidades y el mayor peso de población.

La zona Sureste que abarca los municipios de Ocosingo, Benemérito de las Américas, Marqués de Comillas, Maravilla Tenejapa y el Sur de Las Margaritas, presenta una extensa cubierta forestal que muestra poca densidad de localidades por lo que esta zona se encuentra claramente en la primera etapa de la Reinterpretación de Chomitz. Aquí se constituyen la mayor parte de los bosques tropicales y albergan a una minoría de habitantes, muchos de ellos indígenas, cabe señalar que la mayor parte de la cubierta arbórea de esta zona, corresponde a la Reserva Natural de la Selva Lacandona. Otro factor que puede indicar que se encuentre en la zona de centro de bosque es que la zona sureste colinda con Guatemala.

La zona Noreste de la RUM, abarca los municipios de Balancán, Tenoziqúe, Emiliano Zapata y la parte Sur de Palenque. A pesar de que en esta zona la actividad principal es la agricultura, el bosque existente muestra rasgos de recuperación arbórea en la mayoría de lo que a bosque corresponde, esto lo sitúa en la tercera etapa de la Transición Forestal, que según Chomitz, es la etapa de mosaico. Cabe señalar que esta etapa puede experimentar cambios contrastantes debido a la gran actividad agrícola de la zona.

Finalmente, la zona Noroeste de la región abarca los municipios de Centla, Palizada, Jonuta, Palenque, Catazajá y La Libertad. Esta zona tiene poca cubierta forestal, aquí se muestran las tres etapas de la Transición Forestal en magnitud similar. Sin embargo, debido a la tala excesiva en los años del auge de la industria maderera predominan las clases de Usos y Otros tipos de Vegetación, enfatizando los asentamientos humanos y actividades agrícolas. Debido a la poca área forestal en

cada una de las etapas de esta zona, no se puede asegurar cual es la etapa predominante que experimenta la Región Noroeste, sin embargo, la parte sur de esta región (Palenque) muestra grandes tendencias hacia la segunda etapa de la transición (Zonas de Frontera). Cabe señalar que existe una gran cantidad de localidades en esta zona.

# CAPÍTULO 6

## CONCLUSIONES.

Las presiones sobre los bosques siguen presentes, los cultivos y plantaciones se siguen extendiendo a los bosques naturales, esto se ve impulsado no solamente debido a la población rural la cual depende de la agricultura para sobrevivir, también por la población urbana que cada vez es más demandante, estos recursos se explotan generalmente en orillas de los bosques provocando una degradación acelerada en ciertas zonas. Al comprender como interactúa la dinámica forestal con la distribución de localidades y con la densidad de población se podrá pensar en políticas apropiadas en gestión forestal y ambiental. Las etapas de la TTF tratan de delimitar zonas con cierto tipo de características y comportamientos que ayuden a tratar el problema con diferentes alternativas, ya que si se usa una política o estrategia forestal para toda la región es probable que ésta fracase.

De acuerdo al análisis se ubicó a la RUM en la Primera Etapa de la transición Forestal las zonas de centro de Bosque, tendiendo a la Segunda Etapa, que es la de Frontera. Sin embargo y debido al estudio realizado a nivel municipal encontramos que dentro de una región relativamente pequeña se pueden encontrar la presencia de las tres etapas, unas en mayor porcentaje que otras.

En las zonas Centro los bosques se encuentran sin perturbación aparente, sin embargo están sujetas a una creciente deforestación y degradación en un futuro. En esta etapa es probable que en estas zonas la población esté más enfocada en la contabilización de la degradación ya que se benefician más de evitar la degradación que de la deforestación evitada. Sin embargo, los municipios de la RUM dentro de esta etapa están presentando tasas de deforestación elevadas en un tiempo corto por lo que se concluye que están tendiendo a la zona de Frontera. Es importante contemplar la inclusión de los mecanismos REDD y su visión acerca de la protección de los derechos de las comunidades a sus tierras y a los recursos, recordando que en México se divisa a las comunidades indígenas como al área común de los núcleos ejidales. La razón por la que se le da tanta importancia es el hecho de que la elevada proporción de bosques y selvas se encuentran supuestamente en protección, además es importante destacar la importancia histórica que tiene la propiedad del suelo entre ejidos y comunidades indígenas. Cabe mencionar que REDD+ no pondrá en riesgo los derechos de propiedad de ejidos y comunidades. En esta zona es necesario defender y reconocer los reclamos de los indígenas, repartir equitativamente los beneficios derivados de la explotación maderera al tiempo que se evite la degradación innecesaria de bosque e impedir la competencia por los derechos de propiedad a medida que avanza la frontera. Además se podrían conservar bosques empleando combinaciones de sistemas como zonas protegidas, concesiones forestales, derechos indígenas y comunitarios; al planificar la construcción regulada de redes viales e infraestructura (Anexo 4).

En la etapa de Frontera que experimenta la RUM existe una gran superficie de cobertura arbórea que sin embargo sufre gran deforestación por la expansión de la frontera agrícola. La deforestación que sufre esta zona puede privar de recursos a regiones marginadas en un futuro. La probabilidad de que la población que radica en esta zona no aproveche sustentablemente la cubierta arbórea y den como prioridad obtener ingresos de prácticas agrícolas. La exclusión de la degradación forestal en los esquemas REDD especialmente en donde predomine la tala excesiva, puede generar fugas importantes de contabilización. En un principio, la zona se caracteriza por tener una gran cobertura forestal. Luego, los ritmos de deforestación se aceleran, la población

sigue en crecimiento al igual que las localidades siguen en expansión. Es probable que las tasas de deforestación sean altas pero conforme se terminan los bosques éstas irán disminuyendo, teniendo como resultado degradación forestal en zonas de bosque secundario. La mayoría de los municipios de la RUM se encuentran en esta etapa, con esto se evidencia que México tiene un problema de deforestación creciente y sin ningún control aparente, se requiere para detener este fenómeno, una estrategia nacional para frenar la deforestación más allá de lo propuesto por la iniciativa REDD. Lo primero que se debe de hacer para actuar con dicho problema es establecer, acordar y definir cifras de deforestación. Mientras no haya un acuerdo con elementos básicos no habrá un planteamiento de arreglos institucionales. Será necesario respetar los derechos de propiedad para evitar conflictos, planificar y controlar redes viales, auxiliarse de las técnicas de la teledetección para vigilar a los concesionarios madereros, estudiar si es viable utilizar el financiamiento del carbono para apoyar a las comunidades para hacer respetar los derechos de propiedad, alentar creación de mercados para servicios ambientales.

Las zonas de mosaico contienen poca cobertura arbórea sin embargo podemos darnos cuenta que existen áreas forestales estables. Las tasas de deforestación en esta zona se encuentran en equilibrio, sin embargo no existe una iniciativa a contabilizar la degradación forestal y la densidad demográfica es mayor, los mercados están más próximos y la ordenación del bosque en muchos casos no puede competir con la agricultura. Una alternativa sería que un acuerdo con REDD incluya una mejora en los reservorios de carbono a partir de la plantación de árboles. También es viable fomentar una agricultura más ecológica y desarrollar mercados para servicios ambientales. Aquí, las nuevas plantaciones podrían aumentar el área forestal, por otro lado, es probable que los bosques existentes se estén degradando al mismo tiempo. Aun así es posible que algunos bosques no se recuperen y se pierda biodiversidad. Es importante formar políticas necesarias en este sector con el fin de impedir que se siga deforestando, así como incentivar oportunidades de subsistencia sostenibles. En general, se aprovecharía el potencial de los bosques y ayudaría a reducir la marginalidad en estas regiones al incentivar a los pobladores promoviendo su participación en la gestión forestal.

Es importante mencionar que a pesar de que en muchos casos, el análisis espacial coincide con lo descrito por Chomitz, no se consideraron otros aspectos importantes que definirán con mayor precisión dicha reinterpretación de la Teoría de la Transición forestal. Otras variables en las que se debe incurrir son las tasas de pobreza que ayudarían a definir las áreas donde se deforesta por

necesidad y no donde la tala se presenta excesivamente, así mismo contabilizar la población indígena que opta por hacer del recurso forestal una manera de subsistir. En lo que corresponde al sector económico deben definirse y crear una división entre lo sustentable y lo explotable, Si bien los bosques proporcionan numerosos beneficios ambientales, y aunque en México únicamente dos reúnen un apoyo mundial (la retención del carbono y la conservación de biodiversidad) Movilizar financiamiento internacional para estos servicios ambientales es un desafío crucial a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA:

Angelsen, A., 2007. *Forest Cover Change in Space and Time: Combining the von Thünen and Forest Transition Theories*. World Bank Policy Research Working Paper 4117.

Angelsen, A (ed.). 2008. *Avancemos con REDD. Problemas, opciones y consecuencias*. CIFOR, 11-23. Bogor, Indonesia.

Angelsen, A., et al. 2009. *Reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD): Reporte de Evaluación de Opciones*, 32-34. Washington, D.C. EEUU.  
<http://www.REDD-OAR.org>.

Barton, D. 2005. *Deforestation, Forest Transitions, and Institutions for Sustainability in Southeastern Mexico, 1900–2000*. *Environment and History* (11), 195–223.

Bosque Sendra, J. 1997. *Sistemas de información geográfica*. Madrid, Ediciones Rialp, 2a edición corregida, 451 p.

Carvacho, Luis. *Geoprocesos utilizando Sistemas de Información Geográfica*. Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile. 2010  
<http://www.cepal.org/celade/noticias/paginas/8/35368/pdfs/14PUC-Chile.pdf>

Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. 2011. *Fundamentos Para los Lineamientos Metodológicos Para Medir la Tasa de Deforestación y Degradación en México*. Michoacan, México.

CONAFOR. 2010. *Dinámica de Cambio de la cobertura Forestal*. 1-30. D.F., México.

CONAFOR. 2010. *México's REDD+ Vision*. Towards a national strategy. 9-22. D.F., México.

CONAFOR. 2010. *Resumen, Entrevistas a Expertos Sobre el Tema REDD+*. Julio, Agosto, Septiembre. 2010. México.

CONAFOR. 2011. *Elementos para el Diseño de la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+)*. Versión 0. México.

CONAFOR, 2011. *Estrategia Nacional Para REDD+(ENAREDD+)*. Primer Borrador. México.

De la Maza, Javier. Carabias Julia. Ramírez, Carlos. Meli Paula. Et al. 2010. *Usumacinta, Bases para una Política de Sustentabilidad Ambiental*. Pags. 2-12, D.F. México.

De Vos, Jan. *La Contienda por la Selva Lacandona. Un Episodio Dramático en la Conformación de la Frontera Sur, 1859-1895, en Historias*, núm. 16, INAH, México, 1987.

De Vos, Jan. *Oro verde. La conquista de la Selva Lacandona por los Madereros Tabasqueños, 1822-1949*, FCE-Instituto de Cultura de Tabasco, México, 1988.

Edward B. Barbiera, Joanne C. Burgessa, Alan Grainger. 2010. *The forest transition: Towards a more comprehensive theoretical framework*. *Land Use Policy* (27), 98–107.

Elizondo, D. Cuellar, N. Kandel, Susan. *Et al.* 2010. *Diseñando un Programa REDD+ que Beneficie a Comunidades Forestales en Mesoamérica*. México. 21-36.

FAO. 2000. *FRA 2000, On Definitions of Forest and Forest Change*. Rome, Italy: FAO

FAO. 2003. *State of the world's forests* (1 ed.). Rome, Italy: FAO.

FAO.2006. *Choosing a forest definition for the Clean Development Mechanism* . Forests and Climate Change Working Paper (4), 1-10. Roma, Italia.

FAO.2007. *Definitional issues related to reducing emissions from deforestation in developing countries*. Forests and Climate Change Working Paper (5), 1-14. Roma, Italia.

FAO.2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Informe Nacional México, 5-28. Roma, Italia.

INEGI. (2012). *Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades*.  
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx>

INEGI. (2012). *Localidades - archivo histórico – consulta*.  
[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/consulta\\_localidades.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/consulta_localidades.aspx)

Kenneth, M. Chomitz. 2007. *At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests*. Informe del banco mundial sobre investigaciones relativas a las políticas de desarrollo. EE.UU.

Mather, A.S. 1992. *The Forest Transition*. Blackwell Publishing (4), 367-379.

Mather, A.S., 2007. *Recent Asian forest transitions in relation to forest-transition theory*. *International Forestry Review* (9), 491–501.

Molles M.C. 1999. *Ecology: concepts and applications*. Dubuque IA WCB McGraw-Hill publisher.

Ruiz, H. M. *Paisajes de Río, Ríos de Paisaje; Navegaciones por el Río Usumacinta*. UNAM-Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2010.

SAGARPA. 2009. *Desarrollo de un mapa nacional de tendencias de la cobertura aérea de la vegetación en la década de los 2000 con unidad mínima de mapeo de 120 m x 120m*. Estado de México, México.

SEMARNAT. (2011). *Inventarios forestales y tasas de deforestación*.  
[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/02\\_vegetacion/recuadros/c\\_rec3\\_02.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/recuadros/c_rec3_02.htm)

SEMARNAT. (2011). *Vegetación y Uso del Suelo*.  
[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/02\\_vegetacion/cap2\\_3.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/cap2_3.html)

SEMARNAT. (2011). *Uso actual del suelo I*.

[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen/02\\_vegetacion/cap2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/02_vegetacion/cap2.html)

SEMARNAT. (2011). *Vegetación de México*.

[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/02\\_vegetacion/recuadros/c\\_rec1\\_02.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/recuadros/c_rec1_02.htm)

Stephen, G.P. 2007. *Grand theory and context-specificity in the study of forest dynamics: forest transition theory and other directions*. Blackwell Publishing, (59). Florida, EEUU.

## ANEXOS

### Anexo 1

BALANCAN	1990	2000	2010
Número de localidades	167	220	468
Población Total	38545	40844	43759
PROMEDIO	230.808383	185.654545	93.5021368

CATAZAJA	1990	2000	2010
Número de localidades	49	69	171
Población Total	10713	12134	14057
PROMEDIO	218.632653	175.855072	82.2046784

CHANAL	1990	2000	2010
Número de localidades	13	13	14
Población Total	2844	2401	3668
PROMEDIO	218.769231	184.692308	262

EMILIANO_ZAPATA	1990	2000	2010
Número de localidades	33	81	63
Población Total	7047	9675	9545
PROMEDIO	213.545455	119.444444	151.507937

HUIXTAN	1990	2000	2010
Número de localidades	44	50	57

Población Total	16204	16636	18221
PROMEDIO	368.272727	332.72	319.666667

LA_INDEPENDENCIA	1990	2000	2010
Número de localidades	77	86	111
Población Total	24140	29169	38225
PROMEDIO	313.506494	339.174419	344.369369

JONUTA	1990	2000	2010
Número de localidades	97	113	151
Población Total	16135	20992	22605
PROMEDIO	166.340206	185.769912	149.701987

LA_LIBERTAD	1990	2000	2010
Número de localidades	13	23	62
Población Total	3583	3309	2939
PROMEDIO	275.615385	143.869565	47.4032258

OXCHUC	1990	2000	2010
Número de localidades	79	87	144
Población Total	30214	34248	36624
PROMEDIO	382.455696	393.655172	254.333333

TENOZIQUE	1990	2000	2010
Número de localidades	90	115	133

Población Total	23518	25417	25706
PROMEDIO	261.311111	221.017391	193.278195

LA_TRINITARIA	1990	2000	2010
Número de localidades	199	234	414
Población Total	44143	50393	63128
PROMEDIO	221.824121	215.354701	152.483092

OCOSINGO	1990	2000	2010
Número de localidades	457	669	918
Población Total	97604	144050	187874
PROMEDIO	213.575492	215.321375	204.655773

ALTAMIRANO	1990	2000	2010
Número de localidades	77	128	142
Población Total	15676	22101	29497
PROMEDIO	203.584416	172.664063	207.725352

BENEMERITO	1990	2000	2010
Número de localidades	2	25	44
Población Total	176	14400	16870
PROMEDIO	88	576	383.409091

CENTLA	1990	2000	2010
Número de localidades	127	146	203

Población Total	68768	87803	93671
PROMEDIO	541.480315	601.390411	461.433498

COMITAN	1990	2000	2010
Número de localidades	153	170	242
Población Total	77640	103931	139279
PROMEDIO	507.45098	611.358824	575.533058

MARGARITAS	1990	2000	2010
Número de localidades	245	264	362
Población Total	67871	85447	108910
PROMEDIO	277.02449	323.662879	300.856354

MARAVILLA TENEJAPA	1990	2000	2010
Número de localidades	1	46	36
Población Total	8	10514	11532
PROMEDIO	8	228.565217	320.333333

MARQUES DE COMILLAS	1990	2000	2010
Número de localidades	1	24	28
Población Total	31	8580	9856
PROMEDIO	31	357.5	352

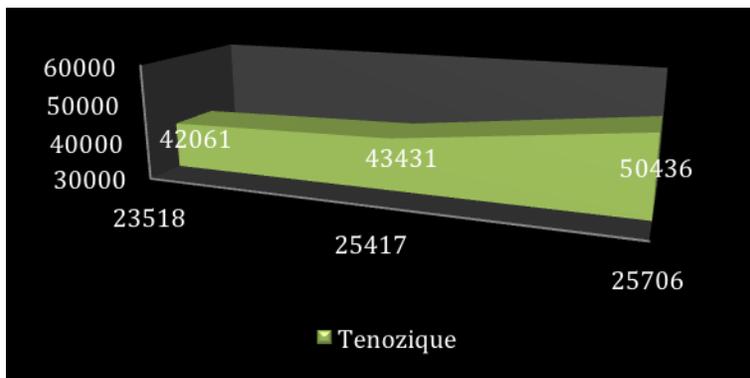
PALENQUE	1990	2000	2010
Número de localidades	202	291	652

Población Total	60700	82401	109845
PROMEDIO	300.49505	283.164948	168.473926
PALIZADA	1990	2000	2010
Número de localidades	52	44	144
Población Total	5512	7674	8300
PROMEDIO	106	174.409091	57.6388889

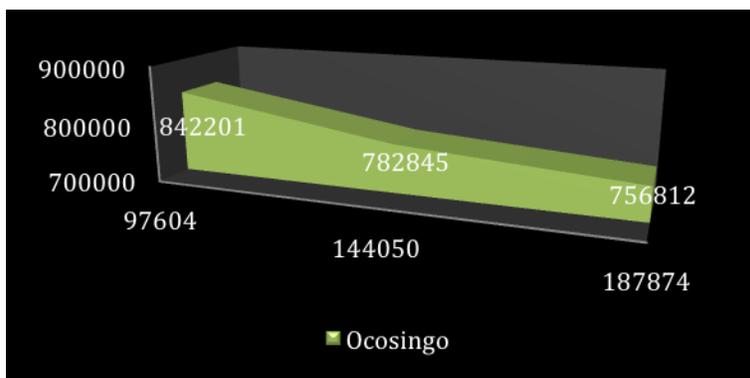
## Anexo 2

Población/ Cobertura Forestal

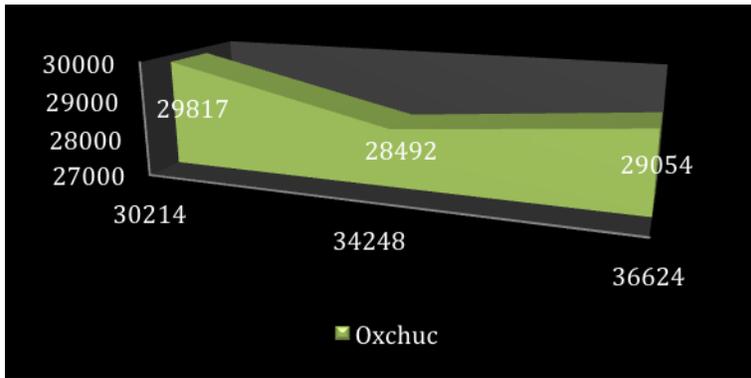
TENOZIQUE



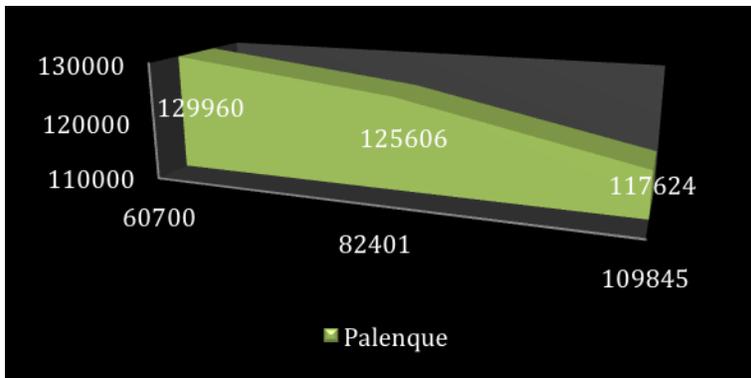
OCOSINGO



### OXCHUC



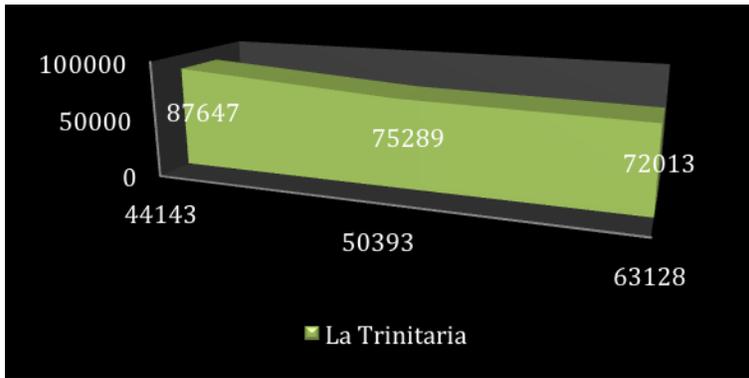
### PALENQUE



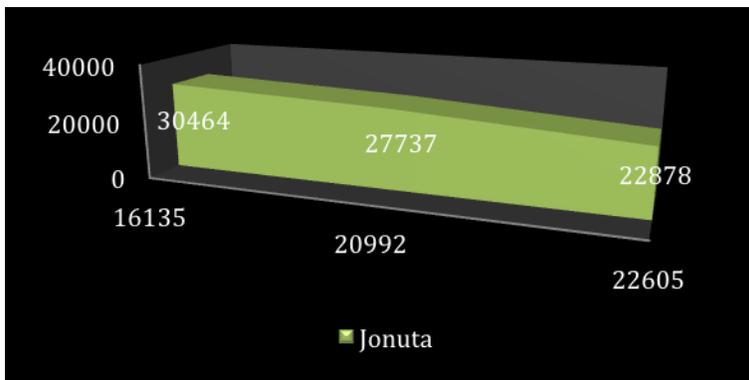
### PALIZADA



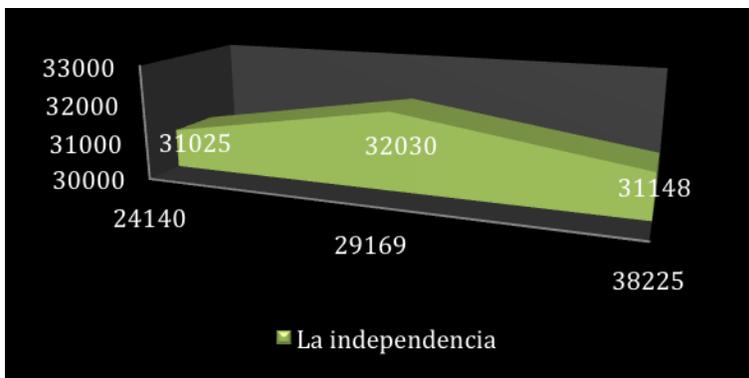
### LA TRINITARIA



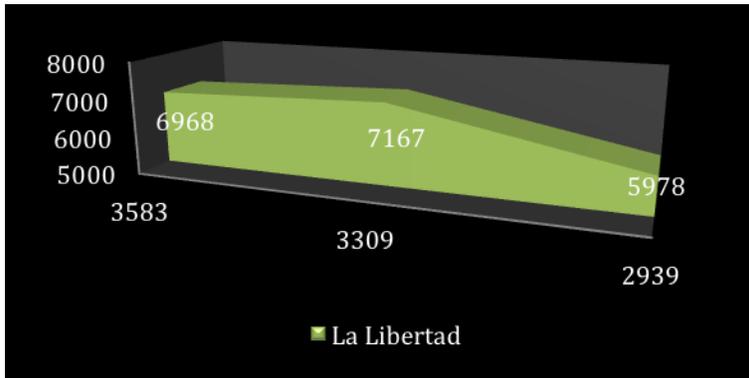
### JONUTA



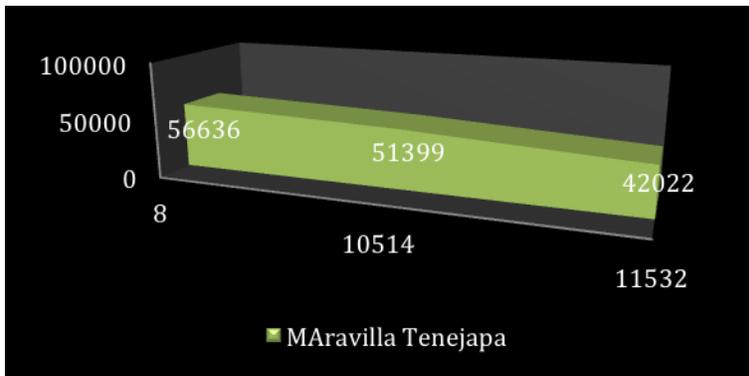
### LA INDEPENDENCIA



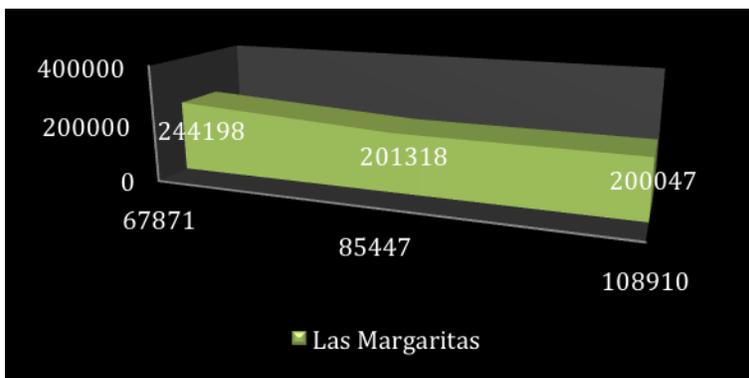
### LA LIBERTAD



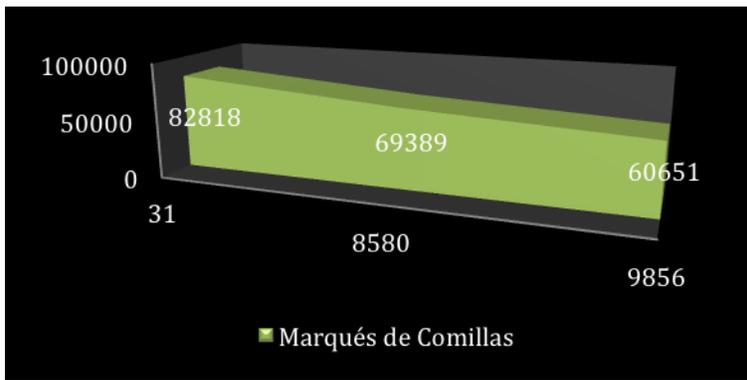
### MARAVILLA TENEJAPA



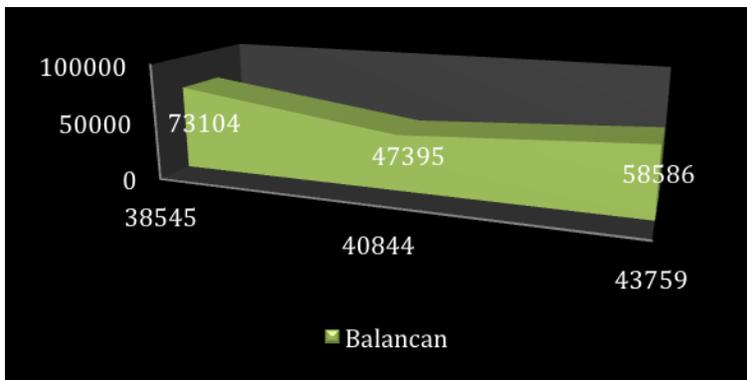
### LAS MARGARITAS



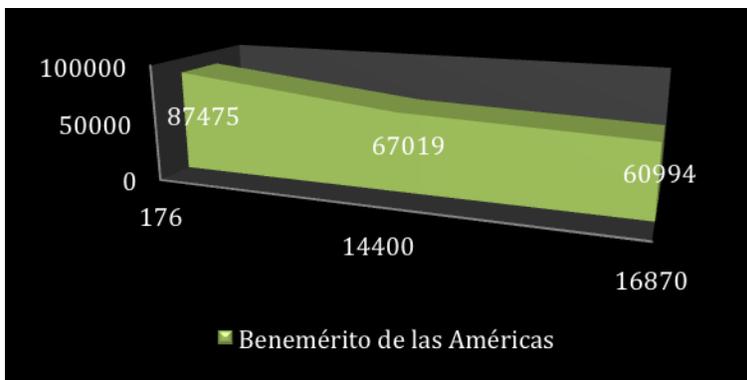
### MARQUÉS DE COMILLAS



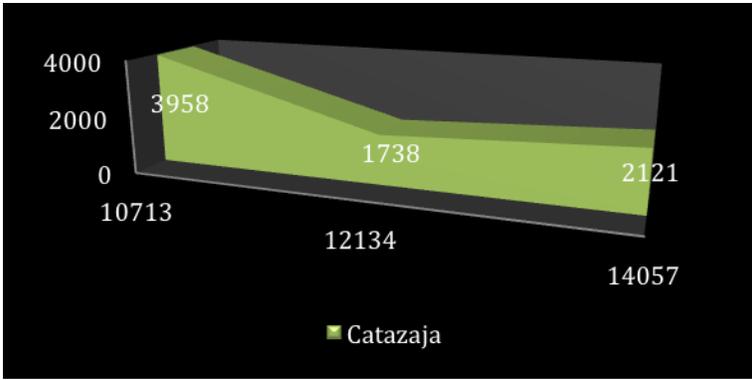
### BALANCÁN



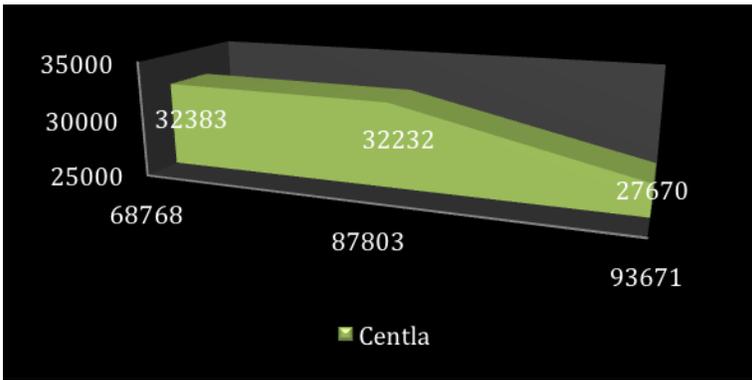
### BENEMÉRITO DE LAS AMÉRICAS



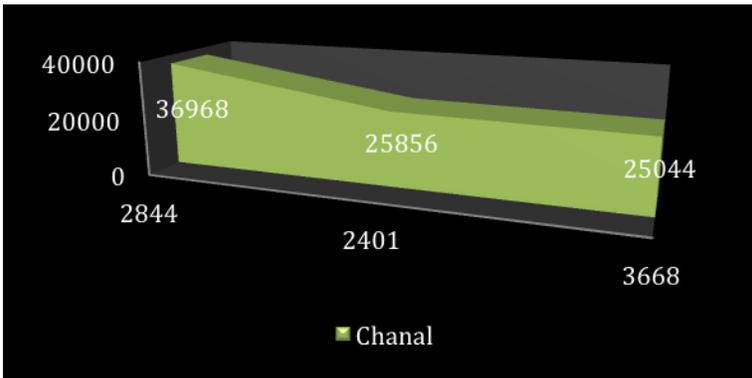
### CATAZAJA



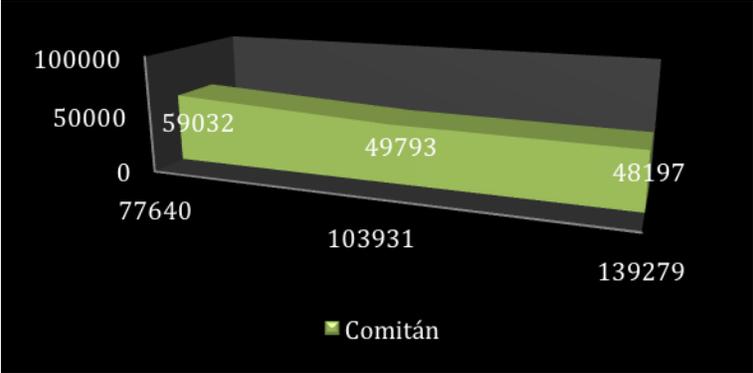
CENTLA



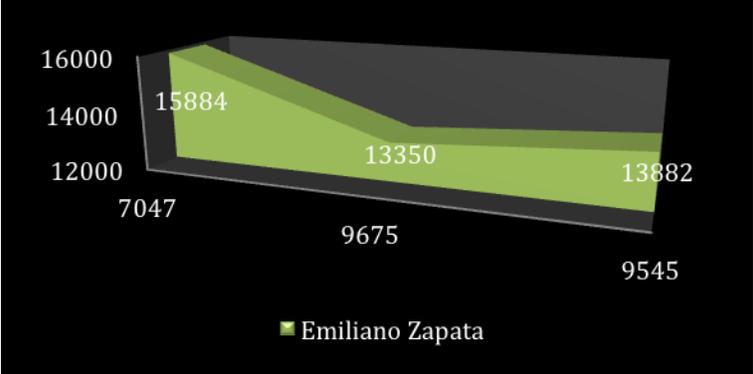
CHANAL



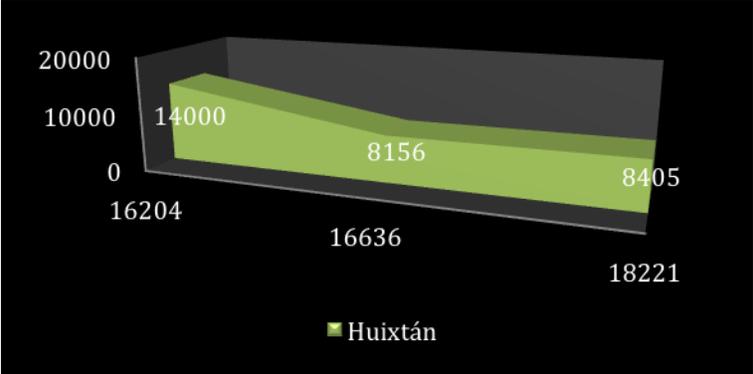
COMITÁN DE DOMINGUEZ



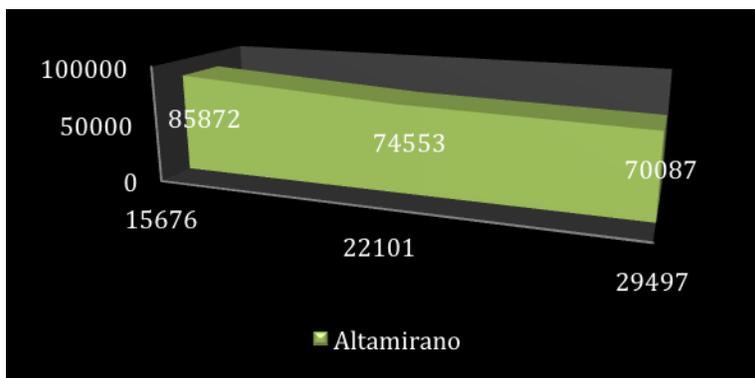
EMILIANO ZAPATA



HUIXTÁN



# ALTAMIRANO



ANEXO 3: ANÁLISIS DE LA TTF DE LOS MUNICIPIOS DE LA RUM.

	CENTRO_BOSQUE (Ha.)	FRONTERA (Ha.)	MOSAICO (Ha.)	POB 90	POB 00	POB 10	LOC 90	LOC 00	LOC 10	SUMA AREA	% CENTRO
BALANCAN	6885.061164	73681.27958	29935	47200	51868	56789	156	184	381	110501.3407	6
BENEMERITO	49535.88068	31535	6665		14400	16870		25	44	87735.88068	56
CENTLA	25203.38327	6580	2360	68768	87803	93671	127	146	198	34143.38327	74
EZAPATA	4529.02593	10606	4395	21880	26921	29575	34	82	64	19530.02593	23
LA LIBERTAD	3318.580136	2295	2463	5063	5065	4971	14	24	63	8076.580136	41
PALIZADA	57332.5945	29551	9282	5512	7674	8300	52	44	144	96165.5945	60
TENOZIQUE	20428.59073	24468	18335	47080	55459	58285	91	116	134	63231.59073	32
ALTAMIRANO	32791.93824	54903	2305	15676	22101	29497	77	128	142	89999.93824	36
CATAZAJA	129.006714	4184	1287	12977	15107	17030	49	70	172	5600.006714	2
CHANAL	8960.907328	28740	681	7042	7560	10676	14	14	15	38381.90733	23
COM_DOM	25657.47319	33461	5040	76270	103785	139168	151	169	241	64158.47319	40
HUIXTAN	3882.687421	10006	1521	17651	16636	19937	45	50	58	15409.68742	25
INDEPENDENCIA	4869.419378	28435	2993	31593	31593	41266	87	87	112	36297.41938	13
TRINITARIA	21897.57259	69624	10441	49646	56532	72170	200	235	415	101962.5726	21
MARGARITA	73293.53406	171771.5822	6013	67683	85447	108910	244	264	362	251078.1163	29
OCOSINGO	619853.2255	234636	15100	97604	144050	187877	456	619	895	869589.2255	71
OXCHUC	989.390242	28916	3615	34278	37404	43299	80	88	145	33520.39024	3
PALENQUE	25489.64086	118761	18891.01273	60700	79803	109845	199	261	643	137652.0127	19
JONUTA	14714.6031	18605	5745	20711	27000	29504	98	114	152	39064.6031	38
MARAVILLA	30944.19453	29530	1758		10514	11532		46	36	62232.19453	50
MARQUES	52635.06716	25740	2845		8580	9856		24	28	81220.06716	65
RUM	1083341.777	1036028.862	151670.0127	687334	895302	1099028	2174	2790	4444	2271040.651	48
SIN OCOSINGO	463488.5512	801392.8618	136570.0127							1401451.426	33

% FRONTERA	%MOSAICO	AREA FORESTAL 90	AREA FORESTAL 00	AREA FORESTAL 10	TDA 93-02	TDA 02-07	AREA MUNICIPIO	Porcentaje area forestal
67	27	73104	47395	58586	-4.7	4.33	357337.1213	31
36	8	87475	67019	60994	-2.92	-1.87	107381.2124	82
19	7	32383	32232	27670	-0.05	-3.01	268999.2553	13
54	23	15884	13350	13882	-1.91	0.78	59567.66695	33
28	30	6968	7167	5978	0.31	-3.56	45590.08207	18
31	10	86256	79746	74085	-0.87	-1.46	214223.0483	45
39	29	42061	43431	50436	0.36	3.04	188294.7684	34
61	3	85872	74553	70087	-1.56	-1.23	95987.59285	94
75	23	3958	1738	2121	-8.74	4.06	62614.37707	9
75	2	36968	25856	25044	-3.89	-0.64	40551.66147	95
52	8	59032	49793	48197	-1.87	-0.65	96805.64675	66
65	10	14000	8156	8405	-5.83	0.61	31138.05073	49
78	8	31025	32030	31148	0.35	-0.56	51652.61232	70
68	10	87647	75289	72013	-1.67	-0.89	160599.3021	63
68	2	244198	201318	200047	-2.12	-0.13	298952.4682	84
27	2	842201	782845	756812	-0.81	-0.67	945315.4813	92
86	11	29817	28492	29054	-0.5	0.39	40787.39454	82
86	14	129960	125606	117624	-0.38	-1.3	294404.0677	47
48	15	30464	27737	22878	-1.04	-3.78	164275.2351	24
47	3	56636	51399	42022	-1.07	-3.95	65386.78466	95
32	4	82818	69389	60651	-1.95	-2.66	94313.44784	86
46	7	2078727	1844539	1777735	-1.32	-0.74	3684177.277	62
57	10							

MUNICIPIO	ÁREA DEL MUNICIPIO (Ha)	% ÁREA FORESTAL
BALANCAN	357337.1213	31
BENEMERITO	107381.2124	82
CENTLA	268999.2553	13
EZAPATA	59567.66695	33
LA LIBERTAD	45590.08207	18
PALIZADA	214223.0483	45
TENOZIQUE	188294.7684	34
ALTAMIRANO	95987.59285	94
CATAZAJA	62614.37707	9
CHANAL	40551.66147	95
COM_DOM	96805.64675	66
HUIXTAN	31138.05073	49
INDEPENDENCIA	51652.61232	70
TRINITARIA	160599.3021	63
MARGARITA	298952.4682	84
OCOSINGO	945315.4813	92
OXCHUC	40787.39454	82
PALENQUE	294404.0677	47
IONLUTA	164275.2351	24
MARAVILLA	65386.78466	95
MARQUES	94313.44784	86
RUM		61.64308827

## **Anexo 4**

### **REGÍMENES DE TENENCIA Y GESTIÓN**

Zonas Protegidas: Puede reducir la deforestación incluso donde las instituciones son deficientes. Sus efectos no están bien documentados, sin embargo para las personas excluidas fuera de las zonas protegidas los resultados han sido negativos ya que ahí obtenían productos forestales. A pesar de encontrarse en áreas Protegidas, se observa una tendencia a permitir múltiples usos en esas zonas. La mayoría de las nuevas zonas forestales protegidas se encuentran cruzando la frontera agrícola, donde es fácil ubicar a pobladores locales y hay menos competencia de intereses comerciales.

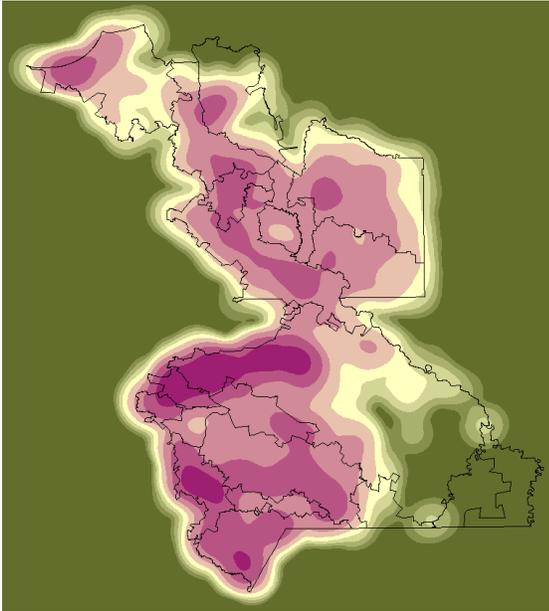
Zonas indígenas: La gestión y la propiedad de zonas forestales alejadas se transfieren a pueblos indígenas, cuya actuación se asocia a veces con tasas de deforestación más bajas que las registradas en áreas similares. En estas zonas la explotación forestal comercial o la transformación de la tierra en gran escala están prohibidas.

Concesiones de explotación forestal reguladas: Estas concesiones permite proteger considerablemente la diversidad biológica sobretodo en zonas de frontera. Donde hay escaso apoyo público a la constitución de áreas protegidas, el otorgamiento de concesiones de explotación reguladas constituye una opción viable.

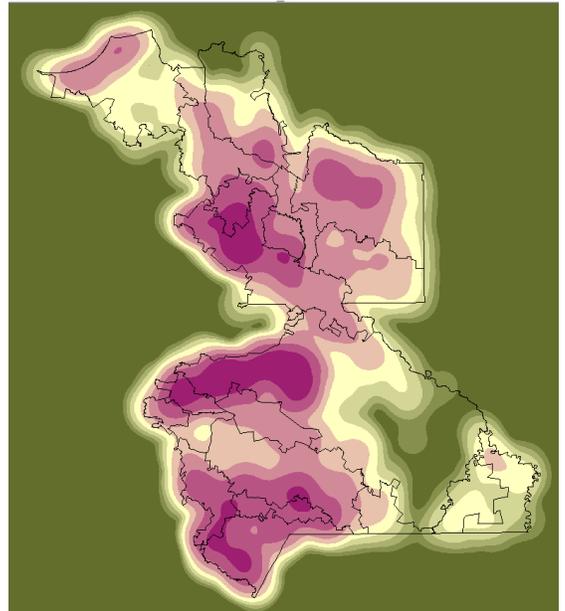
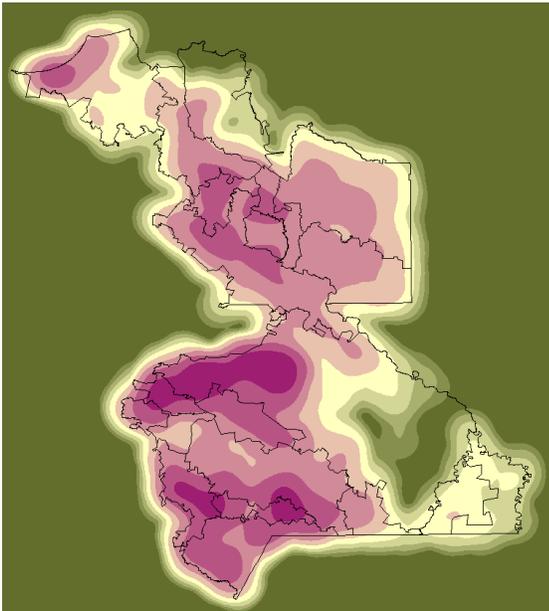
Gestión comunitaria de los bosques: En medida creciente, las comunidades están compartiendo la gestión o adquiriendo la propiedad de bosques públicos. El éxito depende de la fortaleza de la organización comunitaria, las normas que deben de cumplir y los incentivos económicos y culturales para la conversión de bosques. Las comunidades necesitan un sólido capital para hacer cumplir las reglas y evitar que otros se apoderen de recursos forestales.

Bosques de propiedad privada: Conciliar servicios agrícolas y ambientales ha resultado difícil en zonas de mosaico y frontera. Algunos países han recurrido a la zonificación y han aplicado regulaciones de distinto grado de complejidad. Al parecer no se han hecho cumplir estrictamente estas condiciones.

Mapa1. Método de Kernel 1990

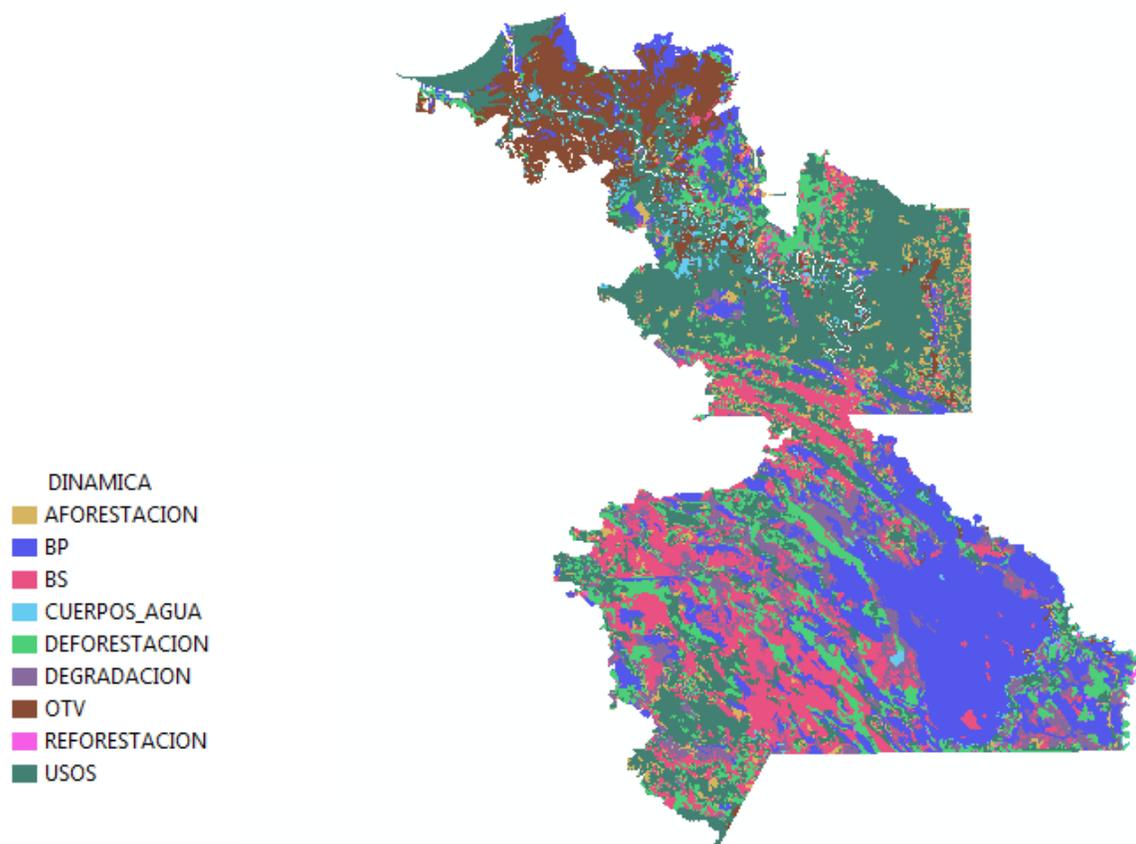


Mapa2. Método de Kernel 2000



Mapa3. Método de Kernel 2010

## Mapa Dinámica Forestal



Modelo Espacial de la Transición Forestal en la RUM

