

# INVENTARIO ESTATAL FORESTAL Y DE SUELOS

MORELOS

2013

INVENTARIO ESTATAL FORESTAL Y DE SUELOS - MORELOS 2013

D.R. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Boulevard Adolfo Ruíz Cortines 4209  
Colonia Jardines en la Montaña  
C.P. 14210, Tlalpan, Distrito Federal.

Comisión Nacional Forestal

Periférico Poniente 5360  
Colonia San Juan de Ocotán,  
C.P. 45019, Zapopan, Jalisco.

Primera edición 2014

Colección de Inventarios Estatales Forestales y de Suelos 2013-2014

ISBN. 978-607-8383-00-9

Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Morelos 2013

ISBN. 978-607-8383-04-7

IMPRESO Y HECHO EN MÉXICO.

Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social.

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

La cartografía presentada en forma digital en el disco anexo cumple con los estándares establecidos por el INEGI en materia de especificaciones técnicas, y diccionarios de datos que rigen la representación de los elementos de la Carta de Recursos Forestales 1:50.000, así como los metadatos presentados están apegados a la Norma Técnica Mexicana desarrollada para este tema. Fueron validados 10 % de los productos mediante un convenio de colaboración interinstitucional INEGI-CONAFOR.

# CONTENIDO

---

## PRESENTACIÓN

- Gobierno de la República 11
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 12
- Comisión Nacional Forestal 13
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía 14

## CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL

### 1.1. ANTECEDENTES 19

- Inventarios forestales en México 19
- Inventarios forestales a nivel estatal 20
- Consideraciones de los inventarios forestales 21

### 1.2. MARCO JURÍDICO 22

- Programa Estratégico Forestal 2025 22
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 22
- Reglamento de la LGDFS 23
- Documento Estratégico Rector del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 23

### 1.3. METODOLOGÍA 24

- Integración de la cartografía forestal básica por estado en escala 1:50,000 24
- Obtención de la información de campo 26
- Procesamiento y análisis de la información 28

### 1.4. OBJETIVOS 32

- Objetivos nacionales 32
- Objetivos a nivel estatal 32
- Metas de los inventarios estatales forestales y de suelos 33

## CAPÍTULO 2: MARCO GEOGRÁFICO

### 2.1. MARCO NACIONAL 37

- Ubicación geográfica 37
- Fisiografía 38
- Clima 39
- Hidrografía 39
- Geología 40
- Suelos 40
- Población 40

### 2.2. MARCO ESTATAL 41

- Ubicación geográfica 41
- Fisiografía y geomorfología 42
- Climas 44
- Hidrografía 46
- Geología 48
- Edafología 50
- Ecorregiones 52

- Economía 54
- Población 55

## CAPÍTULO 3: RESULTADOS

### 3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS FORESTALES 59

- Superficie forestal estatal 61
- Estructura de las formaciones 64

### 3.2. FORMACIONES FORESTALES 66

- Coníferas 66

Caracterización de la formación  
 Superficie por tipo de vegetación  
 Estructura de la formación  
 Registro de especies  
 Regeneración de la masa forestal  
 Indicadores dasométricos  
 Estado de salud del arbolado  
 Conclusiones sobre la formación

- Coníferas y latifoliadas 76

Caracterización de la formación  
 Superficie por tipo de vegetación  
 Estructura de la formación  
 Registro de especies  
 Regeneración de la masa forestal  
 Indicadores dasométricos  
 Estado de salud del arbolado  
 Conclusiones sobre la formación

- Latifoliadas 83

Caracterización de la formación  
 Superficie por tipo de vegetación  
 Estructura de la formación  
 Registro de especies  
 Regeneración de la masa forestal  
 Indicadores dasométricos  
 Estado de salud del arbolado  
 Conclusiones sobre la formación

- Bosque mesófilo 90

Caracterización de la formación  
 Superficie por tipo de vegetación  
 Estructura de la formación  
 Registro de especies  
 Regeneración de la masa forestal  
 Estado de salud del arbolado  
 Conclusiones sobre la formación

- Selvas bajas 94

Caracterización de la formación  
 Superficie por tipo de vegetación  
 Estructura de la formación  
 Registro de especies  
 Regeneración de la masa forestal  
 Indicadores dasométricos  
 Estado de salud del arbolado  
 Conclusiones sobre la formación

- Otras asociaciones 103

Caracterización de la formación  
 Superficie por tipo de vegetación

---

• Zonas áridas	104
Caracterización de la formación	
Superficie por tipo de vegetación	
• Otras áreas forestales	106
Caracterización de la formación	
Superficie por tipo de vegetación	
• Áreas no forestales	108
Superficies por tipo de cobertura	
Caracterización de la formación	
<b>3.3. ZONIFICACIÓN FORESTAL</b>	<b>110</b>
• Metodología	110
• Categorías	111
• Simbología para la interpretación de las categorías de la zonificación forestal	112

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>123</b>
---------------------	------------

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>125</b>
---------------------	------------

## **ANEXOS**

### 1. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA Y CARTOGRAFÍA (DISCO)

- 1.1. Presentación del disco

### 2. ÍNDICE DE CARTAS DE RECURSOS FORESTALES 1:50,000 POR FORMACIÓN (ENCARTE)

---

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>MAPA 1:</b>	Mapa de la República Mexicana	37
<b>MAPA 2:</b>	Estado de Morelos	41
<b>MAPA 3:</b>	Fisiografía y geomorfología	42
<b>MAPA 4:</b>	Climas	44
<b>MAPA 5:</b>	Hidrografía	46
<b>MAPA 6:</b>	Geología	48
<b>MAPA 7:</b>	Edafología	50
<b>MAPA 8:</b>	Ecorregiones	52
<b>MAPA 9:</b>	Formaciones forestales del estado	59
<b>MAPA 10:</b>	Ubicación y distribución de coníferas	66
<b>MAPA 11:</b>	Ubicación y distribución de coníferas y latifoliadas	76
<b>MAPA 12:</b>	Ubicación y distribución de latifoliadas	83
<b>MAPA 13:</b>	Ubicación y distribución de bosque mesófilo	90
<b>MAPA 14:</b>	Ubicación y distribución de selvas bajas	94
<b>MAPA 15:</b>	Ubicación y distribución de otras asociaciones	103
<b>MAPA 16:</b>	Ubicación y distribución de zonas áridas	104
<b>MAPA 17:</b>	Ubicación y distribución de otras áreas forestales	106
<b>MAPA 18:</b>	Ubicación y distribución de áreas no forestales	108
<b>MAPA 19:</b>	Zonas de conservación	116
<b>MAPA 20:</b>	Zonas de producción	117
<b>MAPA 21:</b>	Zonas de restauración	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b>	Imágenes <i>Rapid Eye</i>	24
<b>FIGURA 2:</b>	Forma y distribución de las unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios dentro de la unidad primaria (UPM) o conglomerado	27
<b>FIGURA 3:</b>	Diagrama relacional de la base de datos del IEFYS versión 2013	29
<b>FIGURA 4:</b>	Número de variables por tabla de trabajo	30
<b>FIGURA 5:</b>	Pantalla principal del sistema de captura Access	31
<b>FIGURA 6:</b>	Proceso de exportación de la información a su destino final	31
<b>FIGURA 7:</b>	Industrialización de productos forestales	54
<b>FIGURA 8:</b>	Principales grupos de especies maderables en el estado	54
<b>FIGURA 9:</b>	Número de formaciones por municipio	60
<b>FIGURA 10:</b>	Distribución de la superficie estatal por uso de suelo y vegetación	60
<b>FIGURA 11:</b>	Proporción de la superficie forestal	61
<b>FIGURA 12:</b>	Estructura de la vegetación por estado sucesional	65
<b>FIGURA 13:</b>	Composición de la vegetación secundaria	65
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coníferas</li></ul>	
<b>FIGURA 14:</b>	Estructura de la formación forestal por fase sucesional	68
<b>FIGURA 15:</b>	Proporción de las principales especies presentes en la formación	68
<b>FIGURA 16:</b>	Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	68
<b>FIGURA 17:</b>	Distribución de frecuencias por alturas	69
<b>FIGURA 18:</b>	Distribución de frecuencias por clase diamétrica	69
<b>FIGURA 19:</b>	Tiempos de paso en la formación	70
<b>FIGURA 20:</b>	Proporción de daño por agente causal	74

FIGURA 21: Frecuencia de daño por agente causal	74	FIGURA 41: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	92
FIGURA 22: Proporción de daño por intensidad del agente causal	74	FIGURA 42: Proporción de daño por agente causal	93
• Coníferas y latifoliadas		FIGURA 43: Frecuencia de daño por agente causal	93
FIGURA 23: Estructura de la formación por fase sucesional	78	• Selvas bajas	
FIGURA 24: Proporción de las principales especies presentes en la formación	78	FIGURA 44: Estructura de la formación por fase sucesional	96
FIGURA 25: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	78	FIGURA 45: Proporción de las principales especies presentes en la formación	96
FIGURA 26: Distribución de frecuencias por alturas	79	FIGURA 46: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	97
FIGURA 27: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	79	FIGURA 47: Distribución de frecuencias por alturas	98
FIGURA 28: Proporción de daño por agente causal	82	FIGURA 48: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	98
FIGURA 29: Frecuencia de daño por agente causal	82	FIGURA 49: Proporción de daño por agente causal	101
FIGURA 30: Proporción de daño por intensidad del agente causal	82	FIGURA 50: Frecuencia de daño por agente causal	102
• Latifoliadas		FIGURA 51: Proporción de daño por intensidad del agente causal	102
FIGURA 31: Estructura de la formación por fase sucesional	84	• Áreas no forestales	
FIGURA 32: Proporción de las principales especies presentes en la formación	85	FIGURA 52: Distribución de la superficie de áreas no forestales	109
FIGURA 33: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	85	• Zonificación	
FIGURA 34: Distribución de frecuencias por alturas	86	FIGURA 53: Distribución de categorías de zonificación	113
FIGURA 35: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	86	FIGURA 54: Distribución de categorías de zonificación para coníferas	120
FIGURA 36: Proporción de daño por agente causal	88	FIGURA 55: Distribución de categorías de zonificación para coníferas y latifoliadas	120
FIGURA 37: Frecuencia de daño por agente causal	88	FIGURA 56: Distribución de categorías de zonificación para latifoliadas	120
FIGURA 38: Proporción de daño por intensidad del agente causal	88	FIGURA 57: Distribución de categorías de zonificación para selvas bajas	120
• Bosque mesófilo		FIGURA 58: Distribución de categorías de zonificación para otras asociaciones	120
FIGURA 39: Estructura de la formación por fase sucesional	91	FIGURA 59: Distribución de categorías de zonificación para áreas no forestales	120
FIGURA 40: Proporción de las principales especies presentes en la formación	92		

---

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> Leyenda utilizada en la cartografía	25	<b>TABLA 21:</b> Descripción de alturas (metros)	69
<b>TABLA 2:</b> Ubicación geográfica	37	<b>TABLA 22:</b> Descripción de diámetros (centímetros)	69
<b>TABLA 3:</b> Provincias fisiográficas de México	38	<b>TABLA 23:</b> Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)	70
<b>TABLA 4:</b> Principales elevaciones de México	38	<b>TABLA 24:</b> Estimador de razón por cobertura de copa (%/hectárea)	70
<b>TABLA 5:</b> Presencia de grupos climáticos en México	39	<b>TABLA 25:</b> Estimador de razón para área basal (m <sup>2</sup> /hectárea)	70
<b>TABLA 6:</b> Ríos	39	<b>TABLA 26:</b> Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /hectárea)	70
<b>TABLA 7:</b> Suelos	40	<b>TABLA 27:</b> Estimador de razón para IMA por hectárea (m <sup>3</sup> /hectárea/año)	71
<b>TABLA 8:</b> Proporción de la superficie que ocupan las provincias fisiográficas	42	<b>TABLA 28:</b> Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)	71
<b>TABLA 9:</b> Elevaciones principales	43	<b>TABLA 29:</b> Indicadores dasométricos a nivel municipal	72
<b>TABLA 10:</b> Grupo de climas A	45	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coníferas y latifoliadas</li></ul>	
<b>TABLA 11:</b> Grupo de climas C	45	<b>TABLA 30:</b> Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)	77
<b>TABLA 12:</b> Grupo de climas E	45	<b>TABLA 31:</b> Proporción de los principales géneros presentes en la formación	78
<b>TABLA 13:</b> Proporción de la superficie que ocupan las regiones hidrológicas	46	<b>TABLA 32:</b> Descripción de alturas (metros)	79
<b>TABLA 14:</b> Clasificación geológica en el estado	49	<b>TABLA 33:</b> Descripción de diámetros (centímetros)	79
<b>TABLA 15:</b> Proporción de la superficie estatal por tipo de suelo	50	<b>TABLA 34:</b> Estimador de razón para densidad de árboles (árbol/hectárea)	80
<b>TABLA 16:</b> Densidad de la población en las zonas forestales y no forestales	55	<b>TABLA 35:</b> Estimador de razón por cobertura de copa (%/hectárea)	80
<b>TABLA 17:</b> Superficie forestal por formación a nivel municipal (hectáreas)	62	<b>TABLA 36:</b> Estimador de razón para área basal (m <sup>2</sup> /hectárea)	80
<b>TABLA 18:</b> Superficie forestal de las formaciones por estado sucesional	64	<b>TABLA 37:</b> Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /hectárea)	80
<ul style="list-style-type: none"><li>• Coníferas</li></ul>		<b>TABLA 38:</b> Estimador de razón para IMA promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /hectárea/año)	80
<b>TABLA 19:</b> Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)	67	<b>TABLA 39:</b> Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)	80
<b>TABLA 20:</b> Proporción de los principales géneros presentes en la formación	68	<b>TABLA 40:</b> Indicadores dasométricos a nivel municipal	81

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latifoliadas</li> </ul>			
TABLA 41:	Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)	84	
TABLA 42:	Proporción de los principales géneros presentes en la formación	85	
TABLA 43:	Descripción de alturas (metros)	85	
TABLA 44:	Descripción de diámetros (centímetros)	86	
TABLA 45:	Estimador de razón para densidad de árboles (árbol/hectárea)	86	
TABLA 46:	Estimador de razón por cobertura de copa (%/hectárea)	86	
TABLA 47:	Estimador de razón para área basal (m <sup>2</sup> /hectárea)	86	
TABLA 48:	Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /hectárea)	87	
TABLA 49:	Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)	87	
TABLA 50:	Indicadores dasométricos a nivel municipal	87	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque mesófilo</li> </ul>			
TABLA 51:	Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)	91	
TABLA 52:	Proporción de los principales géneros presentes en la formación	91	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selvas bajas</li> </ul>			
TABLA 53:	Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)	95	
TABLA 54:	Proporción de los principales géneros presentes en la formación	96	
TABLA 55:	Descripción de alturas (metros)	98	
TABLA 56:	Descripción de diámetros (centímetros)	98	
TABLA 57:	Estimador de razón para densidad de árboles (árbol/hectárea)	99	
			TABLA 58: Estimador de razón por cobertura de copa (%/hectárea) 99
			TABLA 59: Estimador de razón para área basal (m <sup>2</sup> /hectárea) 99
			TABLA 60: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /hectárea) 99
			TABLA 61: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea) 99
			TABLA 62: Indicadores dasométricos a nivel municipal 100
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas áridas</li> </ul>
			TABLA 63: Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas) 105
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonificación</li> </ul>
			TABLA 64: Zonificación forestal del estado de Morelos 111
			TABLA 65: Superficie de las zonas de conservación 112
			TABLA 66: Superficie de las zonas de producción 112
			TABLA 67: Superficie de las zonas de restauración 113
			TABLA 68: Zonificación forestal por formación (hectáreas) 114



ENRIQUE PEÑA NIETO  
PRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

# PRESENTACIÓN

---

México tiene una gran riqueza natural. Sus bosques y selvas cubren el setenta por ciento de su superficie y en ellos se aloja gran parte de nuestra vasta biodiversidad. Este patrimonio constituye un privilegio y una gran responsabilidad para todos los mexicanos. En la ruta hacia un desarrollo más sustentable, su cuidado es esencial.

Nuestros recursos forestales nos proveen de alimentos básicos, permiten la conservación de la productividad del suelo y son fundamentales para garantizar el abasto de agua. Además, su protección es esencial para mitigar los efectos adversos del cambio climático. Por ello, el Gobierno de la República está comprometido en asegurar, a la presente y a las futuras generaciones, el derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

Para crecer sin deteriorar nuestro entorno natural, es indispensable contar con información precisa. Con ese objetivo, ordené la elaboración de los Inventarios Forestales y de Suelos de todo el país, reconociendo que estos instrumentos constituyen una valiosa herramienta para orientar y definir políticas públicas eficaces.

Con la integración de los inventarios estatales que se publican en esta obra, estamos avanzando para fortalecer nuestra política forestal y facilitar nuestra transición hacia una economía competitiva, sustentable y baja en carbono.

Esta obra es reflejo del compromiso permanente que el Gobierno de la República tiene con el crecimiento verde incluyente, el combate al cambio climático y la conservación del ambiente.

**ENRIQUE PEÑA NIETO**  
PRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

## SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

---

Bajo el liderazgo del Presidente Enrique Peña Nieto, la estrategia ambiental del Gobierno Federal está orientada a elevar la calidad de vida de los mexicanos y a promover el aprovechamiento sustentable de nuestros recursos naturales.

Reconociendo la importancia de los bosques y selvas, el Sr. Presidente instruyó realizar Inventarios Forestales y de Suelos en todo el país, con el fin de conocer con mayor precisión el tamaño de nuestros bosques, identificando con exactitud sus características y definir políticas específicas para cuidarlos.

Sin duda alguna, estos primeros 16 inventarios representan el esfuerzo del Sector Ambiental y en específico de la Comisión Nacional Forestal, para contribuir al aprovechamiento sustentable de nuestros bosques, en la promoción de mayor número de plantaciones forestales comerciales, en el manejo eficiente de programas como el de pago por servicios ambientales y, sobre todo, en alcanzar la meta de lograr la reforestación de un millón de hectáreas en el periodo 2013-2018, asegurando un mayor porcentaje de supervivencia.

Está previsto que para el 2015 se publiquen los 16 inventarios estatales forestales restantes los que al sumarse a los aquí publicados habrán de integrar un compendio único del panorama forestal de todo el país.

Es esta una magnífica oportunidad para reconocer que la iniciativa y el interés de impulsar un México Próspero con una visión integral y sustentable, tanto del Presidente Peña Nieto como de los sectores involucrados, han llevado a concretar exitosamente tan importante proyecto para la gestión y el manejo sustentable de nuestros bosques.

**JUAN JOSÉ GUERRA ABUD**

Secretario de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

## COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

---

México resguarda en su territorio una importante riqueza forestal, patrimonio de los mexicanos, que debemos aprovechar de manera sustentable y protegerlos.

En consecuencia con esta premisa, el Presidente de la República Lic. Enrique Peña Nieto mandató en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 elaborar el Programa Nacional Forestal (PRONAFOR), el cual se construyó mediante un proceso amplio de participación y cuyos objetivos, estrategias y líneas de acción se alinean con los establecidos en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En el PRONAFOR 2014-2018 se establecen las acciones de política forestal. Destaca la meta de duplicar la producción maderable nacional que detone procesos de crecimiento y desarrollo económico en las principales regiones forestales. Se focalizan acciones de conservación y restauración de los suelos en las áreas donde se reforesta con un sentido de sustentabilidad social, económica y ambiental. El programa de pago de servicios ambientales funciona como capital semilla e impulsa la provisión de otros usos y servicios ecosistémicos, como la recarga de los mantos acuíferos, la captura de carbono y las bellezas escénicas. Así mismo, se impulsa el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

Con el propósito de prevenir y combatir los incendios, en el 2014 por instrucciones del Presidente de la República se puso en marcha el Sistema Nacional de Manejo del Fuego integrado por un Centro Nacional y seis Centros Regionales distribuidos estratégicamente.

Motivo de este mensaje es la aparición en 2014 de los primeros dieciséis tomos del compendio de los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos. El objetivo es proveer información oportuna, de calidad y precisión para apoyar un entorno ambientalmente favorable y detonar condiciones que promuevan la competitividad forestal. Tal y como lo mandata la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, éstos son compatibles con el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, lo que permitirá obtener conclusiones más precisas y de mayor detalle.

Se generó cartografía de recursos forestales, homogénea y estandarizada, escala 1:50,000, bajo estándares y supervisión del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Mención especial es la sinergia desarrollada entre la CONAFOR y el INEGI con el levantamiento del inventario nacional y que se ha visto fortalecida y ampliada a través de la ejecución de los inventarios estatales.

Ambos niveles de inventario son homogéneos ya que consideran las mismas definiciones y procesos, y estandariza la periodicidad con la que se realizará la actualización, por lo menos en un periodo de tiempo a largo plazo de 20 años, considerando su ajuste cada 5 años de acuerdo con la legislación vigente.

Con esta importante herramienta de planeación, el Gobierno de la República contribuye al conocimiento, al aprovechamiento sustentable, a la conservación y protección de los recursos forestales del país.

**JORGE RESCALA PÉREZ**  
Director General de la Comisión  
Nacional Forestal

## INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

---

México ha tenido una rica trayectoria en cuanto a la evaluación de sus recursos naturales se refiere. En particular, los primeros intentos de conocer la cantidad y la calidad de sus recursos forestales se remontan a la década de los sesenta del siglo pasado.

En esa época con el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se dieron los primeros pasos para tener una primera aproximación de los mismos. A partir de esa fecha se ha afinado la metodología y los instrumentos de levantamiento en campo son más precisos hasta llegar el día de hoy al uso de imágenes de satélite que nos proporcionan una mayor exactitud de la magnitud de estos recursos, así como, nos proporciona información más robusta y confiable.

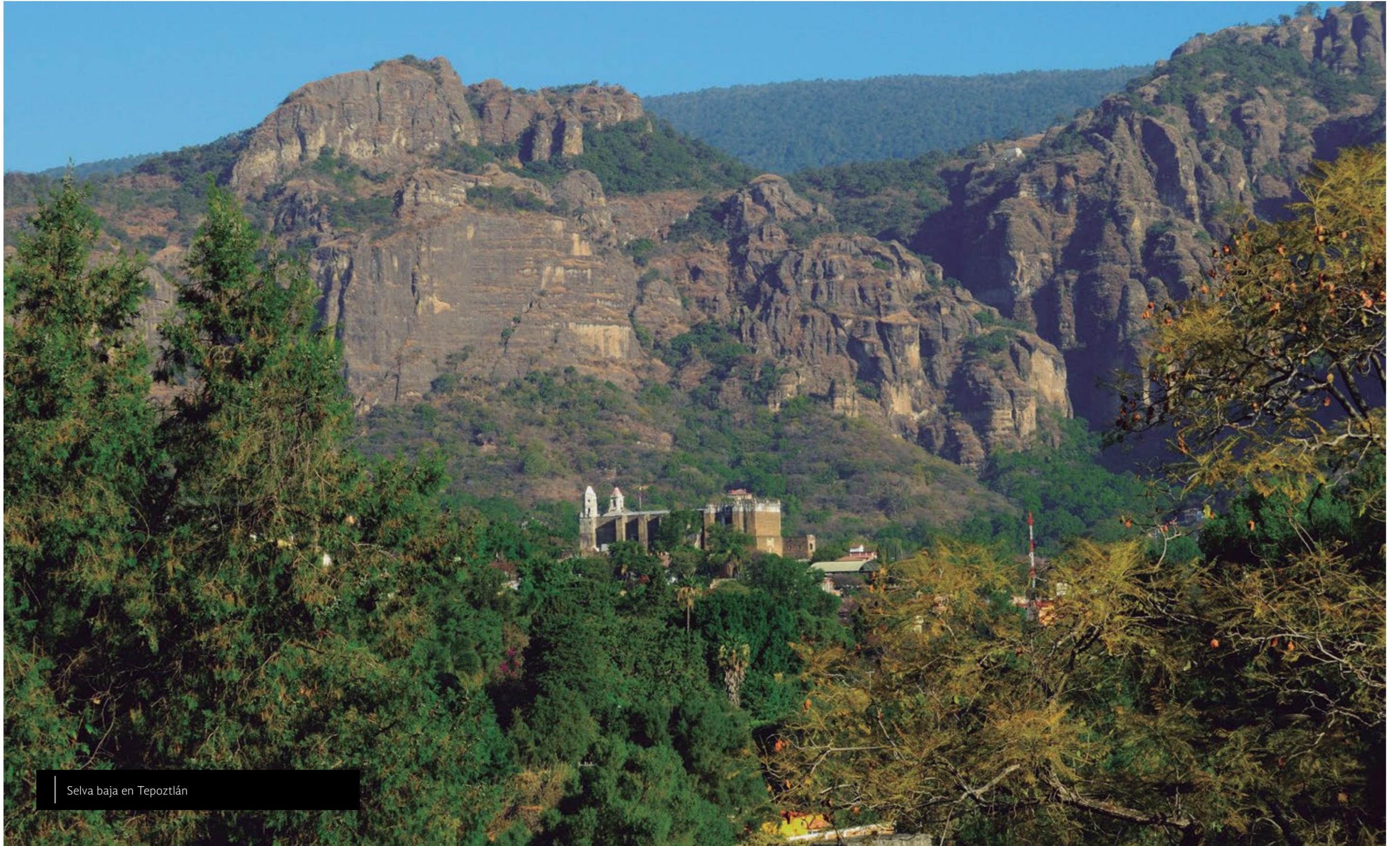
De esta manera, nuestro país cuenta actualmente con un Inventario Nacional Forestal y de Suelos reconocido a nivel mundial, el cual se complementa el día de hoy con los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos perfectamente alineados con el primero.

Estos Inventarios Estatales sustentan sus resultados en la cartografía generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cumpliendo con sus estándares, especificaciones técnicas, diccionarios de datos y metadatos establecidos en las Normas Técnicas Mexicanas.

De esta manera, por primera vez en el país se genera una Carta de Recursos Forestales escala 1:50,000 completamente homogenizada y estandarizada para todas las entidades federativas de la nación, esta cartografía ha sido supervisada y validada por INEGI en diez por ciento de sus productos mediante un convenio de colaboración interinstitucional INEGI-CONAFOR.

**EDUARDO SOJO GARZA-ALDAPE**

Presidente del Instituto Nacional de  
Estadística y Geografía



Selva baja en Tepoztlán



Bosque de coníferas

CAPÍTULO

1

# MARCO CONCEPTUAL



Bosque de coníferas

# 1.1. ANTECEDENTES

## INVENTARIOS FORESTALES EN MÉXICO

Un inventario forestal tiene como principal función proveer información sobre la cantidad, ubicación y la calidad de los recursos forestales, constituye una herramienta básica para la toma de decisiones como el manejo, aprovechamiento, conservación y restauración forestal.

En México se tienen registros históricos de sistemas altamente desarrollados para el recuento de los recursos naturales. La actividad moderna sobre inventarios forestales “metodológicos” es reciente y ha logrado avances importantes, a partir de los cuales se han generado estimaciones cuantitativas y cualitativas que ayudan a describir y evaluar los recursos forestales del país.

Actualmente se tienen cinco inventarios forestales a nivel nacional:

1. Primer Inventario Nacional Forestal
2. Inventario Nacional Forestal de Gran Visión
3. Inventario Nacional Forestal Periódico
4. Inventario Nacional Forestal
5. Inventario Nacional Forestal y de Suelos

El Primer Inventario Nacional Forestal (1961-1985), se desarrolló con apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y sentó las bases técnicas y administrativas de un proyecto de esta naturaleza, estaba orientado a las áreas maderables del norte del país y se desarrolló principalmente utilizando fotografías aéreas de las zonas arboladas de mayor valor comercial, en donde se concentró el levantamiento de información en campo, a través de un muestreo intensivo; en las áreas arboladas de menor valor y las no forestales, se determinaron resultados mediante reconocimientos aéreos e imágenes satelitales (SARH, 1994; Caballero, 1998).

Dentro de los productos y contribuciones importantes de este inventario, se encuentra: cartografía a escala 1:50,000 y 1:100,000; estadísticas dasométricas realizadas a partir de los datos de campo; memoria de resultados a nivel nacional y estatal; y tablas de volumen para los géneros *Pinus* y *Quercus* (INIF-FAO, 1961-1964).

La actualización de la información sobre los recursos forestales en el país, se dio hasta el año 1991 con el Inventario Nacional Forestal de Gran Visión (1991), que utilizó métodos indirectos de medición y en el cual no se incluyó el levantamiento de datos en campo. Se realizó con base en imágenes de satélite de alta y baja resolución y la cartografía existente en ese momento (SARH, 1994; SEMARNAT, 2002; Red de Monitoreo y Políticas Públicas, 2006).

Con este proyecto se integró por primera vez la información de los recursos forestales a escala nacional, los productos generados de este esfuerzo fueron mapas de vegetación a escala 1:1,000,000, detallando vegetación forestal y vegetación no forestal en 17 clases, además de memoria de resultados, este inventario sirvió de base para realizar el Inventario Nacional Periódico (SEMARNAT, 2005).

Un año más tarde, en 1992, se inicia el Inventario Nacional Forestal Periódico (1992-1994), que fue diseñado con el fin de detallar y actualizar la información existente de forma permanente y zonificar las áreas forestales de acuerdo a su aptitud y función (SEMARNAT, 2005).

El proyecto tuvo gran relevancia, por diversas características en su construcción, como el uso de imágenes de satélite de alta resolución para la generación de mapas escala 1:250,000 para todo el territorio nacional, el muestreo en campo de baja intensidad mediante parcelas de muestreo con distribución sistemática, la zonificación de los terrenos forestales y el almacenamiento de los datos en archivos magnéticos que más tarde se utilizarían con Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Red de Monitoreo de Políticas Públicas, 2006).

A diferencia del primer inventario, cuyo recurso fue de origen federal, el Inventario Nacional Periódico, tuvo aportación de los gobiernos estatales y de otras instituciones y organizaciones nacionales e internacionales (Red de Monitoreo de Políticas Públicas, 2006).

El cuarto Inventario Nacional Forestal (2000), estuvo a cargo de la Universidad Nacional Autónoma de México, se considera un inventario inconcluso ya que solo se completó la primera etapa, relacionada con la elaboración de cartografía que consistió en la interpretación visual de imágenes de satélite, la fase de trabajo en campo y la evaluación dasométrica no fue realizada (SEMARNAT, 2002).

Se publicaron resultados parciales y se obtuvo la carta de vegetación y uso del suelo escala 1:250,000, con una clasificación similar a la de INEGI, sin embargo no fue validada (Red de Monitoreo de Políticas Públicas, 2006).

Finalmente, se llevó a cabo el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2004-2009), el cual inició en el año 2004, para lo cual se generó un Documento Estratégico Rector con la colaboración del Servicio Forestal de Estados Unidos de América, el Servicio Forestal de Canadá y el Instituto de Investigaciones Forestales de Finlandia y otras dependencias federales como SEMARNAT, CONAFOR, INEGI, Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en cuanto a la revisión de las metodologías para su ejecución. Por aprobación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la CONAFOR fue designada como la responsable de ejecutar este proyecto.

Dicho inventario incluye dos componentes complementarios: el inventario de los recursos forestales como tal y que se actualizará periódicamente cada cinco años y el estudio satelital anual del Índice de Cobertura Forestal, enfocado a cuantificar los cambios en la cobertura forestal nacional.

Se sustenta con base en la cartografía actualizada elaborada por INEGI, imágenes satelitales de alta resolución y el levantamiento de datos en campo mediante sitios de muestreo distribuidos en todo el país. Si bien la mayoría de los inventarios han tenido un enfoque hacia las estimaciones maderables, este proyecto se considera un inventario integrado o multirecurso al incluir temas como la salud del bosque, suelo, agua, la valoración de los recursos forestales, conservación, recreación, vida silvestre, valores escénicos y otras variables no maderables (CONAFOR, 2012).

A la fecha se ha completado el primer ciclo del inventario 2004-2009 y está por finalizar el segundo ciclo o remuestreo 2009-2013, se cuenta con un informe de resultados para el primer ciclo, así como, estadísticas dasométricas. Los datos de este inventario han servido como base metodológica para el diseño y ejecución de los Inventarios Estatales Forestales.

## INVENTARIOS FORESTALES A NIVEL ESTATAL

Los inventarios forestales permiten efectuar evaluaciones y monitoreos de los recursos forestales y vislumbrar los cambios y tendencias que resultan de la comparación de estos cambios en un periodo determinado, de ahí la importancia de contar con información a mayor detalle, como lo es el nivel estatal.

Con el Primer Inventario Forestal Nacional (1961-1985), se concibió proporcionar información y emitir resultados a través de inventarios estatales, en este sentido, este proyecto cobra gran relevancia, aunque si bien existen memorias de resultados por estado, no se publicó algún documento de manera formal que integrara esta información.

Dado el enfoque de este proyecto, orientado a las áreas maderables, los primeros inventarios forestales estatales que se desarrollaron fueron los de Chihuahua, Durango y Sonora realizados entre 1961 y 1964, la siguiente etapa que comprendió de 1964 a 1970, se concluyeron los inventarios de Baja California, Nayarit, Jalisco, Sinaloa y de manera parcial Quintana Roo y Aguascalientes.

Debido al tiempo que llevó concluir el Primer Inventario Nacional Forestal, el proyecto pasó por la transición de diversos cambios administrativos y en el periodo de 1970 a 1976, concluyó la participación de la FAO y los inventarios forestales del resto de las entidades federativas: Colima, Zacatecas, Guerrero, Estado de México y el Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos, Chiapas, Guanajuato, e Hidalgo, se terminaron bajo la total responsabilidad administrativa y ejecutora del gobierno mexicano.

En cuanto al nivel regional, a partir de 1986 con las modificaciones a la Ley Forestal, los inventarios forestales en su mayoría se realizaron en superficies bajo aprovechamiento forestal de manera aislada y a gran escala, como parte de la elaboración de los planes de manejo.

Los siguientes inventarios forestales en México se realizaron a escalas mucho menores y la información ha sido más bien de carácter general, concentrando los resultados a un nivel nacional, si bien el Inventario Nacional Forestal Periódico (1992-1994) pudo realizarse gracias a la aportación de los gobiernos estatales, no generó resultados a nivel estatal.

El interés de los gobiernos estatales por contar con información sobre los recursos forestales que cubra sus necesidades a una escala apropiada y con un nivel de precisión adecuado, además de la promulgación en 2003 de la LGDFS, ha generado iniciativas propias de los estados para realizar inventarios forestales, como es el caso de Querétaro, Estado de México, Aguascalientes, Jalisco, entre otros, que ya cuentan con información publicada y que han tomado como referencia el diseño metodológico del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, para permitir que la información sea compatible.

La CONAFOR comenzó en 2011 con la gestión y concertación de la elaboración de inventarios Estatales en materia forestal, a partir de la metodología del Inventario Forestal Nacional y de Suelos, con la intención de dar continuidad y sistematizar la información existente, iniciando en 2013 la elaboración de 16 de los 32 Inventario Forestales Estatales y de Suelos en México.

## CONSIDERACIONES DE LOS INVENTARIOS FORESTALES

Si bien en México se tiene una gran experiencia en cuanto a inventarios forestales se refiere, al revisar la historia de éstos, es notable que se deben tener en cuenta algunas consideraciones al momento de analizar la información generada a partir de estos trabajos.

Una de estas consideraciones es la temporalidad de la información, como es sabido el primer inventario forestal tardó 24 años en terminarse y la información que se publicó a lo largo de este tiempo, no reflejaba la realidad de los recursos forestales, ya que la transformación de los ecosistemas es muy dinámica y no fue posible establecer un año base para determinar la tasa de deforestación. De igual forma los siguientes inventarios forestales, varían en su periodicidad y algunos se consideran de corta duración (Caballero, 1998; SEMARNAT, 2002).

Los criterios para la estratificación de la vegetación utilizados han sido variables, desde el uso del potencial comercial y la cobertura parcial hasta una generalización de clases por criterios ecológicos, lo que origina que muchos de los resultados de estos estudios no puedan ser integrados y no permitan que la información sea comparable en muchos de los casos.

En general, los cambios en las metodologías e insumos que han existido entre inventarios, además de la evolución tecnológica en los sistemas de monitoreo de los recursos naturales, no permiten hacer una comparación directa entre sus resultados ni hacer válida la cuantificación de cambios o tendencias y mantener la información actualizada.

Otro aspecto importante, es que los proyectos se han desarrollado a lo largo de diferentes administraciones públicas, lo que implica cambios progresivos en las estrategias gubernamentales y que muchas veces repercutió en la falta de una supervisión apropiada y de la validación de resultados.

No obstante los logros que se han alcanzado, como el desarrollo y uso de la tecnología, la incursión intensivamente en las nuevas herramientas cartográficas, computacionales y estadísticas de mayor aplicación a los inventarios en la actualidad, han sido aportaciones importantes que han permitido una consolidación de una metodología estable validada, lo que permitirá que los inventarios futuros reduzcan los errores de muestreo, mayor detalle y calidad en la información y sean compatibles en resultados.

## 1.2. MARCO JURÍDICO

### PROGRAMA ESTRATÉGICO FORESTAL 2025

El Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS) y los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos (IEFYS) son herramientas básicas para la evaluación y monitoreo de los recursos forestales, así como para la planeación y la toma de decisiones a diferentes niveles.

Uno de los documentos base de política pública en materia forestal, es el Programa Estratégico Forestal para México 2025, publicado en 2001 y actualizado en 2013. En él se mencionan los objetivos y estrategias principales tanto para el desarrollo del inventario a nivel nacional como para las entidades federativas y establece:

#### Objetivos

- a) Estandarizar los criterios nacionales para los diversos inventarios forestales, así como su estructura de datos.
- b) Promover la elaboración de inventarios forestales con las entidades federativas con criterios homogéneos para integrarlos al Sistema Nacional de Información Forestal.
- c) Obtener información detallada y fidedigna sobre los recursos naturales a nivel regional preferentemente por cuenca hidrográfica.
- d) Vincular el Inventario Nacional Forestal con el Sistema Nacional de Información Forestal y los demás sistemas de información relativos al sector.

#### Estrategias

- a) Diseñar un nuevo esquema para el Inventario Nacional Forestal con normas precisas y metodologías unificadas, acordes a las necesidades de los distintos actores forestales y con definición de las responsabilidades a nivel federal y estatal.
- b) Fortalecer la investigación sobre recursos forestales y sobre información dasométrica.

### LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) promulgada en 2003 es la norma que le otorga al INFYS su carácter de instrumento de política nacional en materia forestal (Título Tercero, Capítulo II, Artículo 35, inciso III). Así mismo, su Reglamento hace referencia a lo dispuesto para las entidades federativas (Título Segundo, Capítulo II, Artículo 10).

En el Artículo 44 de esta ley, se menciona la regulación de los procedimientos y metodología por parte de la SEMARNAT y la integración del Inventario como tal por parte de la CONAFOR.

El Artículo 45, define la información que el inventario debe contener:

- I. Superficie y localización de terrenos forestales y preferentemente forestales, la integración de su información estadística y cartográfica en sus distintos niveles de ordenación y manejo;
- II. Terrenos forestales temporales, su superficie y localización;
- III. Los tipos de vegetación y de suelos, su localización, formación y clases, con tendencias y proyecciones que permitan clasificar y delimitar el estado actual de la degradación, así como las zonas de conservación, protección, restauración y producción forestal, en relación con cuencas hidrológico forestales, regiones ecológicas, áreas forestales permanentes y áreas naturales protegidas;
- IV. La dinámica de cambio de la vegetación forestal del país, que permita conocer y evaluar las tasas de deforestación y las tasas de degradación y disturbio, registrando sus causas principales;
- V. La cuantificación de los recursos forestales, que incluya la valoración de los bienes y servicios ambientales que generen, así como los impactos que se ocasionen; y
- VI. Los criterios e indicadores de sustentabilidad y degradación de los recursos forestales.

Finalmente, en el Artículo 46 se señala la utilidad del Inventario Forestal y en el Artículo 47 se establecen los criterios que deberán ser considerados para la formulación de este instrumento.

## REGLAMENTO DE LA LGDFS

En el Artículo 9 del reglamento, se establece que la Secretaría y la Comisión promoverán ante las entidades federativas la unificación de criterios, procedimientos y metodologías para la integración del inventario.

El Artículo 10, dispone que el inventario deberá contener, por cada entidad federativa, la información siguiente (misma que se obtendrá con la ejecución de los inventarios estatales correspondientes):

- I. Cuencas hidrológico forestales;
- II. Regiones ecológicas;
- III. Áreas naturales protegidas;
- IV. Recursos forestales por tipo de vegetación;
- V. Áreas afectadas por incendios, plagas, enfermedades, ciclones o por cualquier otro siniestro;
- VI. Degradación de suelos;
- VII. Áreas de recarga de acuíferos; y
- VIII. Aquella otra contenida en los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos.

El Artículo 11, se refiere a la periodicidad del inventario cada cinco años y a la revisión periódica de:

- I. Áreas donde se hayan autorizado cambios de uso de suelo;
- II. Áreas afectadas por incendios, plagas, enfermedades, ciclones o por cualquier otro siniestro;
- III. Áreas decretadas como Zonas de Restauración Ecológica o como Áreas Naturales Protegidas;
- IV. Áreas prioritarias donde se hayan realizado acciones de protección, conservación y restauración de suelos;

V. Plantaciones forestales comerciales; y

VI. Aquellas otras que se consideren necesarias por la Secretaría o la Comisión.

El Artículo 12 hace referencia a la revisión a que se refiere el artículo anterior a realizarse conforme a los lineamientos técnicos y la metodología que emita la Secretaría.

## DOCUMENTO ESTRATÉGICO RECTOR DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE SUELOS

Finalmente, otro documento que da formalidad a la estructura del Inventario Forestal como un proyecto a nivel nacional con la inclusión de los distintos órdenes de gobierno, es el Documento Rector del INFYS. En este se establecen las bases para la participación de las entidades federativas, así como la temporalidad de las acciones y presupuestos (CONAFOR, 2004).

## 1.3. METODOLOGÍA

Los instrumentos de evaluación y monitoreo de los recursos forestales, que permitan hacer compatible la información, requieren un adecuado diseño metodológico. Ello significa estandarizar definiciones y procesos, para lograr que la información sea comparable, se integre de un periodo a otro y asegure la confiabilidad de sus resultados, considerando incluso la periodicidad para la toma de datos y análisis.

Por lo anterior, para el levantamiento de los IEFYS se estableció un diseño de muestreo perfectamente alineado con la metodología del INFYS. De esta manera se garantiza la continuidad en el levantamiento, integración, sistematización y procesamiento de la información, lo que permitirá homogenizar y hacer compatible los datos nacionales con el nivel estatal y de un periodo de muestreo con el siguiente (CONAFOR, 2004).

### INTEGRACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA FORESTAL BÁSICA POR ESTADO EN ESCALA 1:50,000

Para generar información actualizada de los recursos forestales se incorporó información cartográfica a escala 1:50,000 de la cobertura de suelo. Esta información se derivó de la clasificación supervisada de imágenes de satélite de la constelación *Rapid Eye* tomadas en los años 2011 y 2012.

La información cartográfica ofrece un detalle de resolución espacial de cuatro hectáreas como unidad mínima cartografiable y un detalle temático de los recursos forestales que permite la planificación y manejo sustentable en cada estado. La cartografía 1:50,000 cumple con los estándares establecidos por el INEGI.

Además permite que la toma de decisiones en cuanto al aprovechamiento y manejo de sus recursos forestales sea más adecuada para evitar la sobreexplotación y la degradación de los ecosistemas.

Información básica:

1. Las imágenes *Rapid Eye*.
2. Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie V (2011) del INEGI.
3. Carta topográfica 1:50,000 del INEGI.
4. Información levantada en campo del INFYS y del remuestreo del mismo así como los conglomerados levantados en campo del IEFYS.

En cuanto a la validación o grado de asertividad y precisión temática, cada carta 1:50,000 le ofrece al lector el grado de asertividad temática del modelo de representación así como elementos adicionales tomados de la carta 1:50,000.

FIGURA 1: Imágenes *Rapid Eye*



TABLA 1: Leyenda utilizada en la cartografía

FORMACIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN	CLAVE
Coníferas	Bosque de ayarín	BS
	Bosque de cedro	BB
	Bosque de oyamel	BA
	Bosque de pino	BP
	Bosque de táscate	BJ
	Matorral de coníferas	MJ
Coníferas y latifoliadas	Bosque de pino encino	BPQ
	Bosque de encino pino	BQP
Latifoliadas	Bosque de encino	BQ
	Bosque de galería	BG
Bosque mesófilo	Bosque mesófilo de montaña	BM
Selvas altas y medianas	Selva alta perennifolia	SAP
	Selva alta subperennifolia	SAQ
	Selva mediana perennifolia	SMP
	Selva mediana subperennifolia	SMQ
	Selva mediana subcaducifolia	SMS
Selvas bajas	Selva mediana caducifolia	SMC
	Selva baja perennifolia	SBP
	Selva baja subcaducifolia	SBS
	Selva baja espinosa caducifolia	SBK
	Selva baja caducifolia	SBC
	Selva baja espinosa subperennifolia	SBQ
Manglar	Selva baja subperennifolia	SBQP
	Manglar	VM
Otras asociaciones	Selva de galería	SG
	Vegetación de petén	PT
	Palmar natural	VPN
	Palmar inducido	VPI
	Bosque inducido	BI
	Bosque cultivado	BC
	Sabana	VS
	Sabanoide	VSI
Zonas semiáridas	Matorral espinoso tamaulipeco	MET
	Matorral sarcocrasicaule	MSCC
	Matorral sarcocrasicaule de neblina	MSN

FORMACIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN	CLAVE
Zonas semiáridas	Matorral sarcocaule	MSC
	Matorral submontano	MSM
	Chaparral	ML
	Mezquital desértico	MKX
	Matorral subtropical	MST
	Bosque de mezquite	MK
	Mezquital tropical	MKE
	Vegetación de galería	VG
	Zonas áridas	Matorral crasicaule
Matorral desértico micrófilo		MDM
Matorral desértico rosetófilo		MDR
Matorral rosetófilo costero		MRC
Vegetación de desiertos arenosos		VD
Otras áreas forestales	Popal	VA
	Tular	VT
	Vegetación de dunas costeras	VU
	Vegetación halófila hidrófila	VHH
	Pastizal natural	PN
	Pastizal halófilo	PH
	Pastizal gypsófilo	PY
	Pradera de alta montaña	VW
	Vegetación halófila xerófila	VH
Vegetación gypsófila	VY	
Áreas no forestales	Desprovisto de vegetación	ADV
	Sin vegetación aparente	DV
	Agricultura de humedad	H
	Agricultura de temporal	T
	Agricultura de riego	R
	Pastizal cultivado	PC
	Pastizal inducido	PI
	Zona urbana	ZU
	Asentamiento humano	AH
	Cuerpo de agua	H <sub>2</sub> O
Acuícola	ACUI	

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

La demanda de información de los recursos forestales exige inventarios forestales estadísticamente confiables. En consecuencia los IEFYS se planificaron mediante un proceso estadístico con unidades de muestreo distribuidas sistemáticamente en el territorio nacional, lo que permitió obtener datos confiables a escala estatal.

La metodología para obtener los datos de estos se fundamenta en la toma de muestras en el campo, que se programan para levantarse anualmente y que incluye la totalidad de la superficie de los estados.

Los datos generados en este periodo proporcionan la información que cumple con los requerimientos globales para la elaboración de criterios e indicadores, la estimación de la biomasa y la captura de carbono, así como de la calidad de los ecosistemas.

### Determinación del tamaño óptimo de muestra

La determinación del tamaño de muestra se hizo en función del presupuesto disponible para el proyecto, la variabilidad de la población, la precisión que se desea alcanzar en las estimaciones y la confiabilidad de esas estimaciones.

En la determinación del tamaño óptimo de muestra, para asegurar la inclusión de los elementos descritos en el análisis, se utilizaron los resultados de una consultoría estadística realizada por Rodríguez, 2013.

El ejercicio consistió en utilizar los datos levantados en el INFYS para determinar el valor de volumen total árbol por hectárea, por estrato (bosques, selvas y zonas áridas), por estado y con ellos estimar la variabilidad de la población.

Se establecieron los siguientes rangos para asignar una precisión deseada:

Grupo 1: Valores  $< 0.05$  m<sup>3</sup>/ha, se estableció un error absoluto de 0.05

Grupo 2: Valores  $> 0.05$  y  $< 1$ , se estableció un error absoluto de 0.1

Grupo 3: Valores  $> 1$  se utilizó un error relativo de 0.1

Con estos criterios se determinó el tamaño óptimo de muestra por estrato para cada entidad considerada en el proyecto.

### Muestreo y fase de campo

Para instrumentar y ejecutar los IEFYS se consideraron como insumos una serie de fuentes de información que facilitaron la planeación de actividades y el diseño del muestreo.

La base del diseño de muestreo para los IEFYS fue la carta de uso del suelo y vegetación Serie IV a escala 1:250,000 del INEGI. Para ello se definió, con base a sus objetivos la estratificación para el muestreo de acuerdo al sistema de clasificación de la vegetación utilizado en la cartografía, la superficie, ubicación en los estados y el nivel de importancia ecológica, económica maderable y económica no maderable de cada uno de los ecosistemas vegetales.

El diseño del muestreo fue un Muestreo Estratificado Sistemático por Conglomerados en dos etapas. Para este diseño y la distribución de conglomerados (unidades de muestreo primarias) se dividió el país en regiones cuadrangulares (paneles de 2.5 X 2.5 km), lo que permite una distribución espacial, regular y consistente del total de conglomerados sobre los territorios estatales así como manejar la temporalidad del muestreo en el periodo de tiempo fijado para la etapa del muestreo de campo. Esto en concordancia con la cuadrícula de coordenadas UTM de la cartografía 1:250,000 del INEGI.

Se utilizó el conglomerado integrado por cuatro unidades de muestreo secundarias o sitios. La equidistancia entre conglomerados es de 2.5 x 2.5 km, abarcando los siguientes tipos de vegetación:

- Bosque de coníferas, coníferas y latifoliadas, latifoliadas y bosque mesófilo, así como selvas altas y medianas y manglares.
- Bosque bajo abierto, selvas bajas, matorral subtropical y vegetación semiárida.
- Vegetación de zonas áridas.

La Unidad de Muestreo Primario (UMP), que corresponde al conglomerado, fue conceptualmente una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio), en la cual se evalúan

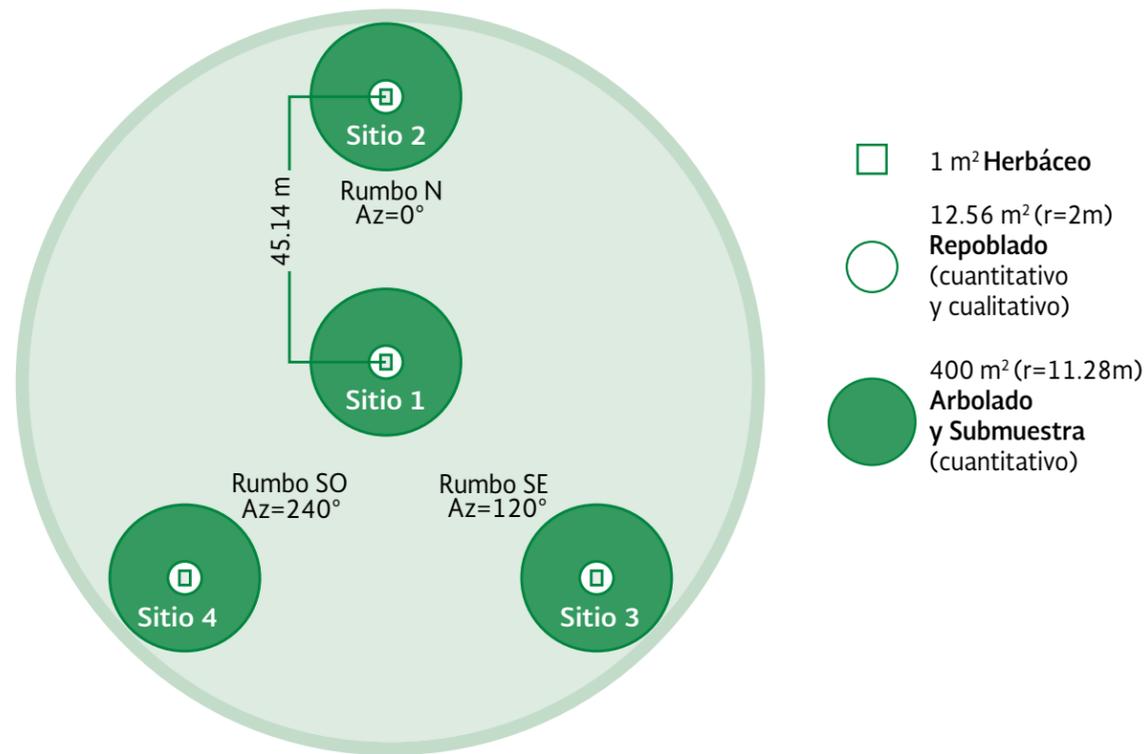
cuatro Unidades de Muestreo Secundarias (UMS) o sitios, dispuestos geométricamente en forma de una “Y” invertida con respecto al Norte (Figura 2).

La UMS número 1 constituye el centro de la UMP y las UMS 2, 3 y 4 son consideradas periféricas. La separación del centro de la UMS 1 al centro de cada una de las UMS periféricas es de 45.14 m; por otra parte, el azimut para localizar las UMS 2, 3 y 4 a partir del centro de la UMS 1 es de 0°, 120° y 240°, respectivamente.

### Variables consideradas

En las UMP se realizan las mediciones y observaciones, el diseño anidado con unidades secundarias o subsitios de muestreo de diferentes dimensiones según el objeto de estudio, lo que permite mejorar la eficiencia de la ejecución de campo.

FIGURA 2: Forma y distribución de las unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios dentro de la unidad primaria (UPM) o conglomerado



El levantamiento de la información en campo se realiza siguiendo un conjunto de pasos interconectados que permiten recabar y procesar ordenadamente los datos de las variables consideradas en los formatos, tal como se describe a continuación:

- En el sitio de 400 m<sup>2</sup> se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DN) a la altura de 1.30 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5 cm. En diseños circulares se presenta un radio de 11.28 m.
- En el subsitio de 12.56 m<sup>2</sup>, se mide y registra por género, la frecuencia y algunas variables cualitativas del repoblado (regeneración natural), cuyas plantas o árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm.
- Así mismo, se registran los arbustos representativos de comunidades áridas y semiáridas, e incluso especies invasoras y de pastos nativos o inducidos. Los diseños circulares tienen un radio de 2 m.
- En el subsitio de 1 m<sup>2</sup>, se miden las plantas herbáceas, helechos, musgos, líquenes y otras características de la superficie del suelo presentes en el sustrato.

Las variables levantadas en el IEFYS son de tipo cuantitativo y cualitativo, dependiendo si los valores tienen o no un orden de magnitud natural (cuantitativas) o simplemente un atributo no sometido a cuantificación (cualitativa), recabándose hasta 120 variables en campo.

El levantamiento de variables cuantitativas permite la estimación del volumen maderable, densidad del arbolado, cobertura, edad e incremento medio anual del arbolado (solo para coníferas de los géneros *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Picea* y *Abies*), condición de copa y afectación del arbolado y la regeneración. Mientras que las variables cualitativas proporcionan información respecto a las condiciones del sitio, tales como: rasgos orográficos, altitud, pendiente, fisiografía, uso de suelo, profundidad del suelo, presencia de erosión degradación y su grado de afectación.

## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para asegurar la calidad de los datos para la generación de los reportes e informes del IEFYS se requiere una supervisión. Esta es una tarea que brinda certidumbre y se realiza en cada una de las etapas del inventario, desde la planeación hasta la fase final del procesamiento y generación de reportes. Es en la fase de levantamiento de datos en campo y la captura de la información donde la supervisión es lo más rigurosa posible, en virtud que son los principales insumos del sistema y si hay errores en ellos, lo que se genere posteriormente, mantendrá y elevará los mismos.

El muestreo de conglomerados lo realizan empresas externas que la CONAFOR contrata mediante licitación pública. Para garantizar la calidad en la información, en el proceso de licitación se emiten términos de referencia donde se establecen los requerimientos, especificaciones, calendarios y condicionantes. Todos ellos se exigen a las empresas que deseen participar tales como experiencia y perfiles determinados del personal que integrará las cuadrillas de campo. También se elaboran manuales y formatos de campo que indican cómo se deben levantar los datos e imparte capacitación directa a los brigadistas lo que permite enfatizar y puntualizar conceptos, interpretaciones y aclarar cualquier duda respecto de las metodologías a utilizar.

Adicionalmente, se exige a las empresas una supervisión interna permanente de su personal en cuanto al levantamiento físico de datos en campo (que se realicen conforme a lo dispuesto en el manual de campo) y en la fase de captura, de tal manera que los errores sean mínimos o inexistentes. En los términos de referencia se especifica cómo se debe hacer dicha supervisión.

La CONAFOR ha instrumentado un sistema de supervisión de campo externa al proceso de inventario, que consiste en contratar una empresa que levanta 10 % de los sitios muestreados. Se realiza un análisis estadístico de los datos de los conglomerados supervisados comparando los parámetros obtenidos de los datos levantados por la empresa que levantó el inventario con los obtenidos por la empresa supervisora. En los términos de referencia se especifican los rangos de diferencia permitidos para determinar la aceptación o el rechazo del levantamiento inicial.

En la recepción de la información, la CONAFOR, a través de su Gerencia de Inventario Forestal y Geomática, realiza una revisión y cotejo de la información levantada en papel y la misma información digitalizada mediante la “aplicación de captura”, previo a incorporarse a la base de datos del IEFYS. Con este procedimiento se evita ingresar información que haya sido modificada por errores de captura.

Finalmente, durante el procesamiento de la información se aplican procesos de depuración que permiten reducir el error de estimación final de los parámetros de interés, tales como algunos filtros que se especifican en la metodología de cálculo.

### Base de datos

La base de datos del IEFYS es la fuente de información primaria para reportar estadísticas de la condición forestal de los ecosistemas con una visión nacional. Su diseño y estructura se basan en un modelo conceptual de Entidad-Relación por la flexibilidad que brinda para el manejo de datos complejos. Este modelo permite mantener una independencia lógica y física de los datos, ayuda a evitar la redundancia de información, propicia resguardar la integridad y calidad de los datos, así como realizar consultas complejas optimizadas, entre otras cosas.

Las tablas de la base de datos se relacionan entre sí a través de claves o identificadores únicos; éstas almacenan los campos (atributos) y registros (entidades) en columnas y filas, respectivamente, de las variables cuantitativas y cualitativas recabadas en campo.

FIGURA 3: Diagrama relacional de la base de datos del IEFYS versión 2013

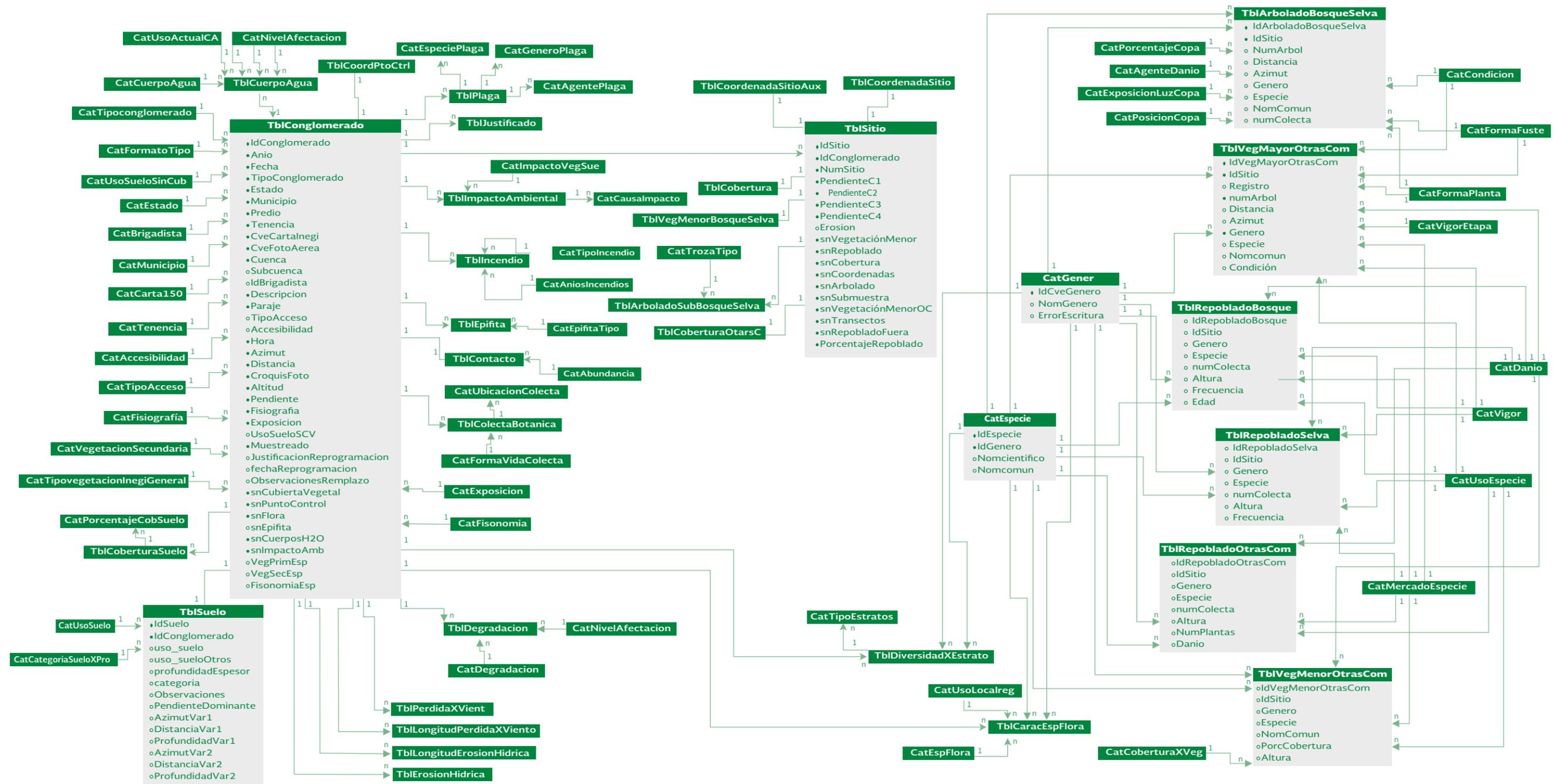




FIGURA 5: Pantalla principal del sistema de captura Access



Existen datos predefinidos, tomados del conjunto de datos vectoriales de las cartas de uso del suelo y vegetación del INEGI serie III y IV, escala 1:250,000 que se cargan automáticamente en la aplicación con el objetivo de proporcionar información adicional de la ubicación y tipo de vegetación esperada para cada conglomerado.

Con la finalidad de que la captura de la información se lleve a cabo en varias computadoras y agilizar dicha labor, se dispuso un módulo adicional que permite la importación de conglomerados capturados en otros clientes para conjuntarla para su entrega final. Este módulo se encarga de validar el contenido de las tablas y los registros asociados al conglomerado, rechazando la importación en caso de que la información esté incompleta o sea inválida. Cuando el registro existe previamente en la base de datos destino, el usuario tiene la opción de reemplazar el registro original con el nuevo registro o eliminar los registros repetidos que no se desea sobrescribir.

Las empresas encargadas de realizar el muestreo en campo, entregan los expedientes de los conglomerados en los dos formatos, impreso y digital. Éstos los revisa personal

de la Gerencia de Inventario Forestal y Geomática, quien coteja el contenido entre los dos formatos y corrobora su congruencia y consistencia regresando los expedientes con inconsistencias para su revisión, corrección y reentrega. El destino final de la información de los conglomerados aprobados es un sistema de administración de bases de datos relacionales (RDBMS, por sus siglas en inglés) *Microsoft SQL Server*, donde se concentra, gestiona y almacena, en un servidor central, la base de datos del INFYS, para su mantenimiento y explotación.

La exportación entre el cliente y el servidor se realiza a través de una aplicación intermedia que funge como puente de unión entre las estructuras de las dos bases de datos, la de origen y destino. Esta aplicación realiza una auditoría de calidad a la información de los registros de cada una de las tablas de la estructura de origen con el fin de filtrar los errores e inconsistencias que no se detectaron en la primera fase de revisión y reforzar la calidad e integridad de la información que se almacena en la base de datos del servidor.

FIGURA 6: Proceso de exportación de la información a su destino final



Este RDBMS cuenta con un sistema robusto de seguridad que soporta el acceso simultáneo de múltiples usuarios. Aquí, la información se manipula y extrae a través de consultas desarrolladas en Lenguaje de Consulta Estructurado (SQL por sus siglas en inglés) por medio de comandos y sentencias con sintaxis estandarizadas, que permiten realizar un rápido procesamiento de los datos para su reporte final.

## 1.4. OBJETIVOS

El documento rector del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2004) establece los siguientes objetivos en relación con las entidades federativas.

### OBJETIVOS NACIONALES

#### Objetivo general

Contar con información cartográfica y estadística de los suelos y ecosistemas forestales del país para apoyar la política de desarrollo forestal sustentable e impulsar las actividades del sector con información de calidad.

#### Objetivos específicos

- Diseñar y ejecutar el muestreo dasométrico del país de acuerdo con los objetivos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos y hacerlo de tal manera que sirva de apoyo a los inventarios estatales.
- Promover inventarios forestales estatales y coadyuvar metodológica y técnicamente para su realización e integración a nivel nacional.

### OBJETIVOS A NIVEL ESTATAL

#### Objetivo general

Consolidar la información generada por el INFYS, anidando su diseño muestral, bajo sus mismos principios y normas, integrando los resultados en una cartografía única, bajo estándares de calidad nacional con el fin de proporcionar información precisa, oportuna y confiable de la situación que guardan los recursos forestales de los estados.

#### Objetivos específicos

- Generar la información estadística y cartográfica de la superficie forestal por tipos de vegetación, formaciones, clases de uso y determinar cuál es su situación actual y sus tendencias.
- Conocer la evolución de los recursos forestales y su entorno, de su superficie y de las funciones que representan y los beneficios que aportan.
- Dar seguimiento al Sistema de Información Geográfica de los recursos forestales de cada entidad federativa.
- Contar con un sistema de monitoreo que permita detectar las tendencias y cambios de los recursos naturales a través de mediciones periódicas.
- Disponer de una evaluación certera de los cambios de los recursos forestales y de suelos a nivel estatal.

## METAS DE LOS INVENTARIOS ESTATALES FORESTALES Y DE SUELOS

Con la información generada en cada entidad federativa se podrán alcanzar las siguientes metas:

- Contar con información confiable para la elaboración y seguimiento de los programas estatales forestales.
- Establecer políticas, objetivos, metas, estrategias y acciones que permitan conservar y aumentar la cantidad y calidad de sus recursos forestales, así como, satisfacer las necesidades de información de organismos estatales, nacionales e internacionales.
- Conocer las existencias actuales de madera, en los bosques y selvas, sus tasas de crecimiento e incremento, su situación de salud y sus tendencias futuras.
- Determinar y comparar la dinámica de cambio en determinados periodos de tiempo a partir del presente inventario y las remediciones posteriores.
- Determinar la tasa de deforestación o pérdida de la cobertura forestal en un periodo mínimo de cinco años, así como su tendencia.
- Formular programas integrales de ordenación, manejo de las cuencas hidrográficas y regulación del uso del suelo.
- Identificar las áreas susceptibles para reforestación y plantaciones forestales comerciales.
- Identificar las áreas críticas de degradación por cambios de uso de suelo, erosión, incendios, plagas, enfermedades, pastoreo, factores meteorológicos, entre otros, para definir acciones de protección de los recursos.
- Organizar y planear la infraestructura, la producción y abasto de materias primas forestales, el desarrollo integral de la industria y el comercio de productos forestales.
- Apoyar a la formulación de proyectos para captar recursos destinados a la conservación y desarrollo de las zonas forestales.
- Apoyar el establecimiento y el manejo de las áreas naturales, ya sean protegidas o no, que requieren atención especial.
- Apoyar la implementación de sistemas de aprovechamiento forestal, la regeneración natural y artificial del recurso forestal.
- Apoyar al desarrollo de la investigación forestal.
- Desarrollar esquemas de pago por servicios ambientales, así como apoyar los proyectos de captura de carbono.
- Apoyar el establecimiento de los programas de conservación y restauración.
- Establecer un registro de datos históricos de la vegetación para la toma de decisiones futuras.
- Los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos serán parte importante en la integración del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, su información a detalle será un insumo que contribuirá a su fortalecimiento, permitiendo su actualización en temas relevantes del sector.



Bosque de latifoliadas



CAPÍTULO

2

# MARCO GEOGRÁFICO



*Turdus migratorius* en bosque templado

## 2.1. MARCO NACIONAL

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los Estados Unidos Mexicanos se localizan en la parte norte del continente americano y ocupa el décimo tercer lugar a nivel mundial por superficie territorial, sus características geográficas de localización y extensión son:

TABLA 2: Ubicación geográfica

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
<b>Latitudes extremas</b>		
Al norte:	Monumento 206, límite México-Estados Unidos de América	32° 43' 06" Norte
Al sur:	Desembocadura del Río Suchiate	14° 32' 27" Norte
Al oriente:	Isla Mujeres	86° 42' 36" Oeste
Al occidente:	Isla Guadalupe	118° 22' 00" Oeste
<b>Superficie territorial (km<sup>2</sup>)</b>		<b>1,964,375</b>
Continental		1,959,248
Insular		5,127
<b>Longitud de la línea de costa (km)</b>		<b>11,122</b>
Océano Pacífico		7,828
Golfo de México y Mar Caribe		3,294
<b>Límites internacionales (km)</b>		<b>4,301</b>
Estados Unidos de América		3,152
Guatemala		956
Belice		193

FUENTE: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012, INEGI.

MAPA 1: MAPA DE LA REPÚBLICA MEXICANA



## FISIOGRAFÍA

El territorio nacional se divide en 15 unidades morfológicas o provincias fisiográficas, con características distintivas, como el origen geológico unitario sobre la mayor parte de la

TABLA 3: Provincias fisiográficas de México

PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS Y ESTADOS QUE COMPRENDEM		
I	Península de Baja California	Baja California y Baja California Sur
II	Llanura Sonorense	Baja California y Sonora
III	Sierra Madre Occidental	Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Zacatecas
IV	Sierras y Llanuras del Norte	Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Durango y Sonora
V	Sierra Madre Oriental	Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Puebla, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas
VI	Grandes Llanuras de Norteamérica	Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas
VII	Llanura Costera del Pacífico	Nayarit, Sinaloa y Sonora
VIII	Llanura Costera del Golfo Norte	Hidalgo, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz de Ignacio Llave
IX	Mesa del Centro	Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí y Zacatecas
X	Eje Neovolcánico	Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro de Arteaga, Tlaxcala y Veracruz de Ignacio de la Llave
XI	Península de Yucatán	Campeche, Quintana Roo y Yucatán
XII	Sierra Madre del Sur	Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Veracruz de Ignacio de la Llave
XIII	Llanura Costera del Golfo Sur	Campeche, Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz de Ignacio de la Llave
XIV	Sierras de Chiapas y Guatemala	Chiapas, Tabasco y Veracruz de Ignacio de la Llave
XV	Cordillera Centroamericana	Chiapas, Oaxaca y Veracruz de Ignacio de la Llave

FUENTE: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012, INEGI.

superficie considerada, la morfología y litología propia principalmente. Estas a su vez se dividen en 86 subprovincias de acuerdo a las geoformas presentes, por su frecuencia, magnitud o variación morfológica e incluso por la asociación con otras geoformas.

TABLA 4: Principales elevaciones de México

ELEVACIONES (msnm)	
Pico de Orizaba (Citlaltépetl)	5,610
Popocatepetl	5,500
Iztaccíhuatl	5,220
Nevado de Toluca (Zinantécatl)	4,680
Sierra Negra	4,580
Malinche (Matlalcuéyetl)	4,420
Nevado de Colima	4,260
Cofre de Perote (Naucampatépetl)	4,200
El Mirador	4,120
Tacaná	4,080

FUENTE: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012, INEGI.

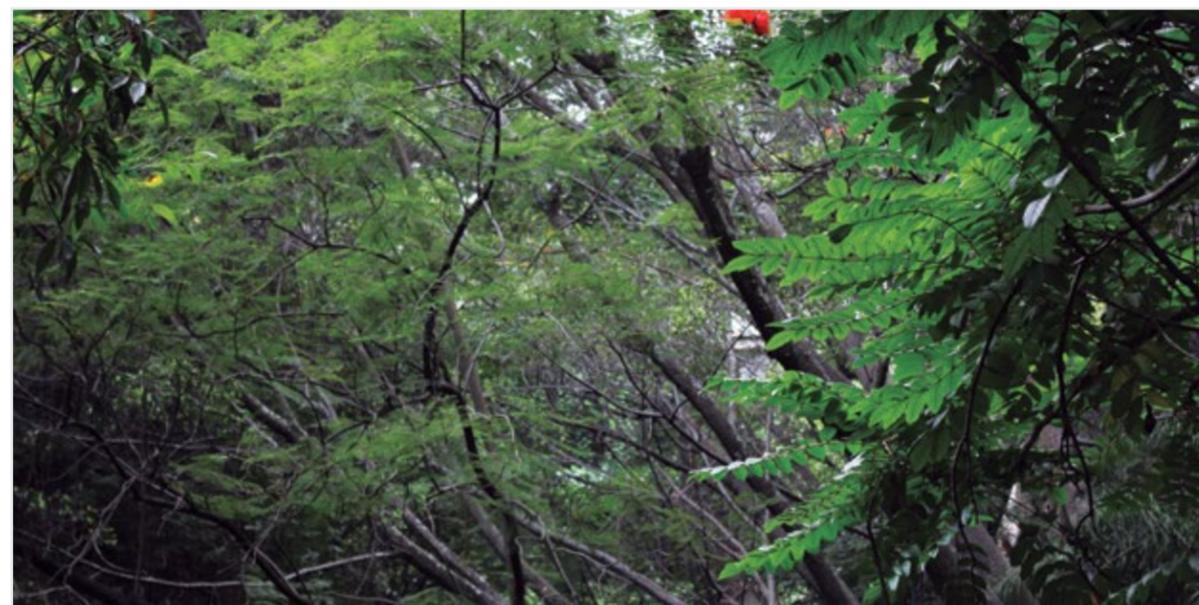
## CLIMA

La definición de clima se establece a partir del análisis y síntesis de datos obtenidos por observaciones meteorológicas durante varios años, de acuerdo a las condiciones que el territorio nacional presenta, la variación en los tipos climáticos es amplia y se distinguen en cuatro grandes grupos climáticos.

TABLA 5: Presencia de grupos climáticos en México

GRUPO CLIMÁTICO (% DE LA SUPERFICIE NACIONAL)	
Cálidos	25.90
Templados	23.01
Secos	51.08
Fríos	0.01

FUENTE: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012, INEGI.



Selva en clima cálido subhúmedo



Vegetación de clima templado

La precipitación pluvial varía a lo largo del territorio, en el noroeste y noreste se tiene un promedio anual de 100 milímetros, el sureste y parte de la costa sur del Pacífico presenta una media anual de entre 2,000 y 4,000 milímetros.

## HIDROGRAFÍA

La gran extensión de litorales y la diversidad de condiciones orográficas, geológicas y climáticas influyen en la variabilidad hidrológica de México. Los ríos más grandes y sistemas de agua más importantes que abarcan amplias zonas del país desde el Atlántico hasta el Pacífico y son los siguientes:

TABLA 6: Ríos

RÍOS PRINCIPALES	
Vertiente del Atlántico:	Sistema Grijalva-Usumacinta, Coatzacoalcos, Papaloapan, Pánuco y Bravo
Vertiente del Pacífico:	Balsas, Lerma-Santiago, Yaqui, Fuerte y Colorado
Vertiente interior:	Nazas

FUENTE: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012, INEGI.

## GEOLOGÍA

La composición geológica es variada y compleja. Los tipos de roca abarcan el espectro lítico con rocas sedimentarias (marina, en zonas de baja profundidad, en la zona costera y continental), volcánica (continental o marina), intrusiva (superficial y subvolcánica), y metamórfica (actividad termal regional o local).

## SUELOS

El país presenta una gran diversidad de suelos, ya que 25 de las 30 categorías de suelos reconocidas en el mundo están presentes en nuestro país, de los más característicos son:

TABLA 7: Suelos

SUELOS (% DE LA SUPERFICIE NACIONAL)	
Suelos que limitan la agricultura por su poca profundidad y alta pedregosidad superficial, propios de la Sierra Madre Occidental y Oriental y del sureste de la Península de Yucatán:	
<b>Leptosoles</b>	<b>27.4</b>
<b>Regosoles</b>	<b>13.9</b>
Suelos aptos para la agricultura por su contenido orgánico, ubicados principalmente en los Altos de Jalisco, la Gran Meseta Chihuahuense y en la mayor parte de los valles templados de México:	
<b>Phaeozem</b>	<b>11.9</b>
Altos en contenido orgánico, importantes para la agricultura siempre que dispongan de agua. Se encuentran las zonas áridas y semiáridas del norte del país en especial las asociadas a la Sierra Madre Oriental, como Coahuila:	
<b>Calcisoles</b>	<b>10.0</b>
Suelos con fuertes problemas de erosión hídrica por deforestación, propios de los bosques del Eje Neovolcánico, selvas de la Sierra Madre del Sur y parte de los lomeríos de Oaxaca, Chiapas y Veracruz:	
<b>Luvisoles</b>	<b>9.1</b>

FUENTE: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012, INEGI.

## POBLACIÓN

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, la población total de México es de 112,336,538 habitantes, cifra que nos coloca en el lugar 11 del mundo.

Del total de la población 57.4 millones son mujeres y 54.8 millones son hombres lo cual nos da una proporción de 95 hombres por cada 100 mujeres. La edad mediana en el país es de 26 años, es decir que la mitad de la población cuenta con menos de 26 años y la otra mitad es mayor.



Vendedora de sombreros en Cuernavaca

## 2.2. MARCO ESTATAL

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

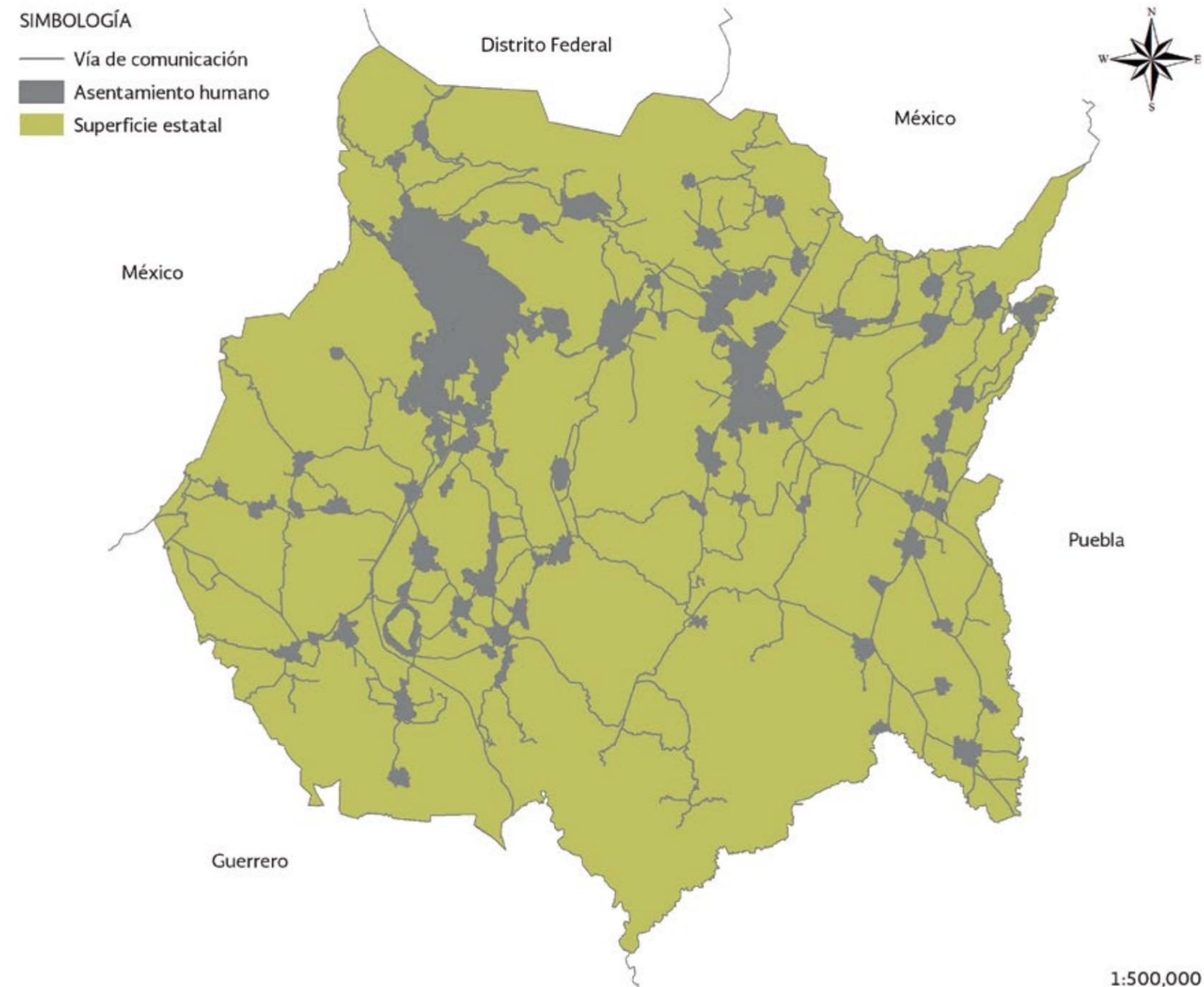
El estado de Morelos se localiza en la porción Centrosur de la República Mexicana, entre las coordenadas 19° 08' 00" N, 18° 19' 00" S de latitud norte y 98° 38' 00" E, 99° 30' 00" O de longitud oeste; tiene una extensión territorial de 485,941.4 hectáreas que representan 0.2 % del total de la superficie nacional, que lo coloca en el lugar 30 en cuanto a extensión se refiere (INEGI, 2012 b).

Limita al norte con el Estado de México y el Distrito Federal; al este con el Estado de México y Puebla; al sur, con Puebla y Guerrero; y al oeste con el Estado de México y Guerrero.



Zonas características del estado

MAPA 2: ESTADO DE MORELOS



## FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En la entidad convergen porciones de dos provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur (INEGI, 2001).

TABLA 8: Proporción de la superficie que ocupan las provincias fisiográficas

PROVINCIA FISIOGRÁFICA	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Eje Neovolcánico	56.67
Sierra Madre del Sur	43.24
Cuerpo de agua	0.09

FUENTE: INEGI, 2001.

El Eje Neovolcánico se encuentra compuesto en su mayoría por las toposformas de tipo sierra volcánica y llanuras aluviales, que representan 40.2 y 33.8 % del total de la superficie de esta provincia, respectivamente. En lo relacionado con la provincia Sierra Madre del Sur, esta se encuentra dominada por mesetas de aluvión y sierra de laderas, que ocupan 30.4 y 20 %, respectivamente (INEGI, 2001).

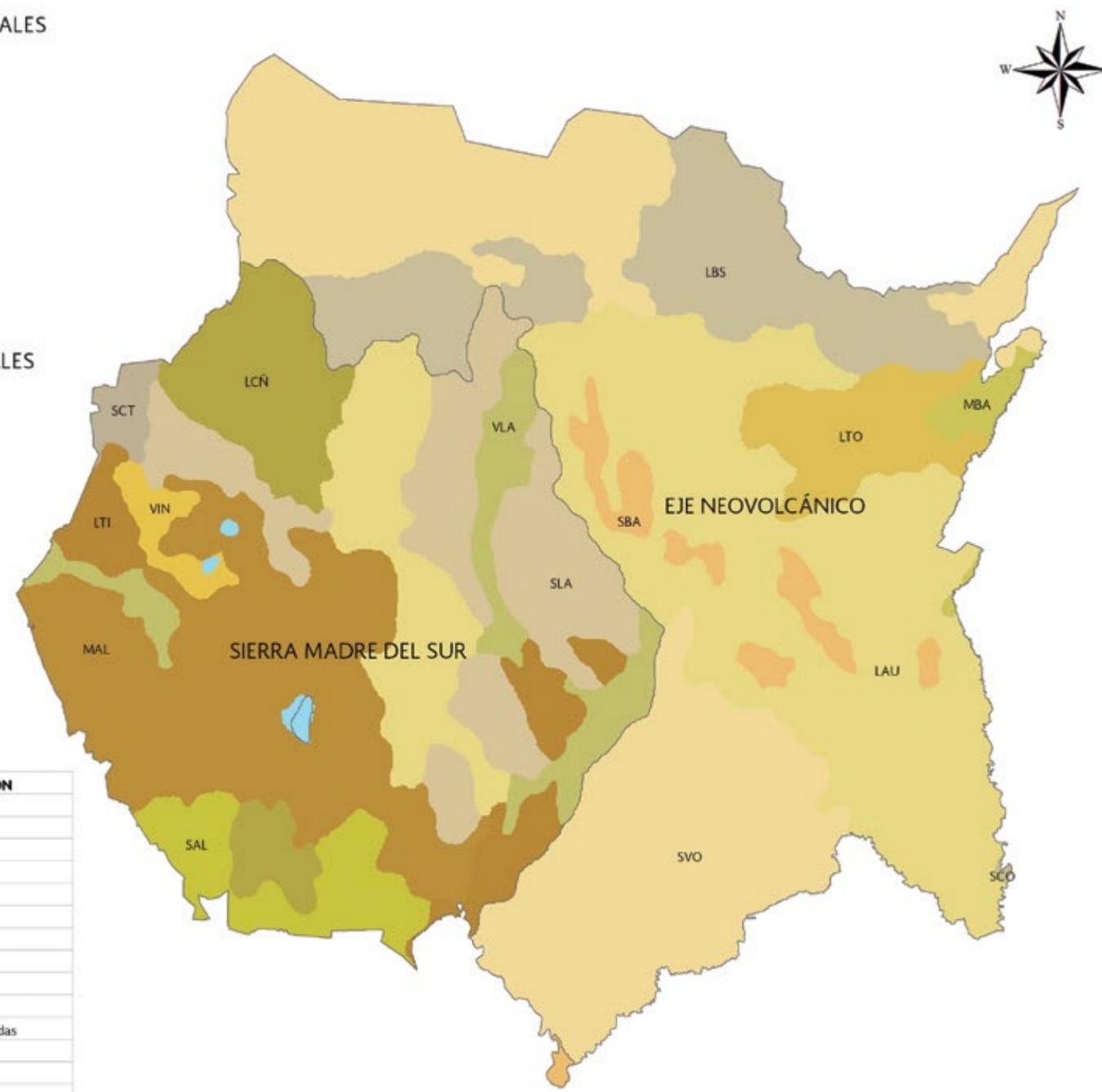
MAPA 3: FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

### TOPOFORMAS PRINCIPALES

LAU	SBA
LBS	SCO
LCÑ	SCT
LTI	SLA
LTO	SVO
MAL	VIN
MBA	VLA
SAL	

### ELEMENTOS ADICIONALES

	Cuerpo de agua
---	----------------



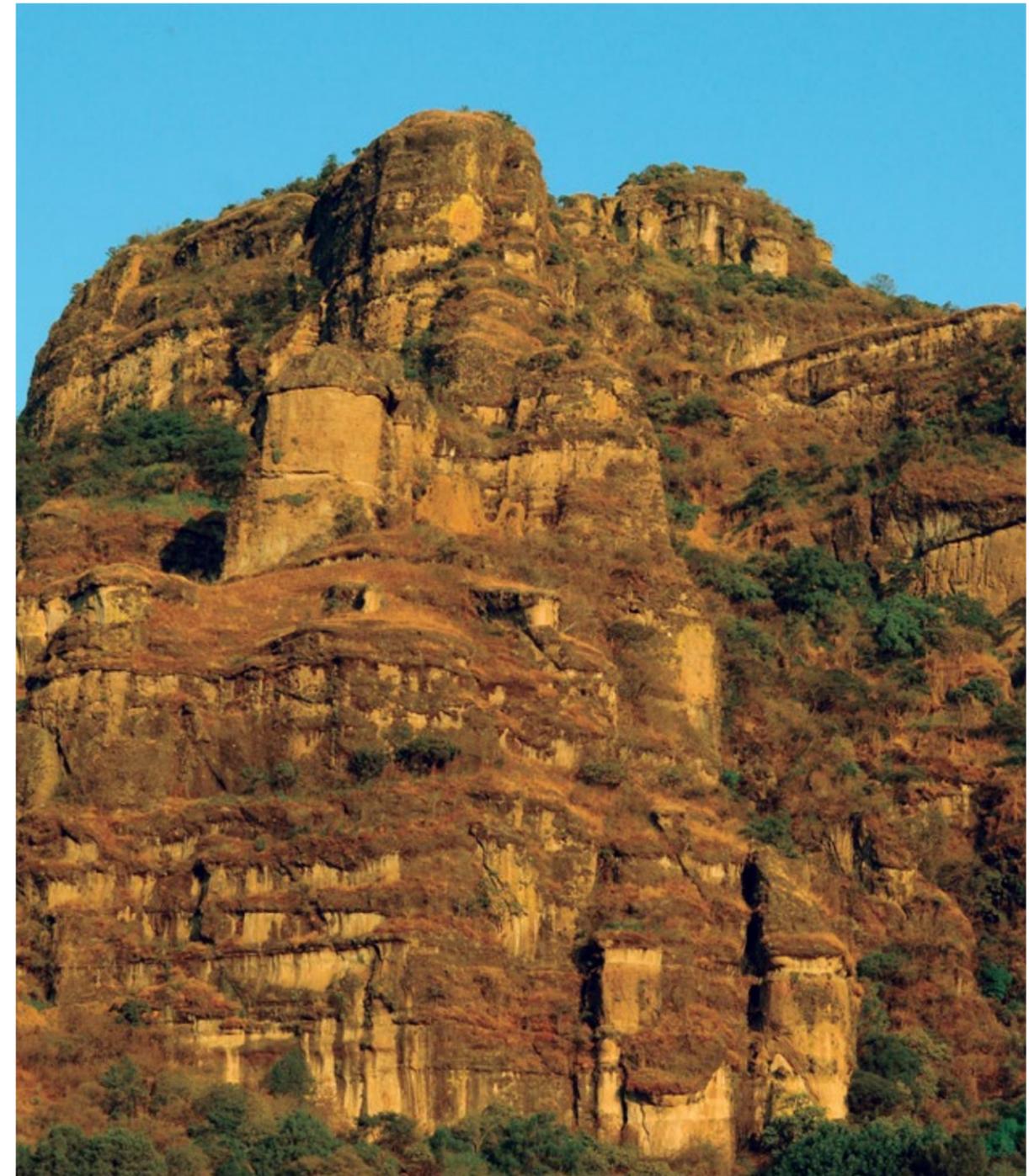
CLAVE	DESCRIPCIÓN
LAU	Llanura aluvial
LBS	Lomerío de basalto
LCÑ	Lomerío con cañadas
LTI	Lomerío típico
LTO	Lomerío de tobas
MAL	Meseta de aluvión
MBA	Meseta basáltica
SAL	Sierra alta
SBA	Sierra baja
SCO	Sierra compleja
SCT	Sierra de cumbres tendidas
SLA	Sierra con laderas
SVO	Sierra volcánica
VIN	Valle intermontano
VLA	Valle de laderas

1:500,000

TABLA 9: Elevaciones principales

NOMBRE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTITUD (msnm)
Volcán Popocatepetl	19°01'21"	98°37'39"	5,500
Volcán Ocotecatl	19°05'05"	99°01'42"	3,480
Volcán Cichinautzin	19°08'00"	99°13'00"	3,470
Volcán Oclayuca	19°02'50"	99°03'34"	3,440
Volcán Chalchihuites	19°06'09"	99°17'50"	3,440
Cerro Tres Cumbres	19°04'04"	99°12'54"	3,280
Volcán Ololica	19°03'37"	99°02'05"	3,280
Volcán Oyametepetl	19°03'38"	99°02'04"	3,270
Volcán Cuespalapa	19°05'25"	99°10'55"	3,270
Volcán Tesoyo	19°05'45"	99°13'34"	3,180

FUENTE: INEGI 2001 b; INEGI, 2012 b.



Cerro Tepozteco

## CLIMAS

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García (1964) para adaptarlo a las condiciones de México e INEGI (2010); en el estado de Morelos se encuentran representados los climas del grupo A (cálidos), C (templados) y E (fríos). Los grupos climáticos que ocupan la mayor extensión territorial son los cálidos, seguidos de los templados y una restringida superficie comprende los fríos, los cuales se describen a continuación:

### Grupo de climas A (cálidos)

El grupo climático A es el grupo con mayor extensión, se encuentra distribuido en 87 % de la superficie estatal, a excepción de la franja localizada al norte.

### Grupo de climas C (templados)

El grupo climático C se encuentra distribuido en 10.73 % del estado, es el segundo grupo con mayor extensión y se localiza en la franja norte de la entidad.

### Grupo de climas E (fríos)

El grupo climático E se distribuye en 2.24% es la superficie correspondiente al color azul claro presente en el extremo noreste y norte.

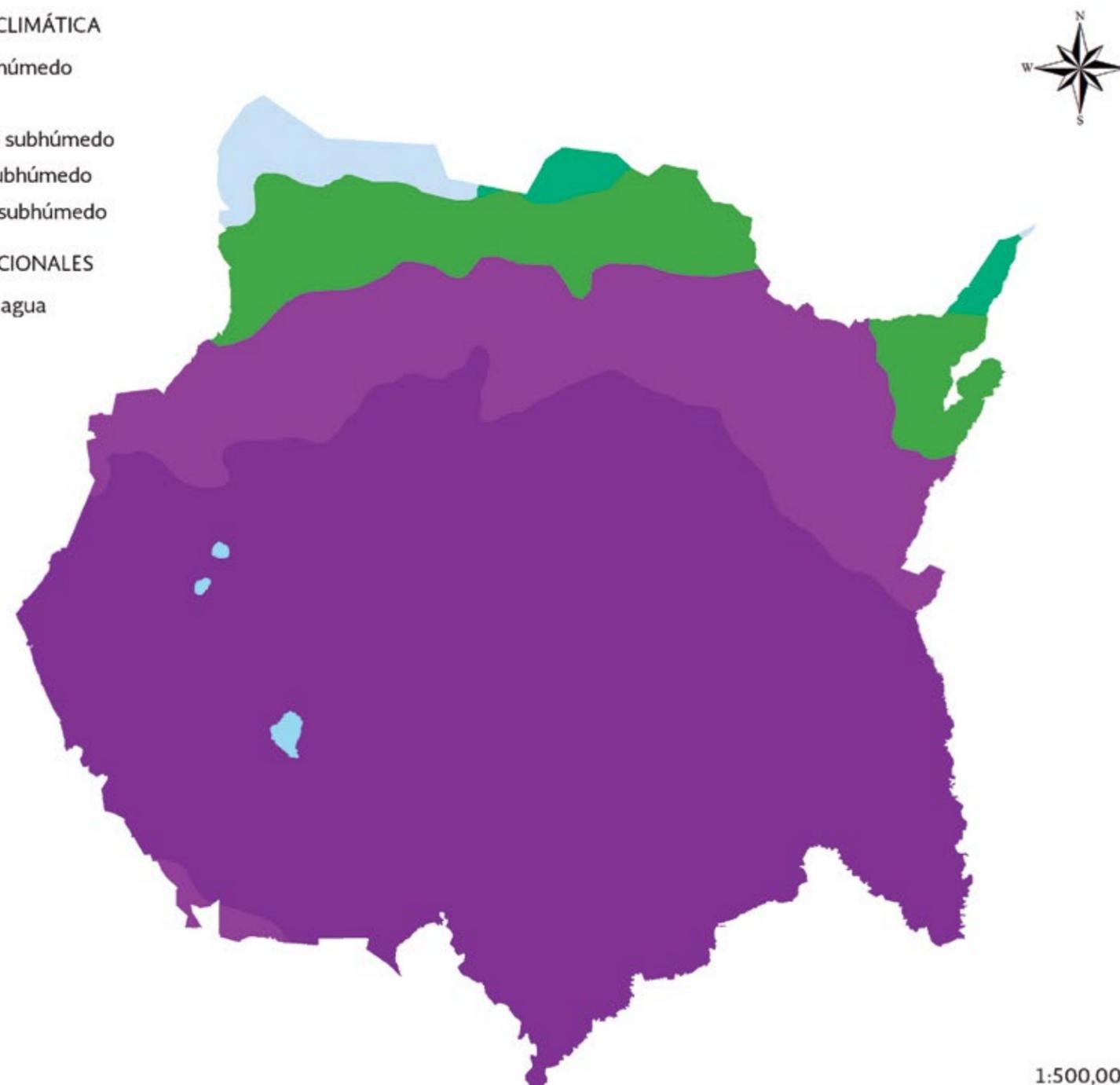
MAPA 4: CLIMAS

#### CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

- Cálido subhúmedo
- Frío
- Semicálido subhúmedo
- Semifrío subhúmedo
- Templado subhúmedo

#### ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



1:500,000

TABLA 10: Grupo de climas A

CLIMA	SUBTIPO CLIMÁTICO	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TEMPERATURA DEL MES MÁS FRÍO (°C)	PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (mm)	RÉGIMEN DE LLUVIA	COCIENTE DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
<b>Grupo de climas A (cálidos)</b>	Cálido subhúmedo Aw <sub>0</sub> (w)	> 22	> 18	< 60	Verano	43.7	< 5	68.14
	Cálido subhúmedo Aw <sub>1</sub> (w)	> 22	> 18	< 60	Verano	43.2 a 55.3	< 5	0.02
	Semicálido subhúmedo A(C)w <sub>0</sub> (w)	18 a 22	> 18	< 60	Verano	< 43.2	< 5	2.07
	Semicálido subhúmedo A(C)w <sub>1</sub> (w)	18 a 22	> 18	< 60	Verano	43.2 a 55.4	< 5	16.61
	Semicálido subhúmedo A(C)w <sub>2</sub> (w)	19 a 22	> 18	< 61	Verano	> 55.5	< 5	0.17

FUENTE: INEGI, 2000 c.

TABLA 11: Grupo de climas C

CLIMA	SUBTIPO CLIMÁTICO	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TEMPERATURA DEL MES MÁS FRÍO (°C)	PRECIPITACIÓN DEL MES MÁS SECO (mm)	RÉGIMEN DE LLUVIA	COCIENTE DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
<b>Grupo de climas C (templados)</b>	Templado subhúmedo C(w <sub>2</sub> )(w)	12 a 18	-3 a 18	< 40	Verano	> 55	< 5	9.70
	Semifrío húmedo C(E)(m)(w)	5 a 12	-3 a 18	< 40	Abundante de verano	> 43.2	> 5	2.23
	Semifrío húmedo C(E)(w <sub>2</sub> )(w)	5 a 12	-3 a 18	< 40	Verano	> 55	< 5	1.04

FUENTE: INEGI, 2000 c.

TABLA 12: Grupo de climas E

CLIMA	SUBTIPO CLIMÁTICOS	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS FRÍO (°C)	PRECIPITACIÓN DEL MES (mm)	RÉGIMEN DE LLUVIA	COCIENTE DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
<b>Grupo de climas E (fríos)</b>	Frío de altura con marcado invierno E(T)H	-2 y 5	< 0	-	-	-	-	0.02

FUENTE: INEGI, 2000 c.

## HIDROGRAFÍA

En el estado de Morelos se encuentran dos regiones hidrológicas, la región Balsas (RH18), con las cuencas del Río Atoyac, Río Balsas Mezcala y Río Grande de Amacuzac; y la región Panuco (RH26), con la cuenca del Río Moctezuma (CONAGUA, 2012).

TABLA 13: Proporción de la superficie que ocupan las regiones hidrológicas

REGIÓN HIDROLÓGICA	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Balsas	99.97
Panuco	0.03

FUENTE: CONAGUA, 2007.

La disponibilidad de los recursos hídricos en la entidad se encuentra ligada a la precipitación media anual, en Morelos se registran 1,045 mm; sin embargo, se distribuye de forma irregular a través del tiempo y del espacio, presentándose en la parte norte de la entidad alrededor de 1,200 mm y en la parte sur cerca de 800 mm.

Entre los cuerpos de agua más importantes se encuentra el Lago de Tequesquitengo, que se ha desarrollado como un importante destino turístico de la entidad, posee un volumen de agua de 120 millones de m<sup>3</sup> y la principal problemática que experimenta es la descarga de aguas negras.

MAPA 5: HIDROGRAFÍA

### SIMBOLOGÍA

-  Corriente superficial
-  Cuerpo de agua
-  Cuenca hidrológica

### REGIONES HIDROLÓGICAS

-  Balsas
-  Panuco



Los Lagos de Zempoala se encuentran en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, donde se realizan actividades encaminadas a garantizar la conservación de fuentes de agua, manantiales y recursos forestales. Es posible llevar a cabo investigación, recreación, turismo y educación ambiental.

Por otro lado la entidad cuenta con nueve presas con objeto de irrigación, estas son: el Rodeo, Tilzapotla, Plan de Ayala, Chinameca, la Poza, Quilamula, Coahuixtla, los Carros y Cayehuacan. De estas destaca la presa el Rodeo, la cual sufre un déficit de almacenamiento y presenta problemas de contaminación, por lo que debido a esta situación se ha vedado el consumo de peces de este embalse.

Cabe desatacar que la presa el Abrevadero se construyó en el 2004, en la Barranca Amatzinac, como una alternativa para resolver los problemas derivados de la sequía que se experimenta en su zona de influencia.



Lago de Tequesquitengo

## GEOLOGÍA

La complicada historia geológica de Morelos ha definido una síntesis paisajística de fisiografía favorable para el desarrollo de numerosas unidades litológicas, se encuentra constituida por dos cuerpos litoestratigráficos, uno de carácter marino continental y otro de tipo ígneo extrusivo, el primero ubicado al centro y sur del estado, en la Provincia de la cuenca del Balsas; y el segundo al norte sobre la provincia del Eje Neovolcánico (Aguilar, 1990; Ferrusquía, 1998).

En la Provincia de la cuenca del Balsas emergen las rocas más antiguas en la entidad, que son las del Cretácico Inferior, litológicamente están clasificadas como calizas de ambiente marino y se distribuyen en la parte central y poniente de la entidad. En esta misma provincia destaca la presencia de una secuencia interestratificada de areniscas y lutitas, que datan del Cretácico Superior. Del periodo Cenozoico afloran tanto rocas sedimentarias clásticas, como rocas volcánicas (andesitas, riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos), que cubren discordantemente a las rocas del Cretácico; estas últimas se encuentran principalmente al sur del estado (INE, 1995).

En la provincia del Eje Neovolcánico existen afloramientos de roca sedimentaria clástica (areniscas con conglomerado), así como un complejo volcánico constituido por diferentes rocas ígneas, que datan posiblemente del Terciario Medio, la distribución de tobas, brechas, basaltos y riolitas correspondientes al Cuaternario cubren gran parte de la provincia (Aguilar, 1995; INEGI, 2000 a).

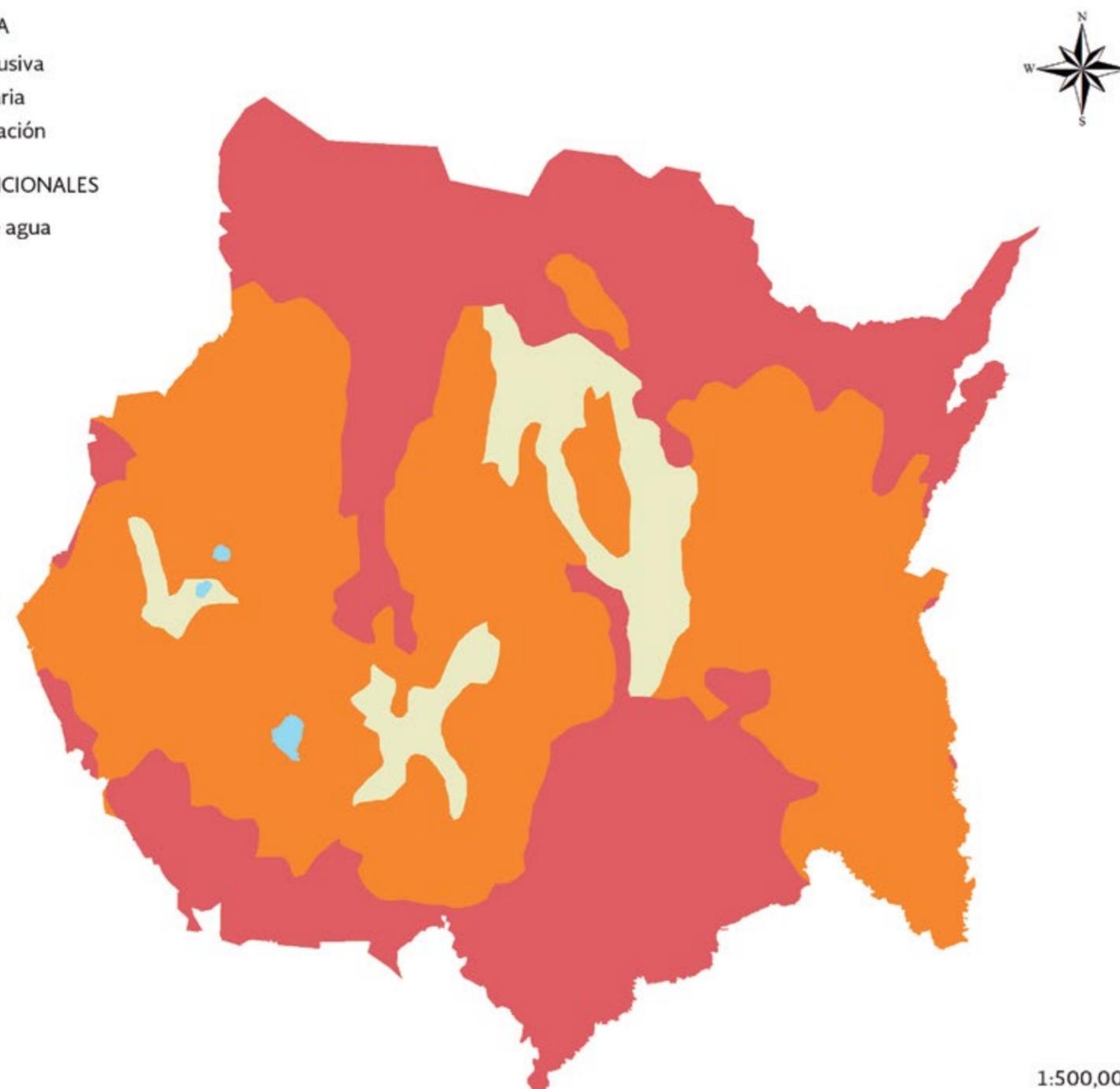
MAPA 6: GEOLOGÍA

### CLASES DE ROCA

- Ígnea extrusiva
- Sedimentaria
- Sin información

### ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



1:500,000

TABLA 14: Clasificación geológica en el estado

ERA	PERIODO	ROCA O SUELO	UNIDAD LITOLÓGICA	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Cenozoico	Cuaternario	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	22.62
		Sedimentaria	Brecha sedimentaria	0.49
	Neógeno	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	11.91
		Sedimentaria	Brecha sedimentaria	0.57
	Paleógeno	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	6.68
		Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	18.13
	Conglomerado		2.64	
Terciario	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	16.96	
Mesozoico	Cretácico	Sedimentaria	Caliza	10.01
			Lutita-Arenisca	2.50
Otros				7.49

FUENTE: INEGI, 2002.



Prismas basálticos

## EDAFOLOGÍA

De acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO, Morelos posee 11 unidades de suelo donde predominan de acuerdo a su importancia las clases: vertisol, leptosol, feozem y andosol. El resto de las unidades son: acrisol, cambisol, castañozem, litosol, luvisol y rendzina; aunque estas se distribuyen en menor proporción y están vinculadas a los suelos dominantes (INE, 1995).

TABLA 15: Proporción de la superficie estatal por tipo de suelo

GRUPO	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Andosol	11.73
Cambisol	1.21
Castañozem	2.01
Feozem	37.34
Cuerpo de agua	0.22
Regosol	3.66
Rendzina	14.99
Vertisol	28.84

FUENTE: INEGI, 2000 d.

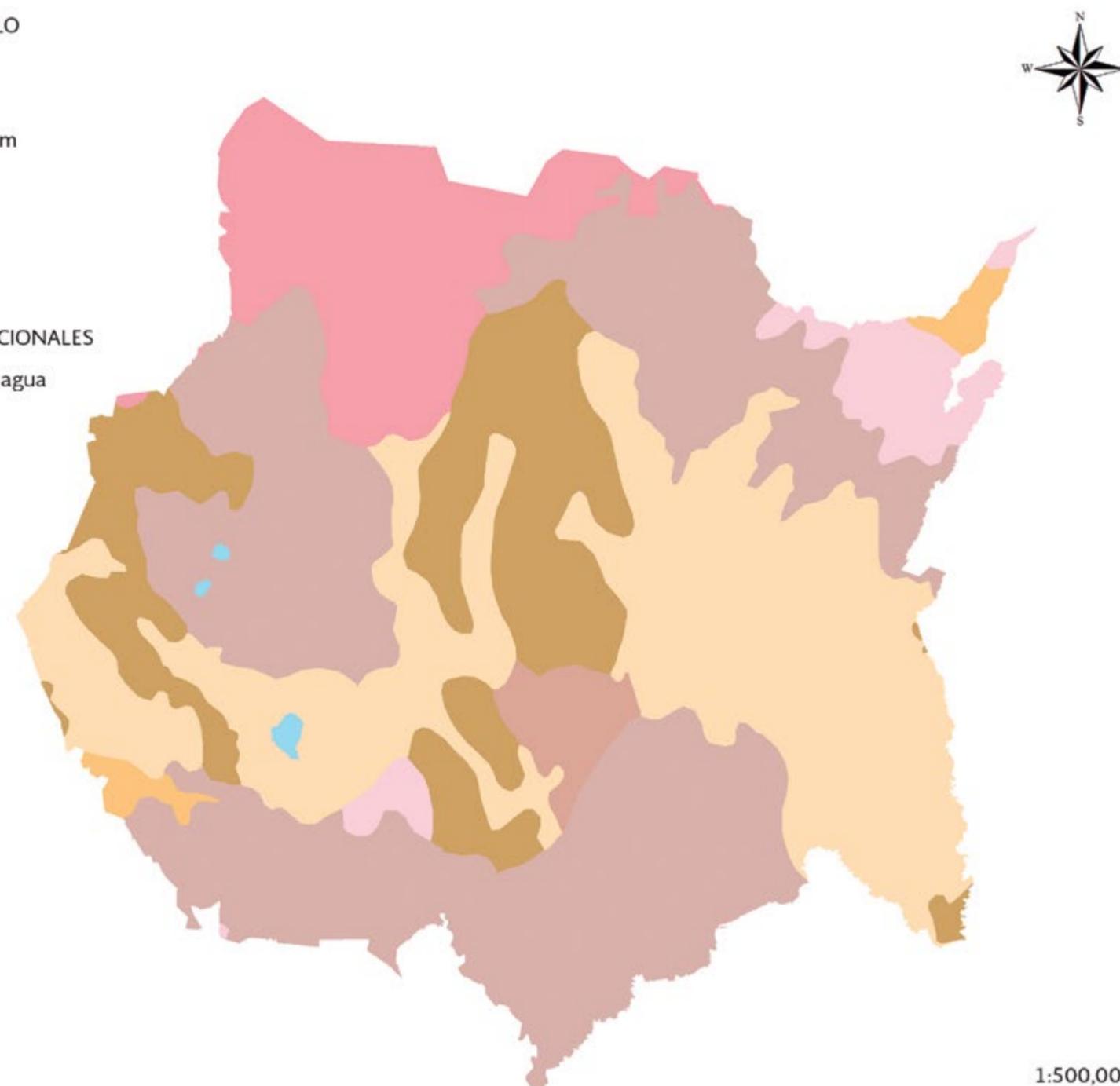
## MAPA 7: EDAFOLOGÍA

### GRUPOS DE SUELO

- Andosol
- Cambisol
- Castañozem
- Feozem
- Regosol
- Rendzina
- Vertisol

### ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



Los suelos de tipo feozem son ricos en materia orgánica y tienen amplia capacidad de almacenar agua, se distribuyen en Chalcatzingo, Chiconcuac, Cuernavaca, la Sierra de San Gabriel, la Sierra de Huautla, Tepoztlán, Huajintlán y Yauatepec.

Los suelos de tipo vertisol son de textura fina, en época de lluvias se vuelven chiclosos y se endurecen, mientras que en época de secas es comúnmente utilizado para el cultivo de arroz, se distribuye desde Michapa hasta Jonacatepec al oriente y en los municipios de Cuernavaca, Cuautla, Emiliano Zapata, Jiutepec y Temixco.

Los de tipo andosol son suelos sueltos, con perfiles de 50 centímetros de fácil erosión, se sitúan al norte del estado en los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlán y Tlalnepantla.

Los suelos de tipo regosol son poco desarrollados, presentan bajo contenido de materia orgánica, son de fácil erosión y retienen poca humedad, se localizan en una franja que se extiende desde Tlayacapan hasta Axochiapan, estos suelos se utilizan para siembra de temporal, en áreas que anteriormente fueron bosques y se asocian con pastizales inducidos y selva baja caducifolia.

Los suelos de tipo rendzina son ricos en materia orgánica y capacidad superficial blanda, se localizan en los municipios de Ayala, Cuautla, Miacatlán, Puente de Ixtla, Tlaltizapán y Yauatepec (INEGI, 2010 d).



Suelo regosol en Tetela del volcán

## ECORREGIONES

De acuerdo con Challenger y Soberón (2008), las ecorregiones son unidades geográficas que comparten vegetación, fauna y ecosistemas característicos. Se determinaron cuatro diferentes unidades para la entidad, aunque solo una de ellas ocupa 78.1 % de la superficie de esta: la Depresión del Balsas con selva baja caducifolia y matorral xerófilo (INEGI-CONABIO-INE, 2008).

### Lomeríos y sistemas con bosques de coníferas, encinos y mixtos

Esta comunidad se encuentra ubicada al norte del estado y con mínima presencia al suroeste; bajo la influencia de climas templados, cálidos y fríos, ubicados entre los 900 y 2,550 msnm son comunidades de bosques de encino, bosque de encino pino, bosque de oyamel, bosque de pino y bosque de pino encino.

### Depresión del Balsas con selva baja caducifolia y matorral xerófilo

Cubre exactamente 78.1 % del territorio estatal con orientación al sur, predominan dos tipos de climas: templado y semicálido; se distribuye entre 900 y 1,700 msnm, predominan los ecosistemas de selva con formaciones de selva baja caducifolia y matorral xerófilo con asociaciones de matorral desértico rosetófilo.

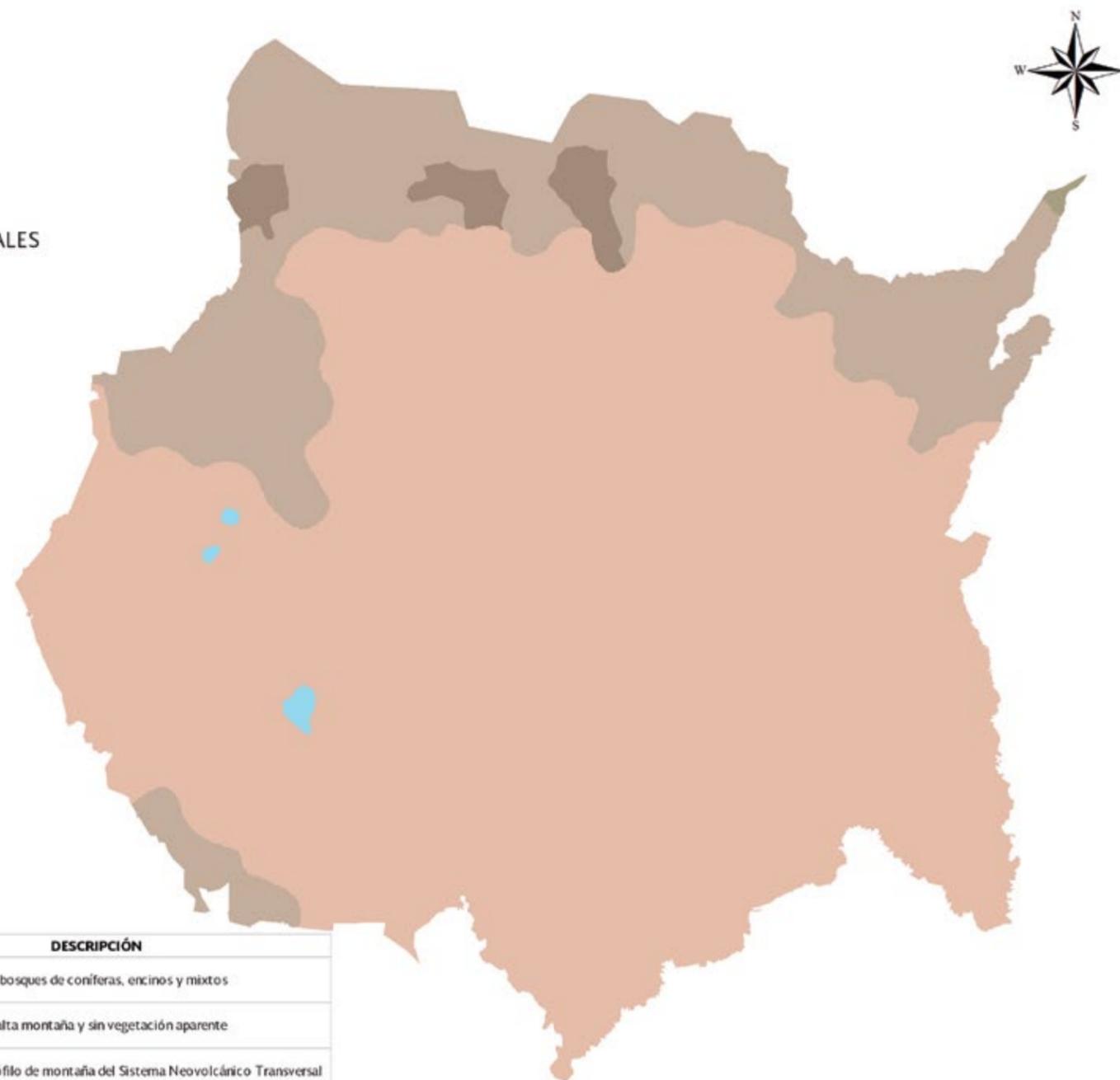
MAPA 8: ECORREGIONES

**SIMBOLOGÍA**

- 13.4.2.2
- 13.4.2.3
- 13.4.2.4
- 14.4.1.1

**ELEMENTOS ADICIONALES**

- Cuerpo de agua



CLAVE	DESCRIPCIÓN
13.4.2.2	Lomeríos y Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos
13.4.2.3	Sierras con pradera de alta montaña y sin vegetación aparente
13.4.2.4	Sierra con bosque mesófilo de montaña del Sistema Neovolcánico Transversal
14.4.1.1	Depresión del Balsas con selva baja caducifolia y matorral xerófilos

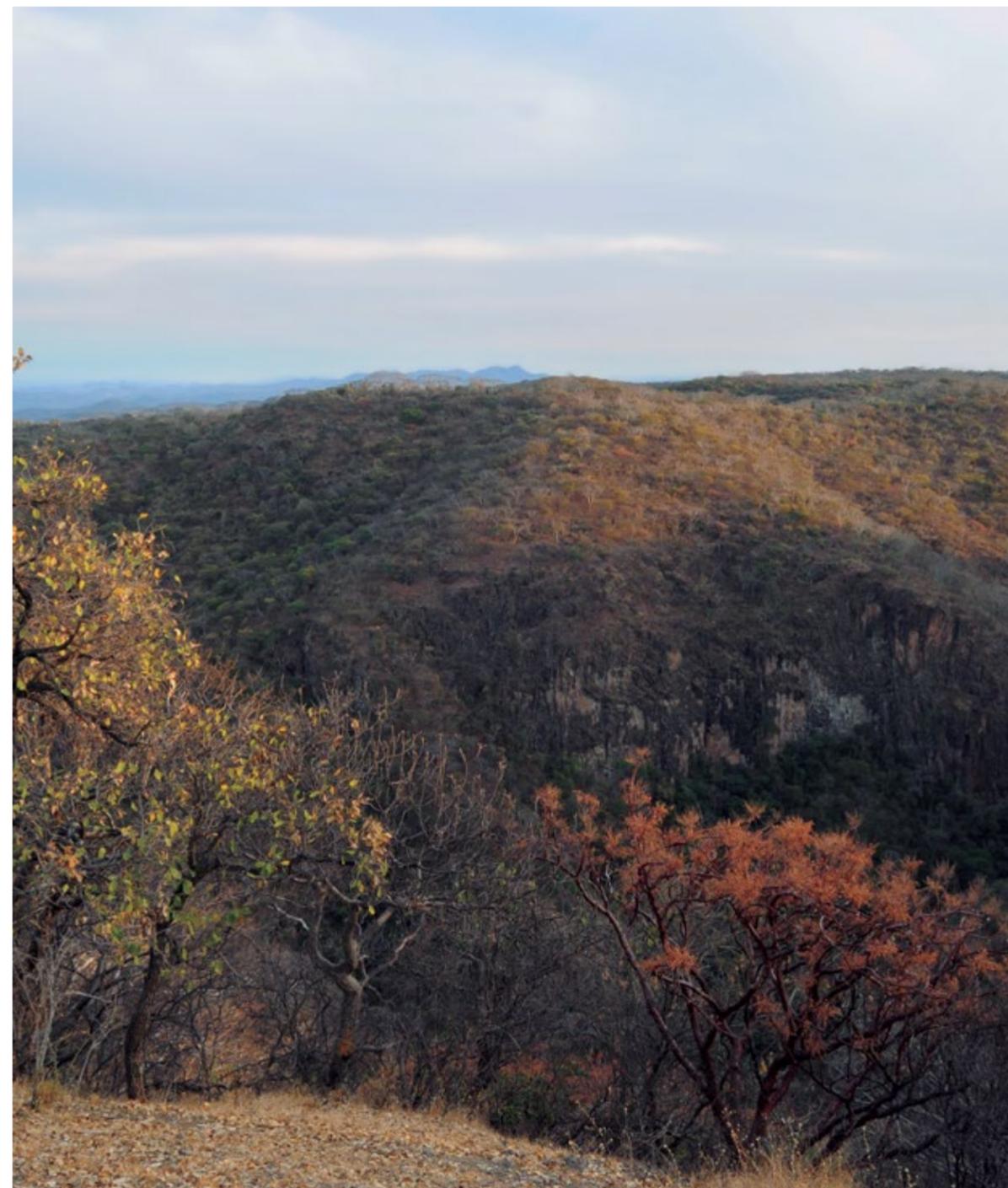
1:500,000

### Sierras con pradera de alta montaña y sin vegetación aparente

Corresponde a una reducida área localizada sobre los 4,000 msnm en el Volcán Popocatepetl, se caracteriza por estar dominada por pastos amacollados, se desarrolla sobre el límite superior de la vegetación arbórea, en climas semifríos o fríos, con insolación y vientos intensos, donde se presentan heladas todos los meses y nevadas. Este tipo de vegetación limitada provee del hábitat donde se desarrollan especies de fauna igualmente restringidas y endémicas, como el conejo de los volcanes, comúnmente conocido como zacatuche o teporingo, el cual es el más pequeño de México y se encuentra en peligro de extinción.

### Sierra con bosque mesófilo de montaña del Sistema Neovolcánico Transversal

Esta ecorregión se distribuye al norte de la entidad, el bosque mesófilo es un bosque templado que se caracteriza por los múltiples estratos arbóreos que lo componen, la abundancia de plantas epífitas y helechos; las laderas donde se desarrollan reciben influencia del mar (barlovento) por lo que resulta muy frecuente o casi permanente la presencia de neblina, nubes bajas, lluvias abundantes y vientos húmedos.



Selva baja en la Sierra de Huautla

## ECONOMÍA

De acuerdo a la Secretaría de Economía, en 2012, el estado representó 1.2 % del Producto Interno Bruto (PIB) nacional (SE, 2014).

El sector de agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal ocupa el octavo lugar en relación al PIB estatal, con una aportación de \$4,097,000 millones de pesos. El aprovechamiento forestal en 2011 indicó una mayor proporción de coníferas del género *Pinus* y *Abies* y en menor proporción otras coníferas, encino y comunes tropicales (SAGARPA, 2001; SEMARNAT, 2006 y 2011; INEGI, 2011 a).

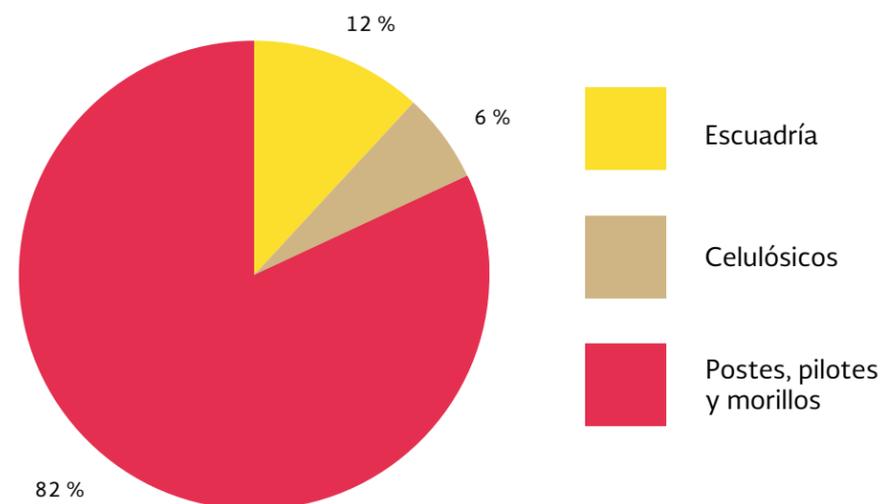
Con respecto a la producción maderable corresponde a: escuadría 10 %, celulósicos 7 %, postes, pilotes y morillos 73 % y por último, para leña 10 %. Los grupos de especies más utilizados para la generación de estos productos son: pino, encino y comunes tropicales, generando un valor total de producción maderable, de \$1,165,285.

Con relación a la producción no maderable, para este periodo se produjeron 34,225 toneladas de tierra de monte, lo que posicionó a la entidad en el segundo lugar nacional en la obtención de este producto, con un valor de \$15,647,227 (SEMARNAT, 2011).



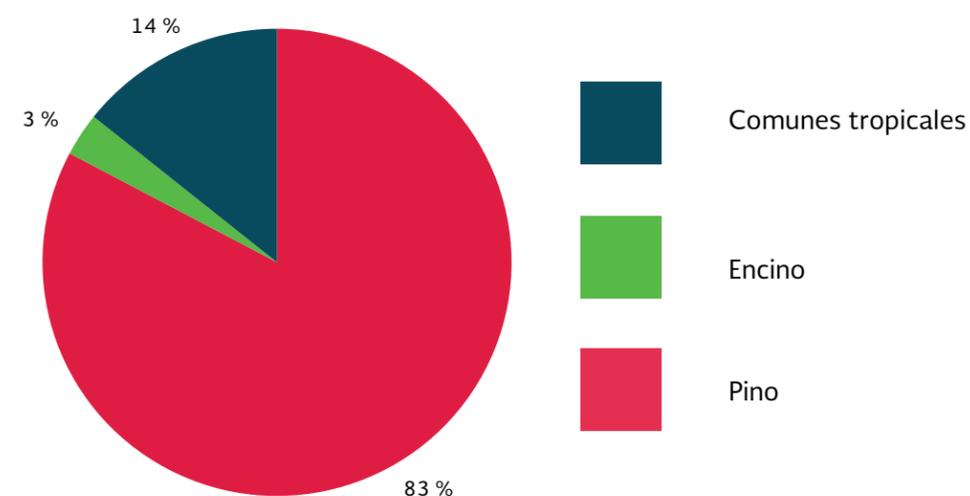
Artesanía de pochote en Tepoztlán

FIGURA 7: Industrialización de productos forestales



FUENTE: SEMARNAT, 2011.

FIGURA 8: Principales grupos de especies maderables en el estado



FUENTE: SEMARNAT, 2011.

## POBLACIÓN

De acuerdo con INEGI, Morelos cuenta con una población total de 1,882,985 habitantes, de los cuales 829,744 corresponden a la población económicamente activa (PEA), 35 % son mujeres y 65 % son hombres, los indicadores de la PEA señalan que de cada 100 personas 44 se encuentran ocupadas, 12.3 % de ellas en actividades primarias, 21.6 % en actividades secundarias y 65.8 % en actividades terciarias (INEGI, 2009 b; INEGI, 2011 b).

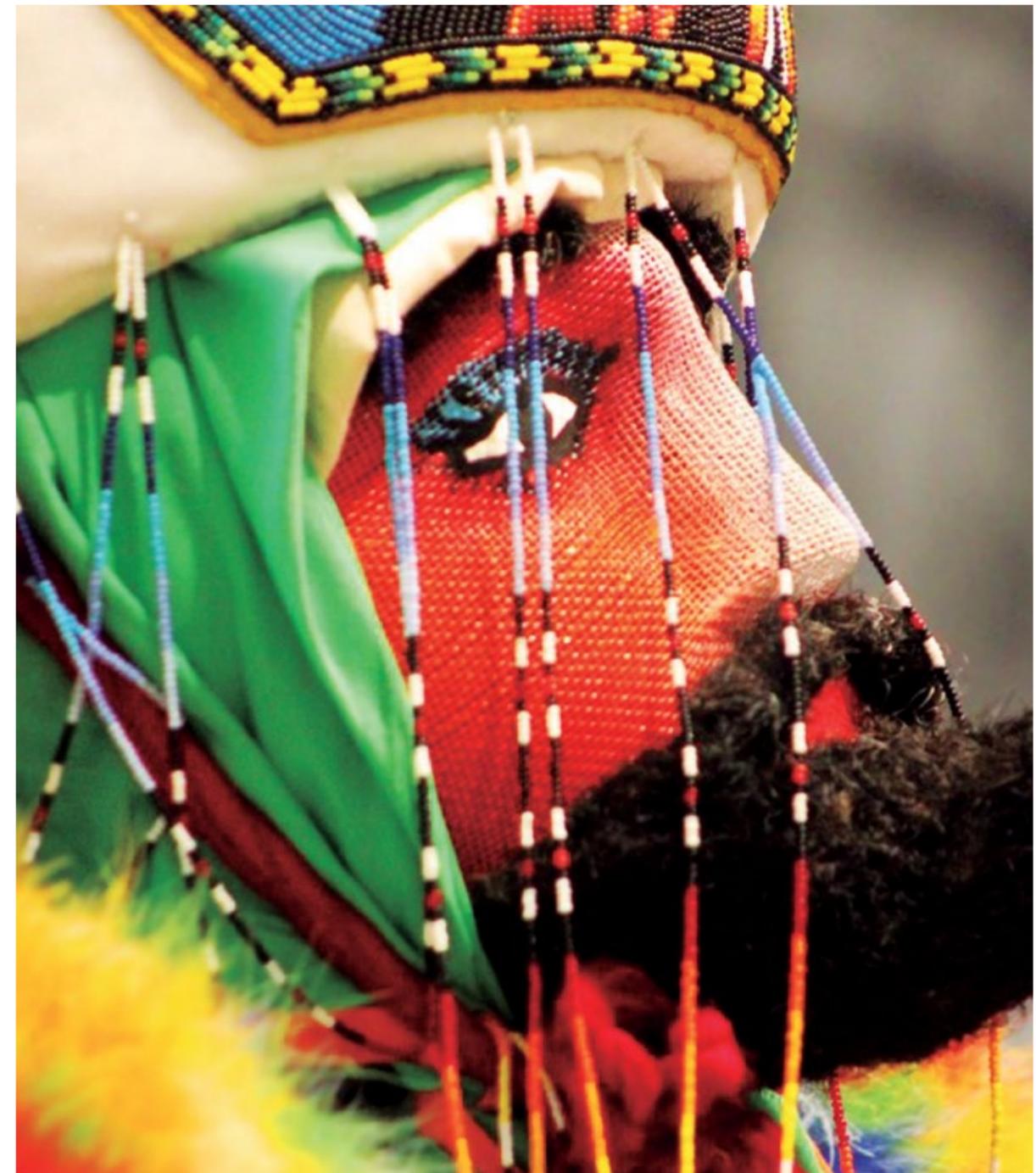
El estado ocupa el lugar 23 a nivel nacional con respecto al número de habitantes, posee una densidad promedio de 3 habitantes/km<sup>2</sup>, son cinco los municipios que concentran más de la mitad de su población: Cuautla, Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, y Yautepec. Las zonas metropolitanas más importantes de la entidad son Cuernavaca y Cuautla, con una población de 850,000 y 396,000 habitantes respectivamente (INEGI, 2009 a; CONAPO, 2009).

La población que se encuentra viviendo en localidades urbanas corresponde a 58 % y en áreas rurales (localidades con menos de 2,500 habitantes) a 42 %. Estas características coinciden con los municipios donde se puede encontrar superficie forestal en buen estado de conservación, tal es el caso de Tlalnepantla y Tlaquiltenango con una densidad de 0.1 habitantes/km<sup>2</sup> (INEGI, 2011 b).

Tabla 16: Densidad de población en las zonas forestales y no forestales

FORMACIÓN	POBLACIÓN (HABITANTES)	SUPERFICIE (ha)	DENSIDAD DE POBLACIÓN (HABITANTES/ha)
Coníferas	35	12,611	0.003
Coníferas y latifoliadas	3,644	27,858	0.131
Latifoliadas	131	19,014	0.007
Bosque mesófilo	2,624	7,727	0.340
Selvas bajas	24,913	138,119	0.180
Otras asociaciones	-	413	0.000
Zonas áridas	4	324	0.012
Otras áreas forestales	-	35	0.000
Áreas no forestales	1,746,013	279,841	6.239
<b>Total</b>	<b>1,777,364</b>	<b>485,942</b>	<b>5.7</b>

FUENTE: Elaboración propia con base en resultados del Censo de Población y Vivienda 2010; INEGI, 2011



Máscara de El Brinco de los Chinelos, danza tradicional



Vegetación de selva baja

CAPÍTULO

3

# RESULTADOS



Lagunas de Zempoala

### 3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS FORESTALES

En el estado interactúan numerosas variables geográficas y biológicas que dan lugar a la diversidad de tipos de vegetación; comprende bosques, selvas, matorrales y otras comunidades vegetales que proporcionan el hábitat de numerosas especies.

La localización de la entidad en el país, la coloca en una situación privilegiada para la diversidad biológica, ya que la orografía que presenta, así como la variación en el gradiente altitudinal y topoformas, provee a la entidad de tres tipos y nueve subtipos de climas. Por otro lado, la historia geológica de la entidad a través de una serie de eventos durante la formación de montañas y serranías ha propiciado el desarrollo de 11 tipos de suelo. Estas circunstancias dan lugar a relictos que representan barreras y puentes naturales para la distribución espacial de plantas, animales y otras formas de vida.

En general, la interacción de factores tales como clima, suelo y fisiografía, determinan el tipo de vegetación que se desarrolla en la entidad. A causa de lo anterior, es posible encontrar en el estado 14 tipos de vegetación; nueve de ellos en bosques, tres en selvas, uno en matorral xerófilo y uno en otras áreas forestales. Destaca el municipio de Huitzilac que alberga 9 tipos de vegetación; Cuernavaca y Tepoztlán cuentan con ocho; y Miacatlán y Tlalnepantla poseen siete.

Las superficies reportadas en el presente capítulo fueron calculadas con base en la Cartografía de Recursos Forestales 1:50,000, elaborada en proyección Cónica Conforme de Lambert. Esta proyección logra mantener las formas y superficies en grandes regiones, por lo que brinda mayor precisión en la obtención de las superficies, minimizando la distorsión proveniente de proyectar una superficie esférica a una plana.

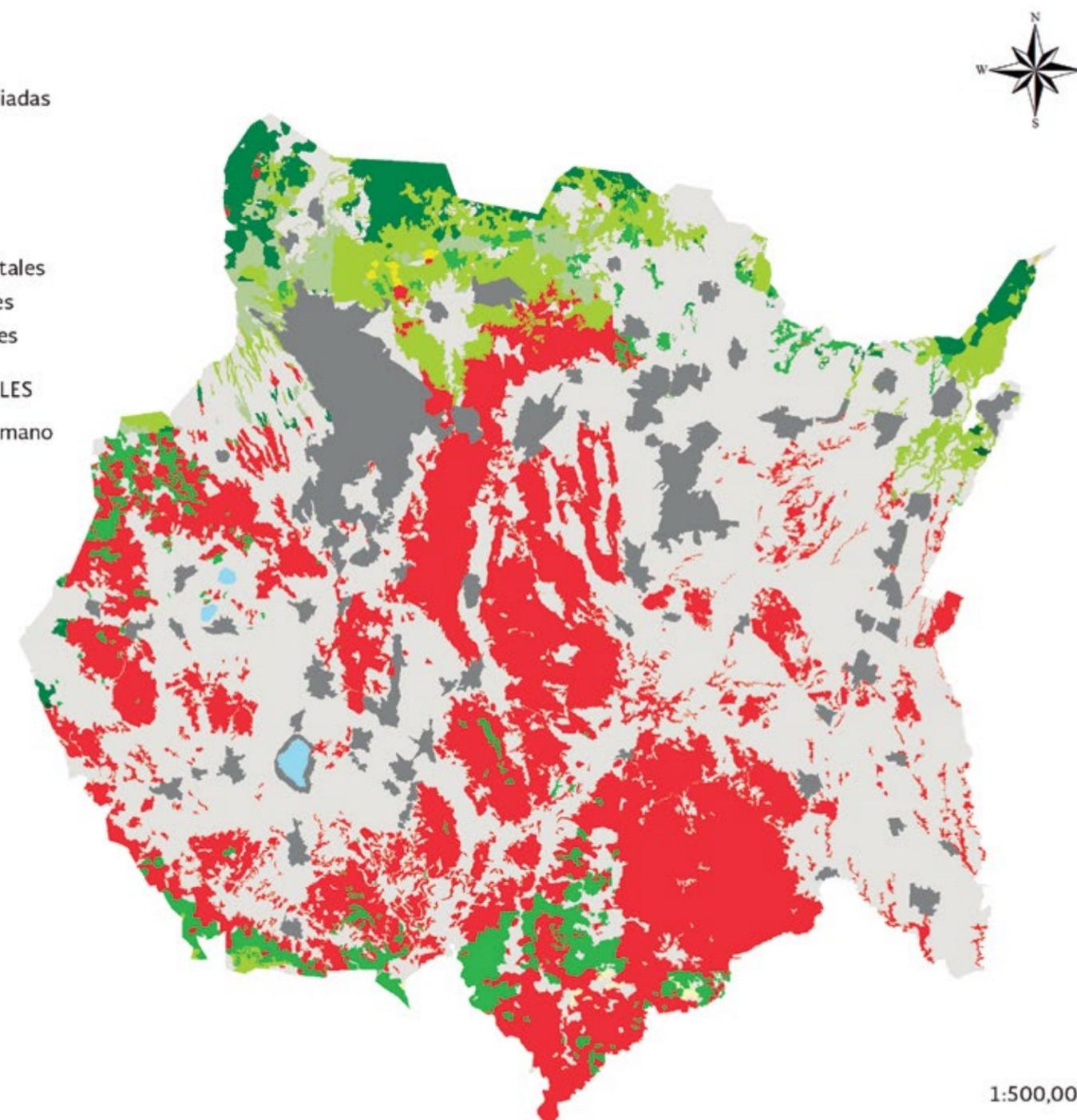
MAPA 9: FORMACIONES FORESTALES DEL ESTADO

#### SIMBOLOGÍA

- Coníferas
- Coníferas y latifoliadas
- Latifoliadas
- Bosque mesófilo
- Selvas bajas
- Zonas áridas
- Otras áreas forestales
- Otras asociaciones
- Áreas no forestales

#### ELEMENTOS ADICIONALES

- Asentamiento humano
- Cuerpo de agua



Por último, cabe destacar que la cercanía del estado de Morelos con la Ciudad de México ha contribuido a su crecimiento y consecuentemente a acentuar el incremento de la demanda de recursos naturales para satisfacer las necesidades de la población que requiere suelo para uso urbano, agua, energía y servicios; situación que representa una amenaza constante para la frontera forestal.

En el disco anexo, se incluyen una relación completa de las especies encontradas en cada tipo de vegetación, así como las fórmulas empleadas para el cálculo de volumen en cada formación.

FIGURA 9: Número de formaciones por municipio

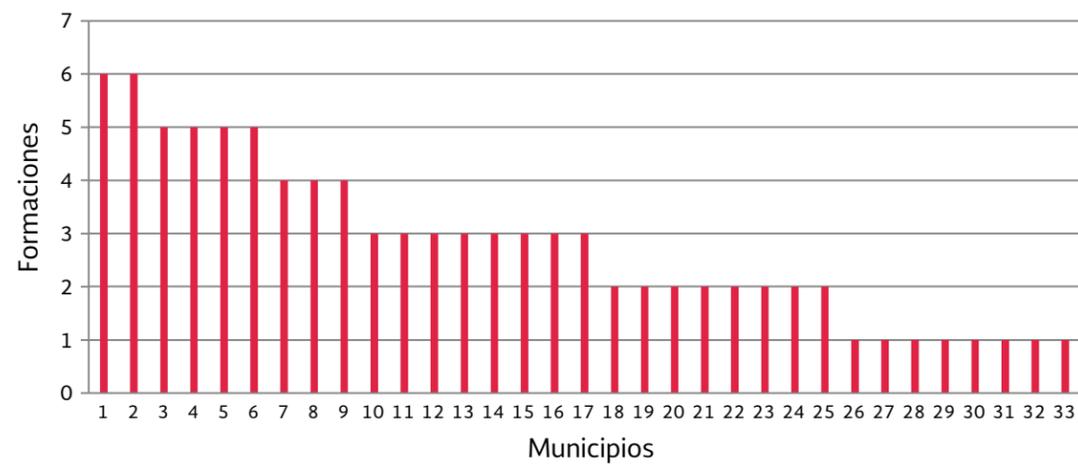
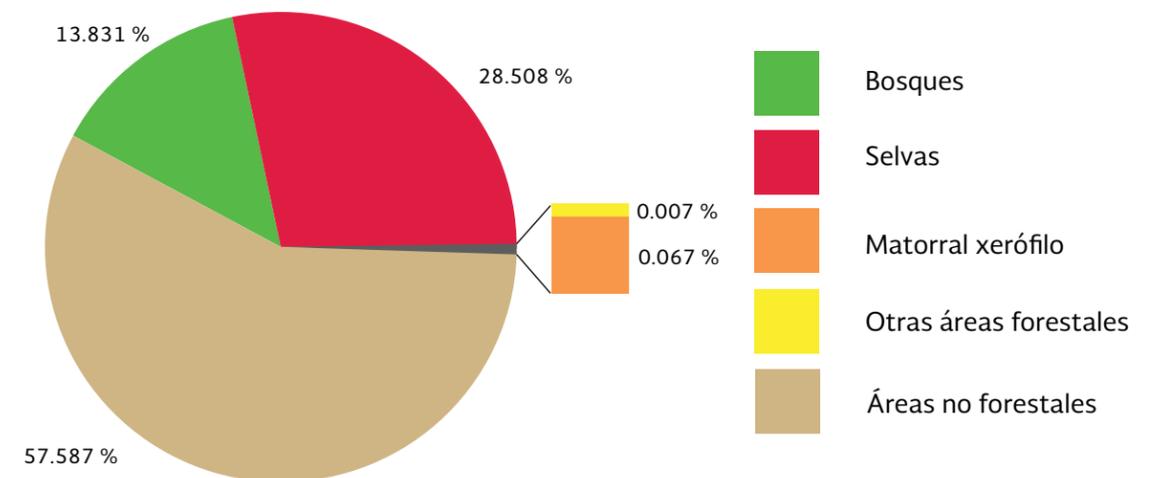


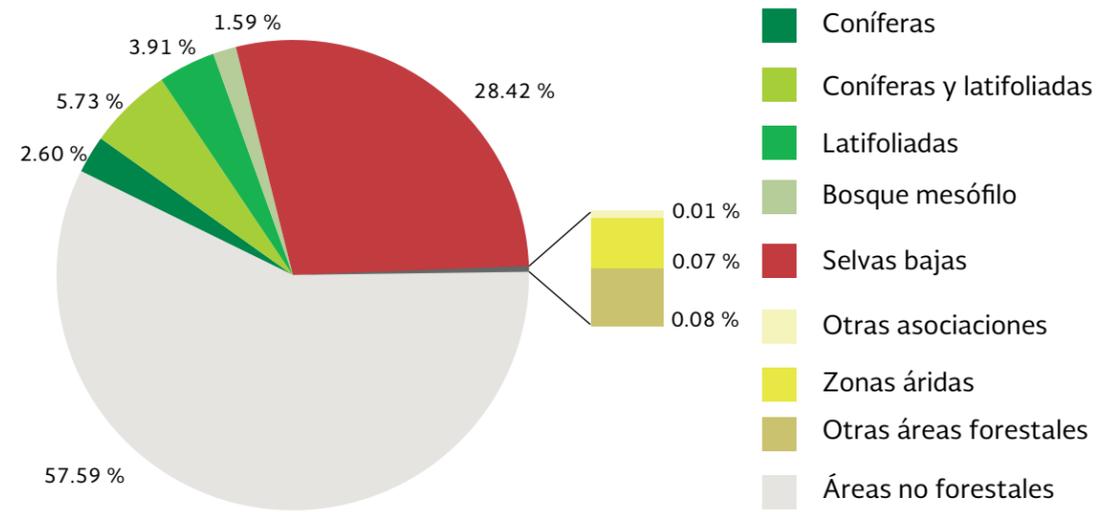
FIGURA 10: Distribución de la superficie estatal por uso de suelo y vegetación



NOTA: En el caso de gráficos con valores muy bajos, se presentarán las cifras con tres decimales.

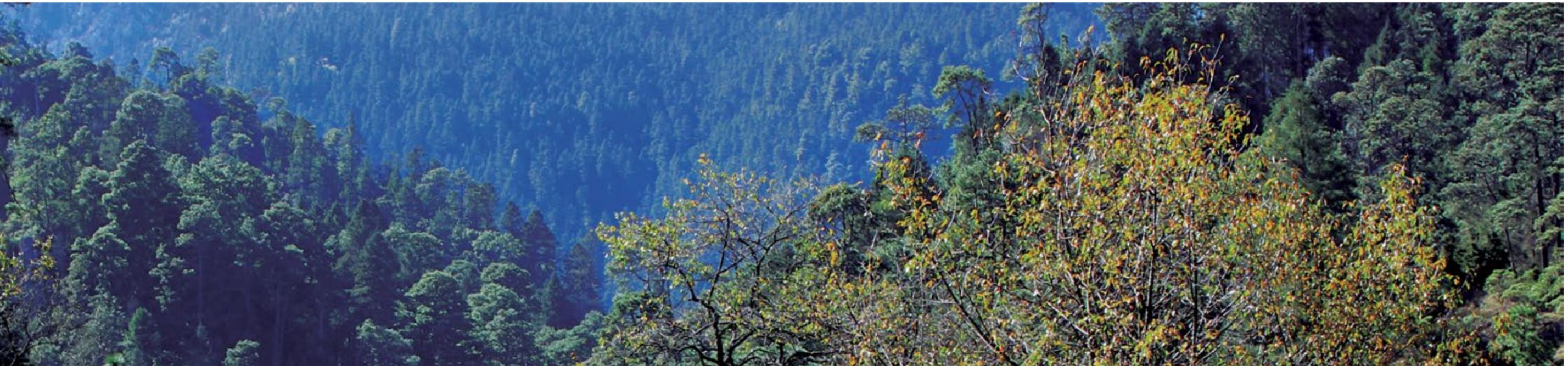


FIGURA 11: Proporción de la superficie forestal



### SUPERFICIE FORESTAL ESTATAL

En el estado de Morelos 57.6 % de la superficie pertenece a áreas no forestales, principalmente de uso agrícola y pecuario. La superficie forestal se distribuye en los 33 municipios de la entidad donde se encuentran ocho formaciones forestales y 14 tipos de vegetación. La superficie forestal corresponde a 206,100.2 hectáreas, de las cuales solo 16.5 % concierne a vegetación primaria, mientras que la vegetación secundaria representa 83.5 %.



Bosque de coníferas y latifoliadas

TABLA 17: Superficie forestal por formación a nivel municipal (hectáreas)

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL		CONÍFERAS		CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS	
		PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Amacuzac	11,682.24	36.99	3,394.73	-	-	-	-
Atlatlahucan	7,901.94	155.53	739.52	-	19.06	155.53	94.50
Axochiapan	14,103.49	-	1,271.28	-	-	-	-
Ayala	37,558.67	31.02	15,262.02	-	-	-	-
Coatlán del Río	8,306.75	132.32	3,683.10	-	362.62	-	-
Cuatla	9,676.40	-	524.52	-	-	-	-
Cuernavaca	19,876.78	1,198.21	5,611.98	185.18	119.09	601.38	1,983.94
Emiliano Zapata	6,799.43	-	2,331.57	-	-	-	-
Huitzilac	18,818.60	6,979.80	7,620.82	3,975.45	3,737.10	2,620.45	1,459.81
Jantetelco	10,186.76	6.58	1,302.80	-	-	6.58	-
Jiutepec	5,571.39	-	1,500.95	-	-	-	-
Jojutla	15,291.82	17.25	2,825.77	-	-	-	-
Jonacatepec	8,999.07	-	1,743.37	-	-	-	-
Mazatepec	5,766.68	5.38	1,161.64	-	-	-	-
Miacatlán	21,455.65	748.07	9,267.38	-	78.78	9.95	499.38
Ocuituco	8,616.50	268.38	812.42	-	142.97	268.38	446.25
Puente de Ixtla	29,654.08	1,038.28	11,169.39	-	-	511.22	-
Temixco	10,232.93	-	3,089.92	-	132.40	-	2.22
Temoac	3,692.64	-	84.61	-	-	-	-
Tepalcingo	36,734.79	-	22,052.90	-	-	-	-
Tepoztlán	24,123.93	5,045.58	14,428.41	342.59	612.67	2,527.98	7,874.04
Tetecala	6,744.11	58.69	3,223.20	-	-	-	-
Tetela del Volcán	9,803.84	1,820.29	3,795.09	1,480.76	222.49	304.78	3,399.39
Tlalnepantla	10,734.34	3,863.17	1,963.00	709.77	203.04	2,515.19	1,233.68
Tlaltizapán	23,753.43	35.14	12,461.51	-	-	-	-
Tlaquiltenango	54,213.50	11,806.32	26,222.63	-	-	-	-
Tlayacapan	5,700.81	110.85	1,433.50	-	15.57	-	316.60
Totolapan	5,969.32	459.29	288.12	-	58.01	459.29	-
Xochitepec	9,284.10	10.81	2,126.12	-	-	-	-
Yautepec	19,115.93	-	7,382.67	-	60.99	-	2.51
Yecapixtla	17,595.72	73.79	1,838.67	-	89.07	73.79	-
Zacatepec	2,621.41	-	532.53	-	-	-	-
Zacualpan	5,354.30	-	1,052.32	-	62.89	-	490.90
<b>Total</b>	<b>485,941.33</b>	<b>33,901.74</b>	<b>172,198.46</b>	<b>6,693.75</b>	<b>5,916.75</b>	<b>10,054.52</b>	<b>17,803.22</b>

LATIFOLIADAS		BOSQUE MESÓFILO		SELVAS BAJAS		OTRAS ASOCIACIONES	ZONAS ÁRIDAS	OTRAS ÁREAS FORESTALES	ÁREAS NO FORESTALES
PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	
36.99	106.65	-	-	-	3,288.08	-	-	-	8,250.52
-	617.68	-	-	-	8.28	-	-	-	7,006.89
-	-	-	-	-	1,271.28	-	-	-	12,832.21
31.02	0.01	-	-	-	15,262.01	-	-	-	22,265.63
132.32	396.14	-	-	-	2,924.34	-	-	-	4,491.33
-	-	-	-	-	524.52	-	-	-	9,151.88
148.75	82.11	262.29	2,397.57	-	1,029.27	-	0.61	-	13,066.59
-	-	-	-	-	2,331.57	-	-	-	4,467.86
-	21.95	275.75	2,304.96	-	97.00	-	108.15	-	4,217.98
-	-	-	-	-	1,302.80	-	-	-	8,877.38
-	-	-	-	-	1,500.95	-	-	-	4,070.44
17.25	-	-	-	-	2,825.77	-	-	-	12,448.80
-	-	-	-	-	1,743.37	-	-	-	7,255.70
5.38	10.35	-	-	-	1,151.29	-	-	-	4,599.66
738.12	2,168.22	-	191.34	-	6,329.66	-	-	-	11,440.20
-	70.38	-	-	-	152.82	-	-	-	7,535.70
527.06	2,210.38	-	-	-	8,959.01	-	-	-	17,446.41
-	91.22	-	28.84	-	2,835.24	-	-	-	7,143.01
-	-	-	-	-	84.61	-	-	-	3,608.03
-	-	-	-	-	22,052.90	-	-	-	14,681.89
778.77	69.13	1,180.71	547.06	-	5,325.51	-	215.53	-	4,649.94
58.69	53.27	-	-	-	3,169.93	-	-	-	3,462.22
-	164.36	-	-	-	8.85	-	-	34.75	4,188.46
149.20	451.11	489.01	49.66	-	25.51	-	-	-	4,908.17
35.14	52.31	-	-	-	12,409.20	-	-	-	11,256.78
4,170.79	4,495.28	-	-	7,222.74	21,727.35	412.79	-	-	16,184.55
110.85	483.10	-	-	-	618.23	-	-	-	4,156.46
-	230.11	-	-	-	-	-	-	-	5,221.91
10.81	-	-	-	-	2,126.12	-	-	-	7,147.17
-	28.45	-	-	-	7,290.72	-	-	-	11,733.26
-	260.32	-	-	-	1,489.28	-	-	-	15,683.26
-	-	-	-	-	532.53	-	-	-	2,088.88
-	-	-	-	-	498.53	-	-	-	4,301.98
6,951.14	12,062.53	2,207.76	5,519.43	7,222.74	130,896.53	412.79	324.29	34.75	279,841.18

## ESTRUCTURA DE LAS FORMACIONES

La caracterización de los recursos forestales se basa principalmente en la fisonomía, estructura, composición y fenología de los diferentes tipos de vegetación; de manera que el conjunto de esas características perfilan la magnitud y prioridad de los múltiples beneficios que cada ecosistema puede proporcionar, tal es el caso de los servicios ambientales, sociales y económicos que pueden obtenerse de ellos.

### Estado sucesional

De manera natural las comunidades vegetales se autorregulan de forma permanente conforme se desarrollan los ecosistemas. Este cambio se denomina sucesión ecológica, difícilmente se aprecia dada la escala de tiempo en que se llevan a cabo. Algunos agentes son capaces de modificar la estructura de la vegetación en menor tiempo, pueden ser de origen natural, como huracanes e incendios; o bien inducidos por el hombre, a través del cambio de uso de suelo, del aprovechamiento racional o irracional de productos maderables y no maderables o de acciones de restauración y conservación, entre otras.

Es considerable el grado de perturbación que presenta la superficie forestal del estado de Morelos, ya que solo 16.5 % de ella corresponde a vegetación primaria y 83.5 % corresponde a vegetación secundaria.

Sin embargo, el grado de perturbación dentro de las zonas forestales presenta diferentes grados de intensidad, el cual es definido por el estrato y puede ser herbáceo, arbustivo o arbóreo. El tipo de vegetación secundaria más frecuente es la vegetación arbustiva, la cual representa 82.9 % de la vegetación secundaria total.

A nivel de ecosistemas, solo 5.2 % de la superficie cubierta por selvas corresponde a vegetación primaria, a diferencia de los bosques donde esta vegetación representa 38.6 %, por lo que las selvas presentan un mayor y considerable grado de perturbación.

Las formaciones mayormente conservadas son las coníferas, donde más de la mitad de su superficie se encuentra en un estado clímax, sin vegetación secundaria; seguida de las coníferas y latifoliadas, latifoliadas, bosque mesófilo y por último se encuentra la selva baja caducifolia. Mientras que las formaciones de zonas áridas, otras áreas forestales y otras asociaciones no presentan superficie con vegetación secundaria.

TABLA 18: Superficie forestal de las formaciones por estado sucesional \_\_\_\_\_

FORMACIÓN	SUPERFICIE TOTAL	PRIMARIA		SECUNDARIA	
		ha	%	ha	%
Coníferas	12,610.50	6,693.75	53.08	5,916.75	46.92
Coníferas y latifoliadas	27,857.74	10,054.52	36.09	17,803.22	63.91
Latifoliadas	19,013.67	6,951.14	36.56	12,062.53	63.44
Bosque mesófilo	7,727.19	2,207.76	28.57	5,519.43	71.43
Selvas bajas	138,119.27	7,222.74	5.23	130,896.53	94.77
Otras asociaciones	412.79	412.79	100.00	-	-
Zonas áridas	324.29	324.29	100.00	-	-
Otras áreas forestales	34.75	34.75	100.00	-	-
<b>Total</b>	<b>206,100.20</b>	<b>33,901.74</b>	<b>16.45</b>	<b>172,198.46</b>	<b>83.55</b>

FIGURA 12: Estructura de la vegetación por estado sucesional

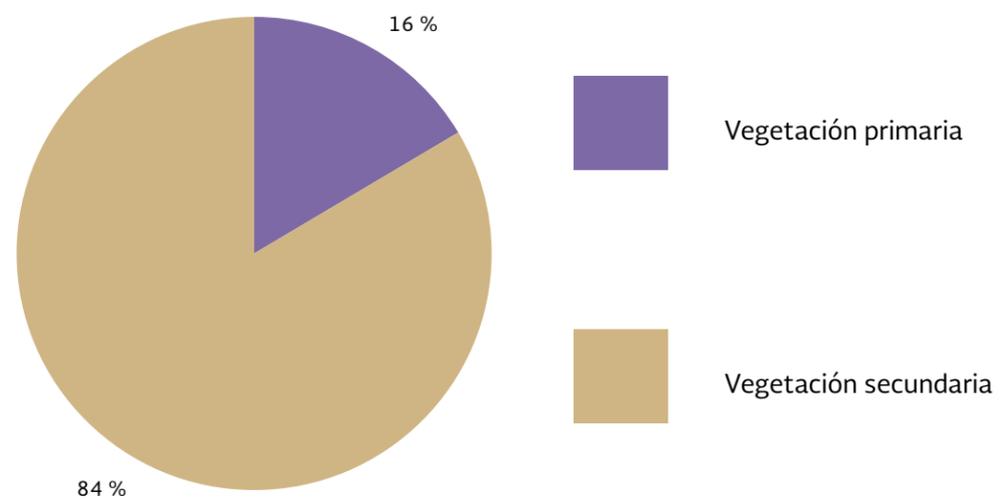
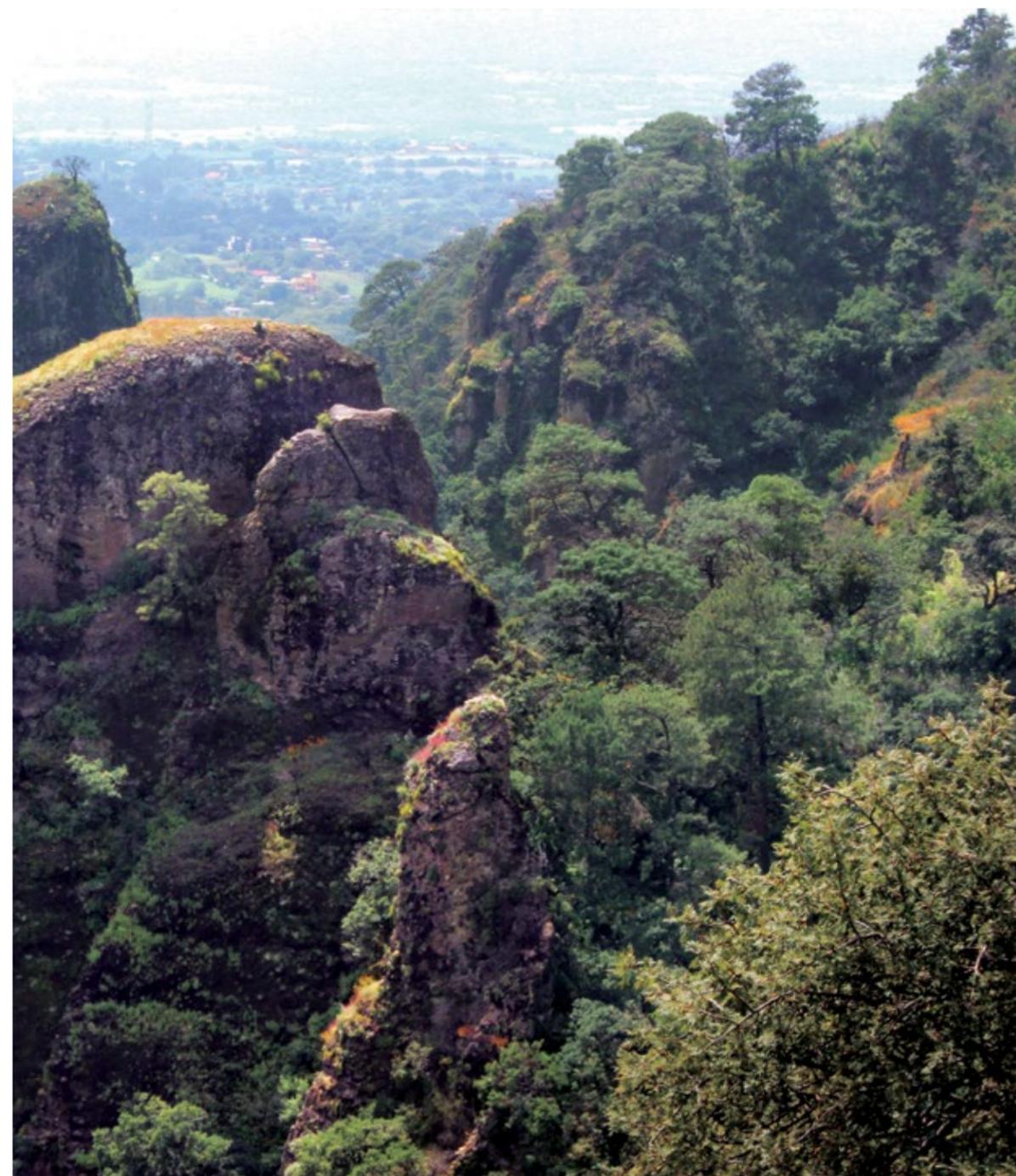
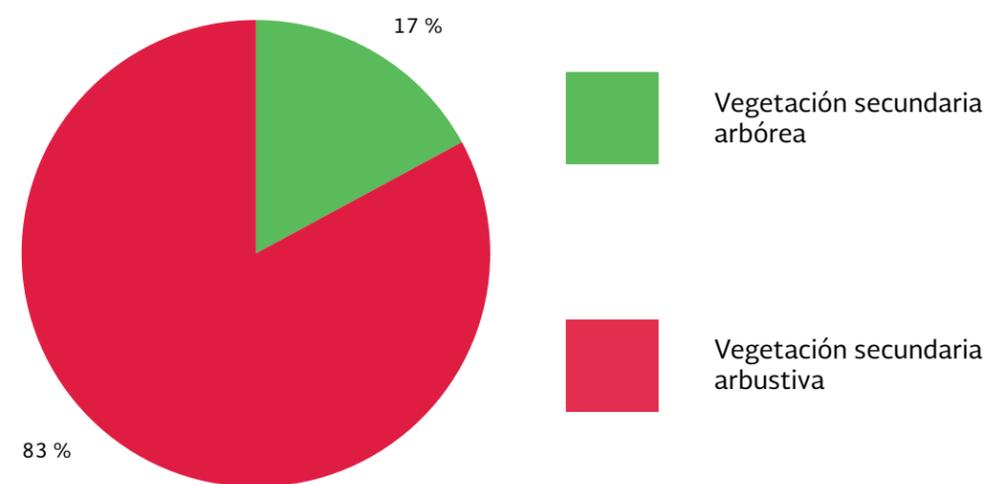


FIGURA 13: Composición de la vegetación secundaria



Bosque mixto en el norte del estado

## 3.2. FORMACIONES FORESTALES

La información que se presenta en este documento, es resultado del análisis de los datos levantados en campo y de la cartografía de recursos forestales escala 1:50,000 generada específicamente para estos Inventarios Estatales Forestales y de Suelos.

Aquellas formaciones forestales que por su superficie no permitieron el establecimiento mínimo de 30 conglomerados, requeridos para una estimación estadísticamente aceptable, se reportan únicamente en cuanto a su ubicación e información de carácter cualitativo.

### CONÍFERAS

#### Caracterización de la formación

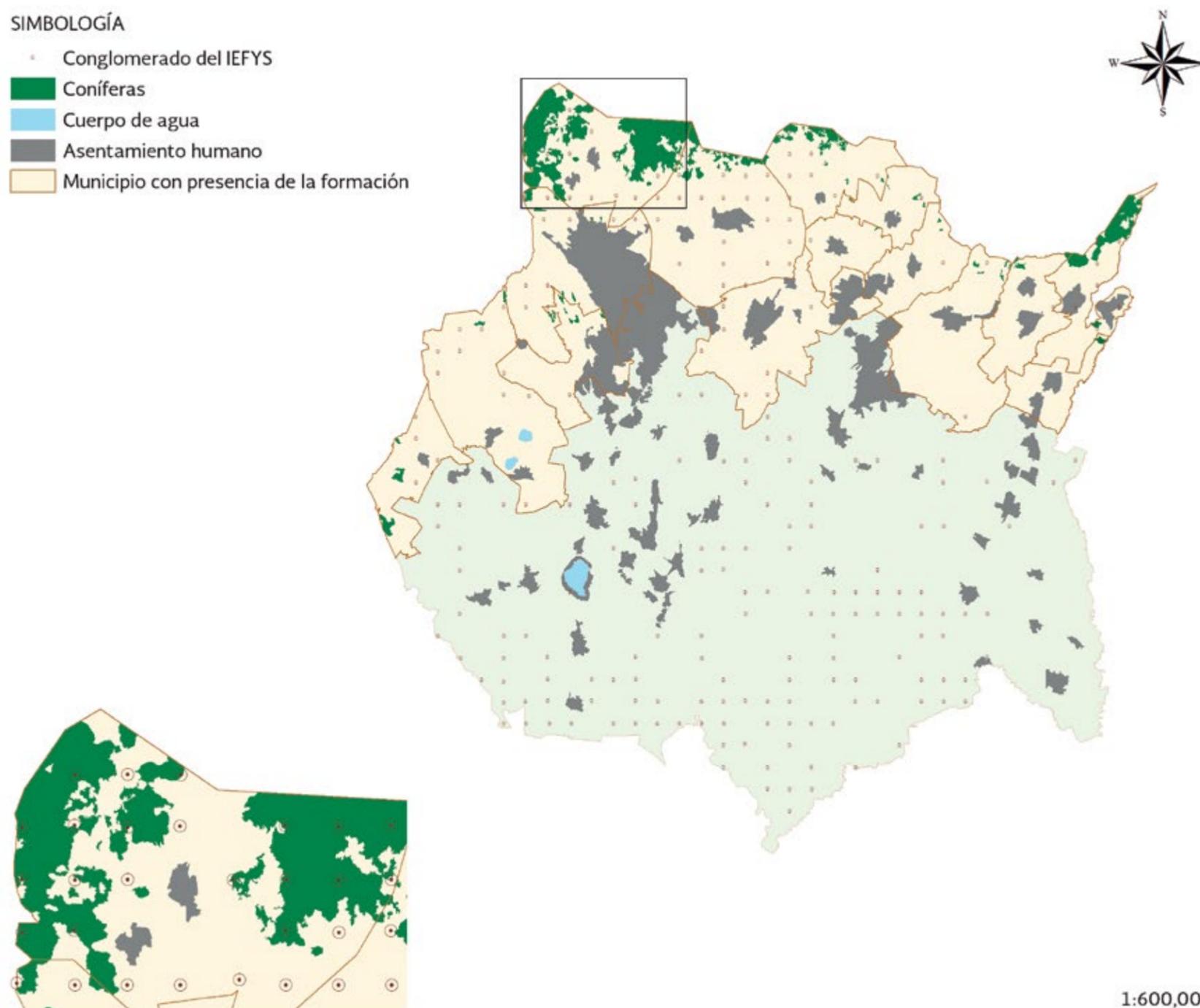
Los tipos de vegetación de esta formación se encuentran dominados por gimnospermas y corresponden a bosques perennes de las regiones templadas y montañosas; se clasifican de acuerdo al género dominante de cada comunidad vegetal, principalmente se encuentran los géneros *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus* y *Pinus*.

Se distribuyen en regiones templadas húmedas, con climas del grupo C, del tipo Cw, donde la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C o en subtipos semifríos la temperatura promedio se encuentra entre 5 y 12 °C, con presencia de heladas en la estación más fría, precipitación de 600 a 1,000 mm, en un rango altitudinal de 1,000 a 3,800 metros. Estos bosques se desarrollan primordialmente sobre suelos oscuros, profundos, ligeramente ácidos y de textura fina a media.

MAPA 10: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONÍFERAS

#### SIMBOLOGÍA

- Conglomerado del IEFYS
- Coníferas
- Cuerpo de agua
- Asentamiento humano
- Municipio con presencia de la formación



En el caso de los bosques de oyamel y ayarín, fisónomicamente se trata de bosques densos; mientras que para el bosque de pino se presentan tanto bosques densos como abiertos, por último el bosque de táscate se conforma únicamente de bosques abiertos.

Los tres primeros presentan fustes rectos, copas piramidales o semiesféricas, anchas, de un tercio hasta tres cuartas partes de la altura del árbol de acuerdo al género, son árboles de crecimiento monopódico. Suelen presentar una capa de materia orgánica, estrato rasante o herbáceo y estrato arbustivo. En el caso del género *Juniperus*, que domina los bosques de táscate, se trata de una comunidad abierta, de árboles bajos de crecimiento lento e irregular, con fustes torcidos, a veces rastreros o arbustivos, con estrato herbáceo y arbustivo (Rzedowski, 1978).

En la entidad solo los bosques de oyamel (BA) y bosques de pino (BP) presentan vegetación primaria, la cual representa 54.3 y 55 % de la superficie total del tipo de vegetación, mientras que la superficie ocupada por el bosque de ayarín (BS) y bosque de táscate (BJ) corresponden únicamente a vegetación secundaria. Las especies más frecuentes en esta formación son: *Abies religiosa*, *Alnus jorullensis*, *Quercus laurina*, *Arbutus xalapensis* y *Pinus arizonica*.

TABLA 19: Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas) \_\_\_\_\_

VEGETACIÓN	BS	BA		BP		BJ
MUNICIPIO	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	SECUNDARIA
Atlatlahucan	-	-	-	-	19.06	-
Coatlán del Río	-	-	-	-	-	362.62
Cuernavaca	-	2,076.89	44.63	387.84	45.90	-
Huitzilac	17.06	317.93	131.89	1,285.22	1,893.37	-
Miacatlán	-	-	-	-	42.15	-
Ocuituco	-	-	-	-	313.45	-
Temixco	-	-	197.58	-	-	-
Tepoztlán	-	92.18	1,971.39	376.54	336.04	-
Tetela del Volcán	-	177.00	-	1,303.76	59.80	-
Tlalnepantla	-	124.26	-	552.14	195.25	-
Tlayacapan	-	-	-	-	5.36	-
Totolapan	-	-	-	-	75.99	-
Yautepec	-	-	-	-	60.99	-
Yecapixtla	-	-	-	-	78.66	-
Zacualpan	-	-	-	-	65.55	-
<b>Total</b>	17.06	2,788.26	2,345.49	3,905.50	3,191.57	362.62

### Superficie por tipo de vegetación

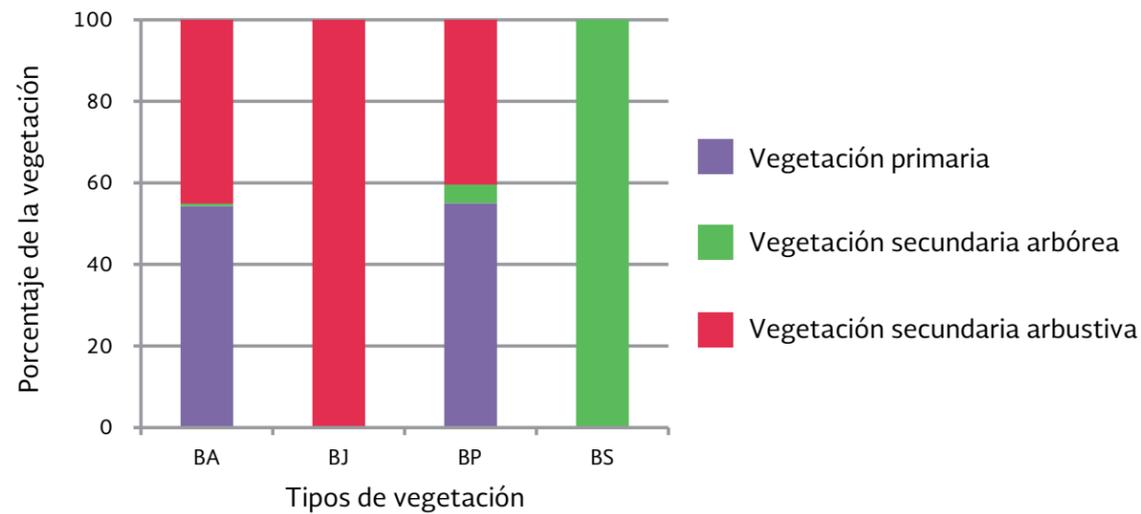
La superficie de las coníferas es de 12,610.5 hectáreas, solo 2.6 % de la superficie estatal, se compone por 2.43 % de bosque de pino (BP), 53 % de bosque de oyamel (BA), 4.4 % de bosque de táscate (BJ) y solamente 0.2 % por bosque de ayarín (BS).

### Estructura de la formación

Esta formación posee 53 % de superficie cubierta por vegetación primaria, cifra que representa un grado de conservación intermedio; por otro lado, la superficie con vegetación secundaria corresponde a 47 % y la más abundante es la vegetación secundaria arbustiva, esta situación es un indicador del grado de deterioro que experimentan estos tipos de vegetación; cada uno en diferente forma e intensidad.

La vegetación primaria se encuentra restringida a los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Tetela del Volcán y Tlalnepantla; es decir, cinco de los 15 municipios donde se distribuye la formación concentran el total de la superficie con la vegetación mayormente conservada; por lo que en el resto de ellos existe la necesidad de intervenir con el objetivo de recuperar la composición original del bosque. El grado de conservación de estas masas forestales se debe principalmente a que se encuentran comprendidas dentro de dos Áreas Naturales Protegidas Federales: el Parque Nacional Lagunas de Zempoala y el Corredor Biológico Chichinautzin.

FIGURA 14: Estructura de la formación por fase sucesional



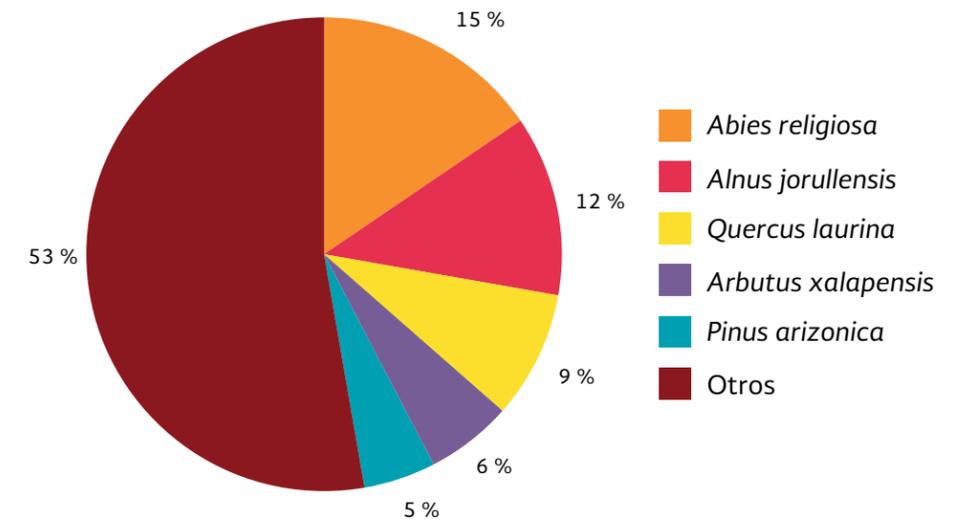
### Registro de especies

El mayor número de especies se concentra en el estrato herbáceo, después en el arbustivo y por último en el arbóreo. Durante el muestreo se registraron 44 especies diferentes y 20 géneros; sin embargo, 84 % de los individuos muestreados se concentran en los 5 géneros más frecuentes y 47 % corresponde a las 5 especies más frecuentes.

TABLA 20: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Quercus</i>	216	23.53
<i>Pinus</i>	190	20.70
<i>Alnus</i>	151	16.45
<i>Abies</i>	142	15.47
<i>Arbutus</i>	75	8.17
Otros	144	15.68

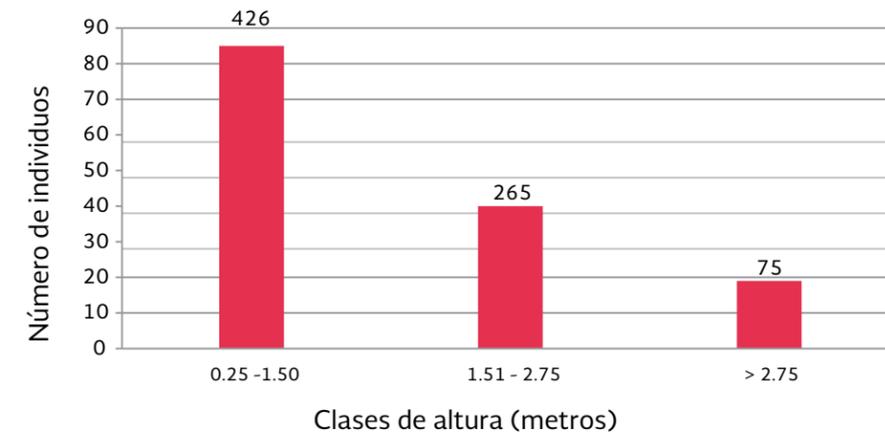
FIGURA 15: Proporción de las principales especies presentes en la formación



### Regeneración de la masa forestal

La evaluación de la regeneración se realizó sobre 766 individuos distribuidos en 21 conglomerados de esta formación; se contabilizaron en un radio de 2 m, se evaluó el número de renuevos que se encontraban dentro de él y de acuerdo a las clases de altura previamente establecida se registró su frecuencia. Se obtuvo una densidad de regeneración de 6,926 individuos/ha, que se concentran en la categoría de 0.25 a 1.50 m. Los principales géneros en el repoblado son: *Arbutus*, *Baccharis* y *Senecio*

FIGURA 16: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



### Indicadores dasométricos

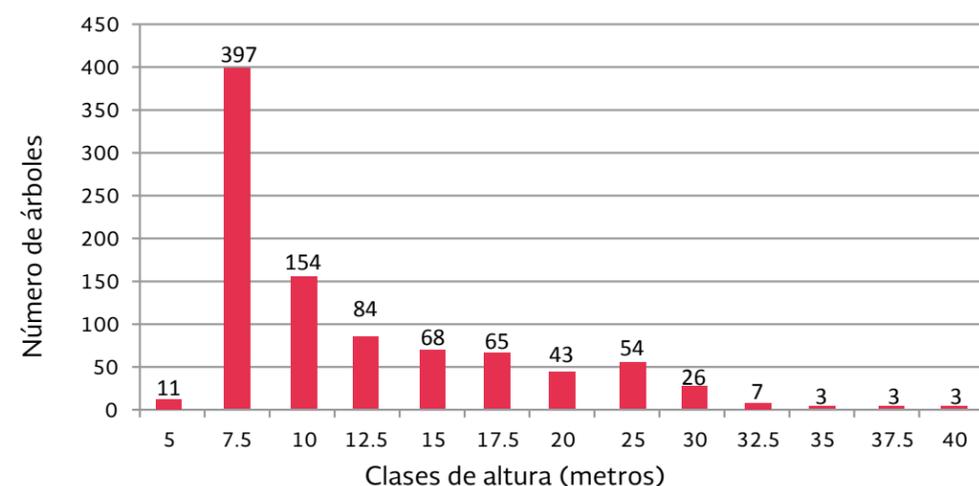
Para estimar los indicadores dasométricos se consideran solo aquellas formaciones con un tamaño de muestra igual o mayor a 30 conglomerados, sin embargo, en el caso de coníferas únicamente se registraron 22 conglomerados, 47.6 % corresponden a bosque de oyamel y 52.4 % a bosque de pino; con estos datos se elaboraron los análisis correspondientes obteniendo información estadísticamente aceptable, misma que se presenta a continuación.

TABLA 21: Descripción de alturas (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Límites de confianza	8.20	5.50	10.90	1.38
Rango de alturas registradas	NA	5	40	NA

LÍM. INF.: límite inferior  
 LÍM. SUP.: límite superior  
 E.E.: error relativo del muestreo

FIGURA 17: Distribución de frecuencias por alturas



Del arbolado evaluado en la formación se obtuvo una altura promedio de 8.2 metros y un diámetro medio estimado de 16.15 centímetros, tanto la altura como el diámetro promedio calculados se encuentran en las clases con mayor presencia de individuos. Las especies con mayor diámetro y altura son: *Pinus teocote* y *Abies religiosa*, respectivamente.

TABLA 22: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Límites de confianza	16.15	9.26	23.04	3.51
Rango de diámetros registrados	NA	7.5	103.5	NA

FIGURA 18: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

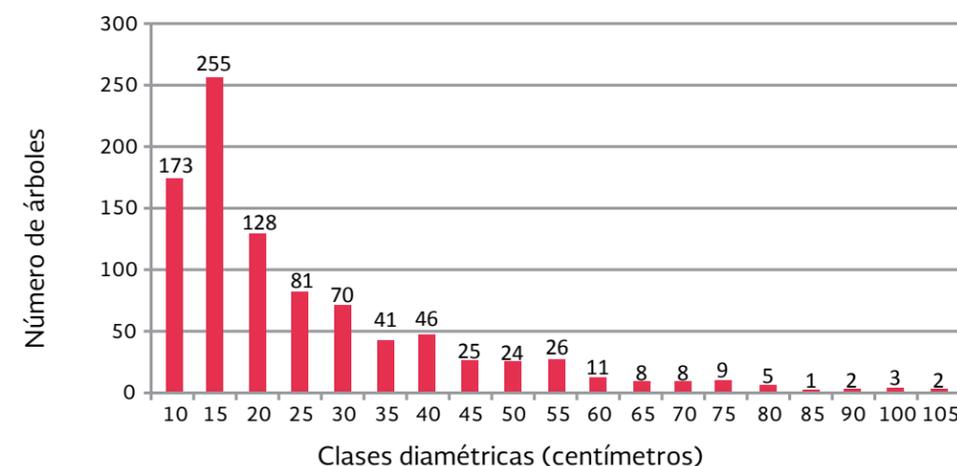


TABLA 23: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	188
Varianza del estimador	373
Límite inferior (95 %)	147
Límite superior (95 %)	228
Error relativo de muestreo	10.30

TABLA 24: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	38.97
Varianza del estimador	38.27
Límite inferior (95 %)	26.10
Límite superior (95 %)	51.83
Error relativo de muestreo	15.87

TABLA 25: Estimador de razón para área basal (m<sup>2</sup>/hectárea)

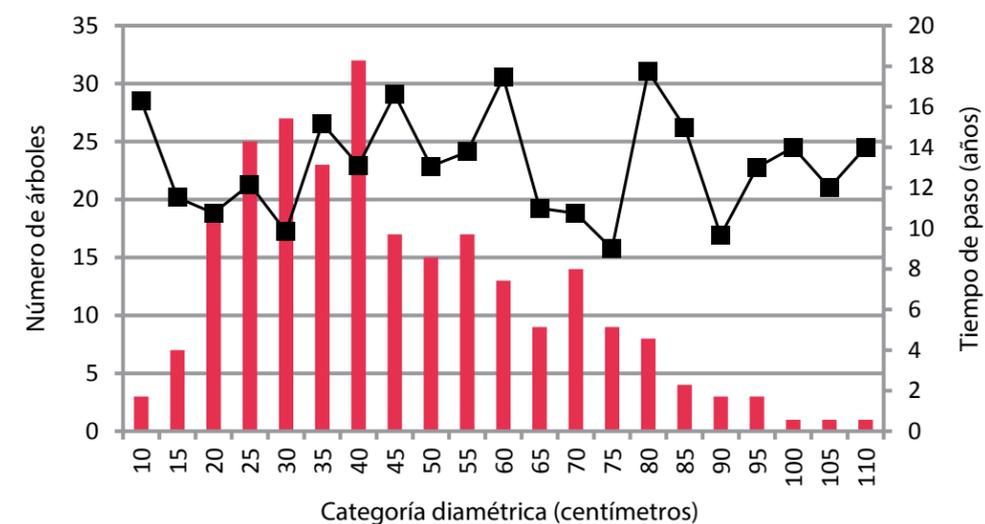
VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	16.22
Varianza del estimador	7.16
Límite inferior (95 %)	10.66
Límite superior (95 %)	21.78
Error relativo de muestreo	16.49

TABLA 26: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m<sup>3</sup>/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	88.11
Varianza del estimador	127.08
Límite inferior (95 %)	60.67
Límite superior (95 %)	107.55
Error relativo de muestreo	13.40

Las coníferas del estado de Morelos tardan en promedio de 10 a 12 años para transitar de una categoría diamétrica a otra, es decir 5 años menos que el promedio nacional, el cual es de 15 a 17 años, el incremento más acelerado se presenta de los 25 a los 30 centímetros, aún así el tiempo de paso natural indica un crecimiento extremadamente lento.

FIGURA 19: Tiempos de paso en la formación



**TABLA 27:** Estimador de razón para IMA promedio por hectárea (m<sup>3</sup>/hectárea/año)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	0.93
Varianza del estimador	0.16
Límite inferior (95 %)	0.09
Límite superior (95 %)	1.76
Error relativo de muestreo	43.44

IMA: incremento medio anual

**TABLA 28:** Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)

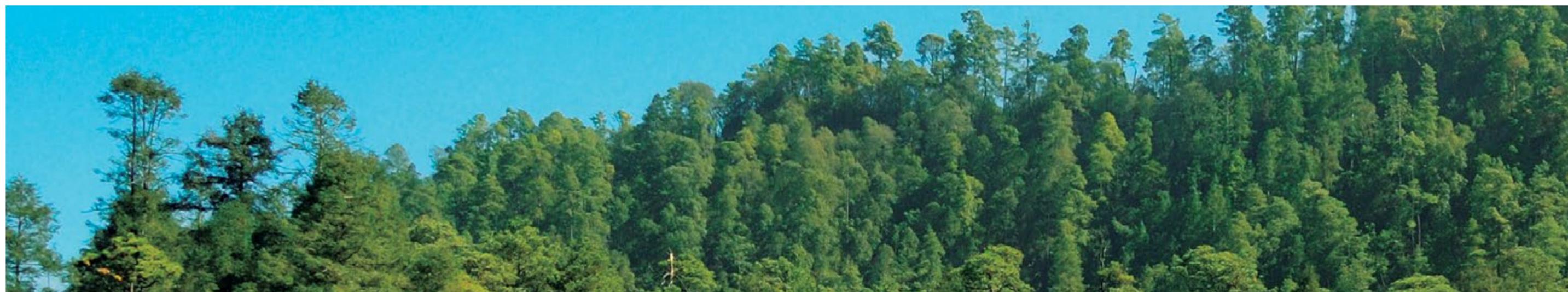
VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	10.03
Varianza del estimador	3.69
Límite inferior (95 %)	6.03
Límite superior (95 %)	14.02
Error relativo de muestreo	19.16



*Juniperus sp.*

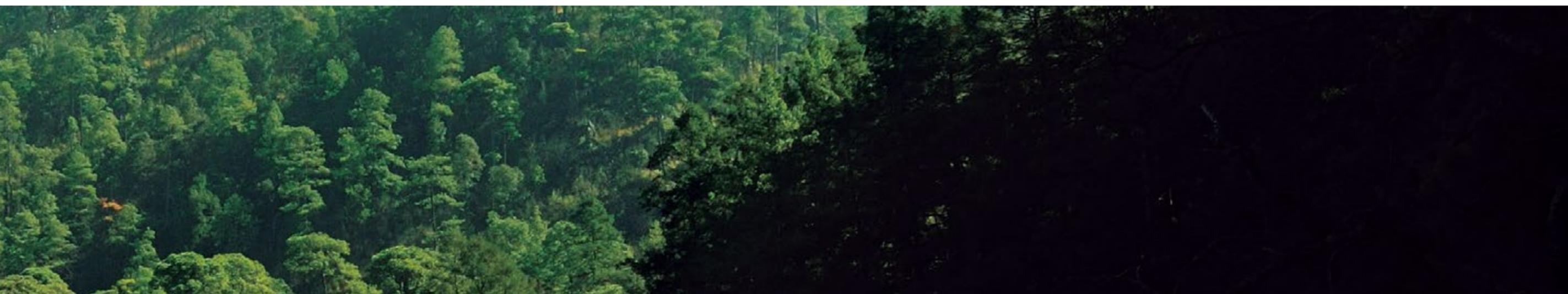
TABLA 29: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m <sup>3</sup> RTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Atlatlahucan	-	19.06	19.06	1,679.38	1,156.37	2,049.90
Coatlán del Río	-	362.62	362.62	31,950.45	22,000.16	38,999.78
Cuernavaca	185.18	119.09	304.27	26,809.23	18,460.06	32,724.24
Huitzilac	3,975.45	3,737.10	7,712.55	679,552.78	467,920.41	829,484.75
Miacatlán	-	78.78	78.78	6,941.31	4,779.58	8,472.79
Ocuituco	-	142.97	142.97	12,597.09	8,673.99	15,376.42
Temixco	-	132.40	132.40	11,665.76	8,032.71	14,239.62
Tepoztlán	342.59	612.67	955.26	84,167.96	57,955.62	102,738.21
Tetela del Volcán	1,480.76	222.49	1,703.25	150,073.36	103,336.18	183,184.54
Tlalnepantla	709.77	203.04	912.81	80,427.69	55,380.18	98,172.72
Tlayacapan	-	15.57	15.57	1,371.87	944.63	1,674.55
Totolapan	-	58.01	58.01	5,111.26	3,519.47	6,238.98
Yautepec	-	60.99	60.99	5,373.83	3,700.26	6,559.47
Yecapixtla	-	89.07	89.07	7,847.96	5,403.88	9,579.48
Zacualpan	-	62.89	62.89	5,541.24	3,815.54	6,763.82
<b>Total</b>	<b>6,693.75</b>	<b>5,916.75</b>	<b>12,610.50</b>	<b>1,111,111.16</b>	<b>765,079.04</b>	<b>1,356,259.28</b>

m<sup>3</sup> RTA: metros cúbicos rollo total árbol

Bosque de coníferas en Huitzilac

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES			INCREMENTO MEDIO ANUAL		
m <sup>2</sup>	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m <sup>3</sup> /AÑO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
309.15	203.18	415.13	3,583	2,802	4,346	17.73	1.72	33.55
5,881.70	3,865.53	7,897.86	68,173	53,305	82,677	337.24	32.64	638.21
4,935.26	3,243.52	6,627.00	57,203	44,728	69,374	282.97	27.38	535.52
125,097.56	82,215.78	167,979.34	1,449,959	1,133,745	1,758,461	7,172.67	694.13	13,574.09
1,277.81	839.79	1,715.83	14,811	11,581	17,962	73.27	7.09	138.65
2,318.97	1,524.06	3,113.89	26,878	21,017	32,597	132.96	12.87	251.63
2,147.53	1,411.38	2,883.67	24,891	19,463	30,187	123.13	11.92	233.02
15,494.32	10,183.07	20,805.56	179,589	140,423	217,799	888.39	85.97	1,681.26
27,626.72	18,156.65	37,096.79	320,211	250,378	388,341	1,584.02	153.29	2,997.72
14,805.78	9,730.55	19,881.00	171,608	134,183	208,121	848.91	82.15	1,606.55
252.55	165.98	339.11	2,927	2,289	3,550	14.48	1.40	27.40
940.92	618.39	1,263.46	10,906	8,527	13,226	53.95	5.22	102.10
989.26	650.15	1,328.36	11,466	8,966	13,906	56.72	5.49	107.34
1,444.72	949.49	1,939.94	16,745	13,093	20,308	82.84	8.02	156.76
1,020.08	670.41	1,369.74	11,823	9,245	14,339	58.49	5.66	110.69
204,542.31	134,427.93	274,656.69	2,370,774	1,853,744	2,875,194	11,727.77	1,134.95	22,194.48



### Estado de salud del arbolado

Para esta formación se calculó el porcentaje de arbolado dañado en pie, resultando 10 % por hectárea. De los árboles dañados, los incendios son el principal agente identificado, representa 61.7 %.

Del total de la población de esta formación, solo 2.3 % de los árboles están muertos; sin embargo, no es posible definir a qué agente se le atribuye ya que la categoría que se registró en estos árboles corresponde a otros. Con relación a los árboles jóvenes, estos representan 64.7 %, los árboles maduros 23.5 % y los muy jóvenes 11.8 %, la mayoría con buen vigor. Los datos estadísticos anteriores podrían indicar que esta formación a mediano plazo está próxima a consolidarse en una masa de arbolado maduro.

FIGURA 20: Proporción de daño por agente causal

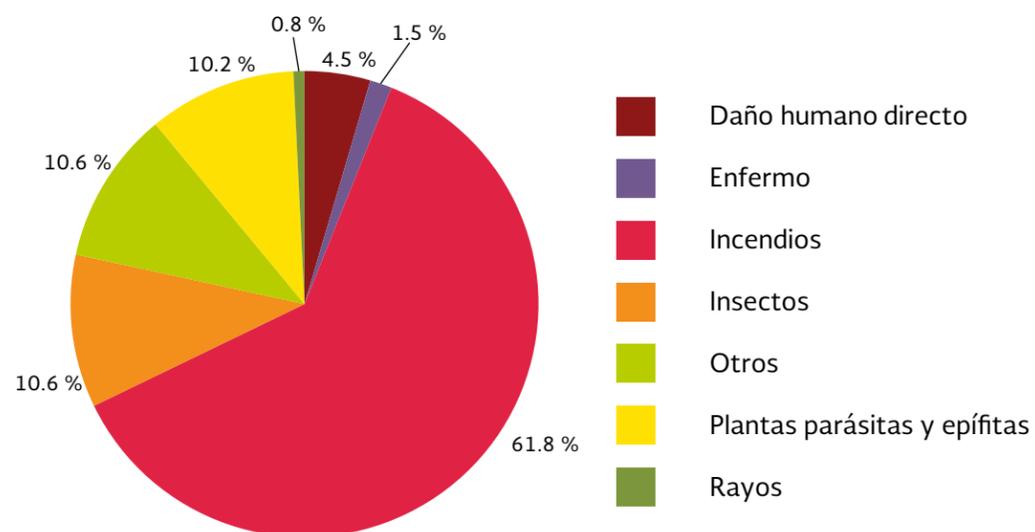


FIGURA 21: Frecuencia de daño por agente causal

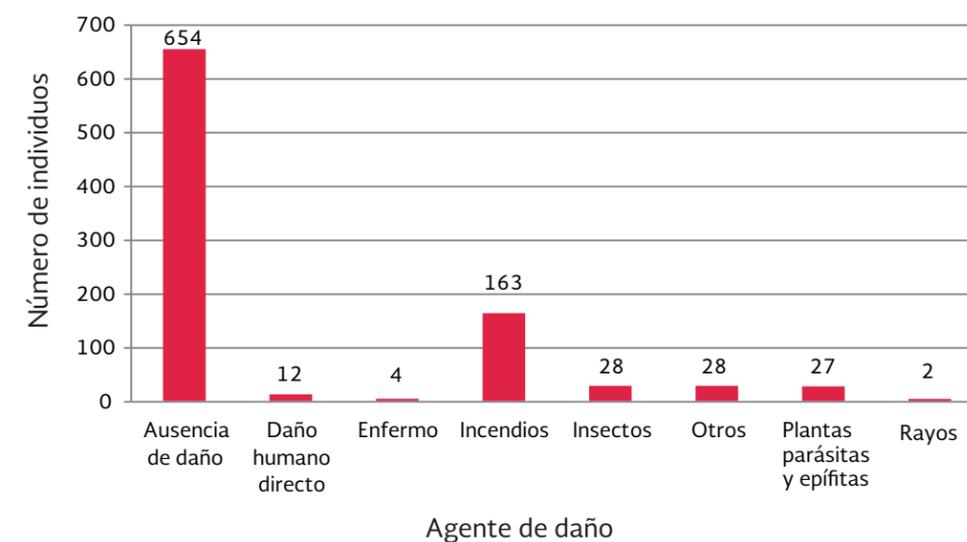
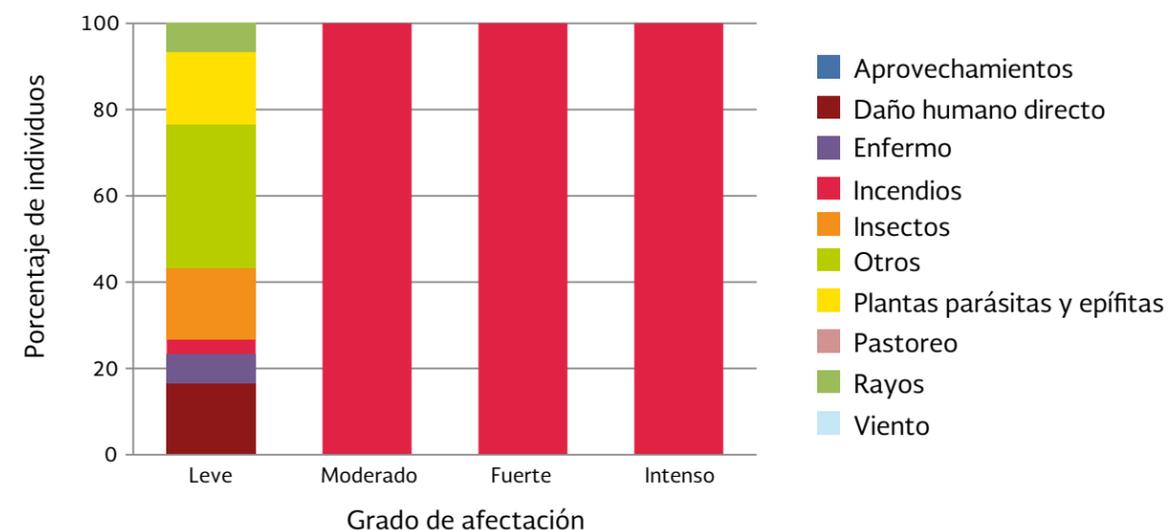


FIGURA 22: Proporción de daño por intensidad del agente causal



## Conclusiones sobre la formación

Los bosques de coníferas en el estado se encuentran restringidos en cuanto a superficie, debido a que solo ocupan 2.6 % del territorio estatal; sin embargo, son importantes para la recarga de acuíferos.

El estado de conservación es regular, ya que apenas mantiene poco más de la mitad de su superficie en estado primario, y se encuentran conformados por árboles de porte bajo. En los sitios muestreados se encontraron árboles de 8.2 m de altura y 16.15 cm de diámetro, datos que representan valores bajos si se considera el potencial de crecimiento de los géneros que componen estos bosques, puesto que llegan a alcanzar diámetros de hasta 1 m y alturas de hasta 30 m. A pesar de que en esta formación se muestrearon solo 22 conglomerados, se puede deducir, que a causa del interés maderable que existe por estos bosques hayan sido aprovechados y actualmente se encuentra en un momento de desarrollo y regeneración de la masa forestal, ya que el repoblado se concentra en los individuos de 0.25 a 1.50 m.

Esta formación presenta la menor densidad de arbolado y por lo tanto el menor porcentaje de cobertura de copa de todas las formaciones evaluadas en la entidad, este aspecto es relevante para la captación de agua de lluvia, ya que la densidad de la cubierta vegetal es una variable importante durante el proceso de interceptación y filtración del agua para el control de escurrimientos y la recarga de mantos acuíferos, así como para el proceso erosivo. Se distribuye en 15 municipios, la mayoría al norte de la entidad y se concentra principalmente en los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán y Tetela del Volcán.



Bosque de pino en Tlalnepantla

## CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS

### Caracterización de la formación

Estos tipos de vegetación se caracterizan por la coexistencia de especies dominantes de gimnospermas y angiospermas, usualmente de los géneros *Pinus* y *Quercus*; estos bosques mixtos son característicos de las regiones montañosas y se clasifican de acuerdo al orden de dominancia de los géneros que lo componen.

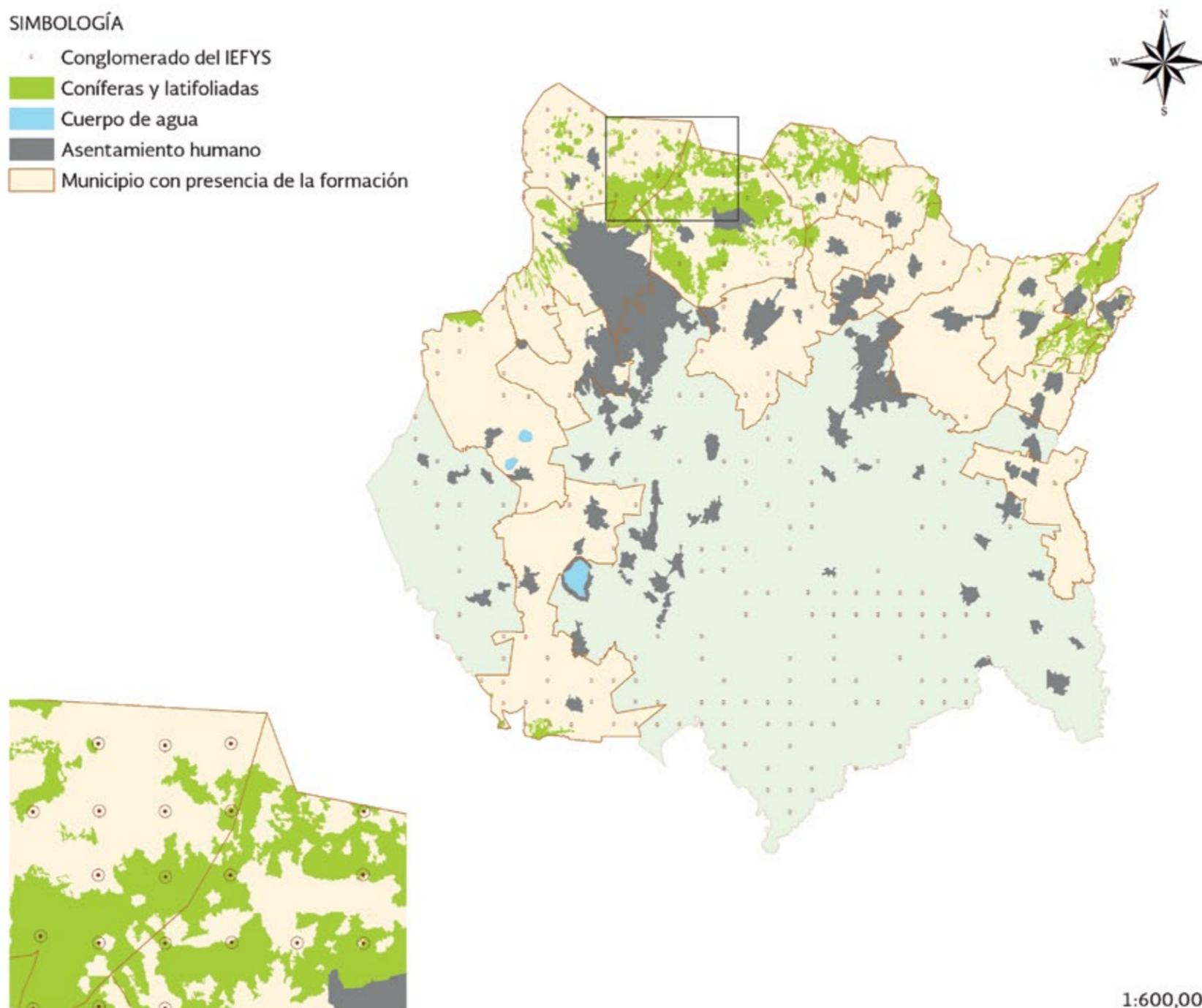
Se distribuyen principalmente en regiones templadas húmedas con climas del grupo C, del subtipo Cw, donde la temperatura media anual va desde 12 hasta 18 °C, con presencia de heladas en la estación más fría, precipitación de 600 a 1,000 mm; sin embargo, se encuentra localizado en un amplio rango altitudinal, en la entidad varía desde 1,300 hasta 3,800 metros, por lo que algunas superficies incluyen climas cálidos. Esta formación se desarrolla frecuentemente sobre suelos oscuros, profundos, ligeramente ácidos y de textura media, los cuales se presentan mayormente en laderas de cerros con pendientes pronunciadas (Rzedowski, 1978).

Fisonómicamente se trata de bosques densos, de árboles de 15 hasta 30 metros o más, con uno o dos estratos arbóreos. El género *Pinus* corresponde a árboles perennes, de crecimiento monopódico, con hojas en forma de agujas, troncos rectos, de copas piramidales o semiesféricas de un tercio o más, con respecto a la altura del árbol. Mientras que en el caso del género *Quercus*, presenta árboles perennes o caducos, de crecimiento simpódico, con hojas simples generalmente coriáceas, troncos frecuentemente

MAPA 11: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS

#### SIMBOLOGÍA

- Conglomerado del IEFYS
- Coníferas y latifoliadas
- Cuerpo de agua
- Asentamiento humano
- Municipio con presencia de la formación



torcidos, de copas anchas, redondeadas y amplia cobertura. La abundancia de un género sobre otro determina las diferencias en cuanto a la fisonomía del tipo de vegetación. Generalmente presentan estrato arbustivo, herbáceo y una gruesa capa de materia orgánica compuesta en su mayoría por hojarasca (Rzedowski, 1978).

En la entidad dominan los tipos de vegetación en su forma secundaria; particularmente la de tipo arbóreo. Las especies más frecuentes en esta formación son: *Alnus jorullensis*, *Quercus crassifolia*, *Pinus montezumae*, *Quercus rugosa* y *Clethra lanata*; no obstante, debido al amplio rango altitudinal en que se desarrollan estos tipos de vegetación se generan áreas de transición, donde se integran especies típicas de otras formaciones como *Lysiloma divaricatum*, *L. acapulcense*, *Cedrela salvadorensis*, *Ipomoea arborescens*, *Ipomoea murucoides*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Bursera copallifera*, *Guazuma ulmifolia*, etcétera. En el estado se encuentran dos tipos de vegetación para esta formación: bosque de pino encino (BPQ) y bosque de encino pino (BQP), a pesar de que su composición es similar, la dominancia de uno de los géneros define el tipo de vegetación.

### Superficie por tipo de vegetación

La superficie de esta formación en el estado es de 27,857.7 hectáreas, representa 5.7 % de la superficie estatal y se compone por aproximadamente tres quintas partes de bosque de pino encino (BPQ) y alrededor de dos quintas partes por bosque de encino pino (BQP).

TABLA 30: Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)

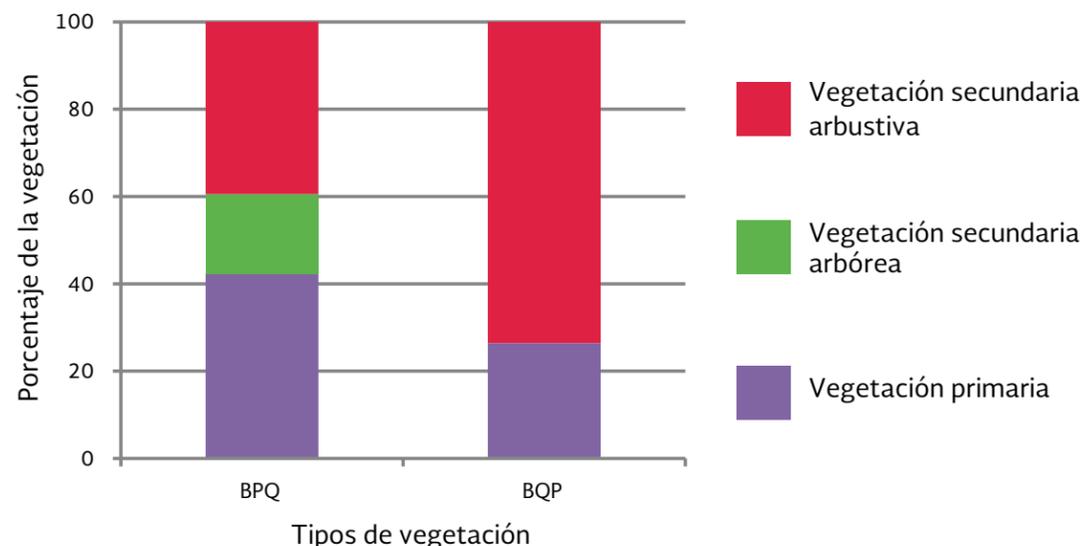
VEGETACIÓN	BPQ		BQP	
	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Atlatlahucan	155.53	-	-	94.50
Cuernavaca	367.46	1,684.97	233.92	298.97
Huitzilac	2,085.71	366.84	534.74	1,092.97
Jantetelco	-	-	6.58	-
Miacatlán	-	499.38	9.95	-
Ocuituco	141.73	232.98	126.65	213.27
Puente de Ixtla	-	-	511.22	-
Temixco	-	2.22	-	-
Tepoztlán	1,693.28	4,284.72	834.70	3,589.32
Tetela del Volcán	-	1,899.23	304.78	1,500.16
Tlalnepantla	2,192.44	558.07	322.75	675.61
Tlayacapan	-	228.21	-	88.40
Totolapan	459.29	-	-	-
Yautepec	-	2.26	-	0.25
Yecapixtla	73.79	-	-	-
Zacualpan	-	-	-	490.89
<b>Total</b>	<b>7,169.23</b>	<b>9,758.87</b>	<b>2,885.30</b>	<b>8,044.35</b>

### Estructura de la formación

Esta formación posee 39.4 % de su superficie cubierta por vegetación primaria, cifra que representa un grado de conservación negativo; por otro lado, la superficie con vegetación secundaria corresponde a 60.6 % y la más abundante es la vegetación secundaria arbustiva, esta situación es un indicador del grado de deterioro o disturbio que experimentan estos tipos de vegetación, cada uno en diferente grado y forma.

La vegetación primaria se encuentra concentrada en los municipios de Huitzilac, Tepoztlán y Tlalnepantla, es decir, la formación se distribuye en tres de los 16 municipios, 81.1 % de la superficie se encuentra mayormente conservada, por lo que en el resto de ellos existe la necesidad de intervenir con el objetivo de recuperar la composición original del bosque.

FIGURA 23: Estructura de la formación por fase sucesional



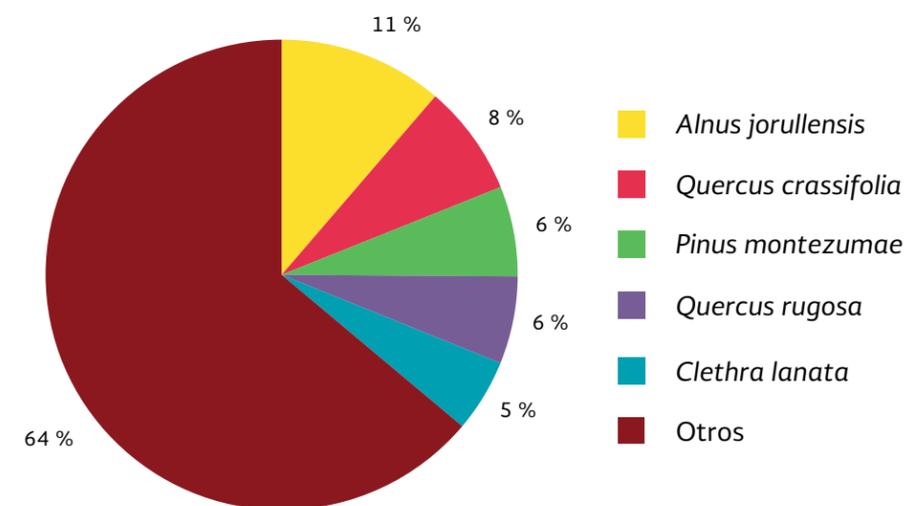
### Registro de especies

Este tipo de bosques mixtos presentan una mayor riqueza de especies que los bosques puros, pese a esto la mayor parte de los ejemplares pertenecen a pocas especies. El mayor número de especies se concentra en el estrato herbáceo, seguido del arbustivo y por último en el arbóreo. Durante el muestreo se registraron 66 especies y 35 géneros, no obstante, los 5 más frecuentes se concentran en 64.5 % de los individuos muestreados y respecto a las especies las 5 con mayores registros corresponden a 36.1 %.

TABLA 31: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Quercus</i>	353	29.94
<i>Pinus</i>	143	12.13
<i>Alnus</i>	133	11.28
<i>Lysiloma</i>	68	5.77
<i>Clethra</i>	63	5.34
Otros	419	35.54

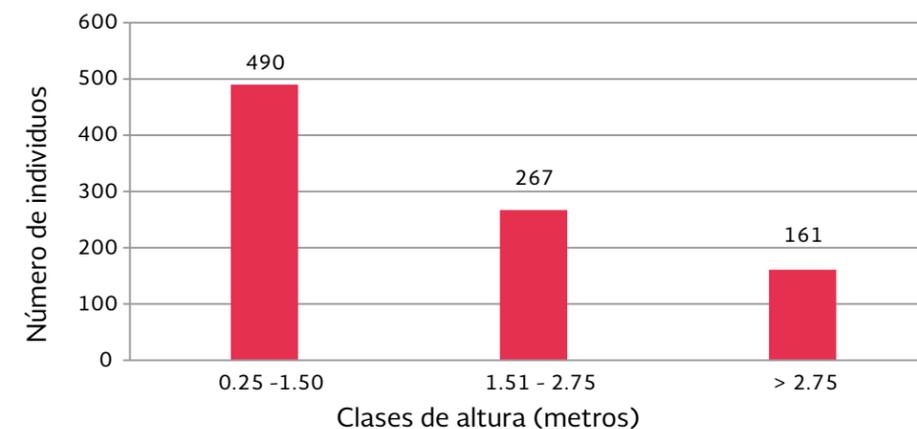
FIGURA 24: Proporción de las principales especies presentes en la formación



### Regeneración de la masa forestal

La evaluación de la regeneración se realizó en 918 individuos distribuidos en 27 conglomerados encontrados en esta formación; se contabilizaron en un radio de 2 m, evaluando el número de renuevos y de acuerdo a las clases de altura previamente establecida se registró su frecuencia. Se obtuvo una densidad del repoblado de 6,768 individuos por hectárea, que se concentran en la categoría de 0.25 a 1.50 metros. Los géneros más frecuentes son: *Quercus* y *Pinus* con 12 y 5 % respectivamente

FIGURA 25: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



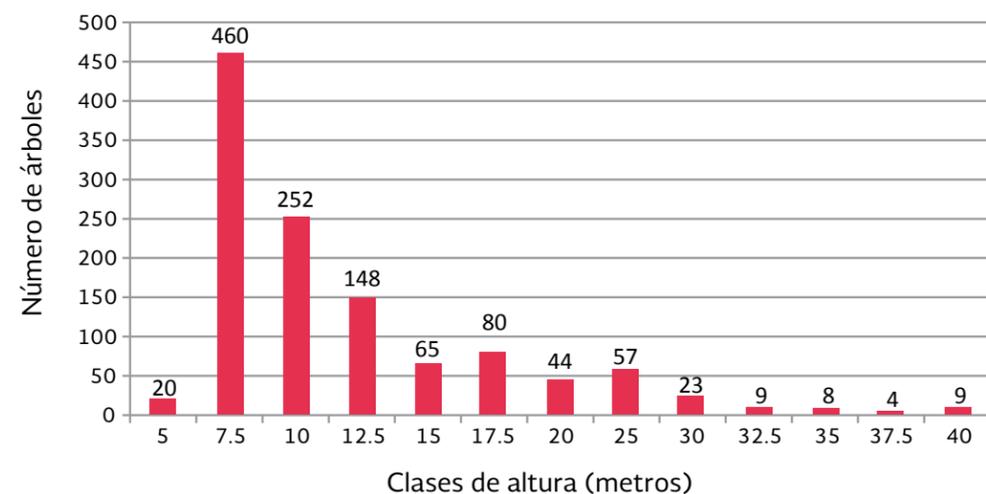
### Indicadores dasométricos

Para estimar los indicadores dasométricos se consideraron solo aquellos tipos de vegetación que se muestrearon en campo y con un tamaño de muestra igual o mayor a 30 conglomerados, pues es el tamaño mínimo muestral para poblaciones grandes en el caso de esta formación se tuvo un tamaño de muestra de 27 conglomerados, 63 % corresponden a bosque de pino encino y 37 % a bosque de encino pino, sin embargo se considera llevar a cabo los análisis estadísticos, debido a que esta formación representa un importante recurso económico y ecológico, además de que ocupan la mayor superficie en la entidad en lo que respecta al ecosistema bosques.

TABLA 32: Descripción de alturas (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Límites de confianza	8.40	5.95	10.85	1.25
Rango de alturas registradas	NA	5	40	NA

FIGURA 26: Distribución de frecuencias por alturas



Dentro de la formación la especie con mayor diámetro fue *Alnus jorullensis* con 110.9 cm, mientras que la especie que presentó mayor altura fue *Pinus montezumae* con 40 m. La clase de altura con mayor presencia de individuos corresponde a 7.5 m y la clase diamétrica con mayor número de individuos fue de 15 cm en lo que respecta al total de la formación los valores medios de diámetro y altura estimados se encuentran en las clases con mayor número de individuos.

TABLA 33: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Límites de confianza	18.10	11.93	24.27	3.15
Rango de diámetros registrados	NA	7.5	110.9	NA

FIGURA 27: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

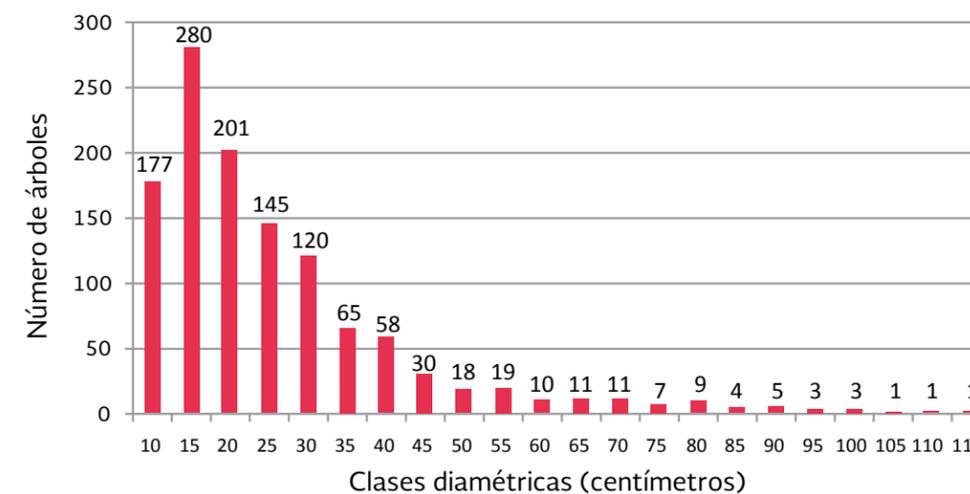


TABLA 34: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea) \_\_\_\_\_

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	194
Varianza del estimador	299
Límite inferior (95 %)	158
Límite superior (95 %)	229
Error relativo de muestreo	8.94

TABLA 35: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea) \_\_\_\_\_

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	70.97
Varianza del estimador	63.20
Límite inferior (95 %)	54.63
Límite superior (95 %)	87.31
Error relativo de muestreo	11.20

TABLA 36: Estimador de razón para área basal (m<sup>2</sup>/hectárea) \_\_\_\_\_

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	17.82
Varianza del estimador	4.20
Límite inferior (95 %)	13.60
Límite superior (95 %)	22.03
Error relativo de muestreo	11.51

TABLA 37: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m<sup>3</sup>/hectárea) \_\_\_\_\_

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	118.59
Varianza del estimador	322.65
Límite inferior (95 %)	81.67
Límite superior (95 %)	155.51
Error relativo de muestreo	15.15

TABLA 38: Estimador de razón para IMA promedio por hectárea (m<sup>3</sup>/hectárea/año) \_\_\_\_\_

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	0.93
Varianza del estimador	0.16
Límite inferior (95 %)	0.9
Límite superior (95 %)	1.76
Error relativo de muestreo	43.44

TABLA 39: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea) \_\_\_\_\_

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	11.86
Varianza del estimador	2.96
Límite inferior (95 %)	8.32
Límite superior (95 %)	15.39
Error relativo de muestreo	14.51

TABLA 40: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES			ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m <sup>3</sup> RTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m <sup>2</sup>	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Atlatlahucan	155.53	94.50	250.03	29,651.06	20,419.95	38,882.17	4,455.53	3,400.41	5,505.66	48,506	39,505	57,257
Cuernavaca	601.38	1,983.94	2,585.32	306,593.10	211,143.08	402,043.11	46,070.40	35,160.35	56,928.75	501,552	408,481	592,038
Huitzilac	2,620.45	1,459.81	4,080.26	483,878.03	333,234.83	634,521.23	72,710.23	55,491.54	89,847.33	791,570	644,681	934,380
Jantetelco	6.58	-	6.58	780.32	537.39	1,023.26	117.26	89.49	144.89	1,277	1,040	1,507
Miacatlán	9.95	499.38	509.33	60,401.44	41,596.98	79,205.91	9,076.26	6,926.89	11,215.45	98,810	80,474	116,637
Ocuituco	268.38	446.25	714.63	84,747.97	58,363.83	111,132.11	12,734.71	9,718.97	15,736.15	138,638	112,912	163,650
Puente de Ixtla	511.22	-	511.22	60,625.58	41,751.34	79,499.82	9,109.94	6,952.59	11,257.06	99,177	80,773	117,069
Temixco	-	2.22	2.22	263.27	181.31	345.23	39.56	30.19	48.88	431	351	508
Tepoztlán	2,527.98	7,874.04	10,402.02	1,233,575.55	849,532.97	1,617,618.13	185,364.00	141,467.47	229,052.48	2,017,992	1,643,519	2,382,063
Tetela del Volcán	304.78	3,399.39	3,704.17	439,277.52	302,519.56	576,035.48	66,008.31	50,376.71	81,565.82	718,609	585,259	848,255
Tlalnepantla	2,515.19	1,233.68	3,748.87	444,578.49	306,170.21	582,986.77	66,804.86	50,984.63	82,550.12	727,281	592,321	858,491
Tlayacapan	-	316.60	316.60	37,545.59	25,856.72	49,234.47	5,641.81	4,305.76	6,971.53	61,420	50,023	72,501
Totolapan	459.29	-	459.29	54,467.20	37,510.21	71,424.19	8,184.55	6,246.34	10,113.57	89,102	72,568	105,177
Yautepec	-	2.51	2.51	297.66	204.99	390.33	44.73	34.14	55.27	487	397	575
Yecapixtla	73.79	-	73.79	8,750.76	6,026.43	11,475.08	1,314.94	1,003.54	1,624.86	14,315	11,659	16,898
Zacualpan	-	490.90	490.90	58,215.83	40,091.80	76,339.86	8,747.84	6,676.24	10,809.62	95,235	77,562	112,416
<b>Total</b>	<b>10,054.52</b>	<b>17,803.22</b>	<b>27,857.74</b>	<b>3,303,649.39</b>	<b>2,275,141.63</b>	<b>4,332,157.15</b>	<b>496,424.93</b>	<b>378,865.26</b>	<b>613,427.43</b>	<b>5,404,402</b>	<b>4,401,523</b>	<b>6,379,422</b>

### Estado de salud del arbolado

Para esta formación se calculó el porcentaje de arbolado dañado en pie, resultando 12 % por hectárea, lo que representa alrededor de 23 árboles dañados por hectárea. De los árboles afectados, 53 % se encuentran en la categoría de otros, el daño por insectos corresponde a 22 % y representa el daño identificado más importante.

Del total de la población de esta formación, solo 1.9 % de los árboles están muertos; sin embargo, no es posible definir a que agente se le puede atribuir, ya que la categoría que se registró en estos árboles corresponde a otros en 91 % y a insectos 9 %. Con relación a los árboles jóvenes, estos representan 70.9 %, los árboles maduros constituyen 27.6 % y los muy jóvenes 1.5 %, la mayoría con buen vigor. Estos datos estadísticos podrían indicar que esta formación a mediano plazo está próxima a consolidarse en una masa de arbolado maduro.

FIGURA 28: Proporción de daño por agente causal

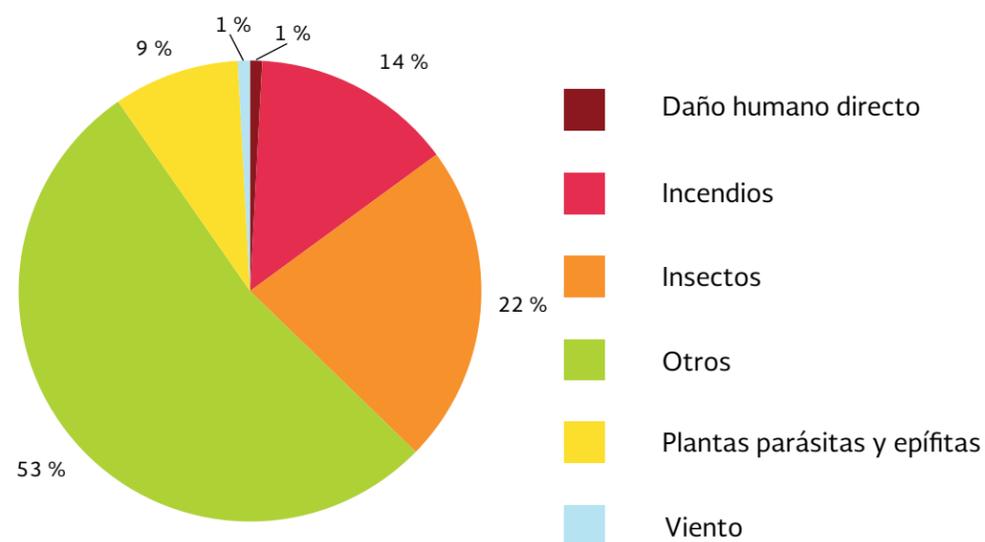


FIGURA 29: Frecuencia de daño por agente causal

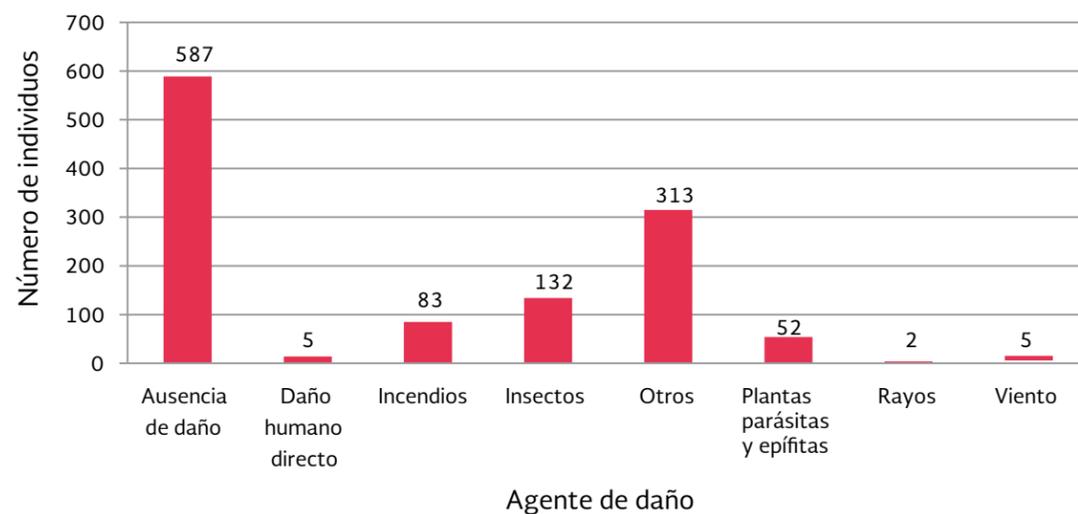
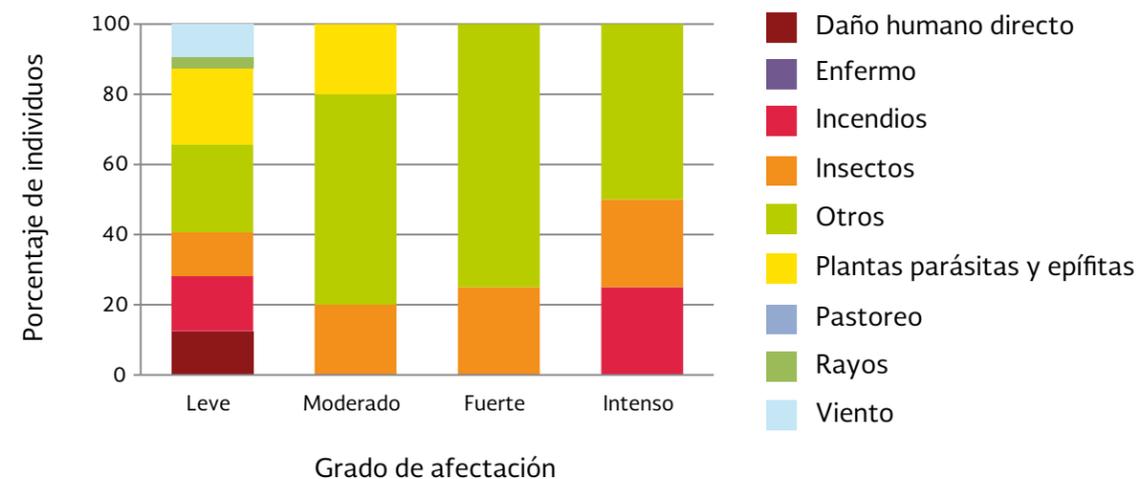


FIGURA 30: Proporción de daño por intensidad del agente causal



### Conclusiones sobre la formación

Los bosques de coníferas y latifoliadas en el estado de Morelos ocupan 5.7 % de la superficie estatal; dentro del ecosistema bosques representan la formación con mayor distribución.

Dado que esta formación posee solo 36.1 % de su superficie cubierta por vegetación primaria se considera un grado de conservación negativo, se encuentran conformados por árboles de corta estatura, en los sitios muestreados se encontraron árboles de altura promedio de 8.4 m y 18.1 cm de diámetro, estos valores son bajos si se considera el potencial de crecimiento de los géneros que componen estos bosques, que pueden alcanzar diámetros de hasta 1 m y alturas de hasta 30 m. A pesar de que se muestrearon solo 27 conglomerados en esta formación los portes de diámetro y altura son bajos pues es probable que a causa del interés maderable que existe en estos bosques hayan sido aprovechados y se encuentren en un momento de desarrollo y regeneración de la masa forestal, puesto que el repoblado se concentra en los individuos de 0.25 a 1.50 m.

Esta formación presenta la mayor densidad de árboles dañados por hectárea, la mayor área basal y por lo tanto el mayor volumen por hectárea, además, es la segunda formación con mayor superficie después de las selvas bajas; sin embargo, el interés maderable es mayor para estos bosques. Por otro lado, esta formación es de importancia para la recarga de acuíferos y el control de escurrimientos. Se distribuye al norte de la entidad en 16 municipios, se concentra en Tepoztlán, Huitzilac, Tlalnepantla, Tetela del Volcán y Cuernavaca.

## LATIFOLIADAS

### Caracterización de la formación

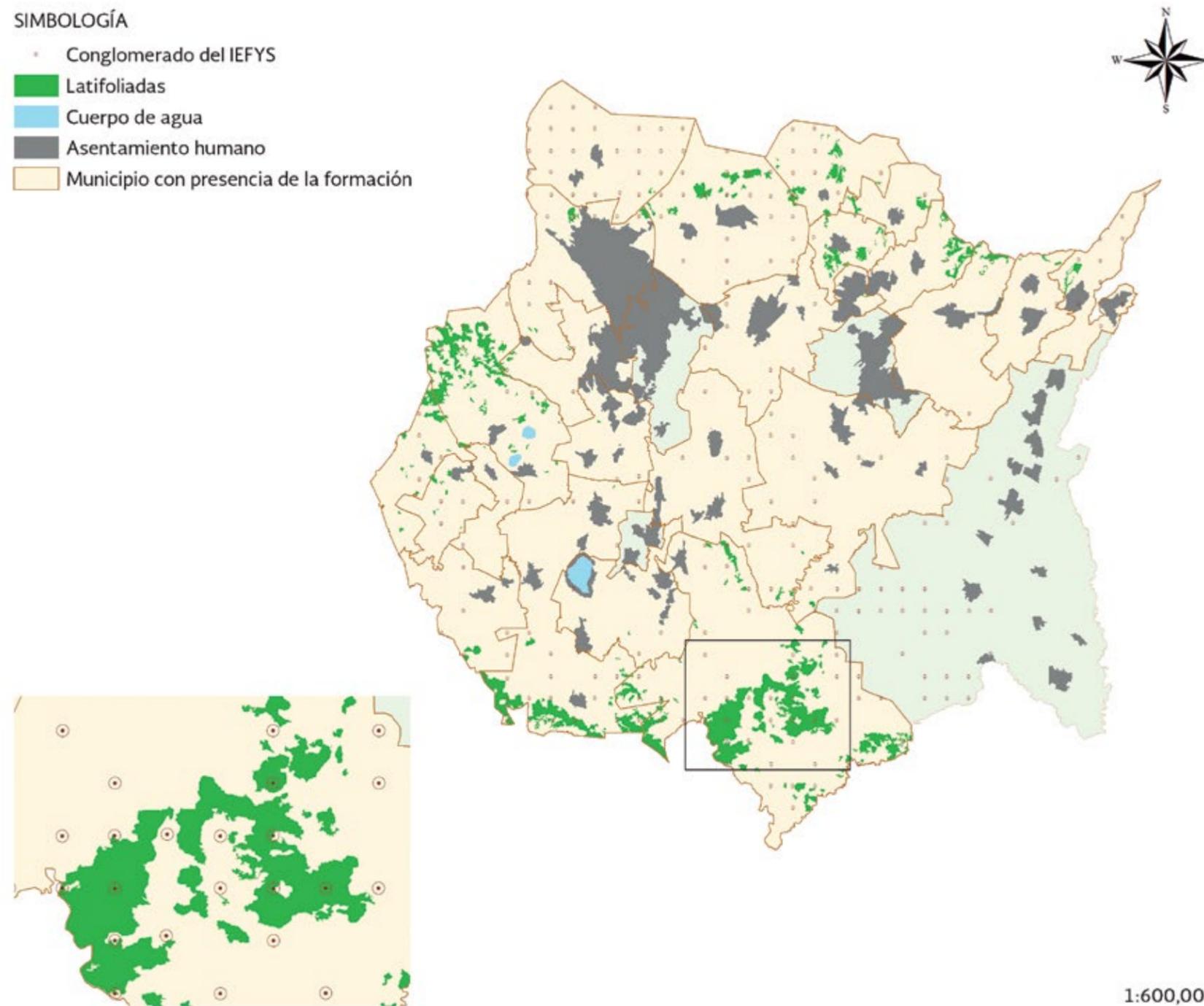
La vegetación que predomina en estos bosques son árboles de hoja ancha caducifolios o perennifolios; se les encuentra en climas templados, cálidos y secos, entre los 2,200 y 4,000 msnm, se caracteriza por la composición de un elevado número de especies, que a su vez se distingue por estratos de vegetación bien diferenciados (INEGI, 2009).

En el estado se desarrolla principalmente entre los 2,220 y 3,500 msnm, sobre una topografía de valles y lomeríos, donde existe influencia de climas frío y semifrío subhúmedo, con temperaturas de 4 a 12 °C y una precipitación promedio anual entre 600 y 1,200 mm.

Fisonómicamente conforma comunidades densas o más o menos abiertas, con elementos dominantes de encino, alcanzando alturas desde 5 hasta 30 m, se caracteriza por presentar de dos a tres estratos: arbóreo, mayor a 15 m, arbustivo de 6 m y herbáceo menor a 1 m (Rzedowski, 1978).

En el estado, esta formación se encuentra representada por el bosque de encino (BQ) y el bosque de galería (BG), las especies más frecuentes son: *Quercus crassifolia*, *Nectandra globosa*, *Lysiloma divaricatum*, *L. acapulcense* y *Q. rugosa*. Frecuentemente representan tipos de vegetación de transición entre comunidades templadas y cálidas, o bien, entre húmedas y secas por lo que conviven elementos de origen boreal con meridional.

MAPA 12: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LATIFOLIADAS



## Superficie por tipo de vegetación

El área de la formación corresponde a 19,013.7 hectáreas, que representan 3.9 % del territorio estatal; se compone principalmente de bosque de encino (BQ) que ocupa 95 % de la superficie y del bosque de galería (BG) que representa solamente 5 %.

TABLA 41: Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)

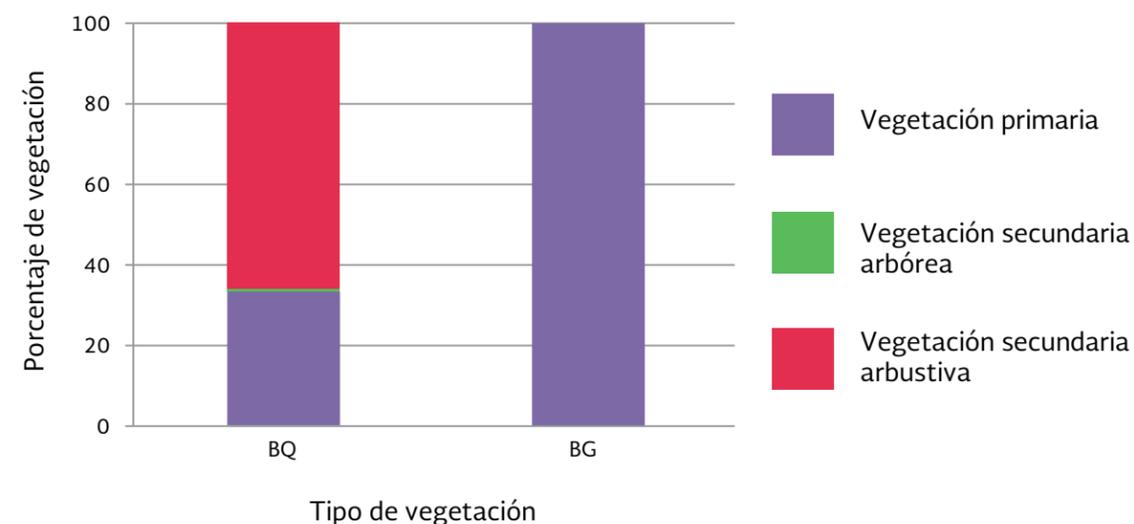
VEGETACIÓN MUNICIPIO	BQ		BG
	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA
Amacuzac	36.99	106.65	-
Atlatlahucan	-	617.68	-
Ayala	31.02	0.01	-
Coatlán del Río	-	396.14	132.32
Cuernavaca	141.36	82.11	7.39
Huitzilac	-	21.95	-
Jojutla	17.25	-	-
Mazatepec	-	10.35	5.38
Miacatlán	-	2,168.22	738.12
Ocuituco	-	70.38	-
Puente de Ixtla	521.46	2,210.38	5.60
Temixco	-	91.22	-
Tepoztlán	778.77	69.13	-
Tetecala	-	53.27	58.69
Tetela del Volcán	-	164.36	-
Tlalnepantla	149.20	451.11	-
Tlaltizapán	35.14	52.31	-
Tlaquiltenango	4,170.79	4,495.28	-
Tlayacapan	110.85	483.10	-
Totolapan	-	230.11	-
Xochitepec	-	-	10.81
Yautepec	-	28.45	-
Yecapixtla	-	260.32	-
<b>Total</b>	<b>5,992.84</b>	<b>12,062.53</b>	<b>958.30</b>

## Estructura de la formación

Esta formación posee 31.5 % de su superficie cubierta por vegetación primaria, cifra que representa un grado de conservación negativo; por otro lado, el área con vegetación secundaria corresponde a 68.5 %, siendo la más abundante la vegetación secundaria arbustiva, esta situación es un indicador del grado de deterioro o disturbio que experimentan estos tipos de vegetación, cada uno en diferente grado y diferente forma.

La vegetación primaria se encuentra concentrada en el municipio de Tlaquiltenango, uno de los 23 municipios donde se distribuye la formación, contiene 60 % de la superficie con la vegetación mayormente conservada, por lo que en el resto de ellos existe la necesidad de intervenir con el objetivo de recuperar la composición original del bosque.

FIGURA 31: Estructura de la formación por fase sucesional



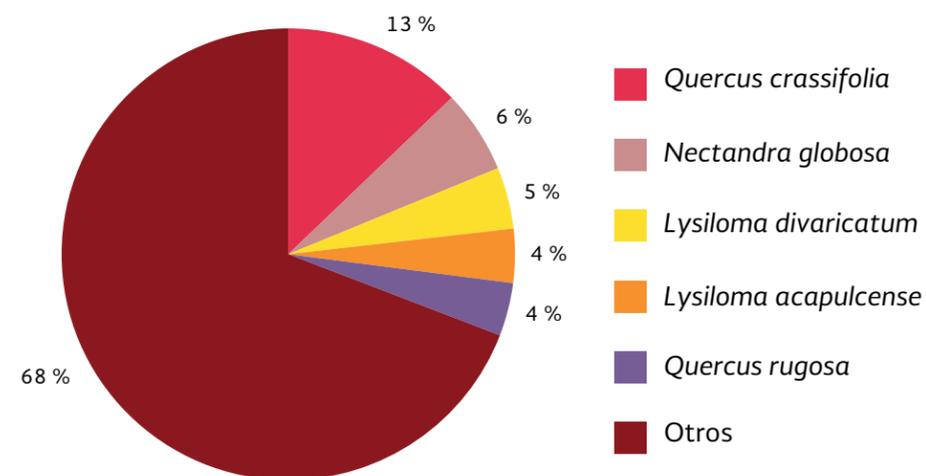
## Registro de especies

El mayor número de especies se concentra en el estrato herbáceo, seguido del arbustivo y por último en el arbóreo. Durante el muestreo se registraron 102 especies diferentes y 64 géneros; sin embargo, 57.2 % de los individuos muestreados se agrupan en los 5 géneros más frecuentes y 31.6 % corresponden a las 5 especies más frecuentes.

TABLA 42: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Quercus</i>	323	22.68
<i>Bursera</i>	155	10.88
<i>Lysiloma</i>	124	8.71
<i>Acacia</i>	124	8.71
<i>Nectandra</i>	88	6.18
Otros	610	42.84

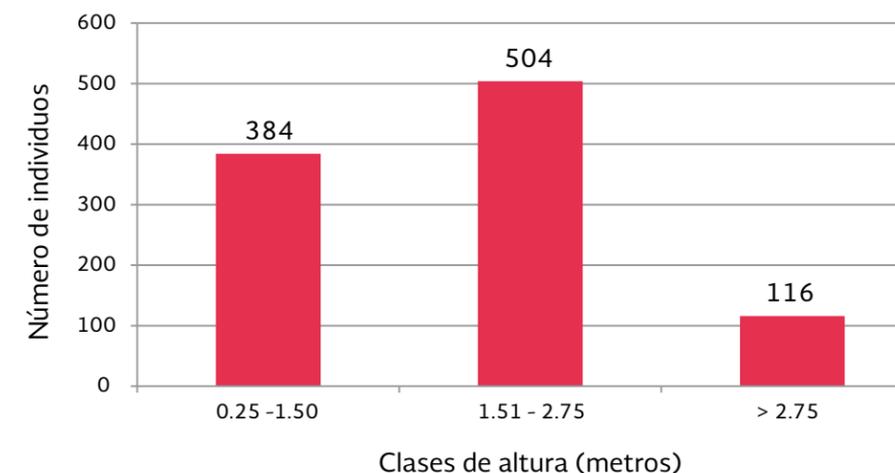
FIGURA 32: Proporción de las principales especies presentes en la formación



### Regeneración de la masa forestal

La evaluación de la regeneración se realizó en 1,004 individuos distribuidos en 21 conglomerados encontrados en esta formación; se contabilizaron en un radio de 2 m, evaluando el número de renuevos que se encontraban dentro de él y de acuerdo a las clases de altura previamente establecida se registró su frecuencia. Se obtuvo una densidad de regeneración de 9,084 individuos/ha, que se concentran en la categoría de 1.51 a 2.75 m. Los géneros más frecuentes son: *Acacia* y *Bursera* con 9 y 18 % respectivamente.

FIGURA 33: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



### Indicadores dasométricos

Aunque el tamaño mínimo muestral para estimar los indicadores dasométricos de poblaciones grandes es igual o mayor a 30 conglomerados, no obstante en lo que concierne a latifoliadas se llevó a cabo el análisis con 22 conglomerados muestreados en bosque de encino, se consideró importante analizar estos bosques debido a la riqueza ecológica que presentan, así como detectar un aprovechamiento sustentable de sus recursos.

El arbolado de la formación es de porte regular, razón que explica que el individuo de mayor altura registrara 22.4 m correspondiendo a *Clethra mexicana*, respecto al diámetro el individuo más robusto corresponde a *Andira galeottiana* con más de 1 m. Del mismo modo que en las formaciones anteriores, la clase de altura de 7.5 m y la clase diamétrica de 15 cm presentan mayor registro de especies.

TABLA 43: Descripción de alturas (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Límites de confianza	7.50	6.41	8.59	0.55
Rango de alturas registradas	NA	5.00	22.4	NA

FIGURA 34: Distribución de frecuencias por alturas

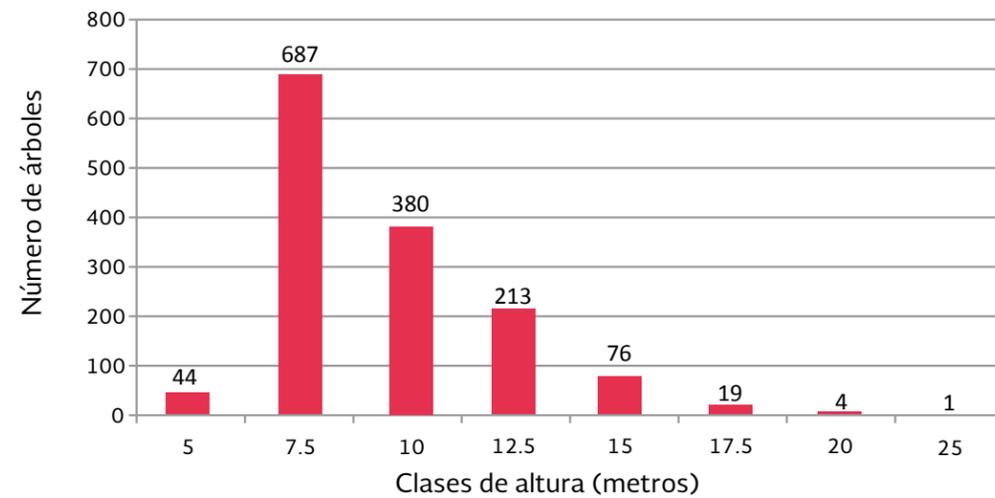


TABLA 44: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF	LÍM. SUP	E.E.
Límites de confianza	15.00	10.68	19.32	2.20
Rango de diámetros registrados	NA	7.5	111.2	NA

FIGURA 35: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

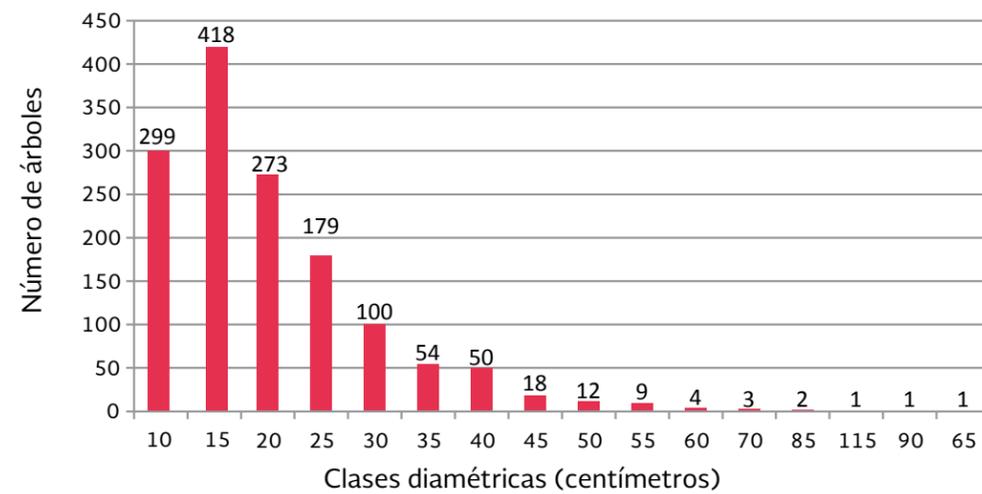


TABLA 45: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	194
Varianza del estimador	299
Límite inferior (95 %)	158
Límite superior (95 %)	229
Error relativo de muestreo	8.94

TABLA 46: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	72.90
Varianza del estimador	49.21
Límite inferior (95 %)	58.31
Límite superior (95 %)	87.49
Error relativo de muestreo	9.62

TABLA 47: Estimador de razón para área basal (m<sup>2</sup>/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	14.48
Varianza del estimador	2.35
Límite inferior (95 %)	11.30
Límite superior (95 %)	17.67
Error relativo de muestreo	10.58

TABLA 48: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m³/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	85.43
Varianza del estimador	94.06
Límite inferior (95 %)	65.26
Límite superior (95 %)	105.59
Error relativo de muestreo	11.35

TABLA 49: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	5.63
Varianza del estimador	2.85
Límite inferior (95 %)	2.12
Límite superior (95 %)	9.14
Error relativo de muestreo	29.98

TABLA 50: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES			ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m³ RTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Amacuzac	36.99	106.65	143.64	12,271.17	9,373.95	15,166.95	2,079.91	1,623.13	2,538.12	27,866	22,695	32,894
Atlatlahucan	-	617.68	617.68	52,768.40	40,309.80	65,220.83	8,944.01	6,979.78	10,914.41	119,830	97,593	141,449
Ayala	31.02	0.01	31.03	2,650.89	2,025.02	3,276.46	449.31	350.64	548.30	6,020	4,903	7,106
Coatlán del Río	132.32	396.14	528.46	45,146.34	34,487.30	55,800.09	7,652.10	5,971.60	9,337.89	102,521	83,497	121,017
Cuernavaca	148.75	82.11	230.86	19,722.37	15,065.92	24,376.51	3,342.85	2,608.72	4,079.30	44,787	36,476	52,867
Huitzilac	-	21.95	21.95	1,875.19	1,432.46	2,317.70	317.84	248.04	387.86	4,258	3,468	5,027
Jojutla	17.25	-	17.25	1,473.67	1,125.74	1,821.43	249.78	194.93	304.81	3,347	2,726	3,950
Mazatepec	5.38	10.35	15.73	1,343.81	1,026.54	1,660.93	227.77	177.75	277.95	3,052	2,485	3,602
Miacatlán	738.12	2,168.22	2,906.34	248,288.63	189,667.75	306,880.44	42,083.80	32,841.64	51,355.03	563,830	459,202	665,552
Ocuilco	-	70.38	70.38	6,012.56	4,593.00	7,431.42	1,019.10	795.29	1,243.61	13,654	11,120	16,117
Puente de Ixtla	527.06	2,210.38	2,737.44	233,859.50	178,645.33	289,046.29	39,638.13	30,933.07	48,370.56	531,063	432,516	626,874
Temixco	-	91.22	91.22	7,792.92	5,953.02	9,631.92	1,320.87	1,030.79	1,611.86	17,697	14,413	20,889
Tepoztlán	778.77	69.13	847.90	72,436.10	55,333.95	89,529.76	12,277.59	9,581.27	14,982.39	164,493	133,968	194,169
Tetecala	58.69	53.27	111.96	9,564.74	7,306.51	11,821.86	1,621.18	1,265.15	1,978.33	21,720	17,690	25,639
Tetela del Volcán	-	164.36	164.36	14,041.27	10,726.13	17,354.77	2,379.93	1,857.27	2,904.24	31,886	25,969	37,638
Tlalnepantla	149.20	451.11	600.31	51,284.48	39,176.23	63,386.73	8,692.49	6,783.50	10,607.48	116,460	94,849	137,471
Tlaltizapán	35.14	52.31	87.45	7,470.85	5,706.99	9,233.85	1,266.28	988.19	1,545.24	16,965	13,817	20,026
Tlaquiltenango	4,170.79	4,495.28	8,666.07	740,342.36	565,547.73	915,050.33	125,484.69	97,926.59	153,129.46	1,681,218	1,369,239	1,984,530
Tlayacapan	110.85	483.10	593.95	50,741.15	38,761.18	62,715.18	8,600.40	6,711.64	10,495.10	115,226	93,844	136,015
Totolapan	-	230.11	230.11	19,658.30	15,016.98	24,297.31	3,331.99	2,600.24	4,066.04	44,641	36,357	52,695
Xochitepec	10.81	-	10.81	923.50	705.46	1,141.43	156.53	122.15	191.01	2,097	1,708	2,475
Yautepec	-	28.45	28.45	2,430.48	1,856.65	3,004.04	411.96	321.49	502.71	5,519	4,495	6,515
Yecapixtla	-	260.32	260.32	22,239.14	16,988.48	27,487.19	3,769.43	2,941.62	4,599.85	50,502	41,131	59,613
<b>Total</b>	<b>6,951.14</b>	<b>12,062.53</b>	<b>19,013.67</b>	<b>1,624,337.83</b>	<b>1,240,832.10</b>	<b>2,007,653.42</b>	<b>275,317.94</b>	<b>214,854.47</b>	<b>335,971.55</b>	<b>3,688,652</b>	<b>3,004,160</b>	<b>4,354,130</b>

### Estado de salud del arbolado

Para esta formación se calculó el porcentaje de arbolado dañado en pie, resultando 5.6 %, es decir 20 árboles por hectárea. De los árboles afectados, las plantas parásitas son el daño identificado más frecuente, representa 14 % de las categorías registradas.

Del total de la población de esta formación, solo 0.4 % de los árboles están muertos; sin embargo, no es posible definir a qué agente se le puede atribuir ya que la categoría que se registró en estos árboles corresponde a otros.

FIGURA 36: Proporción de daño por agente causal

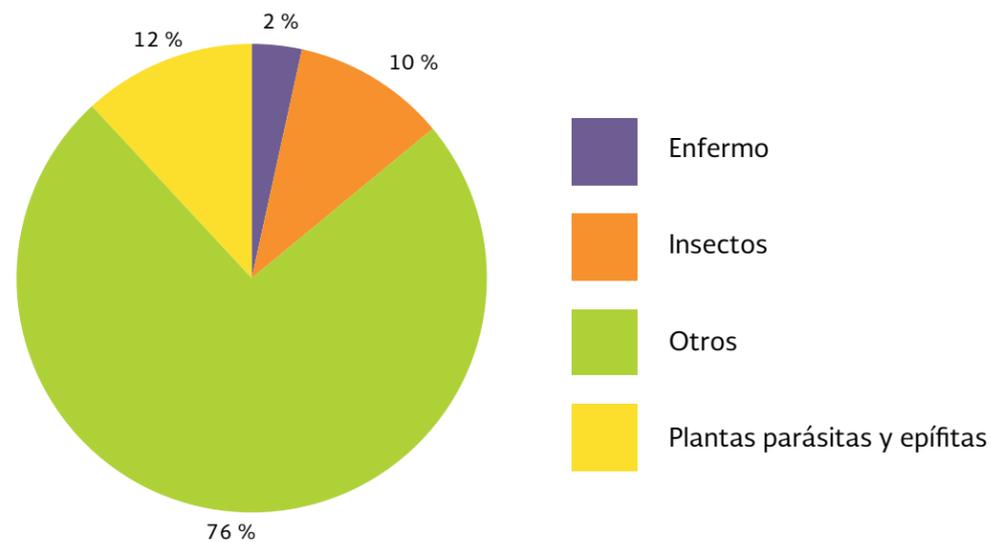


FIGURA 37: Frecuencia de daño por agente causal

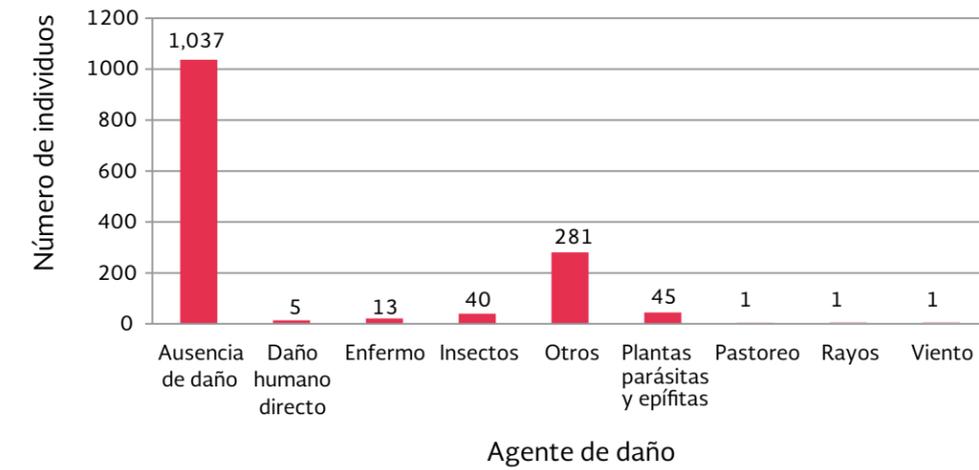
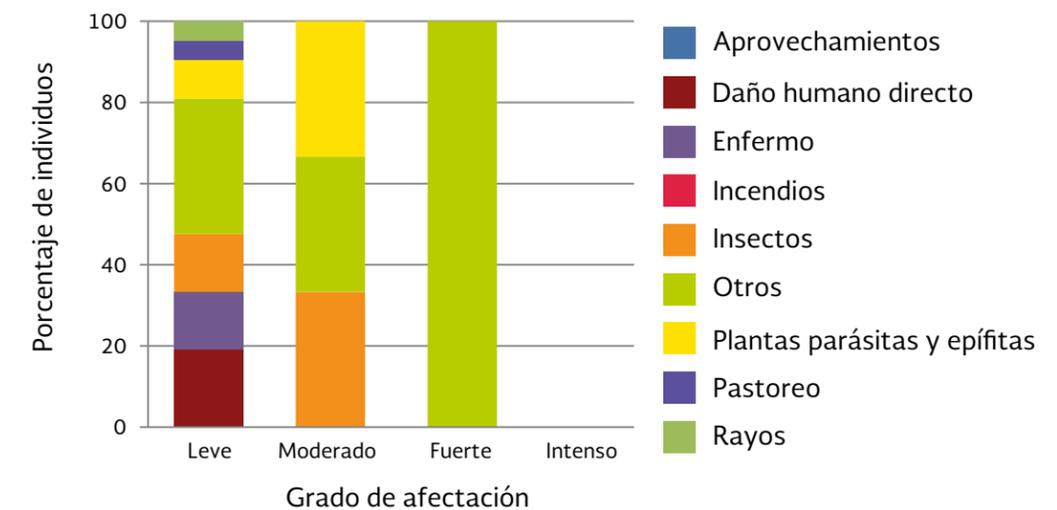


FIGURA 38: Proporción de daño por intensidad del agente causal



## Conclusiones sobre la formación

Los bosques de latifoliadas en el estado de Morelos ocupan 3.9 % de la superficie estatal. Dado que posee solo 33.9 % de superficie cubierta por vegetación primaria se considera un grado de conservación negativo. Se encuentran conformados por árboles de porte menor, en los sitios muestreados se encontraron árboles de 7.5 m de altura y 15 cm de diámetro, los cuales son valores bajos si se considera el potencial de crecimiento de los géneros que componen estos bosques, que pueden alcanzar diámetros de hasta 50 cm y alturas de hasta 20 metros.

A pesar de que en esta formación se muestrearon solo 22 conglomerados se puede deducir que a causa del interés maderable que existe en estos bosques sus recursos son aprovechados, como la leña, además de que se encuentran en un momento de desarrollo y repoblado de la masa forestal, ya que la densidad de la regeneración de esta formación es de 9,084 individuos por hectárea, la más alta de las formaciones evaluadas, y se concentra en los individuos de 1.51 a 2.75 metros.

Esta formación presenta la mayor densidad de árboles por hectárea y el mayor porcentaje de cobertura de copa, por lo que se trata de bosques densos, cerrados con elevado potencial de desarrollo de la masa forestal, de estos se aprovecha la leña y la tierra de monte principalmente.

Se distribuye al norte y sur de la entidad, en 23 municipios y se concentra en los municipios de Miacatlán, Puente de Ixtla, Tepoztlán y Tlaquiltenango.

A través de la actualización posterior de la cartografía 1: 50 000, es importante monitorear el comportamiento de la superficie ocupada por esta formación, pues por su zona de distribución, representa un tipo de vegetación muy susceptible a los cambios de uso de suelo, debido al avance de las zonas urbanas en el corredor Cuautla-Amecameca, así como por la apertura de tierras al cultivo de jitomate y nopal en la zona norte del estado.



Bosque de latifoliadas en Amanalco

## BOSQUE MESÓFILO

### Caracterización de la formación

Vegetación de áreas restringidas y discontinuas que requiere condiciones climáticas particulares, se desarrolla en climas húmedos donde la precipitación media anual es mayor a 1,000 milímetros, frecuentemente mayor a 1,500, con presencia frecuente de neblinas y alta humedad atmosférica, sobre regiones de relieve accidentado, con influencia de vientos húmedos del mar, prospera sobre suelos porosos de color oscuro (Rzedowski, 1978).

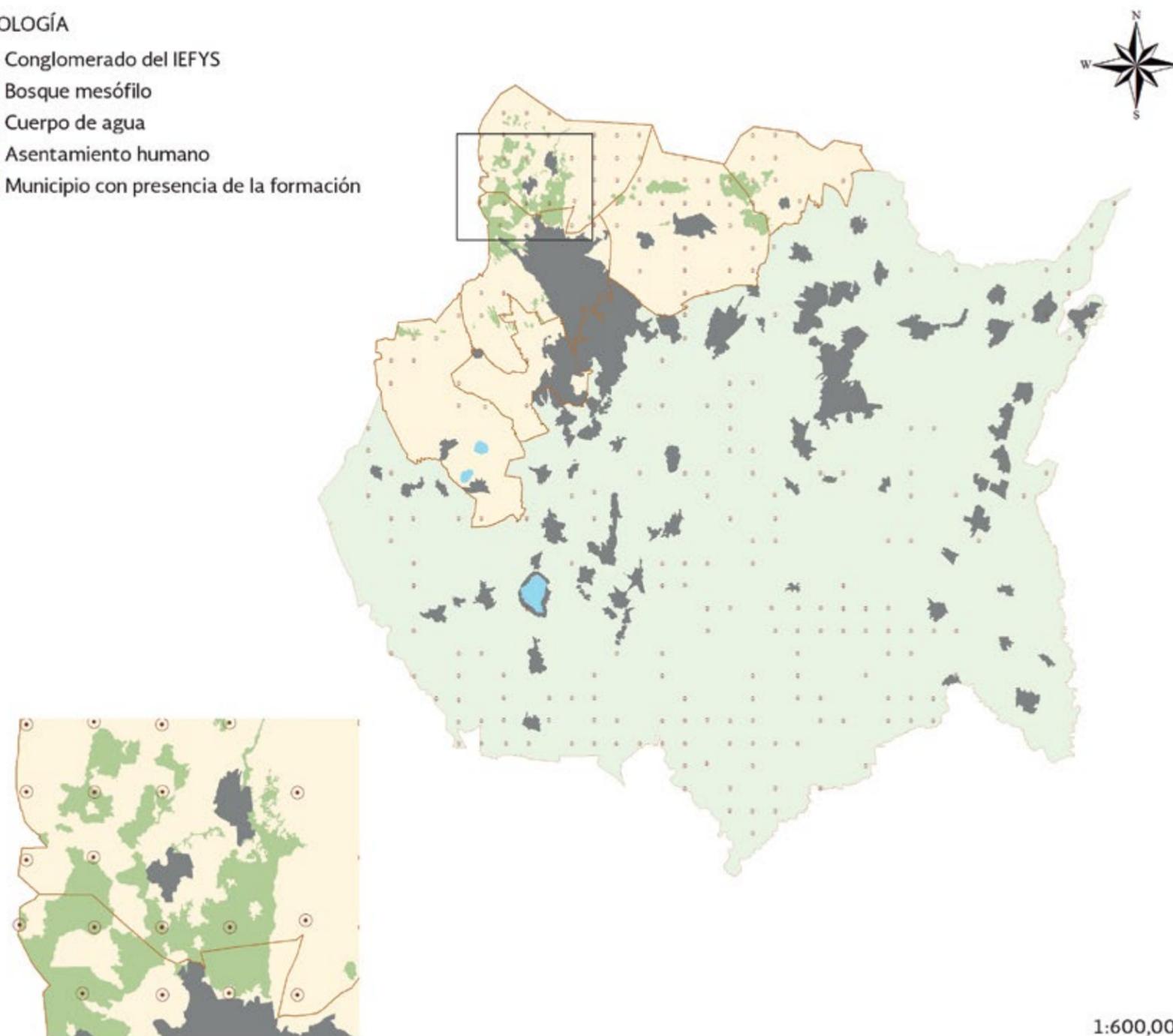
Fisonómicamente son bosques densos, compuestos por árboles perennifolios y de hoja decidua, presenta numerosas plantas epífitas, el bosque clímax nunca se ve totalmente defoliado y se compone por varios estratos arbóreos, por lo general de 15 a 35 metros de alto; los diámetros de los troncos son variables, pero generalmente se mantienen entre 30 y 50 centímetros. Presenta estrato arbustivo y aunque el herbáceo no tiene gran desarrollo en los bosques bien conservados, en los claros suele ser exuberante y diversificado (Rzedowski, 1978).

Dentro del estado, el bosque mesófilo se desarrolla entre los 1,400 y 3,100 msnm, al noreste y noroeste de la entidad, en los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Miacatlán, Temixco, Tepoztlán y Tlalnepantla. Es importante señalar que el levantamiento de campo para esta formación solo registró 7 conglomerados por lo que la información recabada fue limitada y no se calcularon los indicadores dasométricos por no cumplir con la cantidad mínima requerida estadísticamente.

MAPA 13: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BOSQUE MESÓFILO

#### SIMBOLOGÍA

- Conglomerado del IEFYS
- Bosque mesófilo
- Cuerpo de agua
- Asentamiento humano
- Municipio con presencia de la formación



### Superficie por tipo de vegetación

Esta formación se compone por solo un tipo de vegetación, bosque mesófilo (BM) que ocupa 7,727.2 hectáreas y representa únicamente 1.6 % de la superficie estatal, se distribuye en 6 de los 33 municipios de la entidad.

TABLA 51: Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)

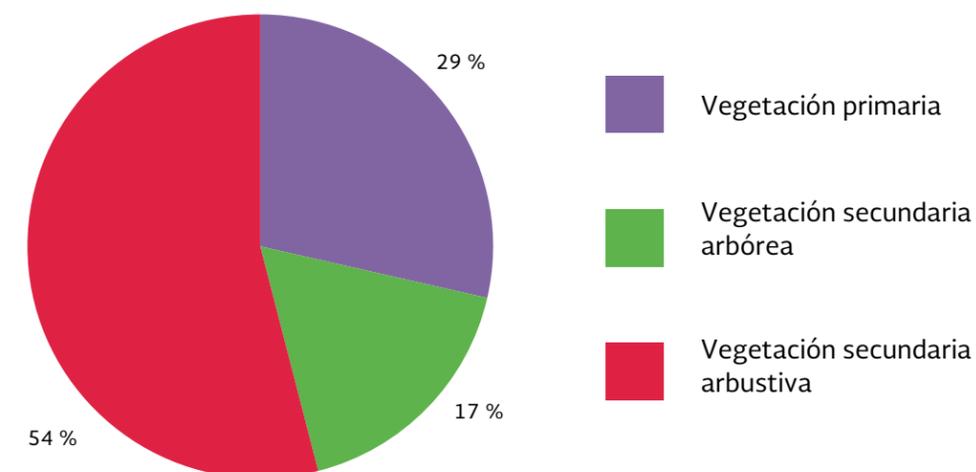
VEGETACIÓN	BM	
	PRIMARIA	SECUNDARIA
MUNICIPIO		
Cuernavaca	262.29	2,397.57
Huitzilac	275.75	2,304.96
Miacatlán	-	191.34
Temixco	-	28.84
Tepoztlán	1,180.71	547.06
Tlalnepantla	489.01	49.65
<b>Total</b>	<b>2,207.76</b>	<b>5,519.41</b>

### Estructura de la formación

Esta formación se compone por 28.6 % de su superficie cubierta por vegetación primaria y 71.4 % por vegetación secundaria; se trata de un grado de conservación negativo a causa de un nivel de disturbio considerable; la vegetación secundaria más abundante es la arbustiva que ocupa 54 % de la superficie.

La vegetación primaria se encuentra restringida a los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán y Tlalnepantla; sin embargo, 72.5 % de la superficie se concentra en el municipio de Tepoztlán, por lo que existe en el resto de los municipios la oportunidad de intervenir con el objetivo de recuperar la composición original del bosque.

FIGURA 39: Estructura de la formación por fase sucesional



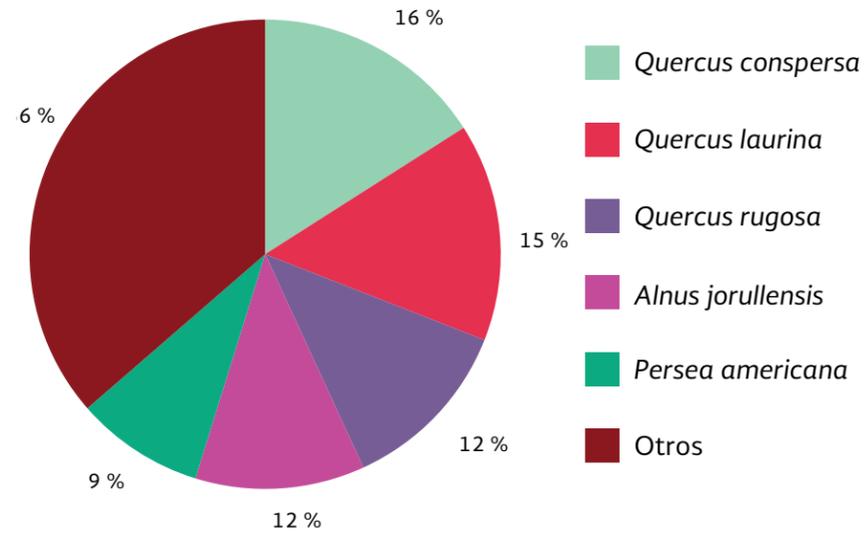
### Registro de especies

El mayor número de especies se concentra en el estrato herbáceo, después en el arbustivo y por último en el arbóreo. Durante el muestreo se registraron 29 especies diferentes y 15 géneros; sin embargo, 84 % de los individuos muestreados se concentran en los 5 géneros más frecuentes y 63.6 % corresponden a las 5 especies más frecuentes.

TABLA 52: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Quercus</i>	281	52.72
<i>Alnus</i>	76	14.26
<i>Persea</i>	47	8.82
<i>Guazuma</i>	24	4.50
<i>Clethra</i>	20	3.75
Otros	85	15.95

FIGURA 40: Proporción de las principales especies presentes en la formación

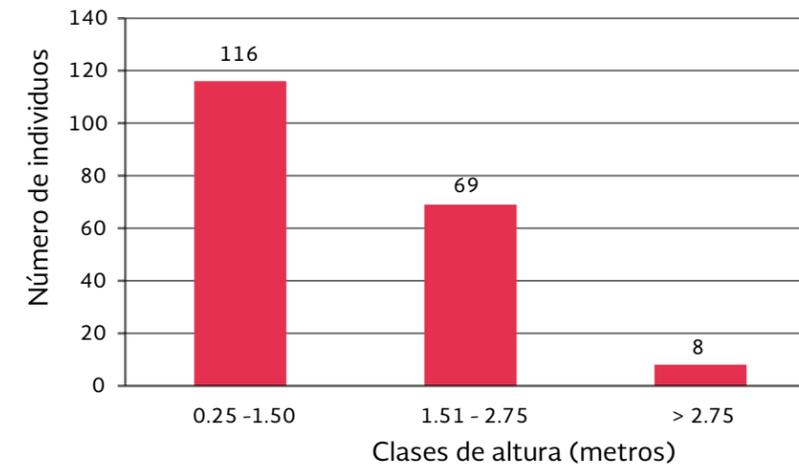


Plantas epífitas

### Regeneración de la masa forestal

La evaluación de la regeneración se realizó sobre 193 individuos distribuidos en 7 conglomerados encontrados en esta formación; se contabilizaron en un radio de 2 m, se evaluaron el número de renuevos que se encontraban dentro de él y de acuerdo a las clases de altura previamente establecida se registró su frecuencia, obteniendo una densidad de regeneración de 5,487 individuos/ha, que se concentran en la categoría de 0.25 a 1.50 m. Los géneros de repoblado con mayor presencia para esta formación son: *Quercus* (33 %) y *Buddleja* (8 %).

FIGURA 41: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



### Estado de salud del arbolado

En esta formación los incendios son el principal agente de daño, con 47.2 % de los registros; no obstante, este agente y los demás identificados únicamente presentan frecuencia en la categoría de daños de intensidad leve. Del total de la población, solo 0.3 % de los árboles se encontraron muertos en pie; sin embargo, no es posible definir a qué agente se le puede atribuir ya que la categoría que se registró en estos árboles corresponde a otros.

Con relación a los árboles maduros, estos representan 72.5 %, los árboles jóvenes 21.5 %, los supermaduros 4 % y los muy jóvenes solo 2 %, la mayoría con vigor muy pobre o pobre. Los datos estadísticos anteriores podrían indicar que esta formación se ha consolidado, ya que se encuentra en un estado maduro y presenta algún tipo de deterioro y está próxima a renovar sus individuos viejos por jóvenes.

FIGURA 42: Proporción de daño por agente causal

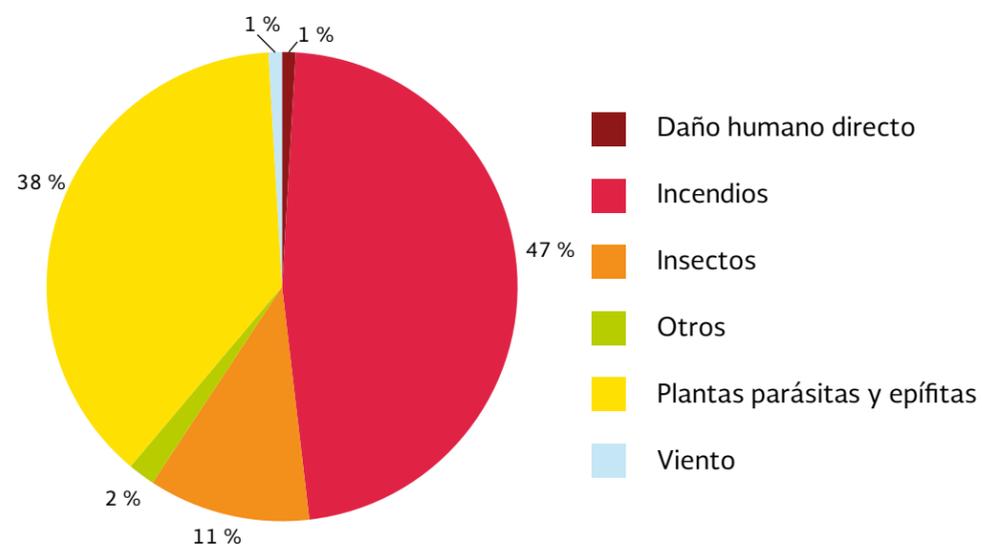
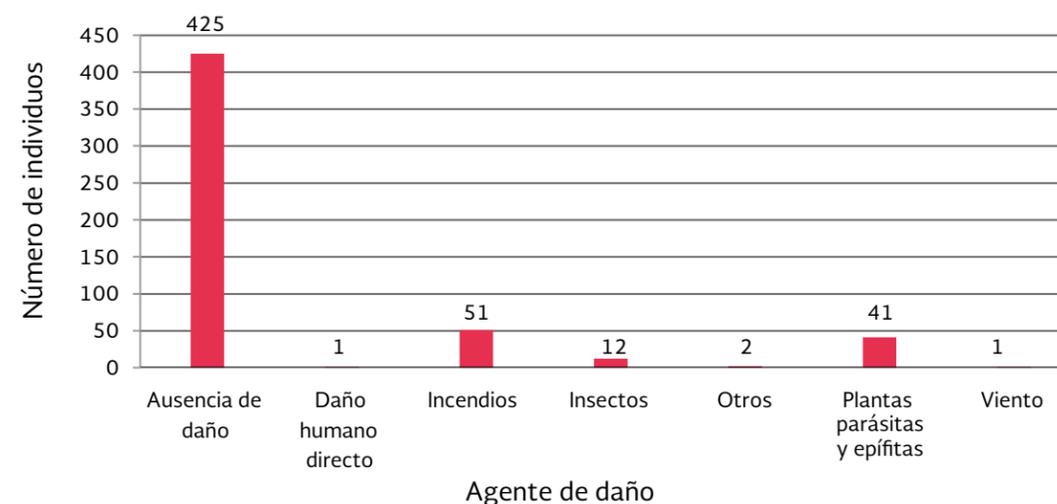


FIGURA 43: Frecuencia de daño por agente causal



### Conclusiones sobre la formación

El bosque mesófilo en el estado de Morelos ocupa solo 1.6 % de la superficie estatal y es el único tipo de vegetación de la formación. Debido a que solo 30.4 % de la superficie corresponde a vegetación primaria se considera que posee un grado de conservación negativo, se encuentra conformado por árboles maduros y de vigor pobre, valores que indican el nivel de desarrollo general de la masa, por lo que se considera que es un bosque que se encuentra por renovar sus individuos, es importante darle seguimiento a la salud y a la regeneración de la masa forestal con el fin de garantizar la perpetuidad de este tipo de vegetación así como la mejora de su estructura. Esta formación se distribuye en solo seis de los 33 municipios de la entidad.

Si bien en cualquier tipo de vegetación es importante el realizar labores de protección y manejo de incendios, dada la importancia y fragilidad en este tipo de vegetación es importante incrementar estas acciones. En el estado es frecuente la quema de residuos agrícolas como una labor de preparación del terreno que llega a afectar los ecosistemas forestales, como en el bosque mesófilo.

## SELVAS BAJAS

### Caracterización de la formación

Estos tipos de vegetación se clasifican de acuerdo a la altura y fenología de las especies que la componen, la selva baja se conforma por árboles de 4 a 15 metros; de acuerdo a la proporción de arbolado que pierde las hojas, se le denomina como perennifolia, subperennifolia, caducifolia o subcaducifolia. Se distribuyen en todos los tipos climáticos y en un amplio rango altitudinal, presentan una temporada de secas bien definida.

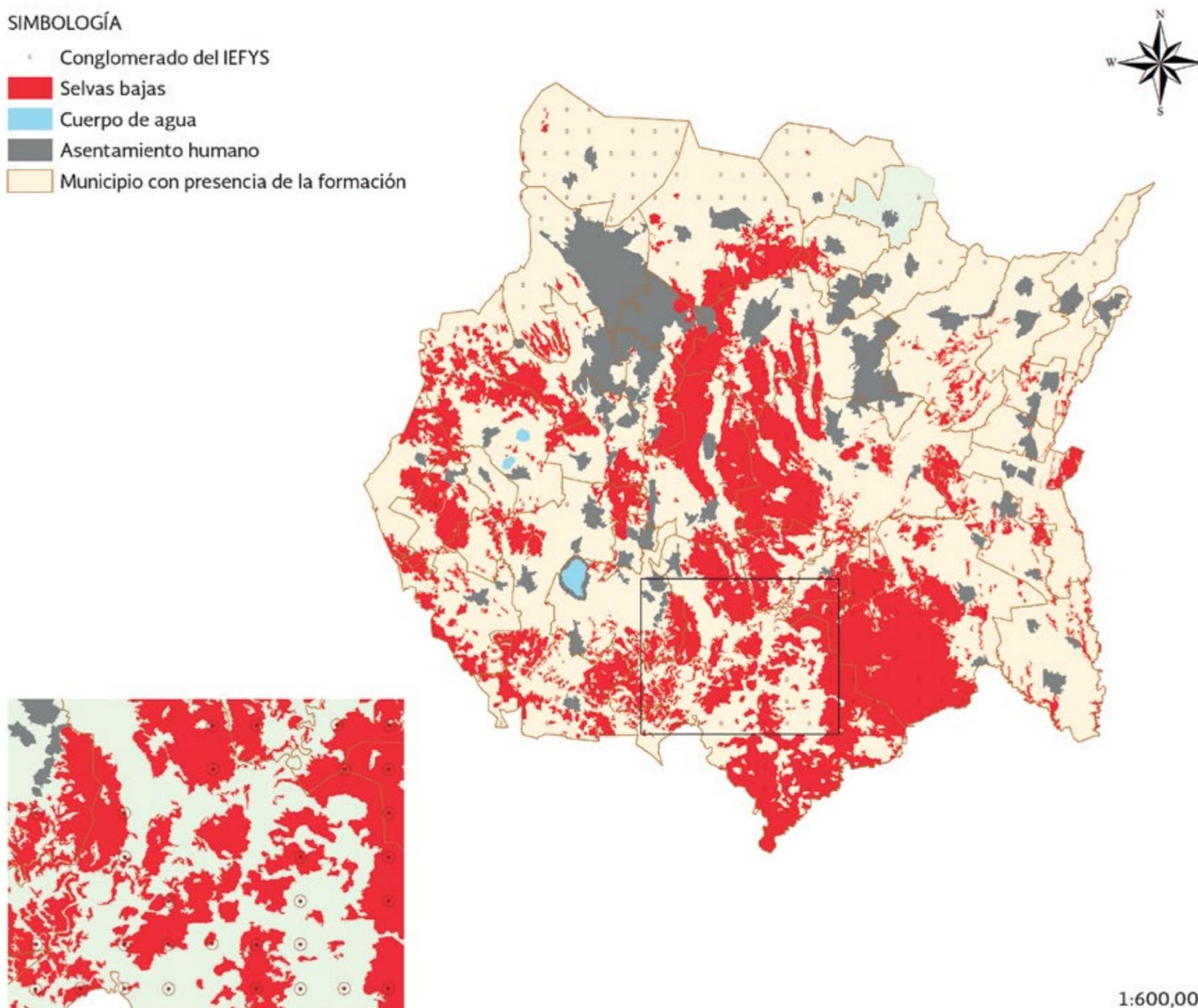
En esta formación se encontró solo un tipo de vegetación, selva baja caducifolia (SBS), localizada en regiones cálidas con climas de tipo Aw, BS y Cw, en un rango altitudinal de 0 a 1,900 metros, la temperatura media anual es mayor a 20 °C, el régimen de precipitación es de verano, por lo que se diferencian claramente dos estaciones, una seca y otra lluviosa con precipitación alrededor de 300 a 1,800 milímetros; se desarrolla en laderas de cerros, sobre suelos someros y pedregosos (Rzedowski, 1978).

Fisonómicamente se trata de una comunidad densa con árboles de hasta 15 metros con altura uniforme, las copas son convexas o planas, su anchura suele ser igual o mayor que la altura de la planta, los troncos son torcidos o ramifican a corta altura y sus diámetros no superan los 50 centímetros; numerosas especies cuentan con cortezas que se exfolian gradualmente, con colores brillantes, el follaje es verde claro, abundan

MAPA 14: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SELVAS BAJAS

#### SIMBOLOGÍA

-  Selvas bajas
-  Cuerpo de agua
-  Asentamiento humano
-  Municipio con presencia de la formación



1:600,000

las hojas compuestas de foliolos de categoría nanófila. Su principal característica es la pérdida del follaje durante un periodo de 5 a 8 meses, aunque no resulta simultánea para todas las especies si existe un periodo donde se mantiene la fisonomía de letargo estacional (Rzedowski, 1978).

En la entidad, aunque aún se encuentra este tipo de vegetación en su forma primaria, predomina sobre todo con presencia de vegetación secundaria arbustiva. Las especies representativas de esta formación son: *Lysiloma acapulcense*, *Eysenhardtia polystachya* y *Lysiloma divaricatum*, aunque debido a su amplia distribución y a su presencia en un rango altitudinal amplio, es común encontrar áreas de transición entre formaciones y tipos de vegetación, por lo que la composición florística contiene especies que se han integrado a algún estrato de la comunidad, pero que no resultan típicas en su composición como en el caso de *Quercus magnoliifolia* y *Q. resinosa*.

### Superficie por tipo de vegetación

La superficie de las selvas bajas corresponde a 138,119.28 hectáreas, lo que representa 28.4 % de la superficie estatal, se compone por solo un tipo de vegetación, selva baja caducifolia (SBC) y se distribuye en 29 de los 33 municipios de la entidad.

TABLA 53: Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas)

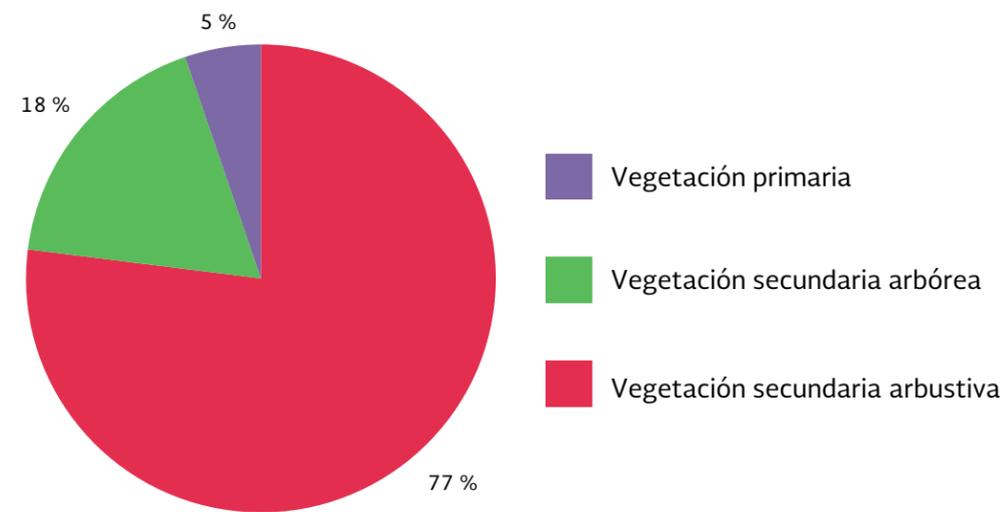
VEGETACIÓN MUNICIPIO	SBC	
	PRIMARIA	SECUNDARIA
Amacuzac	-	3,288.08
Atlatlahucan	-	8.28
Axochiapan	-	1,271.28
Ayala	-	15,262.01
Coatlán del Río	-	2,924.34
Cuatla	-	524.52
Cuernavaca	-	1,029.27
Emiliano Zapata	-	2,331.57
Huitzilac	-	97.00
Jantetelco	-	1,302.80
Jiutepec	-	1,500.95
Jojutla	-	2,825.77
Jonacatepec	-	1,743.37
Mazatepec	-	1,151.29
Miacatlán	-	6,329.66
Ocuituco	-	152.82
Puente de Ixtla	-	8,959.01
Temixco	-	2,835.24
Temoac	-	84.61
Tepalcingo	-	22,052.90
Tepoztlán	-	5,325.51
Tetecala	-	3,169.93
Tetela del Volcán	-	8.85
Tlalnepantla	-	25.51
Tlaltizapán	-	12,409.20
Tlaquiltenango	7,222.74	21,727.35
Tlayacapan	-	618.23
Xochitepec	-	2,126.12
Yautepec	-	7,290.72
Yecapixtla	-	1,489.28
Zacatepec	-	532.53
Zacualpan	-	498.51
<b>Total</b>	<b>7,222.74</b>	<b>130,896.53</b>

### Estructura de la formación

Esta formación posee solo 2.2 % de superficie cubierta por vegetación primaria, cifra que representa un grado de conservación negativo. Por otro lado, la superficie con vegetación secundaria corresponde a 97.8 % y la más abundante es la vegetación secundaria arbustiva; esta situación es un indicador del grado de deterioro o disturbio que experimentan estas comunidades, cada uno en diferente grado y diferente forma.

La vegetación primaria se encuentra restringida al municipio de Tlalquiltenango, solo uno de los 32 municipios donde se distribuye la formación. Únicamente en este municipio se determinó que había zonas con este grado de conservación, por lo que se considera necesario realizar acciones en el resto de los municipios para restaurar la vegetación original, la cual en la entidad se ve principalmente afectada por el aprovechamiento de las especies arbóreas y arbustivas para la elaboración de postes, leña y tutores de algunos cultivos, así como por el pastoreo y el cambio de uso de suelo.

FIGURA 44: Estructura de la formación por fase sucesional



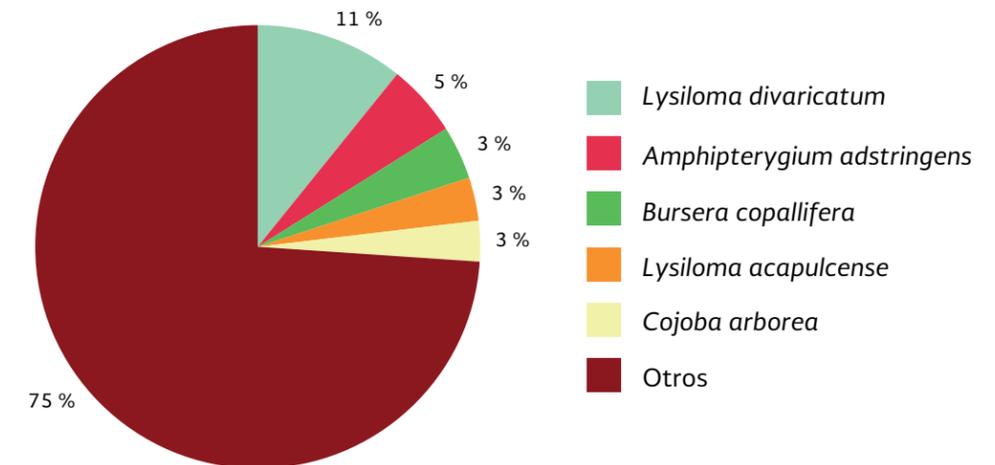
### Registro de especies

El mayor número de especies se concentra en el estrato herbáceo, luego en el arbustivo y por último en el arbóreo. Durante el muestreo se registraron 180 especies diferentes y 96 géneros; sin embargo, 45.1 % de los individuos muestreados se concentran en los 5 géneros más frecuentes y 26.1 % corresponden a las 5 especies más frecuentes.

TABLA 54: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Lysiloma</i>	690	14.34
<i>Bursera</i>	676	14.05
<i>Acacia</i>	266	5.53
<i>Amphipterygium</i>	259	5.38
<i>Ipomoea</i>	257	5.34
Otros	2,664	55.36

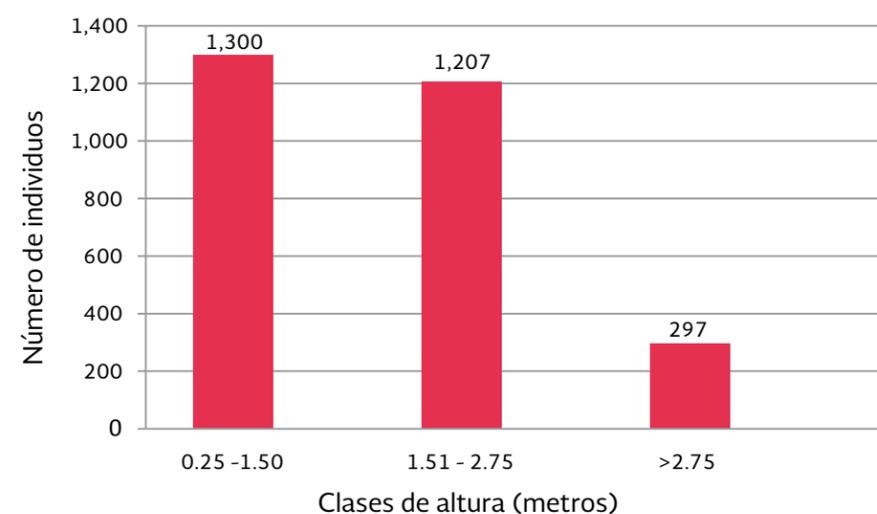
FIGURA 45: Proporción de las principales especies presentes en la formación



## Regeneración de la masa forestal

La evaluación de la regeneración se realizó sobre 2,804 individuos distribuidos en 113 conglomerados encontrados en esta formación; se contabilizaron en un radio de 2 metros, evaluando el número de renuevos que se encontraban dentro de él y de acuerdo a las clases de altura previamente establecida se registró su frecuencia. Se obtuvo una densidad de regeneración de 4,939 individuos por hectárea, concentrados en la categoría de 0.25 a 1.50 metros. Los géneros del repoblado con mayor presencia en selvas bajas son: *Acacia* (16 %) y *Bursera* (8 %).

FIGURA 46: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



Selvas bajas en Tlaquiltenango

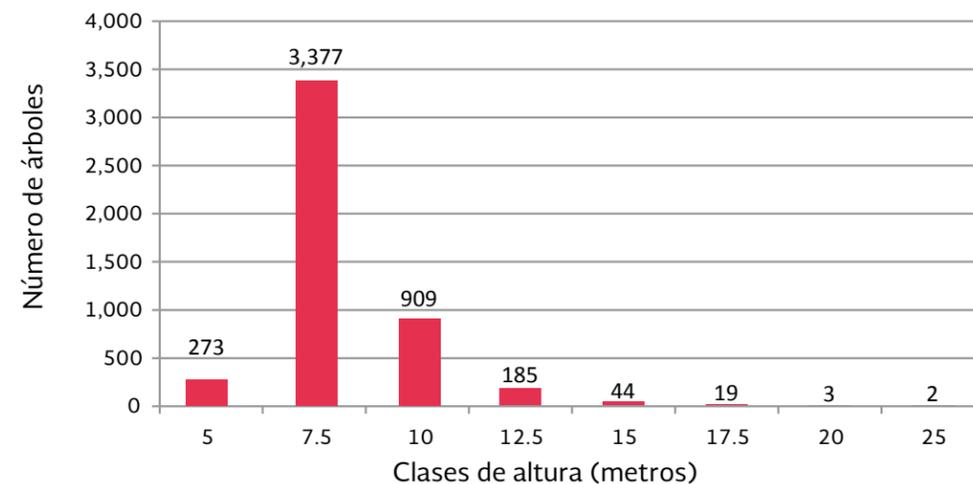
### Indicadores dasométricos

Para estimar los indicadores dasométricos se consideran solo aquellos tipos de vegetación que se muestrearon en campo y con un tamaño de muestra igual o mayor a 30 conglomerados, pues es el tamaño mínimo muestral para poblaciones grandes, donde se presenta una distribución normal. Esta formación contó con un tamaño de muestra de 113 conglomerados correspondientes a selva baja caducifolia (SBC).

TABLA 55: Descripción de alturas (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Límites de confianza	6.40	6.07	6.73	0.17
Rango de alturas registradas	NA	5.00	22.40	NA

FIGURA 47: Distribución de frecuencias por alturas



De acuerdo a la información recopilada en campo el valor medio calculado para altura corresponde a 6.40 m y 13.5 cm para diámetro. De acuerdo con la tendencia anterior, la clase diamétrica de 15 cm y la clase de altura de 7.5 m contienen el mayor número de individuos. La especie que presentó el mayor diámetro fue un *Quercus splendens* con 128.1 cm y el individuo con mayor altura fue una *Bursera morelensis* con 22.4 m.

TABLA 56: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Límites de confianza	13.50	11.98	15.02	0.78
Rango de diámetros registrados	NA	7.50	128.10	NA

FIGURA 48: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

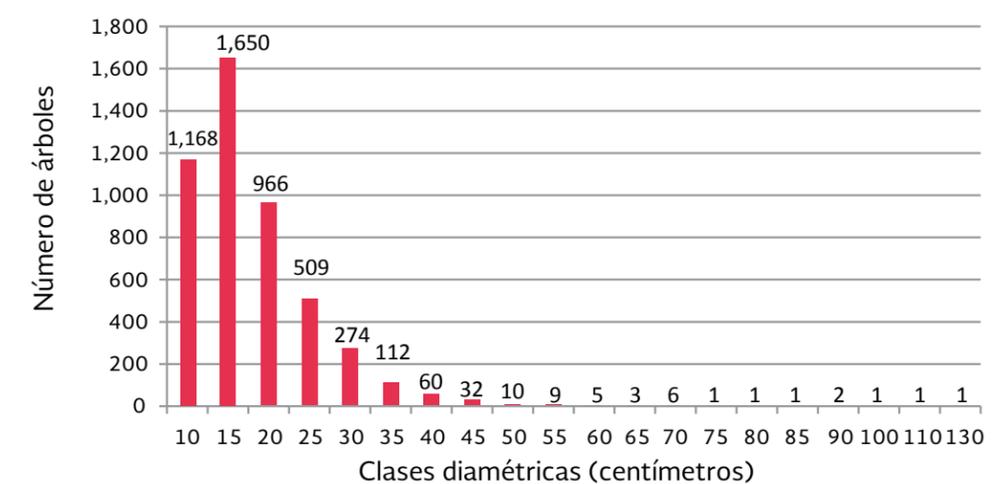


TABLA 57: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	278
Varianza del estimador	359
Límite inferior (95 %)	241
Límite superior (95 %)	316
Error relativo de muestreo	6.81

TABLA 58: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	45.32
Varianza del estimador	13.33
Límite inferior (95 %)	38.09
Límite superior (95 %)	52.55
Error relativo de muestreo	8.06

TABLA 59: Estimador de razón para área basal (m<sup>2</sup>/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	6.96
Varianza del estimador	0.21
Límite inferior (95 %)	6.04
Límite superior (95 %)	7.88
Error relativo de muestreo	6.65

TABLA 60: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m<sup>3</sup>/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	37.95
Varianza del estimador	6.70
Límite inferior (95 %)	32.82
Límite superior (95 %)	43.08
Error relativo de muestreo	6.82

TABLA 61: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	5.04
Varianza del estimador	0.38
Límite inferior (95 %)	3.82
Límite superior (95 %)	6.26
Error relativo de muestreo	12.21

TABLA 62: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE SELVAS BAJAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES			ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m <sup>3</sup> RTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m <sup>2</sup>	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Amacuzac	-	3,288.08	3,288.08	124,782.64	107,914.79	141,650.49	22,885.04	19,860.00	25,910.07	914,086	792,427	1,039,033
Atlatlahucan	-	8.28	8.28	314.23	271.75	356.70	57.63	50.01	65.25	2,302	1,995	2,616
Axochiapan	-	1,271.28	1,271.28	48,245.08	41,723.41	54,766.74	8,848.11	7,678.53	10,017.69	353,416	306,378	401,724
Ayala	-	15,262.01	15,262.01	579,193.28	500,899.17	657,487.39	106,223.59	92,182.54	120,264.64	4,242,839	3,678,144	4,822,795
Coatlán del Río	-	2,924.34	2,924.34	110,978.70	95,976.84	125,980.57	20,353.41	17,663.01	23,043.80	812,967	704,766	924,091
Cuautla	-	524.52	524.52	19,905.53	17,214.75	22,596.32	3,650.66	3,168.10	4,133.22	145,817	126,409	165,748
Cuernavaca	-	1,029.27	1,029.27	39,060.80	33,780.64	44,340.95	7,163.72	6,216.79	8,110.65	286,137	248,054	325,249
Emiliano Zapata	-	2,331.57	2,331.57	88,483.08	76,522.13	100,444.04	16,227.73	14,082.68	18,372.77	648,176	561,908	736,776
Huitzilac	-	97.00	97.00	3,681.15	3,183.54	4,178.76	675.12	585.88	764.36	26,966	23,377	30,652
Jantetelco	-	1,302.80	1,302.80	49,441.26	42,757.90	56,124.62	9,067.49	7,868.91	10,266.06	362,178	313,975	411,685
Jiutepec	-	1,500.95	1,500.95	56,961.05	49,261.18	64,660.93	10,446.61	9,065.74	11,827.49	417,264	361,729	474,300
Jojutla	-	2,825.77	2,825.77	107,237.97	92,741.77	121,734.17	19,667.36	17,067.65	22,267.07	785,564	681,011	892,943
Jonacatepec	-	1,743.37	1,743.37	66,160.89	57,217.40	75,104.38	12,133.86	10,529.95	13,737.76	484,657	420,152	550,905
Mazatepec	-	1,151.29	1,151.29	43,691.46	37,785.34	49,597.57	8,012.98	6,953.79	9,072.17	320,059	277,461	363,808
Miacatlán	-	6,329.66	6,329.66	240,210.60	207,739.44	272,681.75	44,054.43	38,231.15	49,877.72	1,759,645	1,525,448	2,000,173
Ocuituco	-	152.82	152.82	5,799.52	5,015.55	6,583.49	1,063.63	923.03	1,204.22	42,484	36,830	48,291
Puente de Ixtla	-	8,959.01	8,959.01	339,994.43	294,034.71	385,954.15	62,354.71	54,112.42	70,597.00	2,490,605	2,159,121	2,831,047
Temixco	-	2,835.24	2,835.24	107,597.36	93,052.58	122,142.14	19,733.27	17,124.85	22,341.69	788,197	683,293	895,936
Temoac	-	84.61	84.61	3,210.95	2,776.90	3,645.00	588.89	511.04	666.73	23,522	20,391	26,737
Tepalcingo	-	22,052.90	22,052.90	836,907.56	723,776.18	950,038.93	153,488.18	133,199.52	173,776.85	6,130,706	5,314,749	6,968,716
Tepoztlám	-	5,325.51	5,325.51	202,103.10	174,783.24	229,422.97	37,065.55	32,166.08	41,965.02	1,480,492	1,283,448	1,682,861
Tetecala	-	3,169.93	3,169.93	120,298.84	104,037.10	136,560.58	22,062.71	19,146.38	24,979.05	881,241	763,953	1,001,698
Tetela del Volcán	-	8.85	8.85	335.86	290.46	381.26	61.60	53.45	69.74	2,460	2,133	2,797
Tlalnepantla	-	25.51	25.51	968.10	837.24	1,098.97	177.55	154.08	201.02	7,092	6,148	8,061
Tlaltizapán	-	12,409.20	12,409.20	470,929.14	407,269.94	534,588.34	86,368.03	74,951.57	97,784.50	3,449,758	2,990,617	3,921,307
Tlaquiltenango	7,222.74	21,727.35	28,950.09	1,098,655.92	950,141.95	1,247,169.88	201,492.63	174,858.54	228,126.71	8,048,125	6,976,972	9,148,228
Tlayacapan	-	618.23	618.23	23,461.83	20,290.31	26,633.35	4,302.88	3,734.11	4,871.65	171,868	148,993	195,361
Xochitepec	-	2,126.12	2,126.12	80,686.25	69,779.26	91,593.25	14,797.80	12,841.76	16,753.83	591,061	512,395	671,854
Yautepec	-	7,290.72	7,290.72	276,682.82	239,281.43	314,084.22	50,743.41	44,035.95	57,450.87	2,026,820	1,757,064	2,303,868

TABLA 62: Indicadores dasométricos a nivel municipal (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE SELVAS BAJAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES			ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m <sup>3</sup> RTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m <sup>2</sup>	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Yecapixtla	-	1,489.28	1,489.28	56,518.18	48,878.17	64,158.18	10,365.39	8,995.25	11,735.53	414,020	358,916	470,612
Zacatepec	-	532.53	532.53	20,209.51	17,477.63	22,941.39	3,706.41	3,216.48	4,196.34	148,043	128,340	168,279
Zacualpan	-	498.53	498.53	18,919.21	16,361.75	21,476.67	3,469.77	3,011.12	3,928.42	138,591	120,146	157,535
<b>Total</b>	7,222.74	130,896.53	138,119.27	5,241,626.30	4,533,074.44	5,950,178.15	961,310.12	834,240.39	1,088,379.85	38,397,157	33,286,744	43,645,689

### Estado de salud del arbolado

Para esta formación se calculó una proporción de 14 árboles dañados por hectárea, de los árboles afectados, las plantas parásitas son el principal agente identificado, el cual representa 31.1 %.

Del total de la población de esta formación, solo 0.5 % de los árboles se hallaron muertos en pie; sin embargo, no es posible definir a qué agente se le puede atribuir, ya que la categoría que se registró en estos corresponde a otros daños. Los árboles jóvenes, representan 45.1 % de la población los árboles maduros, 7.4 % y los más frecuentes corresponden a muy jóvenes con 47.5 %, la mayoría con buen vigor. Los datos estadísticos podrían indicar que esta formación a mediano plazo está próxima a consolidarse en una masa de arbolado maduro.

FIGURA 49: Proporción de daño por agente causal

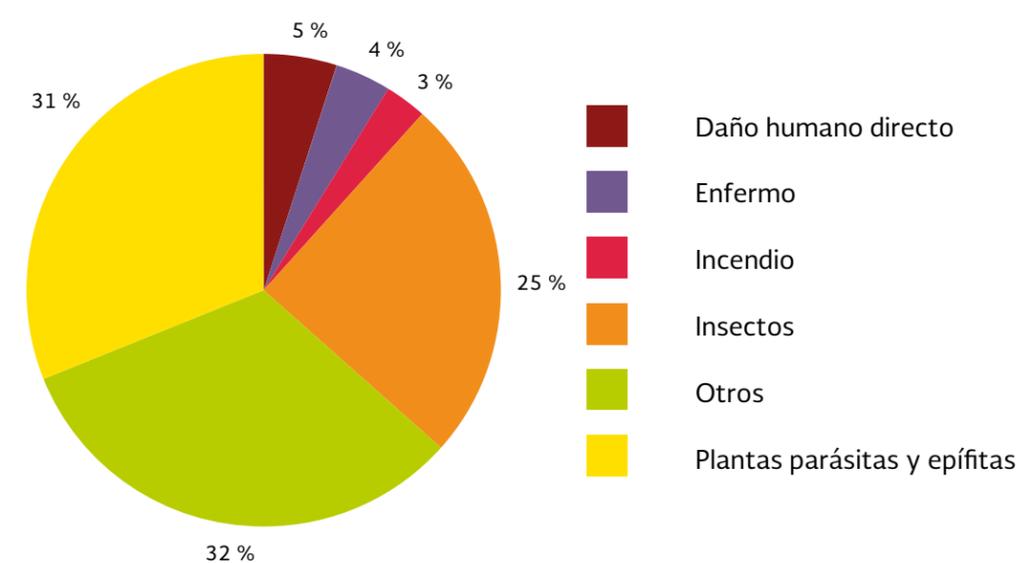


FIGURA 50: Frecuencia de daño por agente causal

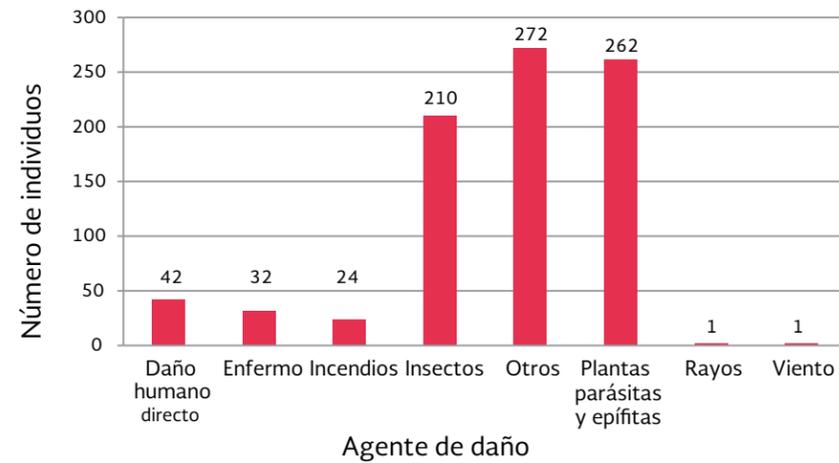
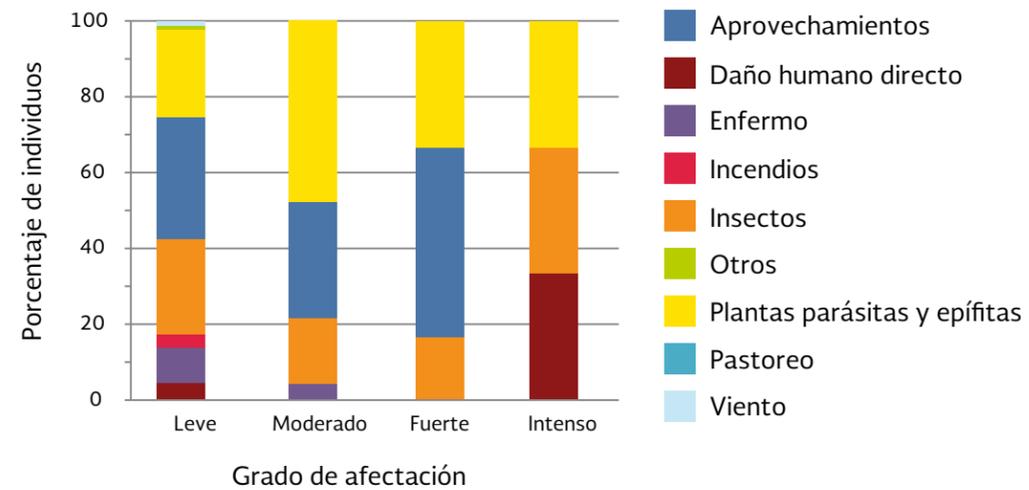


FIGURA 51: Proporción de daño por intensidad del agente causal



### Conclusiones sobre la formación

Las selvas bajas en el estado de Morelos ocupan 28.4 % de la superficie estatal; dado que posee solo 2.2 % de su área cubierta por vegetación primaria, se considera en un grado de conservación negativo y se encuentran conformadas por árboles de porte bajo. En los sitios muestreados se encontraron árboles de 6.4 m de altura y 13.5 cm de diámetro; considerando el potencial de crecimiento de los géneros que componen estas comunidades, los valores son bajos ya que pueden alcanzar diámetros de hasta 80 cm y alturas de hasta 15 m.

De acuerdo con las dimensiones del arbolado así como con la densidad de la regeneración puede deducirse que se encuentra en un momento de desarrollo y repoblado de la masa forestal, la densidad de la regeneración de esta formación es de 4,939 individuos por hectárea, que se concentran en la categoría de 0.25 a 1.50 metros.

Esta formación presenta el menor porcentaje de árboles dañados por hectárea, la menor área basal y por consiguiente el menor volumen por hectárea de las formaciones evaluadas, la mayoría del arbolado es joven y se encuentra disperso, indicando el elevado grado de perturbación que sufren estas comunidades.

Se distribuye en la mayor parte de la entidad, en la porción centro y sur, en 32 municipios, aunque se concentra principalmente en Tlaquiltenango, Tepalcingo, Ayala, Tlaltizapán y Puente de Ixtla.

## OTRAS ASOCIACIONES

### Caracterización de la formación

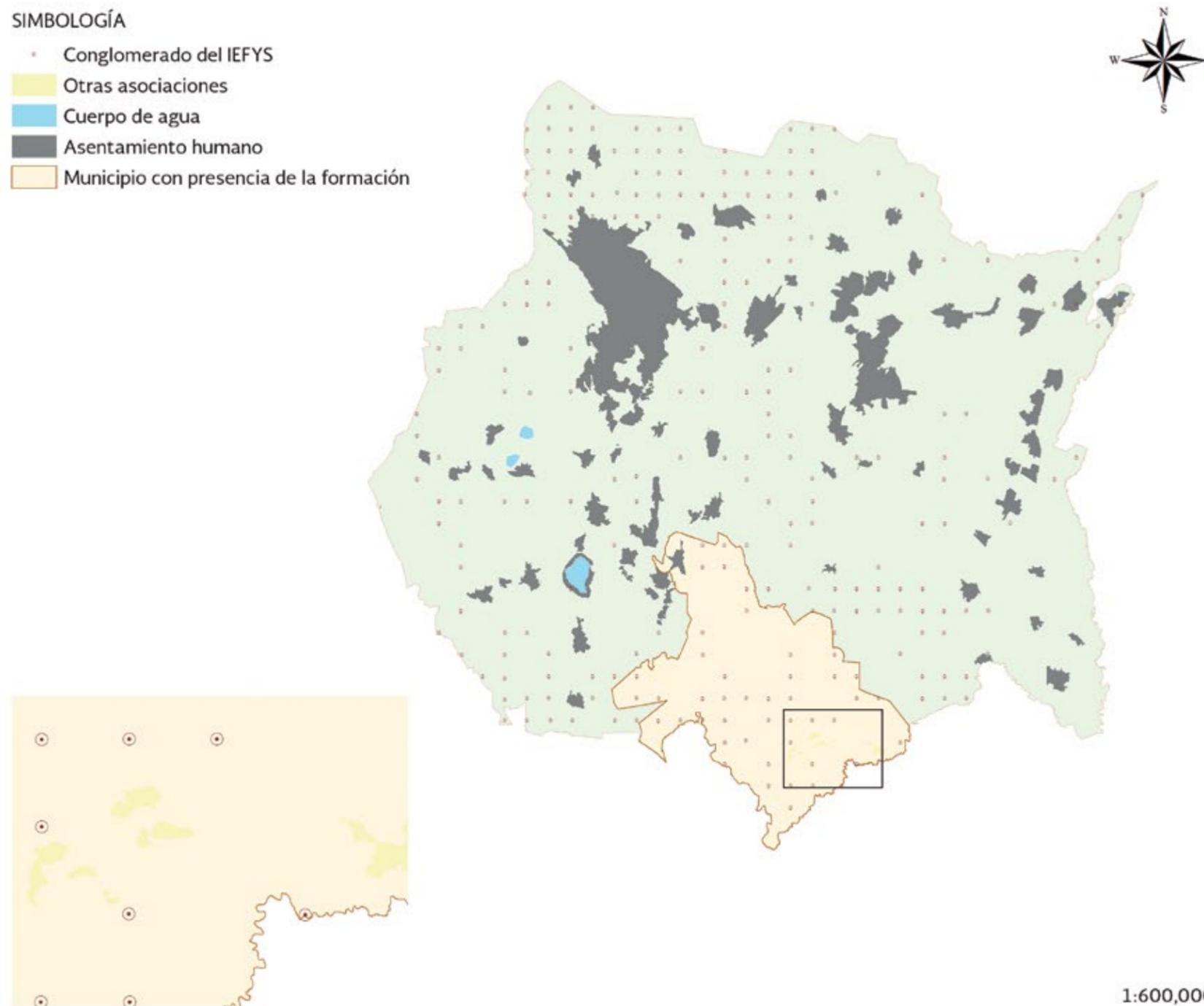
Esta formación se encuentra integrada por siete tipos de vegetación de distribución restringida y superficie reducida; a diferencia del resto de las agrupaciones no comparten necesariamente características ambientales, florísticas o fisonómicas. En el estado se encuentran dos tipos de vegetación: palmar natural (VPN) y vegetación inducida de palmar (VPI). Se desarrollan entre los 900 y 1,300 msnm, en el municipio de Tlaquiltenango. Los tipos de vegetación que se encuentran en esta formación se caracterizan por ser comunidades vegetales donde predominan especies de la familia Arecaceae. Son comunidades que se encuentran determinadas por el tipo de suelo, aunque en ocasiones prosperan en función de incendios recurrentes o algún otro disturbio (Rzedowski, 1978).

Cabe mencionar que en el caso de esta formación no se registró ningún conglomerado, por lo cual únicamente se caracteriza la formación y se indica la superficie de la misma.

### Superficie por tipo de vegetación

Esta formación ocupa 412.8 ha que representan solo 0.09 % de la superficie estatal y se localiza en el municipio de Tlaquiltenango. Únicamente se encuentran palmar natural (VPN) que abarca 141.1 ha, y palmar inducido (VPI) con 271.7 ha, ambos presentan vegetación del estrato primario.

MAPA 15: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE OTRAS ASOCIACIONES



## ZONAS ÁRIDAS

### Caracterización de la formación

La cobertura vegetal que se distribuye en esta formación es diversa; no obstante, las diferentes comunidades vegetales comparten algunas características de tipo ecológico. La temperatura media anual va desde 12 a 26 °C, mientras que la precipitación promedio anual es menor a 700 milímetros, el clima es extremo, de insolación intensa, humedad atmosférica baja y en consecuencia evaporación y transpiración elevadas. Generalmente el tipo de clima suele ser BW y BS, el cual varía de muy caluroso en las planicies costeras a fresco en las partes más altas (Rzedowski, 1978).

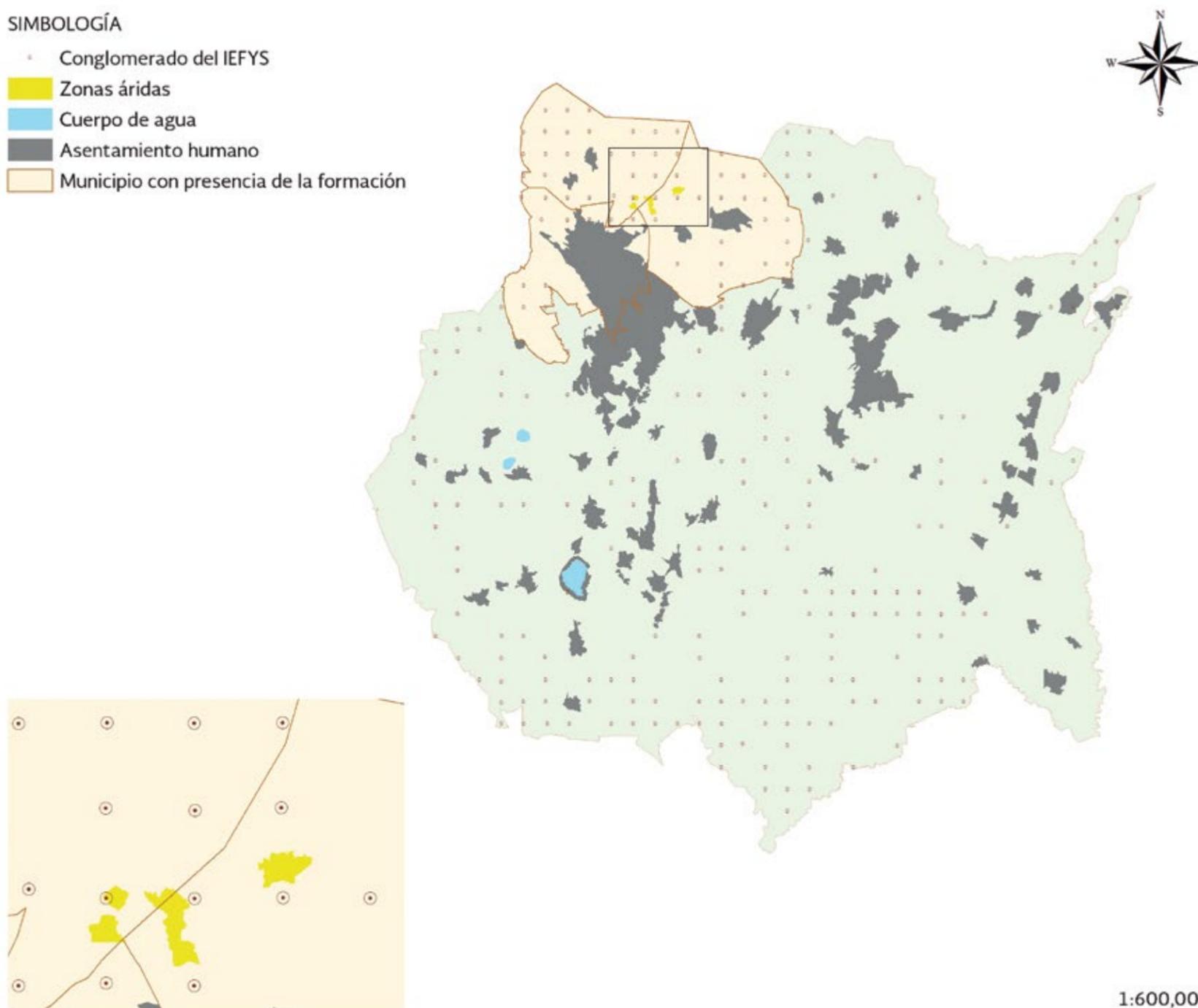
Las zonas áridas además albergan una importante riqueza de especies, se estima que más de 50 % de estas son endémicas, es decir, se limitan a nuestro país; además poseen gran diversidad en cuanto a formas de vida, ya que representan mecanismos de adaptación para afrontar la aridez, tal como el desarrollo de tallos suculentos, hojas arrosetadas, tomento blanco, presencia de espinas, caducidad del follaje, micrófila, plantas áfilas y desarrollo gregario (Rzedowski, 1978; González, 2012).

Cabe mencionar que el número de conglomerados registrados fue de solamente dos, por lo que no se obtuvo información suficiente para realizar un análisis representativo sobre la composición de especies y la regeneración de la masa forestal; de igual manera la cantidad limitada de datos no permite elaborar conclusiones sobre esta formación.

MAPA 16: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ZONAS ÁRIDAS

#### SIMBOLOGÍA

-  Conglomerado del IEFYS
-  Zonas áridas
-  Cuerpo de agua
-  Asentamiento humano
-  Municipio con presencia de la formación



1:600,000

### Superficie por tipo de vegetación

La superficie de esta formación en el estado es de 324.29 hectáreas y se encuentra presente únicamente en tres municipios de la entidad. En lo que respecta a la estructura de la formación, las zonas áridas presentan 100 % de vegetación primaria, por lo que se trata de zonas poco alteradas.

TABLA 63: Superficie por municipio según el tipo de vegetación (hectáreas) \_\_\_\_\_

VEGETACIÓN	MDR
MUNICIPIO	PRIMARIA
Tepoztlán	215.53
Huitzilac	108.15
Cuernavaca	0.61
<b>Total</b>	<b>324.29</b>



Cactáceas columnares en Sierra de Huautla

## OTRAS ÁREAS FORESTALES

### Caracterización de la formación

La clasificación para esta formación comprende diez tipos de vegetación: popal, tular, vegetación de dunas costeras, vegetación halófila hidrófila, pastizal natural, pastizal halófilo, pastizal gypsófilo, pradera de alta montaña, vegetación halófila xerófila y vegetación gypsófila.

A diferencia de las demás formaciones estas asociaciones no comparten coincidencias en sus características fisonómicas, además de que su distribución y superficie son reducidas, asimismo su desarrollo es bajo condiciones climáticas particulares.

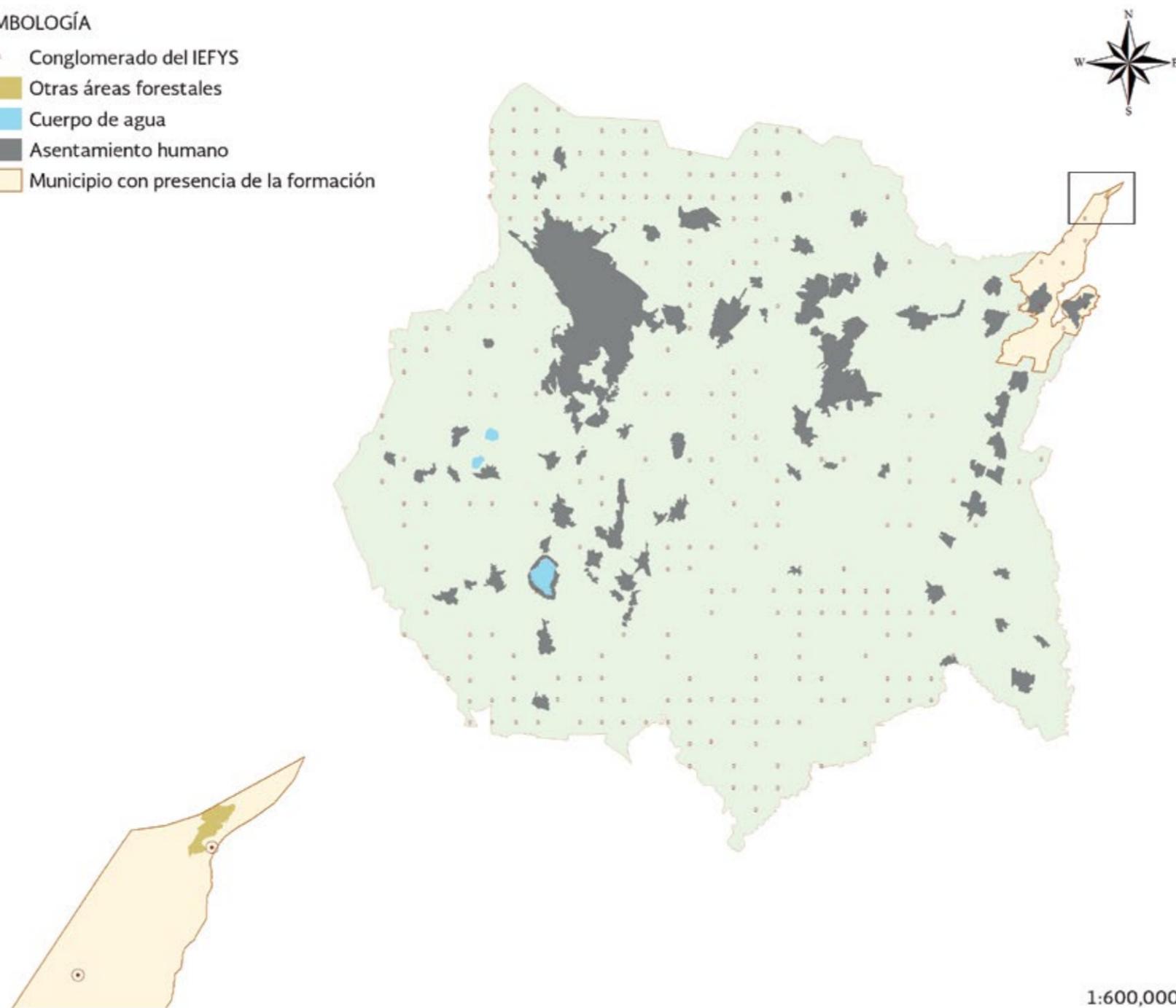
En el estado de Morelos solo se puede encontrar un tipo de vegetación, la pradera de alta montaña (VW), fisonómicamente conformada por gramíneas menores de 1 metro de altura, prospera a partir de los 3,900 msnm, cerca de las nieves perpetuas, sobre clima frío o semifrío con presencia de heladas y temperaturas extremas debajo de 0 °C, vientos intensos y evapotranspiración elevada (Rzedowski, 1978).

Es importante señalar que el levantamiento de campo no registró ningún conglomerado para esta formación, por lo que la información recabada fue limitada; no obstante, se indica la superficie en la entidad.

MAPA 17: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE OTRAS ÁREAS FORESTALES

#### SIMBOLOGÍA

-  Conglomerado del IEFYS
-  Otras áreas forestales
-  Cuerpo de agua
-  Asentamiento humano
-  Municipio con presencia de la formación



1:600,000

## Superficie por tipo de vegetación

Esta formación se restringe al noreste de la entidad, en el municipio de Tetela del Volcán, ocupa 34.8 hectáreas y representa solo 0.01 % de la superficie estatal, la totalidad de la superficie corresponde a vegetación primaria.



Popocatepetl desde Tetela del Volcán

## ÁREAS NO FORESTALES

### Caracterización de la formación

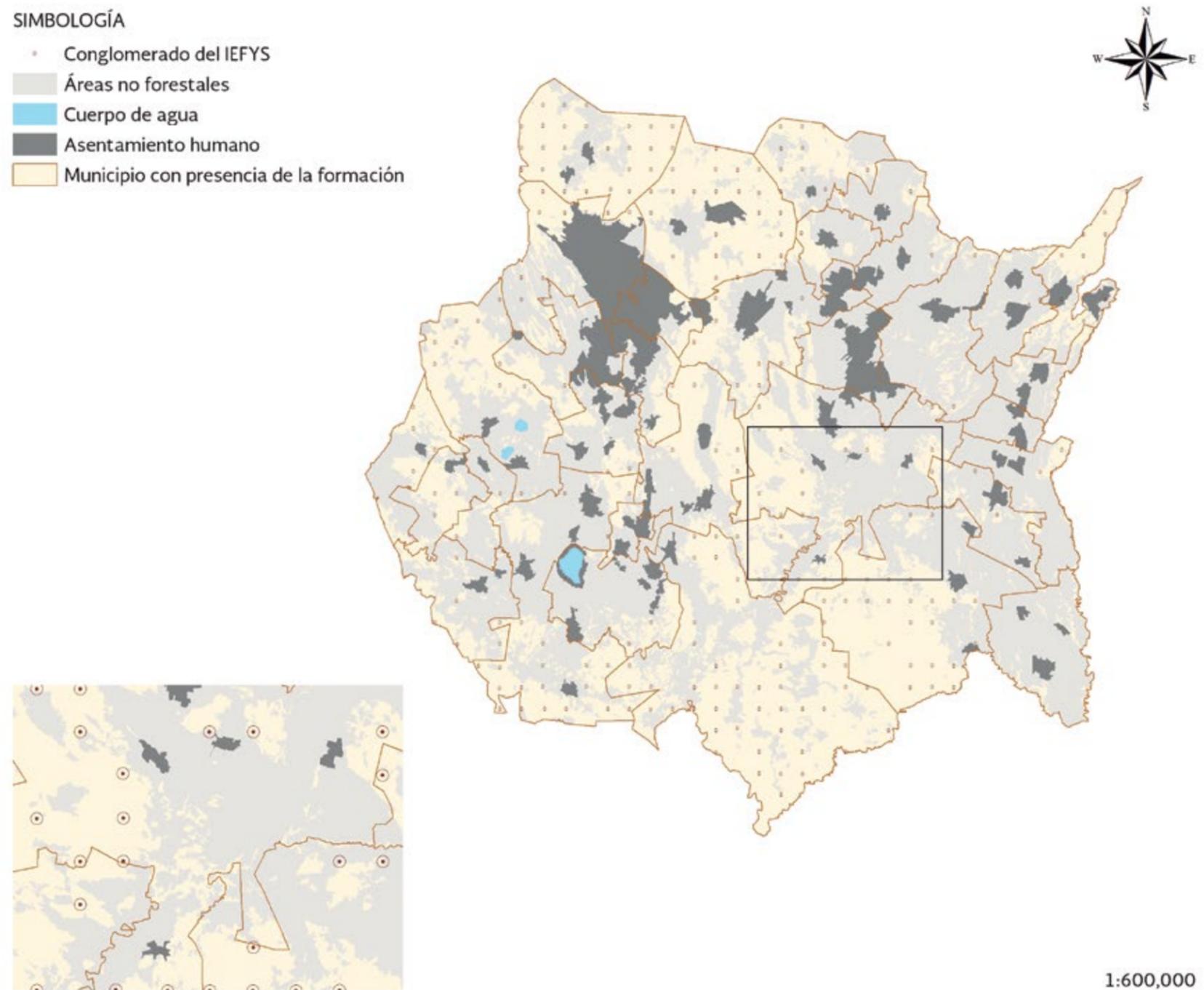
Las áreas no forestales están compuestas por las siguientes categorías: desprovisto de vegetación aparente, agricultura de temporal, pastizal inducido, zona urbana, y cuerpo de agua. Estas coberturas se distribuyen en los terrenos planos o de pendientes moderadas, aptos para su establecimiento; sin embargo, el crecimiento de las zonas urbanas, la población y la necesidad de recursos como alimentos y espacio ha propiciado la constante amenaza de la frontera de la cubierta forestal.

Dentro de esta categoría, destaca la agricultura, que ocupa 37.5 % de la superficie estatal, Morelos es el primer productor de nochebuena, cultivo agrícola cíclico, caña de azúcar, y cultivo agrícola perenne. En este contexto hay que destacar que en la entidad se observa una intensa dinámica de uso de suelo para el establecimiento de cultivos como el nopal de verdura, cultivos cíclicos de alto valor como el jitomate y frutales, por lo que es importante que las futuras actualizaciones del Inventario Estatal Forestal y de Suelos representen la oportunidad de medir y monitorear los cambios en la frontera forestal.

MAPA 18: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS NO FORESTALES

#### SIMBOLOGÍA

- Conglomerado del IEFYS
- Áreas no forestales
- Cuerpo de agua
- Asentamiento humano
- Municipio con presencia de la formación



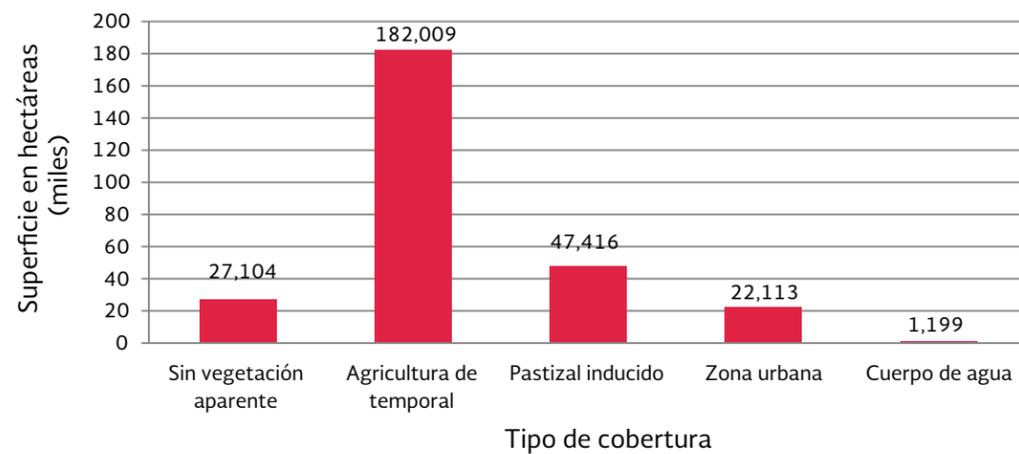
Las zonas urbanas más grandes corresponden a las localidades con más de 100 mil habitantes y son Cuautla, Cuernavaca y Jiutepec; lugares de importancia económica y cultural por representar centros urbanos, turísticos y comerciales.

Uno de los cuerpos de agua más importantes es el lago de Tequesquitengo que representa un importante destino turístico.

### Superficies por tipo de cobertura

Las áreas no forestales en el estado cuentan con una extensión 279,841.2 hectáreas y representan 57.6 % de la superficie total de la entidad.

FIGURA 52: Distribución de la superficie de áreas no forestales



Producción de nochebuenas

## 3.3. ZONIFICACIÓN FORESTAL

La zonificación forestal es un importante instrumento que permite identificar, agrupar y ordenar los terrenos forestales y preferentemente forestales por funciones y subfunciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas, protectoras y restauradoras, con el objetivo de propiciar una mejor administración de los recursos y contribuir al desarrollo forestal sustentable.

El marco normativo para desarrollar la Zonificación Forestal es el establecido en los Artículos 13 y 14 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo tanto la metodología, criterios, procedimientos y las zonas y subzonas son las indicadas en dicho instrumento. Los criterios metodológicos están basados en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 30 de noviembre de 2011, en concordancia a la metodología, criterios y procedimientos establecidos por la SEMARNAT y la CONAFOR.

### METODOLOGÍA

A partir del uso de sistemas de información geográfica es posible interactuar con capas de información acerca de la distribución y superficie de variables ambientales como suelo, clima, edafología, geología, hidrología, provincias fisiográficas y topografía, regiones ecológicas y tipos de vegetación. Se emplean procesos que permiten integrar las diferentes variables de interés para generar nuevas capas de información, en este caso se generó información que representa los indicadores determinados para cada categoría de zonificación basada en tres funciones:

1. Protección y conservación de los recursos por encontrarse amenazados de alguna forma.
2. Producción forestal maderable y no maderable.
3. Restauración de ecosistemas forestales degradados por factores naturales o antropogénicos.



Selvas en Cuernavaca

## CATEGORÍAS

Para la obtención de las categorías se realizó una sobreposición de capas de información determinando la prioridad que esta tiene de acuerdo al orden especificado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

### Zonas de conservación y aprovechamiento restringido o prohibido

Se compone por áreas naturales protegidas declaradas como reservas de la biósfera, parques nacionales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios o áreas naturales protegidas federales y estatales.

En esta categoría también se encuentran integradas aquellas áreas con ecosistemas de alto riesgo ecológico como el bosque mesófilo, manglar, selva alta perennifolia y vegetación de galería.

Se incluyen todas las superficies con terrenos arriba de los 3,000 msnm, o con pendientes mayores al cien por ciento, con objeto de proteger las zonas con alto grado de riesgo erosivo.

### Zonas de producción

Corresponde a terrenos forestales que de acuerdo a la estructura y composición de la vegetación son objeto de aprovechamiento forestal maderable o no maderable.

### Zonas de restauración

Son todas aquellas áreas forestales que presentan evidencias de degradación de diferente grado, son un riesgo debido a la pérdida de recurso forestal que pueden representar.

## Zonificación forestal del estado de Morelos

Del total de la superficie forestal, se encontró que 59 % tiene aptitud productiva, mientras que 35.2 % corresponde a áreas de conservación. Por otro lado la categoría de restauración corresponde a 5.8 % y concierne a áreas forestales que muestran evidencias de degradación. De acuerdo al decreto por el que se integra y organiza la Zonificación Forestal, la superficie de bosque mesófilo es únicamente de conservación la de zonas áridas se integra solamente por áreas de producción; mientras que en la categoría de producción se encuentran las selvas bajas, que presenta el mayor porcentaje y en segundo lugar están las latifoliadas. Las formaciones más susceptibles a restauración son otras asociaciones y selvas bajas. La superficie que comprenden el bosque mesófilo y otras asociaciones, representa la mayor proporción de la categoría de conservación.

Cabe resaltar que para la elaboración de la zonificación del estado de Morelos se emplean dos capas de información: la zonificación nacional elaborada por la CONAFOR y la clasificación de formaciones y tipos de vegetación resultado del Inventario Estatal Forestal de Morelos; la primera de ellas tiene una escala de 1:1,000,000 y la segunda 1:50,000. Razón por la cual las cifras de superficies forestales por zonificación y de las diferentes formaciones pueden variar con respecto a las especificadas en los apartados 3.1 y 3.2 del presente capítulo, sin que esta situación represente una incongruencia.

TABLA 64: Zonificación forestal del estado de Morelos

CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN	SUPERFICIE (ha)
Conservación	119,225.49
Producción	200,127.86
Restauración	19,502.98
No aplica	147,085.02
<b>Total</b>	<b>485,941.35</b>

## SIMBOLOGÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN FORESTAL

TABLA 65: Superficie de las zonas de conservación

CLAVE	SUBCATEGORÍA	SUPERFICIE (ha)	%
I A	Áreas Naturales Protegidas	96,216.86	81.40
I C	Áreas localizadas arriba de los 3,000 msnm	9,751.47	8.25
I D	Terrenos con pendientes mayores a 100 % y 45 °	3,554.37	3.01
I E	Áreas cubiertas por vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña	7,727.17	6.54
I F	Áreas cubiertas con vegetación de galería	958.30	0.81
<b>Total</b>		<b>118,208.17</b>	<b>100.00</b>

TABLA 66: Superficie de las zonas de producción

CLAVE	SUBCATEGORÍA	SUPERFICIE (ha)	%
II A	Terrenos forestales de productividad alta, caracterizados por tener una cobertura de copa de mas de 50 % o una altura promedio de los árboles dominantes igual o mayor a 16 metros	35,320.01	17.64
II B	Terrenos forestales de productividad media, caracterizados por tener una cobertura de copa de entre 20 y 50 % o una altura promedio de los árboles dominantes menor a 16 metros	25,110.33	12.54
II C	Terrenos forestales de productividad baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior a 20%	4,982.56	2.49
II E	Terrenos adecuados para realizar forestaciones	106,711.62	53.29
II F	Terrenos preferentemente forestales	28,107.34	14.04
<b>Total</b>		<b>200,231.86</b>	<b>100.00</b>

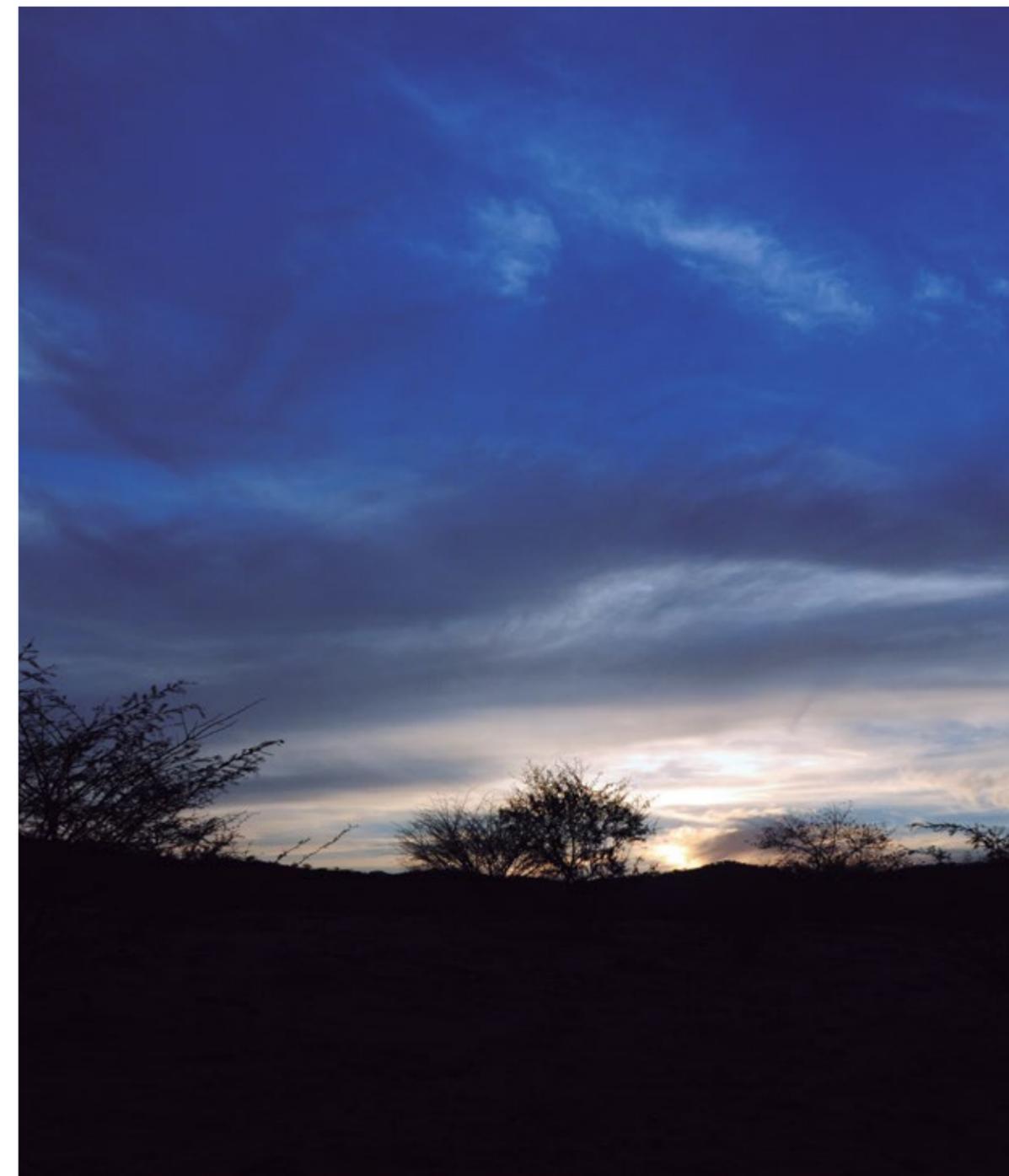
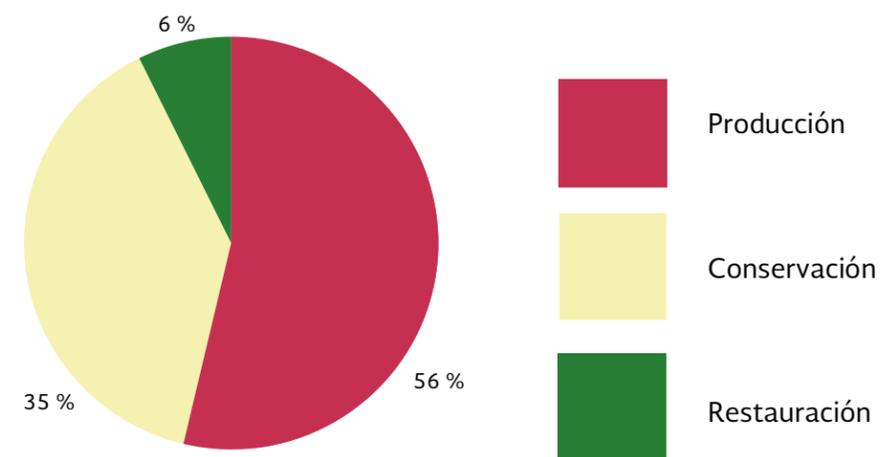


Estróbilo de *pinus* sp.

TABLA 67: Superficie de las zonas de restauración

CLAVE	SUBCATEGORÍA	SUPERFICIE (ha)	%
III D	Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior a 20 % y mostrar evidencias de erosión laminar	185.41	0.95
III E	Terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentren sometidos a tratamientos de recuperación, tales como regeneración natural	19,317.57	99.05
<b>Total</b>		<b>19,502.98</b>	<b>100.00</b>

FIGURA 53: Distribución de categorías de zonificación



Reserva de la Biósfera en Sierra de Huautla

TABLA 68: Zonificación forestal por formación (hectáreas)

SUBCATEGORÍA	CONÍFERAS		CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS		LATIFOLIADAS		BOSQUE MESÓFILO	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
I A	4,226.65	33.52	16,699.59	59.95	9,090.40	47.81	-	-
I C	6,222.93	49.35	1,967.14	7.06	7.00	0.04	-	-
I D	480.47	3.81	2,152.43	7.73	493.37	2.59	-	-
I E	-	-	-	-	-	-	7,727.17	100.00
I F	-	-	-	-	958.30	5.04	-	-
II A	275.94	2.19	1,375.43	4.94	4,358.38	22.92	-	-
II B	483.56	3.83	1,851.24	6.65	1,859.54	9.78	-	-
II C	-	-	16.98	0.06	33.19	0.17	-	-
II D	-	-	-	-	-	-	-	-
II E	27.58	0.22	31.33	0.11	60.28	0.32	-	-
II F	440.36	3.49	2,275.72	8.17	999.29	5.26	-	-
III D	-	-	159.92	0.57	-	-	-	-
III E	209.84	1.66	228.36	0.82	751.65	3.95	-	-
No aplica	243.17	1.93	1,099.61	3.95	402.27	2.12	-	-
<b>Total general</b>	<b>12,610.50</b>	<b>100.00</b>	<b>27,857.75</b>	<b>100.00</b>	<b>19,013.67</b>	<b>100.00</b>	<b>7,727.17</b>	<b>100.00</b>

SELVAS BAJAS		OTRAS ASOCIACIONES		ZONAS ÁRIDAS		OTRAS ÁREAS FORESTALES		ÁREAS NO FORESTALES	
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
45,446.30	32.90	335.63	81.31	-	-	-	-	20,418.29	7.30
-	-	-	-	-	-	34.75	100.00	1,519.65	0.54
110.09	0.08	-	-	-	-	-	-	318.01	0.11
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,310.25	21.22	-	-	-	-	-	-	-	-
20,915.22	15.14	0.77	0.19	-	-	-	-	-	-
4,932.39	3.57	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	324.29	100.00	-	-	-	-
3,867.20	2.80	-	-	-	-	-	-	102,610.89	36.67
11,340.78	8.21	33.50	8.12	-	-	-	-	10,557.90	3.77
-	-	-	-	-	-	-	-	25.49	0.01
12,625.91	9.14	42.89	10.39	-	-	-	-	5,381.78	1.92
9,571.15	6.93	-	-	-	-	-	-	139,009.14	49.67
138,119.29	100.00	412.79	100.00	324.29	100.00	34.75	100.00	279,841.15	100.00

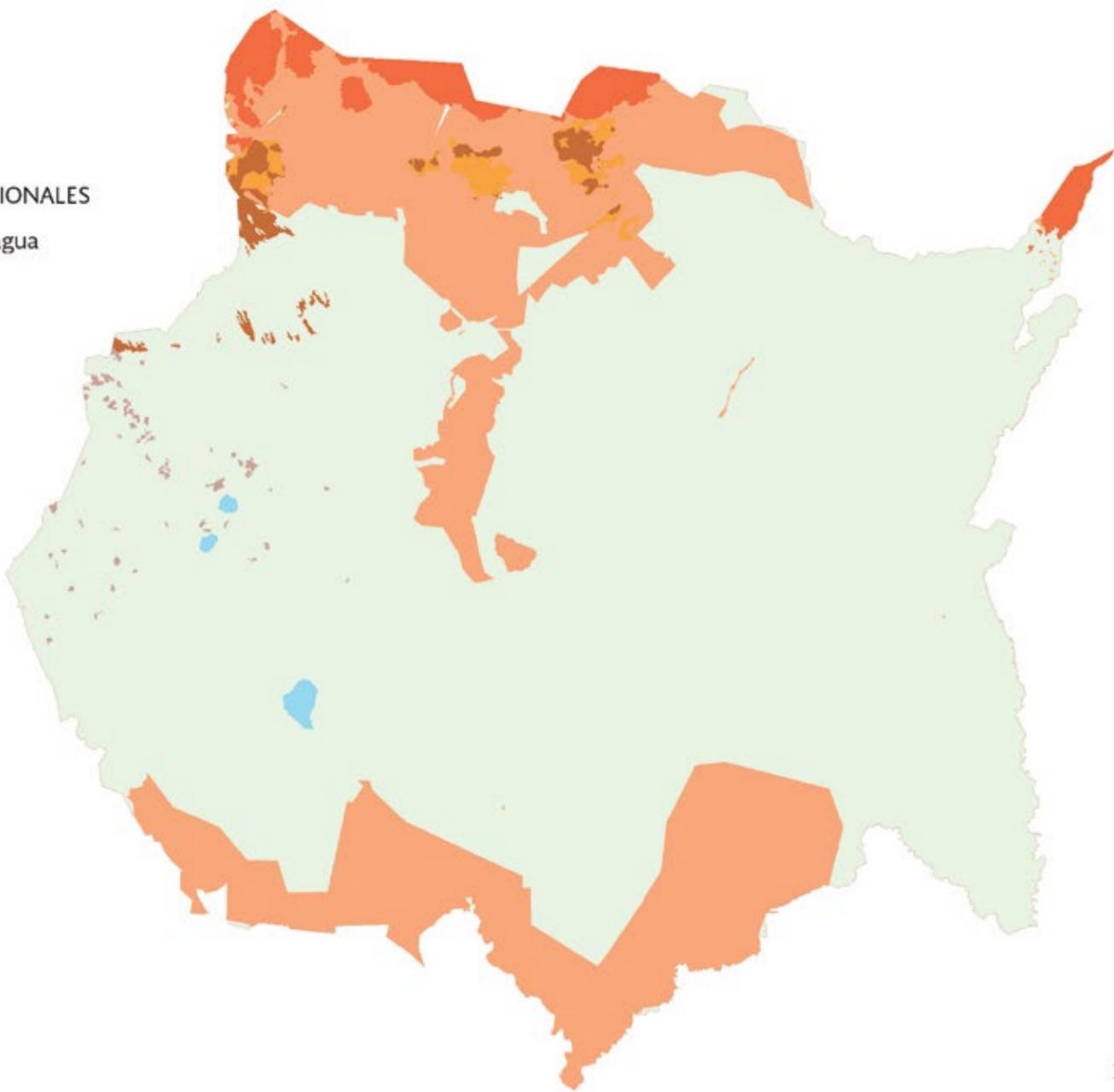
MAPA 19: ZONAS DE CONSERVACIÓN

SIMBOLOGÍA

- IA
- IC
- ID
- IE
- IF

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



1:500,000

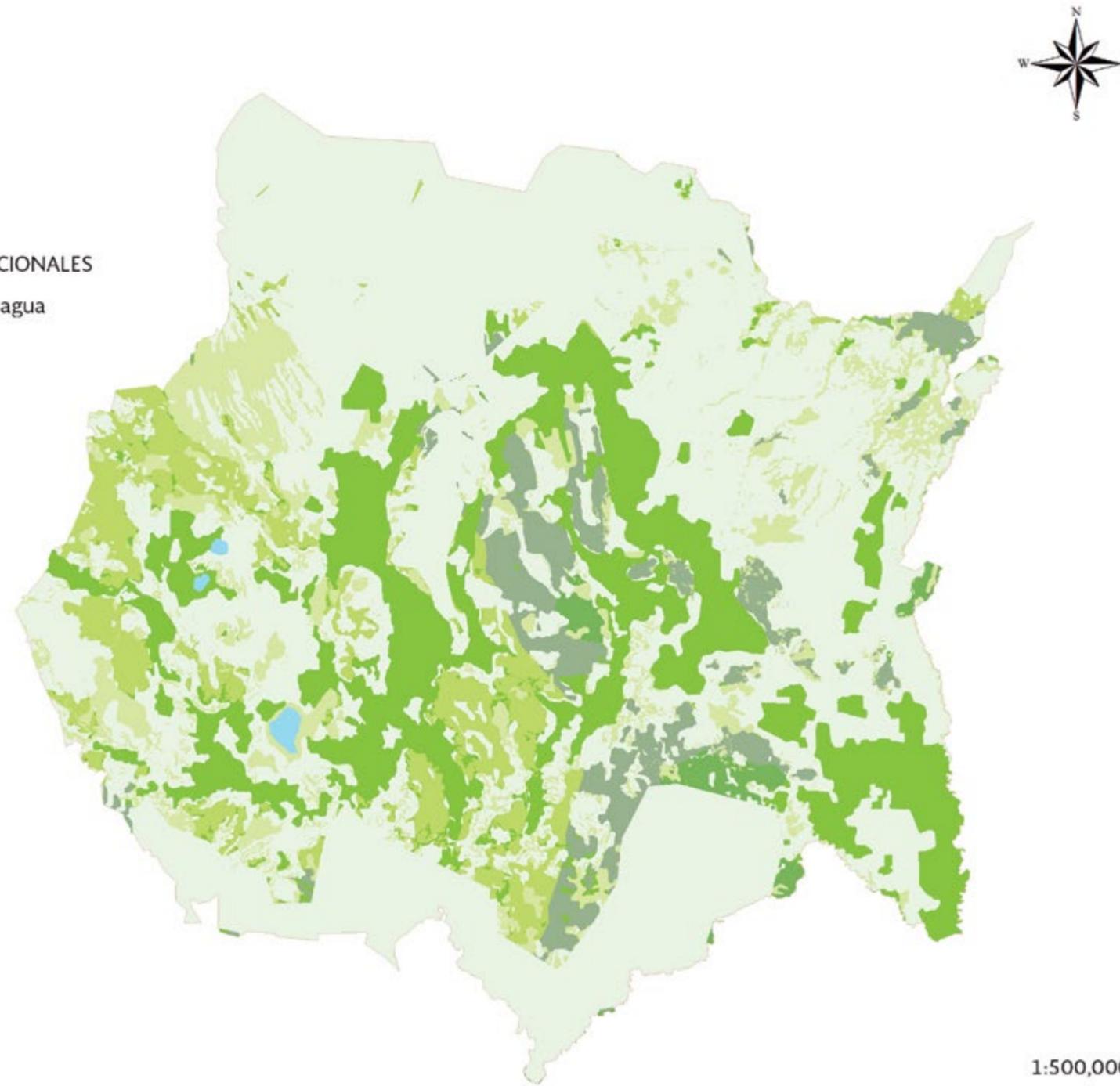
MAPA 20: ZONAS DE PRODUCCIÓN

SIMBOLOGÍA

- II A
- II B
- II C
- II E
- II F

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



## MAPA 21: ZONAS DE RESTAURACIÓN

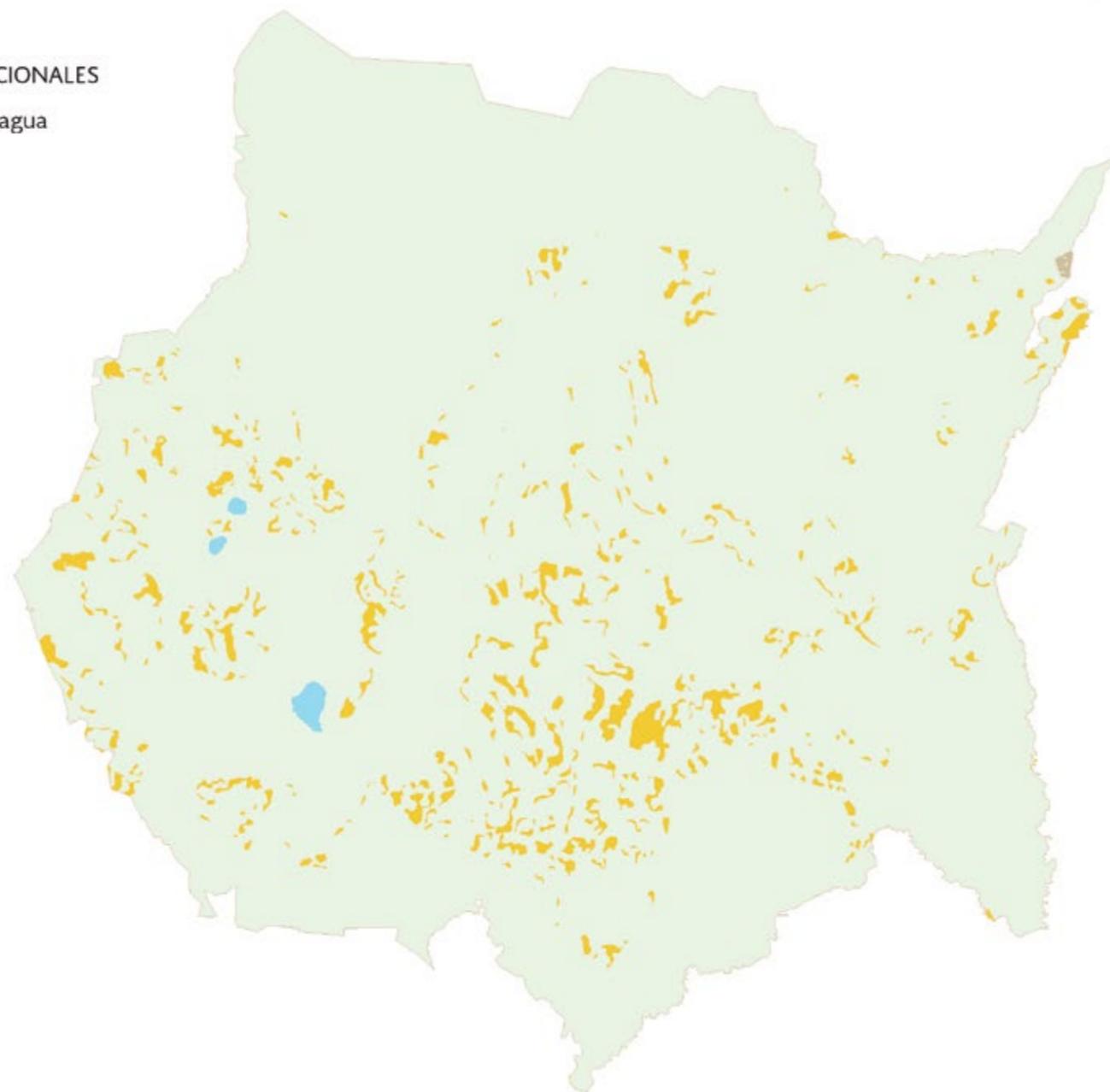
## SIMBOLOGÍA

III D

III E

## ELEMENTOS ADICIONALES

Cuerpo de agua



1:500,000

## Zona 1. Coníferas

Es la formación que posee mayor superficie destinada a zonas de conservación, 88.4 %, donde destacan las subcategorías IC y IA, debido a la altura en que se encuentran estos bosques y a la porción de áreas naturales protegidas. Las zonas de producción solo cubren 9.9 % y las principales subcategorías son IIB y IIF, gracias a la vocación forestal, a las especies presentes, así como a la cobertura y densidad de los árboles. Por último, las zonas de restauración abarcan 1.7 % debido al estado de conservación de la formación.

## Zona 2. Coníferas y latifoliadas

Las zonas de conservación cubren 77.8 % de la superficie siendo la subcategoría IA la más importante, por localizarse en áreas naturales protegidas. Las zonas de producción poseen 20.7 % destacando la subcategoría IIF debido a la vocación forestal de la formación. Finalmente las zonas de restauración solo ocupan 1.5 % en las subcategorías IIID y IIIE.

## Zona 3. Latifoliadas

Las zonas de conservación poseen 56.7 % de la superficie y la principal subcategoría es IA, ya que se encuentran en áreas naturales protegidas. Las zonas de producción cubren 39.3 % y la subcategoría que sobresale es IIA por densidad del arbolado. Las zonas de restauración solo abarcan 4 % en la subcategoría IIIE.

## Zona 4. Bosque mesófilo

La superficie de bosque mesófilo pertenece en su totalidad a la categoría de conservación, de conformidad con el Acuerdo por el que se integra y organiza la Zonificación Forestal. Por esta razón el documento omite la gráfica perteneciente a esta formación.

## Zona 5. Selvas bajas

La zona de producción cubre 54.7 % de la superficie y las principales subcategorías son IIA y IIB. Las zonas de conservación poseen 35.4 % y sobresale la subcategoría IA, el restante 9.8 % de la superficie de la formación pertenece a restauración en terrenos degradados con acciones para la reforestación.

## Zona 6. Otras asociaciones

Las zonas de conservación son las más extensas con 81.3 % de la superficie y la única subcategoría es IA. Las zonas de restauración abarcan 10.4 %, solamente se encuentra la subcategoría IIIE. Por último, las zonas de producción cubren 8.3 % con las subcategorías IIF y IIB.

## Zona 7. Zonas áridas

El 30 de noviembre de 2011 se publica en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el cual se integra y organiza la Zonificación Forestal, es por medio de este instrumento que la formación de zonas áridas se encuentra completamente en producción, subcategoría IID.

## Zona 8. Otras áreas forestales

La superficie únicamente cuenta con vocación para la conservación, prevaleciendo solamente terrenos sobre los 3,000 msnm.

## Zona 9. Áreas no forestales

Las zonas de producción poseen la proporción más alta con 80.4 %, con la subcategoría IIE, que corresponde a terrenos aptos para la reforestación. Las zonas de conservación cubren 15.8 %, la principal categoría es IA, que pertenece a los terrenos dentro de áreas naturales protegidas. Las zonas de restauración abarcan solo 3.8 % y sobresale la subcategoría IIIE.

FIGURA 54: Distribución de categorías de zonificación para coníferas

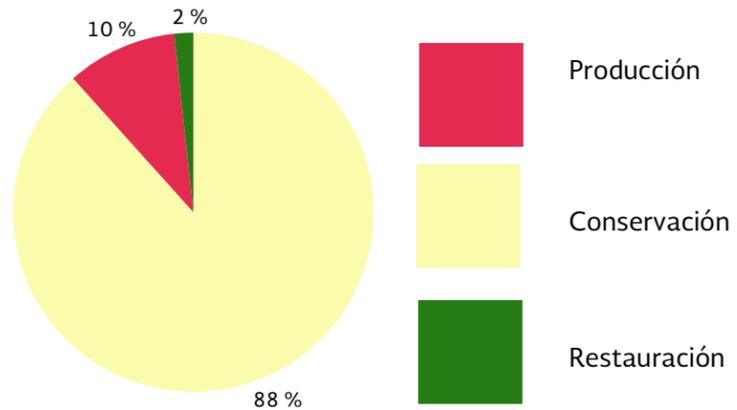


FIGURA 55: Distribución de categorías de zonificación para coníferas y latifoliadas

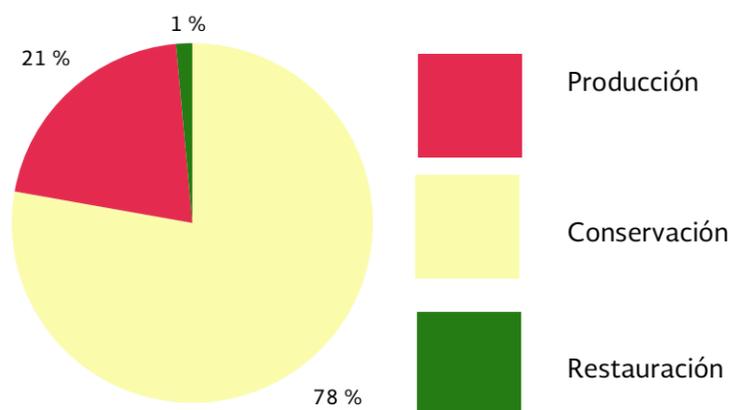


FIGURA 56: Distribución de categorías de zonificación para latifoliadas

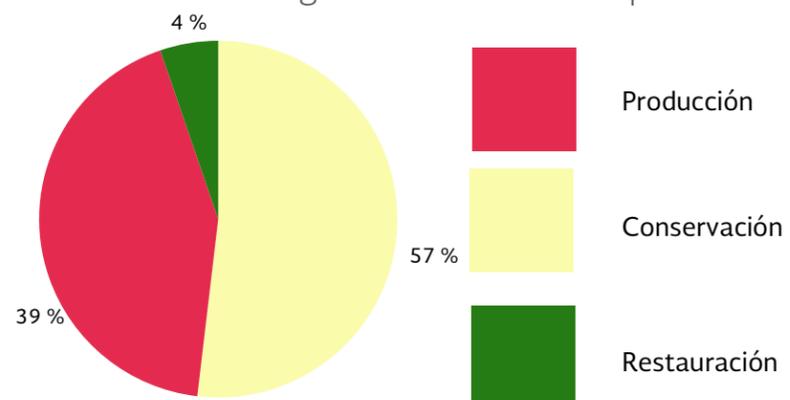


FIGURA 57: Distribución de categorías de zonificación para selvas bajas

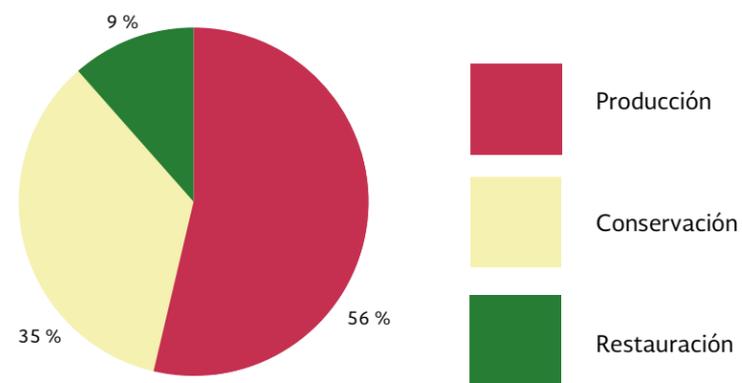


FIGURA 58: Distribución de categorías de zonificación para otras asociaciones

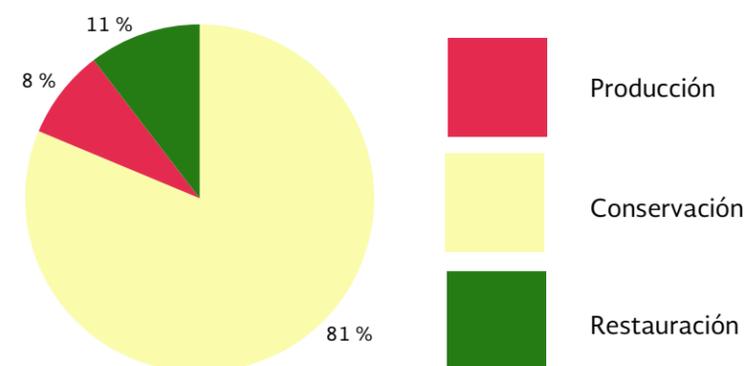
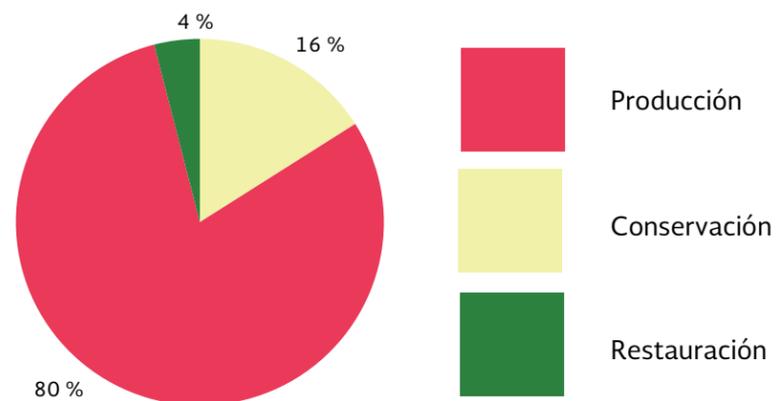


FIGURA 59: Distribución de categorías de zonificación para áreas no forestales





Selva baja



Plántulas de *Picea* sp.

# CONCLUSIONES

Con la elaboración de los inventarios estatales forestales, como el del estado de Morelos, la CONAFOR contribuye a que cada una de las entidades cuenten con un instrumento de política forestal de gran relevancia que les permita: conocer de manera confiable la superficie, localización y caracterización de las zonas forestales; cuantificar sus recursos forestales y con las posteriores actualizaciones al mismo comprender la dinámica de cambio de estos, así como conocer y evaluar las tasas de deforestación; identificar las zonas potenciales de aprovechamiento y producción.

Con lo anterior, como lo especifica la Ley Forestal, es posible que la entidad cuente con una base sólida y confiable para:

- a) La formulación, ejecución, control y seguimiento de programas y acciones en materia forestal;
- b) El cálculo del volumen de madera o biomasa forestal en pie, su incremento y el volumen de corta o aprovechamiento potencial;
- c) La integración de la zonificación forestal, la ordenación forestal y el ordenamiento ecológico del territorio y la evaluación y seguimiento de los planes a largo, mediano y corto plazo.

En la elaboración de este instrumento de planeación, se partió de la metodología ampliamente consolidada para la ejecución del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, retomando de igual manera su diseño y procedimientos de muestreo, con lo que se garantiza la complementariedad de la información nacional, con la de nivel estatal.

Con la ejecución del Inventario Estatal Forestal de Morelos, se dota a la entidad del presente informe en el que se analizan e interpretan los datos de campo, así como 13 Cartas de Recursos Forestales a escala 1: 50,000, con un detalle de resolución espacial de cuatro hectáreas como unidad mínima cartografiada, la cual ha sido validada por INEGI, cumpliendo con los estándares establecidos por dicho instituto en materia de especificaciones técnicas y diccionarios de datos. Esta información se complementa con la elaboración de los mapas temáticos (ecorregiones, edafología, climas, hidrografía, fisiografía, geología, formaciones forestales, ubicación y distribución por formación; así como los de zonificación forestal), basados en la información generada por INEGI.

En el estado de Morelos se reúne un conjunto de características geográficas que favorecen la existencia de numerosas comunidades vegetales, se encontraron 14 tipos de vegetación distribuidos en ocho formaciones forestales y tres ecosistemas: bosques, selvas, matorrales y otras áreas forestales.

También se identificaron las coberturas de agricultura, cuerpo de agua, sin vegetación aparente, pastizal inducido y zonas urbanas, las cuales poseen una superficie de 279,814.13 hectáreas que corresponden a áreas no forestales.

Los ecosistemas con mayor superficie son las selvas y los bosques, que ocupan 28.5 y 13.8 % de la superficie estatal respectivamente.

Las selvas se distribuyen en la porción centro y sur de la entidad, sobre topografías accidentadas, alrededor de los 1,000 msnm, con una temporada de secas de hasta ocho meses y una precipitación promedio de 800 mm. Existen tres reservas que protegen este tipo de vegetación: la Sierra de Huautla, la Sierra de Montenegro y Las Estacas, estas comunidades representan al trópico seco mexicano, albergan gran diversidad, tan solo en el estado se han registrado 3,345 especies de las cuales 939 son nativas además de que representan una fuente de recursos hídricos para las poblaciones, tal es el caso de los escurrimientos del macizo de la Sierra de Huautla que benefician a los habitantes del sur y sureste del estado de Morelos, así como norte de Guerrero (CONANP, 2005).

En la entidad solo se encontraron dos formaciones en este ecosistema: selvas bajas, con solo un tipo de vegetación: selva baja caducifolia (SBC); y otras asociaciones, con dos tipos de vegetación: palmar inducido (VPI) y palmar natural (VPN).

La principal amenaza representa el nivel de fragmentación al que se ha sometido por discutir sus límites con la frontera agrícola, la incidencia de incendios relacionados con la agricultura ha diezmado su superficie al grado en que la mayor cantidad de superficie deforestada en la entidad corresponde a las selvas; por otro lado también se ha afectado considerablemente su composición dado que la mayor parte comprende algún tipo de vegetación secundaria; por lo que es importante la valoración de oportunidades que representen beneficios económicos para los poseedores y exista mayor interés en el mantenimiento de la superficie y calidad de la cubierta forestal (CONABIO, 2006).

Los bosques se concentran en la parte norte del estado, en las serranías templadas, alrededor de 2,000 y 3,000 msnm y una precipitación alrededor de 1,000 a 1,2000 mm; en estas áreas se han sumado esfuerzos por conservar estas superficies a través de la creación de parques como Lagunas de Zempoala, El Tepozteco y el Corredor Biológico Chichinhautzin, estos bosques representan fuentes de agua a través de la recarga de mantos acuíferos, albergue de diversidad biológica y lugares de alto valor escénico y recreativo.

En la entidad se encuentran cuatro formaciones; coníferas con cuatro tipos de vegetación: bosque de ayarín (BS), bosque de oyamel (BA), bosque de pino (BP), y bosque de táscate (BJ); coníferas y latifoliadas con dos tipos de vegetación: bosque de pino encino (BPQ) y bosque de encino pino (BQP); latifoliadas con dos tipos de vegetación: bosque de encino (BQ) y bosque de galería (BG); y por último la formación y a su vez vegetación de bosque mesófilo (BM).

Los bosques se encuentran en un mejor grado de conservación que las selvas; sin embargo, si es importante emprender acciones para mejorar la estructura de estos tipos de vegetación de forma asistida, el empleo de aclareos o reforestación representan algunas opciones ya que los bosques tienen la posibilidad de representar fuentes de ingreso importantes para los poseedores.

Las formaciones mejor representadas en cada ecosistema son la selva baja caducifolia y el bosque de coníferas y latifoliadas, en selvas y bosques, respectivamente.

De acuerdo a la caracterización de las formaciones forestales y a los indicadores dasométricos calculados con base en los resultados del presente inventario, es posible concluir que no se trata de formaciones clímax. La información acerca de los diámetros y alturas así como el predominio de árboles jóvenes lo afirman. Presentan en general un buen estado de salud y vigor; sin embargo, los agentes y la intensidad de los disturbios modifican las características de la masa forestal, la extracción selectiva de arbolado como parte del aprovechamiento maderable, la aplicación o ausencia del manejo forestal, los incendios, las plagas o las enfermedades le confieren composición y estructura particular.

Finalmente, es necesario reconocer el potencial del estado de Morelos respecto a las actividades relacionadas con el sector forestal, como son los servicios ambientales, el aprovechamiento maderable y no maderable, a través de programas de manejo forestal sustentable, turismo de naturaleza, entre otros, lo anterior dado que la entidad cuenta con una excelente infraestructura carretera y cercanía a la ciudad de México, que representa un mercado importante para la comercialización de los productos y servicios generados por sus bosques y selvas.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, B. S. (1990). *Dimensiones ecológicas del estado de Morelos*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Aguilar, B. S. (1995). *Ecología del Estado de Morelos*. Editorial Praxis. Instituto Estatal de Documentación de Morelos. México.
- Caballero, D. M. (1998). El inventario forestal en México: evolución y perspectivas. NorthAmerican Science Symposium. Guadalajara, México.
- Challenger, A. y J. Soberón. (2008). *Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 87-108.
- CONABIO y UAEM. (2004). *La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado*. Contreras-MacBeath, T., J. C. Boyás, F. Jaramillo (editores). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- CONAFOR. (2004). Documento Estratégico Rector del Inventario Nacional Forestal y de Suelos.
- CONAFOR. (2012). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009.
- CONAGUA. (2007). Regiones Hidrológicas. Escala 1:250,000.
- CONAGUA. (2012). Atlas Digital del Agua México, Sistema Nacional de Información del Agua
- CONANP. (2005). Programa de conservación y manejo Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- CONAPO. (2009). Proyecciones de la población de México, 2005-2050. Consejo Nacional de Población. [En línea]. Fecha de consulta: 26 de febrero de 2012. Disponible en <http://www.conapo.gob.mx>
- DOF. (2011). Acuerdo por el que se integra y organiza la zonificación forestal. Comisión Nacional Forestal. [En línea]. Fecha de consulta 28 de mayo de 2014. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5221940&fecha=30/11/2011](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5221940&fecha=30/11/2011).
- Ferrusquía, I. (1998). *Geología de México: una sinopsis. Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. (5ª ed). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- INE. (1995). Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995-2000. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Dirección de Ordenamiento General del Territorio. México.
- INEGI. (2000 a). Conjunto de datos vectoriales geológicos. Continuo nacional, escala 1:1,000,000.
- INEGI. (2000 b). Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000.
- INEGI. (2000 c). Conjunto de datos vectoriales. Climas. (Unidades climáticas) Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000.
- INEGI. (2000 d). Conjunto de datos vectoriales. Edafología. Continuo nacional, escala 1:250,000, Serie II.
- INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000. Serie I.
- INEGI. (2002). Conjunto de datos vectoriales geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000.
- INEGI-CONABIO-INE. (2008). Ecorregiones de México, nivel IV, escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Nacional de Ecología, México.

- INEGI. (2009 a). Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- INEGI. (2009 b). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2009. Tabulados Básicos Morelos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- INEGI. (2011 a). Panorama Sociodemográfico de México, 2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2011 b). XIII Censo General de Población y Vivienda. 2010. Tabulados básicos Morelos, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2012 a). Perspectiva estadística Morelos. Diciembre 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2012 b). Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2013). Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del Suelo y Vegetación. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Serie V.
- INIF-FAO. (1961 - 1964). Inventario Forestal de México. Informe técnico: Trabajos realizados. Vol. I.
- Red de Monitoreo de Políticas Públicas. (2006). Indicadores forestales: superficie forestal. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Nota informativa No. 5, mayo.
- Rodríguez Y., G. A. (2013). Selección de los tamaños de muestra para la elaboración de los Inventarios Forestales Estatales. Documento inédito.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerógamica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14 (3-21).
- SAGARPA. (2001). Diagnóstico forestal del estado de Morelos. INIFAP. Instituto Nacional Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Morelos, México.
- SARH. (1994). Inventario Nacional Periódico, Memoria Nacional, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- SE. (2014). Delegaciones y representaciones. Secretaría de Economía. Morelos. [En línea]. Fecha de consulta: 25 de febrero de 2014. Disponible en <http://www.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/morelos#>
- SEMARNAT. (2001). Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2000. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. México.
- SEMARNAT. (2002). Inventarios forestales y tasas de deforestación. [En línea]. Fecha de consulta: 3 de enero de 2011. Disponible en: [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. (2005). Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Edición 2005.
- SEMARNAT. (2006). Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2005. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. México.
- SEMARNAT. (2011). Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. México.
- SEMARNAT. (2012). Inventario Nacional Forestal y de Suelos Informe 2004-2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Coordinación General de Planeación e Información a través de la Gerencia de Inventario Forestal y Geomática. Jalisco México.

**ING. JUAN JOSÉ GUERRA ABUD**  
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

---

**COMISIÓN NACIONAL FORESTAL**

**ING. JORGE RESCALA PÉREZ**  
Director General

**ING. ARTURO SALVADOR BELTRÁN RETIS**  
Director General Adjunto

**DR. ENRIQUE SERRANO GÁLVEZ**  
Coordinador General de Planeación e Información

**ING. RAÚL RODRÍGUEZ FRANCO**  
Gerente de Inventario Forestal y Geomática

**LIC. ARTURO RODRÍGUEZ DÍAZ**  
Gerente Estatal de la CONAFOR en Morelos

---

**LIC. GRACO LUIS RAMÍREZ GARRIDO ABREU**  
Gobernador del Estado de Morelos

Se terminó de imprimir en agosto de 2014 con un tiraje de 1,000 ejemplares en los talleres gráficos Imprenta Imagen Digital Ixtlixochitl núm. 2, Colonia Ahuehuetes, C.P. 56168, Texcoco, Estado de México.