

INVENTARIO ESTATAL FORESTAL Y DE SUELOS

ESTADO DE
MÉXICO

2014

INVENTARIO ESTATAL FORESTAL Y DE SUELOS - ESTADO DE MÉXICO 2014

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 2015

Colección de Inventarios Estatales Forestales y de Suelos 2013-2014

ISBN. 978-607-8383-00-9

Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Estado de México 2014

ISBN. 978-607-8383-27-6

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 13
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 14
- Comisión Nacional Forestal 15
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía 16

CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL

1.1. ANTECEDENTES 21

- Inventarios forestales en México 21
- Inventarios forestales a nivel estatal 22
- Consideraciones de los inventarios forestales 23

1.2. MARCO JURÍDICO 24

- Programa Estratégico Forestal 2025 24
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 24
- Reglamento de la LGDFS 25
- Documento Estratégico Rector del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 25

1.3. METODOLOGÍA 26

- Integración de la cartografía forestal básica por estado en escala 1:50,000 26
- Obtención de la información de campo 28
- Procesamiento y análisis de la información 30

1.4. OBJETIVOS 34

- Objetivos nacionales 34
- Objetivos a nivel estatal 34
- Metas de los inventarios estatales forestales y de suelos 35

CAPÍTULO 2: MARCO GEOGRÁFICO

2.1. MARCO NACIONAL 39

- Ubicación geográfica 39
- Fisiografía 40
- Clima 41
- Hidrografía 41
- Geología 42
- Suelos 42
- Población 42

2.2. MARCO ESTATAL 43

- Ubicación geográfica 43
- Fisiografía y geomorfología 44
- Climas 46
- Hidrografía 50
- Geología 52
- Edafología 54
- Ecorregiones 56

• Economía	58		
• Población	59		
CAPÍTULO 3: RESULTADOS			
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS FORESTALES	63		
• Superficie forestal estatal	65		
• Estructura de las formaciones	74		
3.2. FORMACIONES FORESTALES	76		
• Coníferas	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			
• Coníferas y latifoliadas	96		
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	112
		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	128
		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	134
		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	144	• Áreas no forestales	169
Caracterización de la formación		Caracterización de la formación	
Superficie por tipo de vegetación		Superficie por tipo de uso del suelo	
Estructura de la formación			
Registro de especies			
Regeneración de la masa forestal			
Estado de salud del arbolado			
Conclusiones sobre la formación			
• Zonas áridas	153	3.3. ZONIFICACIÓN FORESTAL	171
Caracterización de la vegetación		• Metodología	171
Superficie por tipo de vegetación		• Categorías	171
Estructura de la formación		• Simbología para la interpretación	173
Registro de especies		de las categorías de la zonificación forestal	
Regeneración de la masa forestal			
Estado de salud del arbolado			
Conclusiones sobre la formación			
• Otras áreas forestales	160	CONCLUSIONES	185
Caracterización de la vegetación			
Superficie por tipo de vegetación			
Estructura de la formación			
Registro de especies			
Conclusiones sobre la formación			
• Áreas forestales perturbadas	167	BIBLIOGRAFÍA	187
Caracterización de la formación			
Superficie por tipo de uso del suelo			
		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

MAPA 1:	Mapa de la República Mexicana	39
MAPA 2:	Estado de México	43
MAPA 3:	Fisiografía y geomorfología	44
MAPA 4:	Climas	46
MAPA 5:	Hidrografía	50
MAPA 6:	Geología	52
MAPA 7:	Edafología	54
MAPA 8:	Ecorregiones	56
MAPA 9:	Formaciones forestales del estado	63
MAPA 10:	Ubicación y distribución de coníferas	76
MAPA 11:	Ubicación y distribución de coníferas y latifoliadas	96
MAPA 12:	Ubicación y distribución de latifoliadas	112
MAPA 13:	Ubicación y distribución de bosque mesófilo	128
MAPA 14:	Ubicación y distribución de selvas bajas	134
MAPA 15:	Ubicación y distribución de otras asociaciones	144
MAPA 16:	Ubicación y distribución de zonas áridas	153
MAPA 17:	Ubicación y distribución de otras áreas forestales	160
MAPA 18:	Ubicación y distribución de áreas forestales perturbadas	167
MAPA 19:	Ubicación y distribución de áreas no forestales	169
MAPA 20:	Zonas de conservación	176
MAPA 21:	Zonas de producción	177

MAPA 22:	Zonas de restauración	178
-----------------	-----------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:	Imágenes <i>Rapid Eye</i>	26
FIGURA 2:	Forma y distribución de las unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios dentro de la unidad primaria (UPM) o conglomerado	29
FIGURA 3:	Diagrama relacional de la base de datos del IEFYS versión 2013	31
FIGURA 4:	Número de variables por tabla de trabajo	32
FIGURA 5:	Pantalla principal del sistema de captura Access	33
FIGURA 6:	Proceso de exportación de la información a su destino final	33
FIGURA 7:	Principales grupos de especies maderables en el estado	58
FIGURA 8:	Industrialización de productos forestales	58
FIGURA 9:	Número de formaciones por municipio	64
FIGURA 10:	Distribución de la superficie estatal por uso de suelo y vegetación	64
FIGURA 11:	Proporción de la superficie forestal	65
FIGURA 12:	Composición de la vegetación secundaria	75
	<ul style="list-style-type: none">• Coníferas	
FIGURA 13:	Estructura de la formación por fase sucesional	82
FIGURA 14:	Proporción de las principales especies presentes en la formación	83
FIGURA 15:	Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	84
FIGURA 16:	Distribución de frecuencias por clase de altura	85
FIGURA 17:	Distribución de frecuencias por clase diamétrica	85
FIGURA 18:	Tiempos de paso en la formación coníferas	87

FIGURA 19: Frecuencia de daño por agente causal	94	FIGURA 40: Proporción de daño por intensidad del agente causal	127
FIGURA 20: Proporción de daño por agente causal	94	• Bosque mesófilo	
FIGURA 21: Proporción de daño por agente causal en arbolado muerto	95	FIGURA 41: Estructura de la formación por fase sucesional	130
FIGURA 22: Proporción de daño por intensidad del agente causal	95	FIGURA 42: Distribución de frecuencias por clase de altura	130
• Coníferas y latifoliadas		FIGURA 43: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	131
FIGURA 23: Estructura de la formación forestal por fase sucesional	99	FIGURA 44: Proporción de las principales especies presentes en la formación	131
FIGURA 24: Proporción de las principales especies presentes en la formación	99	FIGURA 45: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	132
FIGURA 25: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	100	FIGURA 46: Frecuencia de daño por agente causal	132
FIGURA 26: Distribución de frecuencias por clase de altura	101	FIGURA 47: Proporción de daño por agente causal	132
FIGURA 27: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	101	FIGURA 48: Proporción de daño por intensidad del agente causal	133
FIGURA 28: Frecuencia de daño por agente causal	110	• Selvas bajas	
FIGURA 29: Proporción de daño por agente causal	110	FIGURA 49: Estructura de la formación por fase sucesional	136
FIGURA 30: Frecuencia de daño por agente causal en arbolado muerto	110	FIGURA 50: Proporción de las principales especies presentes en la formación	137
FIGURA 31: Proporción de daño por intensidad del agente causal	111	FIGURA 51: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	137
• Latifoliadas		FIGURA 52: Distribución de frecuencias por clase de altura	138
FIGURA 32: Estructura de la formación forestal por fase sucesional	113	FIGURA 53: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	138
FIGURA 33: Proporción de las principales especies presentes en la formación	116	FIGURA 54: Frecuencia de daño por agente causal	142
FIGURA 34: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	117	FIGURA 55: Proporción de daño por agente causal	142
FIGURA 35: Distribución de frecuencias por clase de altura	117	FIGURA 56: Proporción de daño por agente causal en arbolado muerto	142
FIGURA 36: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	118		
FIGURA 37: Frecuencia de daño por agente causal	126		
FIGURA 38: Proporción de daño por agente causal	126		
FIGURA 39: Proporción de daño por agente causal de arbolado muerto	126		

FIGURA 57: Proporción de daño por intensidad del agente causal	143
• Otras asociaciones	
FIGURA 58: Distribución de frecuencias por clase de altura	148
FIGURA 59: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	148
FIGURA 60: Proporción de las principales especies presentes en la formación	149
FIGURA 61: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado	149
FIGURA 62: Frecuencia de daño por agente causal	150
FIGURA 63: Proporción de daño por agente causal	151
FIGURA 64: Proporción de daño por intensidad del agente causal	151
• Zonas áridas	
FIGURA 65: Estructura de la formación por fase sucesional	155
FIGURA 66: Distribución de frecuencias por clase de altura	156
FIGURA 67: Distribución de frecuencias por clase diamétrica	157
FIGURA 68: Proporción de las principales especies presentes en la formación	157
FIGURA 69: Frecuencia de daño por agente causal	158
• Otras áreas forestales	
FIGURA 70: Distribución de frecuencias por clase de altura	165
FIGURA 71: Distribución de frecuencias por clase diámetrica	165
• Áreas forestales perturbadas	
FIGURA 72: Distribución de la superficie de las áreas forestales perturbadas	168
• Áreas no forestales	
FIGURA 73: Distribución de la superficie de las áreas no forestales	170
• Zonificación	
FIGURA 74: Distribución de categorías de zonificación	172

FIGURA 75: Distribución de categorías de zonificación para coníferas	180
FIGURA 76: Distribución de categorías de zonificación para coníferas y latifoliadas	181
FIGURA 77: Distribución de categorías de zonificación para latifoliadas	181
FIGURA 78: Distribución de categorías de zonificación para selvas bajas	182
FIGURA 79: Distribución de categorías de zonificación para otras asociaciones	182
FIGURA 80: Distribución de categorías de zonificación para zonas áridas	182
FIGURA 81: Distribución de categorías de zonificación para áreas no forestales	182

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Leyenda utilizada en la cartografía	27
TABLA 2: Ubicación geográfica	39
TABLA 3: Provincias fisiográficas de México	40
TABLA 4: Principales elevaciones de México	40
TABLA 5: Presencia de grupos climáticos en México	41
TABLA 6: Ríos	41
TABLA 7: Suelos	42
TABLA 8: Proporción de la superficie que ocupan las provincias fisiográficas	44
TABLA 9: Elevaciones principales	45
TABLA 10: Grupo de climas A	48
TABLA 11: Grupo de climas B	48
TABLA 12: Grupo de climas C	49
TABLA 13: Grupo de climas E	49
TABLA 14: Proporción de la superficie que ocupan las regiones hidrológicas	50
TABLA 15: Principales presas en el estado	51

TABLA 16: Clasificación geológica del estado	53	TABLA 29: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)	87
TABLA 17: Proporción de la superficie estatal por tipo de suelo	54	TABLA 30: Estimador de razón para IMA por hectárea (m ³ /hectárea/año)	87
TABLA 18: Densidad de población de las zonas forestales y no forestales	59	TABLA 31: Indicadores dasométricos a nivel municipal	88
TABLA 19: Superficie forestal por formación a nivel municipal (hectáreas)	66	<ul style="list-style-type: none"> • Coníferas y latifoliadas 	
TABLA 20: Superficie forestal de las formaciones por estado sucesional	74	TABLA 32: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)	97
<ul style="list-style-type: none"> • Coníferas 		TABLA 33: Proporción de los principales géneros presentes en la formación	99
TABLA 21: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)	79	TABLA 34: Descripción de la altura del arbolado (metros)	100
TABLA 22: Proporción de los principales géneros presentes en la formación	82	TABLA 35: Descripción de diámetros (centímetros)	100
TABLA 23: Descripción de la altura del arbolado (metros)	85	TABLA 36: Estimador de razón par densidad de árboles (árboles/hectárea)	102
TABLA 24: Descripción de diámetros (centímetros)	85	TABLA 37: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)	102
TABLA 25: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)	86	TABLA 38: Estimador de razón para área basal (m ² /hectárea)	102
TABLA 26: Estimador de razón por cobertura de copa (%/hectárea)	86		
TABLA 27: Estimador de razón para área basal (m ² /hectárea)	86		
TABLA 28: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m ³ /hectárea)	87		

TABLA 39: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m ³ /hectárea)	103	TABLA 53: Descripción de la altura del arbolado (metros)	130
TABLA 40: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)	103	TABLA 54: Descripción de diámetros (centímetros)	130
TABLA 41: Indicadores dasométricos a nivel municipal	104	TABLA 55: Proporción de los principales géneros presentes en la formación	131
• Latifoliadas		• Selvas bajas	
TABLA 42: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)	114	TABLA 56: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)	135
TABLA 43: Proporción de los principales géneros presentes en la formación	116	TABLA 57: Proporción de los principales géneros presentes en la formación	137
TABLA 44: Descripción de la altura del arbolado (metros)	117	TABLA 58: Descripción de la altura del arbolado (metros)	138
TABLA 45: Descripción de diámetros (centímetros)	118	TABLA 59: Descripción de diámetros (centímetros)	138
TABLA 46: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)	118	TABLA 60: Estimador de razón para la densidad de árboles (árboles/hectárea)	139
TABLA 47: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)	118	TABLA 61: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)	139
TABLA 48: Estimador de razón para área basal (m ² /hectárea)	118	TABLA 62: Estimador de razón para área basal (m ² /hectárea)	139
TABLA 49: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m ³ /hectárea)	119	TABLA 63: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m ³ /hectárea)	139
TABLA 50: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)	119	TABLA 64: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)	139
TABLA 51: Indicadores dasométricos a nivel municipal	120	TABLA 65: Indicadores dasométricos a nivel municipal	140
• Bosque mesófilo		• Otras asociaciones	
TABLA 52: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)	129	TABLA 66: Superficie por municipio, según tipo de vegetación (hectáreas)	146
		TABLA 67: Descripción de la altura del arbolado (metros)	148
		TABLA 68: Descripción de diámetros (centímetros)	148
		TABLA 69: Proporción de los principales géneros presentes en la formación	149
		• Zonas áridas	
		TABLA 70: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)	154
		TABLA 71: Descripción de la altura del arbolado (metros)	156

TABLA 72: Descripción de diámetros (centímetros)	157
TABLA 73: Proporción de los principales géneros presentes en la formación	157
• Otras áreas forestales	
TABLA 74: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)	163
TABLA 75: Descripción de la altura del arbolado (metros)	165
TABLA 76: Descripción de diámetros (centímetros)	165
• Zonificación	
TABLA 77: Zonificación forestal del Estado de México	172
TABLA 78: Superficie de las zonas de conservación	173
TABLA 79: Superficie de las zonas de producción	173
TABLA 80: Superficie de las zonas de restauración	173
TABLA 81: Zonificación forestal por formación (hectáreas)	174



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 16 tomos del compendio de los 32 Inventarios Estatales Forestales y de Suelos, a finalizar en 2015. 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



Postal nocturna de la Laguna de la Luna, en el Nevado de Toluca



Bosque de *Pinus* sp. en San Pablo Ixayoc, Texcoco



CAPÍTULO

1

MARCO CONCEPTUAL



Bosque de galería en Valle de Bravo

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).

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 Inventarios 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 ₂ 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 m³/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

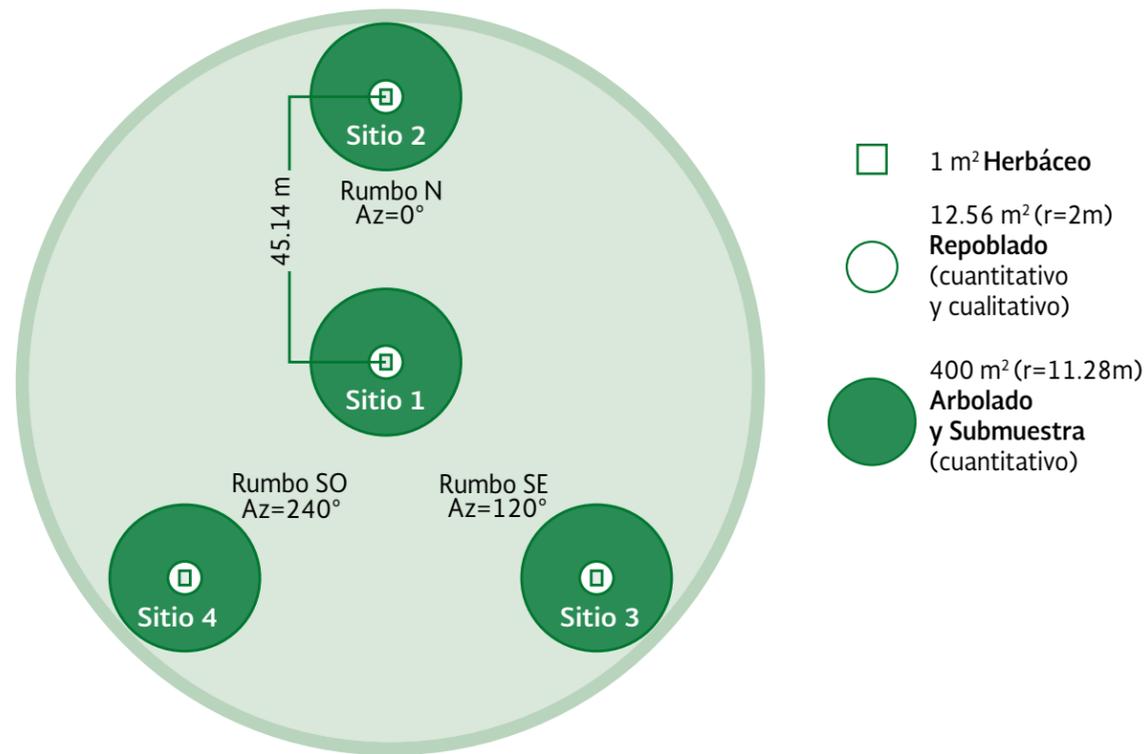
cuatro Unidades de Muestreo Secundarias (UMS) o sitios, dispuestos geométricamente en forma de una “Y” invertida con respecto al Norte (Figura 2).

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 m² 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 m², 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 m², 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.

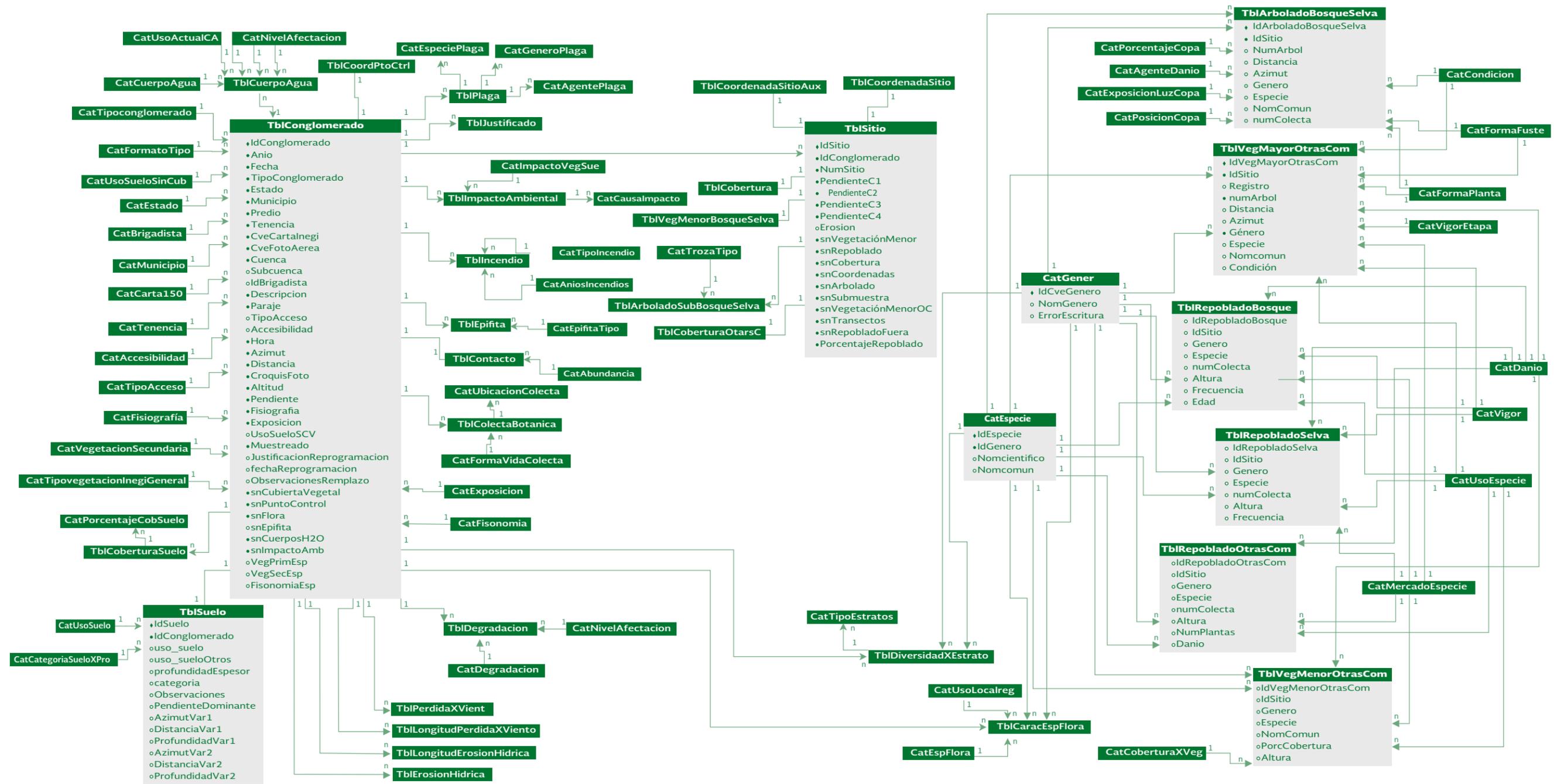
Finalmente, durante el procesamiento de la información se aplican procesos de depuración que permiten reducir el error de estimación final de los parámetros de interés, tales como algunos filtros que se especifican en la metodología de cálculo.

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



Para la base de datos del INFYS 2009-2013 y la base de datos del IEFYS, existen dos tablas que conforman el núcleo principal de la estructura del diagrama de Entidad-Relación del cual dependen las demás tablas: la tabla *TblConglomerado* y la tabla *TblSitio*.

La primera almacena los atributos generales del conglomerado o UMP. Cuenta con un identificador único (llave primaria) denominado *idConglomerado*, mediante el cual se vincula con las demás tablas que contienen información recabada a nivel de conglomerado.

La segunda almacena los atributos de la información recabada en cada sitio o UMS. La llave primaria e identificador único de esta tabla es el campo llamado *idSitio*, a través del cual se vincula con las tablas que registran la información específica de la vegetación encontrada en el área (400 m²) de cada uno de los cuatro sitios del conglomerado. En el caso de que

los cuatro hayan sido accesibles, de lo contrario, no se registra información de aquellos a los que no se pudieron acceder.

En la Figura 4 se muestra el número de variables que contiene cada una de las 33 tablas de trabajo.

Además en la base de datos se cuenta con 59 tablas secundarias tipo catálogo, que a su vez se encuentran relacionadas con otras tablas de trabajo.

Los datos recabados y llenados en campo en formato de papel impreso para después ser capturados mediante una aplicación desarrollada en *Microsoft Access*, se denominan "Cliente de captura". Cada módulo de aplicación contiene características acordes a la planeación del inventario en cada fase, así como distintas validaciones y controles automatizados de calidad con parámetros preestablecidos implementados en cada una de las secciones con la finalidad de minimizar el error de captura.

Esta aplicación contiene un módulo de captura para el formato de bosques, uno para el de selvas y otro para el de comunidades áridas y semiáridas, con secciones y objetos dispuestos en el mismo orden que el formato impreso, los cuales permiten agregar expedientes completos de conglomerados, editarlos y eliminarlos con la ayuda de un objeto de búsqueda que facilita su localización. Así mismo, cuenta con un módulo adicional para cada tipo de formato que permite visualizar o imprimir, en forma de reporte, la información capturada para su revisión.

Otra de las características de la aplicación es el nuevo módulo "Colecta" que permite el registro e impresión en forma de reporte de las colectas botánicas.

FIGURA 4: Número de variables por tabla de trabajo

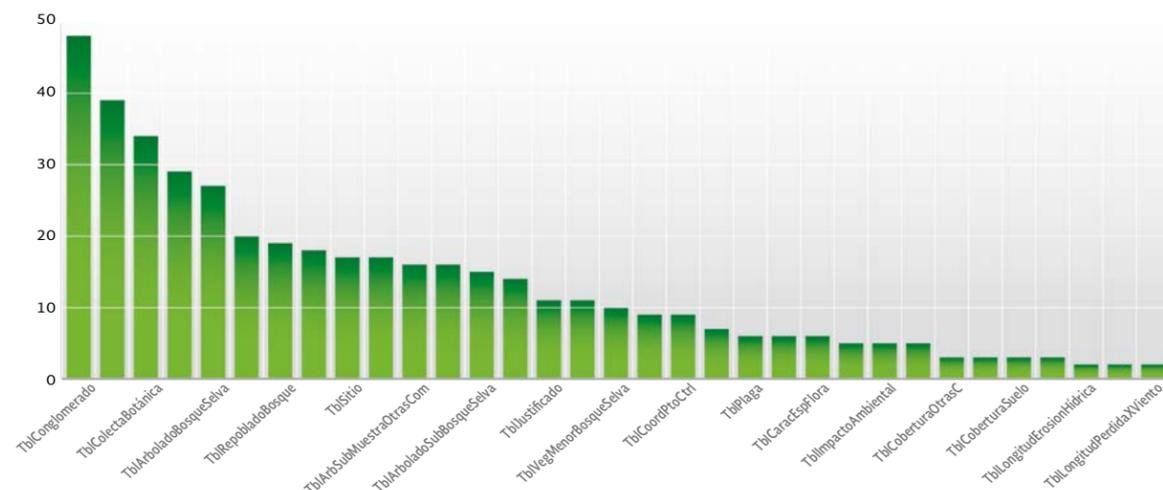


FIGURA 5: Pantalla principal del sistema de captura Access



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.



Volcán Popocatepetl



CAPÍTULO

2

MARCO GEOGRÁFICO



Laguna en Valle de Bravo

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		
Latitudes extremas		
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
Superficie territorial (km²)		
Continental		1,959,248
Insular		5,127
Longitud de la línea de costa (km)		
Océano Pacífico		7,828
Golfo de México y Mar Caribe		3,294
Límites internacionales (km)		
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 COMPRENEN		
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, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz de Ignacio de la Llave 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 de la Llave
IX	Mesa del Centro	Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, 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, 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.

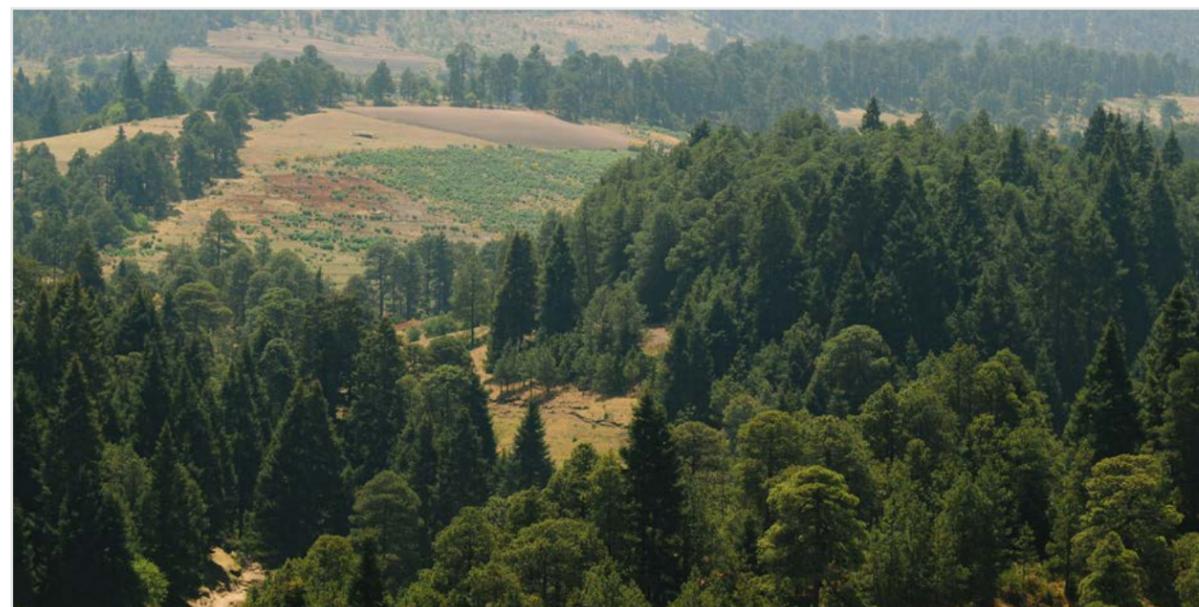
CLIMA

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.

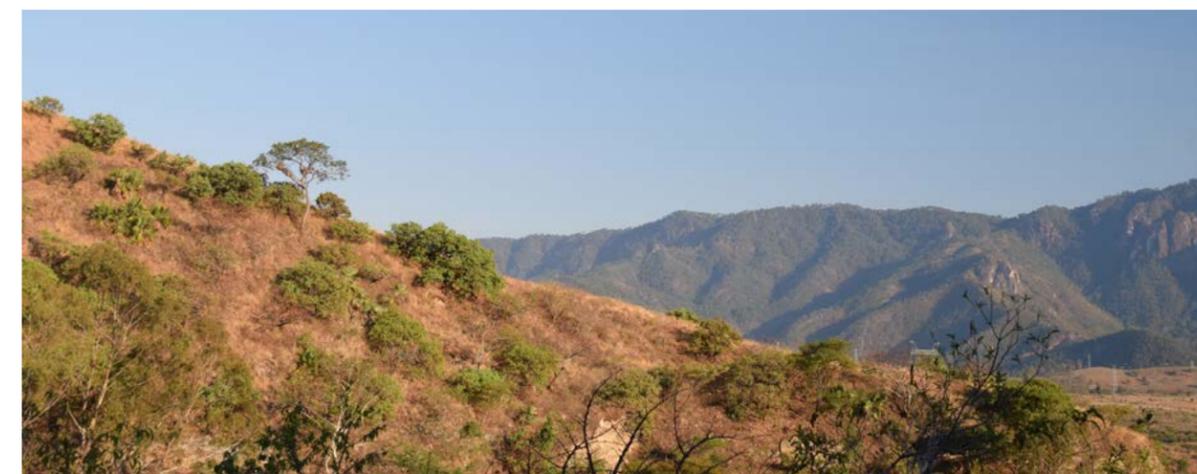
TABLA 5: Presencia de grupos climáticos en México

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.



Bosque de *Abies* sp. en Toluca



Clima cálido subhúmedo en Donato Guerra

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:	
Leptosoles	27.4
Regosoles	13.9
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:	
Phaeozem	11.9
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:	
Calcisoles	10.0
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:	
Luvisoles	9.1

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.



Cosmovital Jardín Botánico, en la capital de la entidad

2.2. MARCO ESTATAL

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Estado de México se localiza al centro de la República Mexicana, entre las coordenadas 20° 17' 00" N, 18° 20' 00" S de latitud norte y 98° 35' 00" E, 100° 37' 00" O de longitud oeste; cuenta con una extensión territorial de 2,222,657.7 hectáreas que representan 1.1 % de la superficie total nacional, ocupando por su extensión el lugar 25 respecto al resto de las entidades (INEGI, 2014).

Esta entidad federativa colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; al este con Puebla y Tlaxcala; al sur con Morelos, Guerrero y el Distrito Federal; y al oeste con Guerrero y Michoacán de Ocampo (INEGI, 2014).

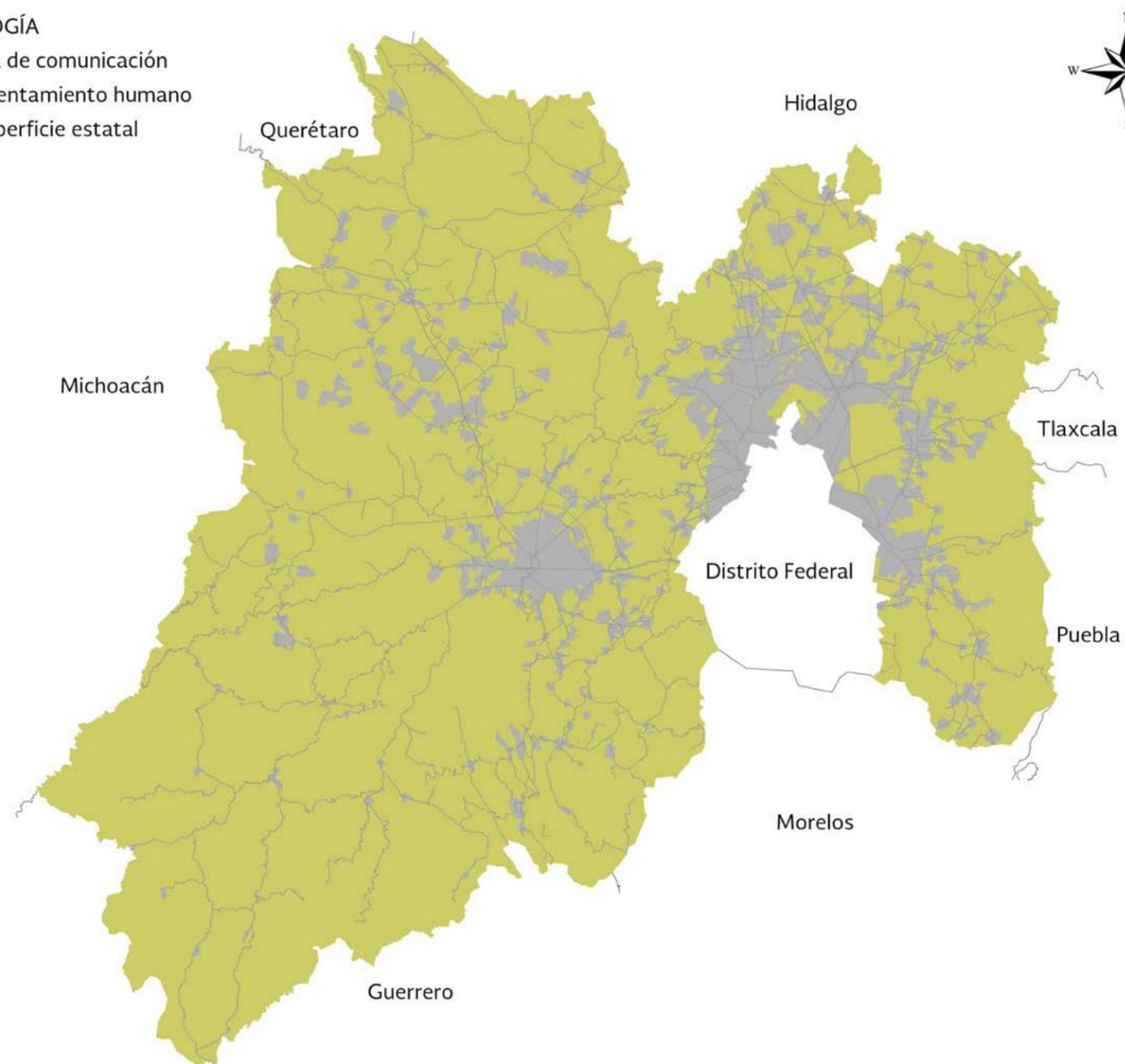


Zonas características del estado

MAPA 2: ESTADO DE MÉXICO

SIMBOLOGÍA

- Vía de comunicación
- Asentamiento humano
- Superficie estatal



1:1,200,000

FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El Estado de México es cruzado por dos provincias fisiográficas, el Eje Neovolcánico al norte y centro, y la Sierra Madre del Sur en el extremo sur de la entidad; la mayor parte de su territorio se localiza en la parte central de la meseta de Anáhuac y comprende los valles de México, Toluca, parte del valle de Puebla y las cadenas montañosas de Sierra Nevada, Monte de las Cruces, Monte Alto y Cumbres Occidentales.

La meseta de Anáhuac expone importantes elevaciones como el Volcán Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Nevado de Toluca, los cerros Tláloc, Telapón y Jocotitlán, todos por arriba de 3,900 msnm (INEGI, 2014).

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

PROVINCIA FISIAGRÁFICA	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Eje Neovolcánico	75.11
Sierra Madre del Sur	24.43
Cuerpos de agua	0.46

FUENTE: INEGI, 2001.

La entidad presenta toposformas diversas, siendo las más representativas: lomerío de basalto, sierra alta, vaso lacustre y lomerío de tobas, situadas en la provincia del Eje Neovolcánico, con excepción de la segunda que se encuentra en la Sierra Madre de Sur; todo el complejo territorio de toposformas suma 2,222,657.8 hectáreas, que constituyen 99.5 % del total de la superficie de la entidad, y el restante 0.5 % corresponde a cuerpos de agua perennes con 10,321.0 hectáreas.

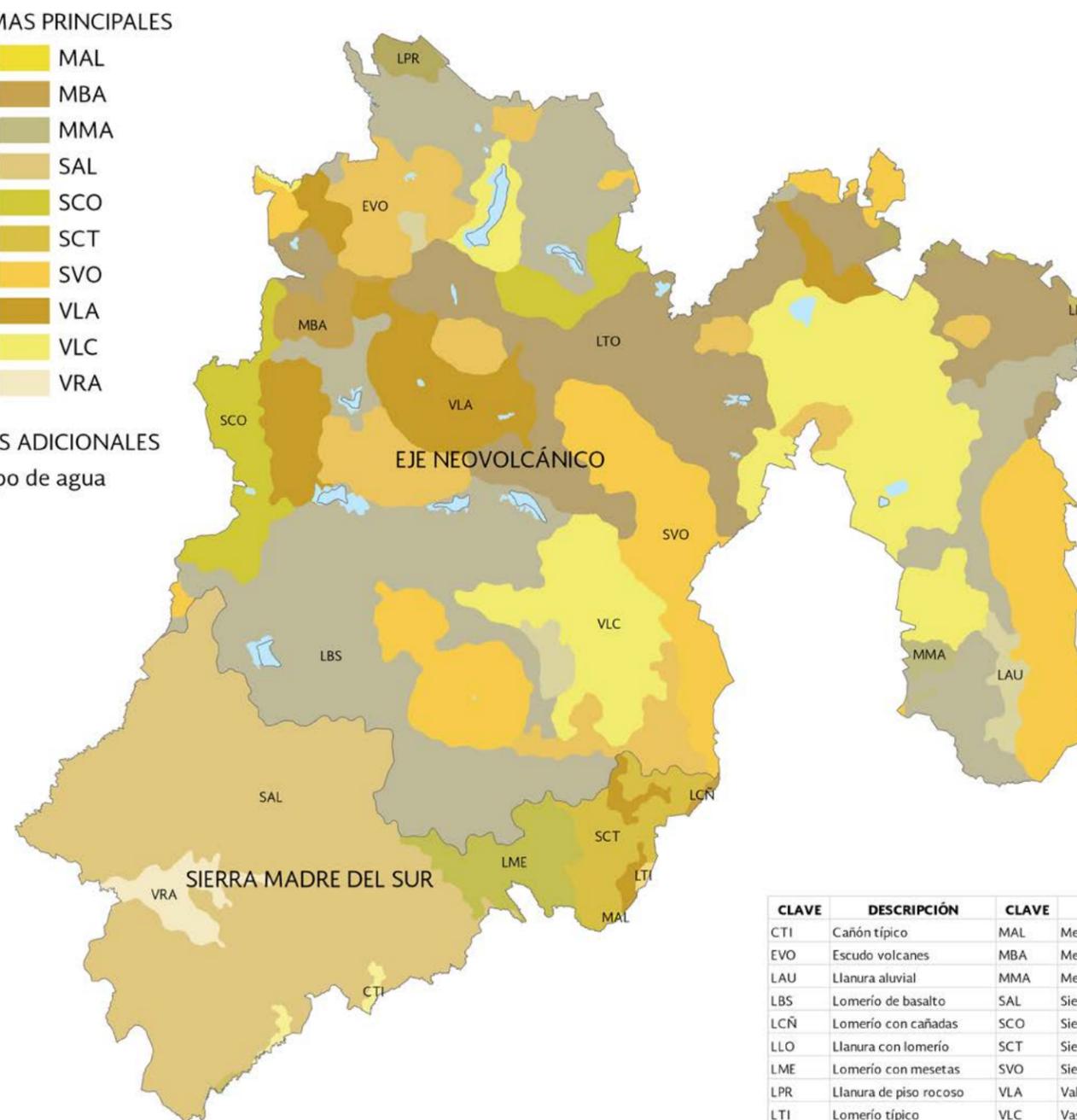
MAPA 3: FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

TOPOFORMAS PRINCIPALES

CTI	MAL
EVO	MBA
LAU	MMA
LBS	SAL
LCÑ	SCO
LLO	SCT
LME	SVO
LPR	VLA
LTI	VLC
LTO	VRA

ELEMENTOS ADICIONALES

Cuerpo de agua



CLAVE	DESCRIPCIÓN	CLAVE	DESCRIPCIÓN
CTI	Cañón típico	MAL	Meseta de aluvión
EVO	Escudo volcanes	MBA	Meseta basáltica
LAU	Llanura aluvial	MMA	Meseta con malpaís
LBS	Lomerío de basalto	SAL	Sierra alta
LCÑ	Lomerío con cañadas	SCO	Sierra compleja
LLO	Llanura con lomerío	SCT	Sierra de cumbres tendidas
LME	Lomerío con mesetas	SVO	Sierra volcánica
LPR	Llanura de piso rocoso	VLA	Valle de laderas
LTI	Lomerío típico	VLC	Vaso lacustre
LTO	Lomerío de tobas	VRA	Valle ramificado

TABLA 9: Elevaciones principales

NOMBRE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTITUD (msnm)
Volcán Popocatepetl	19° 01' 30"	98° 37' 30"	5,500
Volcán Iztaccíhuatl	19° 09' 45"	98° 39' 00"	5,220
Nevado de Toluca	19° 06' 00"	99° 46' 24"	4,680
Cerro El Mirador	19° 25' 01"	98° 41' 54"	4,120
Cerro Telapón	19° 22' 05"	98° 43' 12"	4,060
Cerro Atlamasha	19° 06' 20"	98° 40' 20"	3,980
Cerro Jocotitlán	19° 44' 11"	99° 45' 29"	3,910
Cerro La Corona	19° 07' 11"	99° 20' 58"	3,780
Cerro La Catedral	19° 32' 50"	99° 31' 12"	3,770
Cerro La Calera	19° 10' 45"	99° 49' 30"	3,740
Cerro Las Palomas	19° 33' 19"	99° 30' 08"	3,720
Cerro Las Navajas	19° 32' 08"	99° 30' 19"	3,710
Cerro Cervantes	19° 29' 56"	99° 28' 59"	3,660
Cerro El Gavilán	19° 14' 48"	99° 21' 36"	3,650
Cerro El Picacho	19° 34' 11"	100° 13' 17"	3,640
Cerro Pelón	19° 22' 56"	100° 15' 28"	3,500
Cerro La Guadalupeana	19° 31' 59"	99° 53' 23"	3,370
Cerro La Peña Ñadó	20° 04' 00"	99° 56' 00"	3,320
Cerro Yeguashi	19° 55' 24"	99° 58' 08"	3,080
Cerro Las Ánimas	19° 47' 16"	99° 31' 26"	3,060
Cerro Gordo	19° 45' 04"	98° 49' 35"	3,060

FUENTE: INEGI 2001; INEGI, 2014.

La caprichosa e irregular distribución de la amplia serie de topoformas anotadas crea un variado mosaico de climas y vegetación, que incluye la formación de cuerpos de agua, generando diversidad de regiones que permiten obtener una serie de productos y generar servicios que incrementan la fortaleza productiva de la entidad.



Vista de los volcanes Izta-Popo desde el cerro Tláloc

CLIMAS

En el Estado de México se encuentran presentes cuatro grupos de climas: A (cálidos), B (secos), C (templados) y E (fríos); de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García 1964 (INEGI, 2000).

Grupo de climas A (cálidos)

El grupo climático A se encuentra distribuido en 13.9 % de la superficie estatal y se presenta en cinco subtipos que comprenden los tipos cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo; se localizan al sur de la entidad, cubriendo una superficie de 309,481.2 hectáreas.

Grupo de climas B (secos)

El grupo climático B se encuentra en proporción menor al grupo anterior, representando 5.7 % de la superficie estatal con 127,812.4 hectáreas, está conformado por dos subtipos y se localiza en la zona este de la entidad.

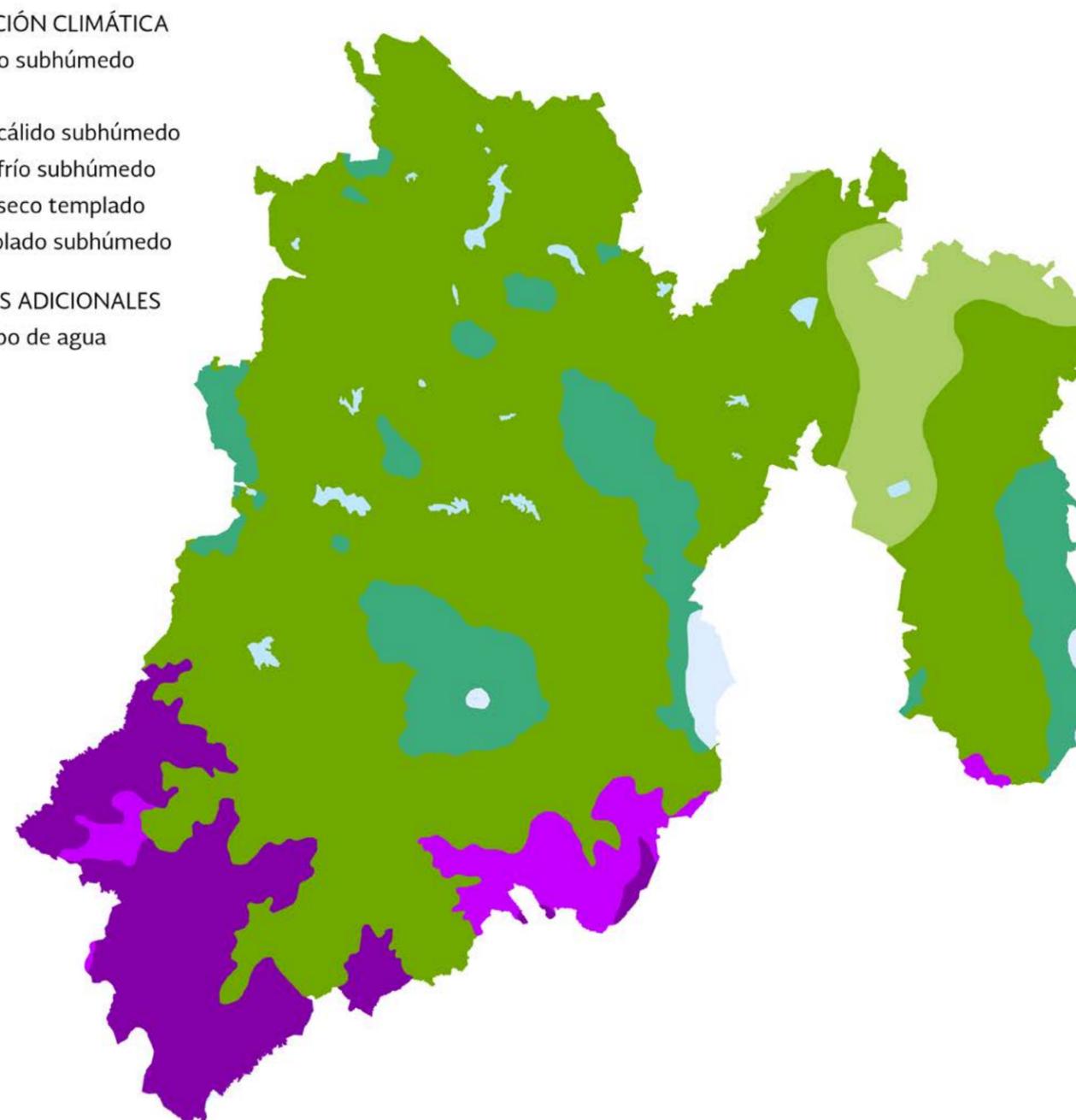
MAPA 4: CLIMAS

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

- Cálido subhúmedo
- Frío
- Semicálido subhúmedo
- Semifrío subhúmedo
- Semiseco templado
- Templado subhúmedo

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



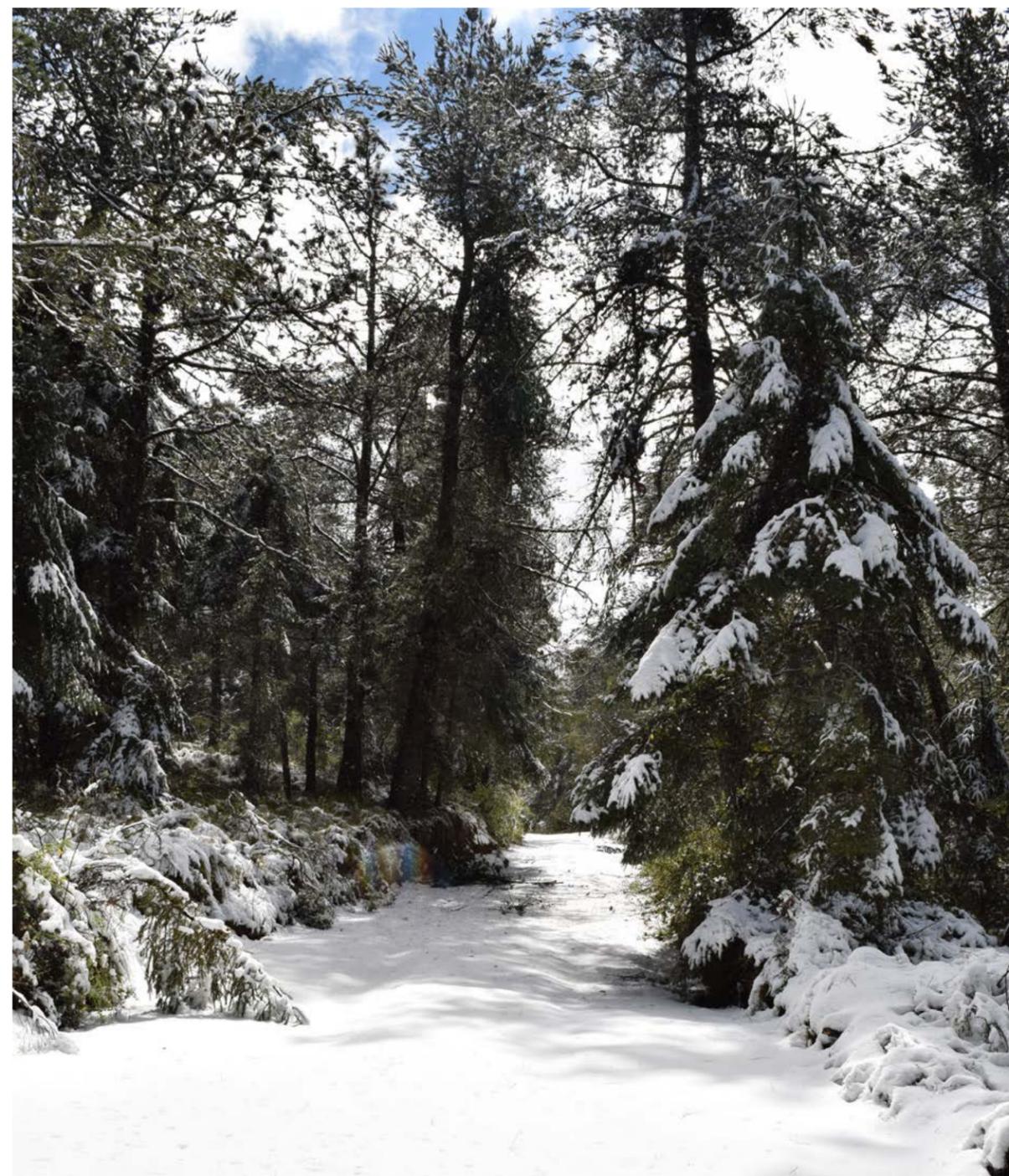
1:1,200,000

Grupo de climas C (templados)

El grupo climático C se encuentra distribuido en la mayor parte de la superficie de la entidad, ocupa 80.2 % del territorio, con 1,781,787.8 hectáreas, se presentan ocho subtipos y cubre la mayoría de los municipios del estado, a excepción de los municipios del sur, suroeste y las zonas de volcanes.

Grupo de climas E (fríos)

El grupo de climas E es el que menor proporción ocupa, solamente 3,576.3 hectáreas que representan 0.2 % de la superficie de la entidad, se limita a la zona de los volcanes y cumbres de las montañas más elevadas, como el Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, Sierra de las Cruces y Cerro de Jocotitlán.



Bosque de *Abies religiosa* en clima frío

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 (%)
Grupo de climas A (cálidos)	Cálido subhúmedo $Aw_0(w)$	> 22	> 18	< 60	Verano	< 42.2	< 5	5.65
	Cálido subhúmedo $Aw_1(w)$	> 22	> 18	< 60	Verano	43.2 a 55.0	< 5	4.69
	Semicálido subhúmedo $A(C)w_0(w)$	18 a 22	> 18	< 60	Verano	< 43.2	< 5	0.02
	Semicálido subhúmedo $A(C)w_1(w)$	18 a 22	> 18	< 60	Verano	43.2 a 55.0	< 5	2.84
	Semicálido subhúmedo $A(C)w_2(w)$	18 a 22	> 18	< 40	Verano	> 55.0	< 5	0.73

FUENTE: INEGI, 2000.

TABLA 11: Grupo de climas B

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 (%)
Grupo de climas B (secos)	Semiseco templado BS_1kw	12 a 18	-3 a 18	-	Verano	> 22.9	5 a 10.2	5.66
	Semiseco templado $BS_1kw(w)$	12 a 18	-3 a 18	-	Verano	> 22.9	< 5	0.09

FUENTE: INEGI, 2000.

TABLA 12: 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 (%)
Grupo de climas C (templados)	Templado subhúmedo (A)C(w ₁)(w)	> 18	> 18	< 40	Verano	43.2 a 55.0	< 5	1.24
	Templado subhúmedo (A)C(w ₂)(w)	> 18	> 18	< 40	Verano	> 55.0	< 5	5.55
	Templado subhúmedo C(w ₀)(w)	12 a 18	-3 a 18	< 40	Verano	< 43.2	< 5	9.21
	Templado subhúmedo C(w ₁)(w)	12 a 18	-3 a 18	< 40	Verano	43.2 a 55.0	< 5	5.71
	Templado subhúmedo C(w ₂)(w)	12 a 18	-3 a 18	< 40	Verano	> 55	< 5	46.89
	Semifrío húmedo C(E)(m)(w)	5 a 12	-3 a 18	< 40	Abundante de verano	< 43.2	< 5	0.67
	Semifrío subhúmedo C(E)(w0)(w)	5 a 12	-3 a 18	< 40	Verano	< 43.2	< 5	0.20
	Semifrío subhúmedo C(E)(w2)(w)	5 a 12	-3 a 18	< 50	Verano	> 55	< 5	10.70

FUENTE: INEGI, 2000.

TABLA 13: Grupo de climas E

CLIMA	SUBTIPO CLIMÁTICOS	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS FRÍO (°C)	PRECIPITACIÓN DEL MES MAS SECO (mm)	RÉGIMEN DE LLUVIA	COCIENTE DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Grupo de climas E (fríos)	Frío E(T)H	-2 a 5	< 0	-	-	-	-	0.16

FUENTE: INEGI, 2000.

HIDROGRAFÍA

El estado forma parte de tres grandes regiones hidrológicas, la del Balsas con 41.8 %, la del Pánuco con 34.5 % y la del Lerma-Santiago que ocupa 23.7 % de la superficie estatal.

A la región Balsas pertenecen las siguientes cuencas: río Cutzamala, río Atoyac, río Grande de Amacuzac, río Balsas-Zirándalo y río Balsas-Mezcala; mientras que la cuenca del río Moctezuma corresponde a la región Pánuco y finalmente la cuenca del río Lerma-Toluca pertenece a la región del mismo nombre.

En la entidad se registran 26 corrientes principales de agua, las cuales reciben el aporte de ríos y arroyos que determinan y favorecen el abasto de múltiples lagunas y 10 presas, que dan sustento a las actividades ecológicas, agropecuarias y turísticas.

TABLA 14: Proporción de la superficie que ocupan las regiones hidrológicas

REGIÓN HIDROLÓGICA	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Balsas	41.77
Pánuco	34.49
Lerma-Santiago	23.74

FUENTE: CONAGUA, 2007.

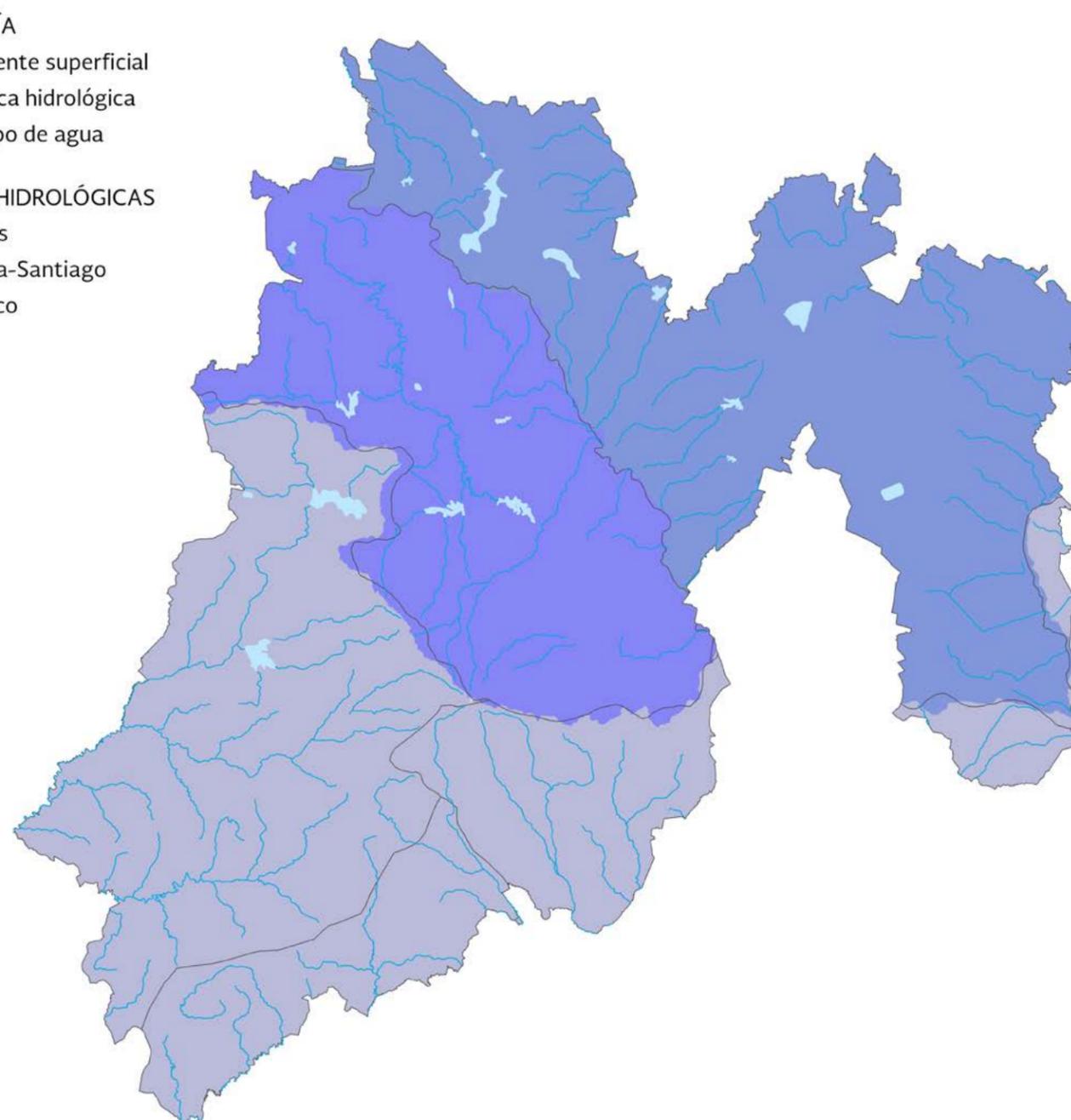
MAPA 5: HIDROGRAFÍA

SIMBOLOGÍA

-  Corriente superficial
-  Cuenca hidrológica
-  Cuerpo de agua

REGIONES HIDROLÓGICAS

-  Balsas
-  Lerma-Santiago
-  Pánuco



1:1,200,000

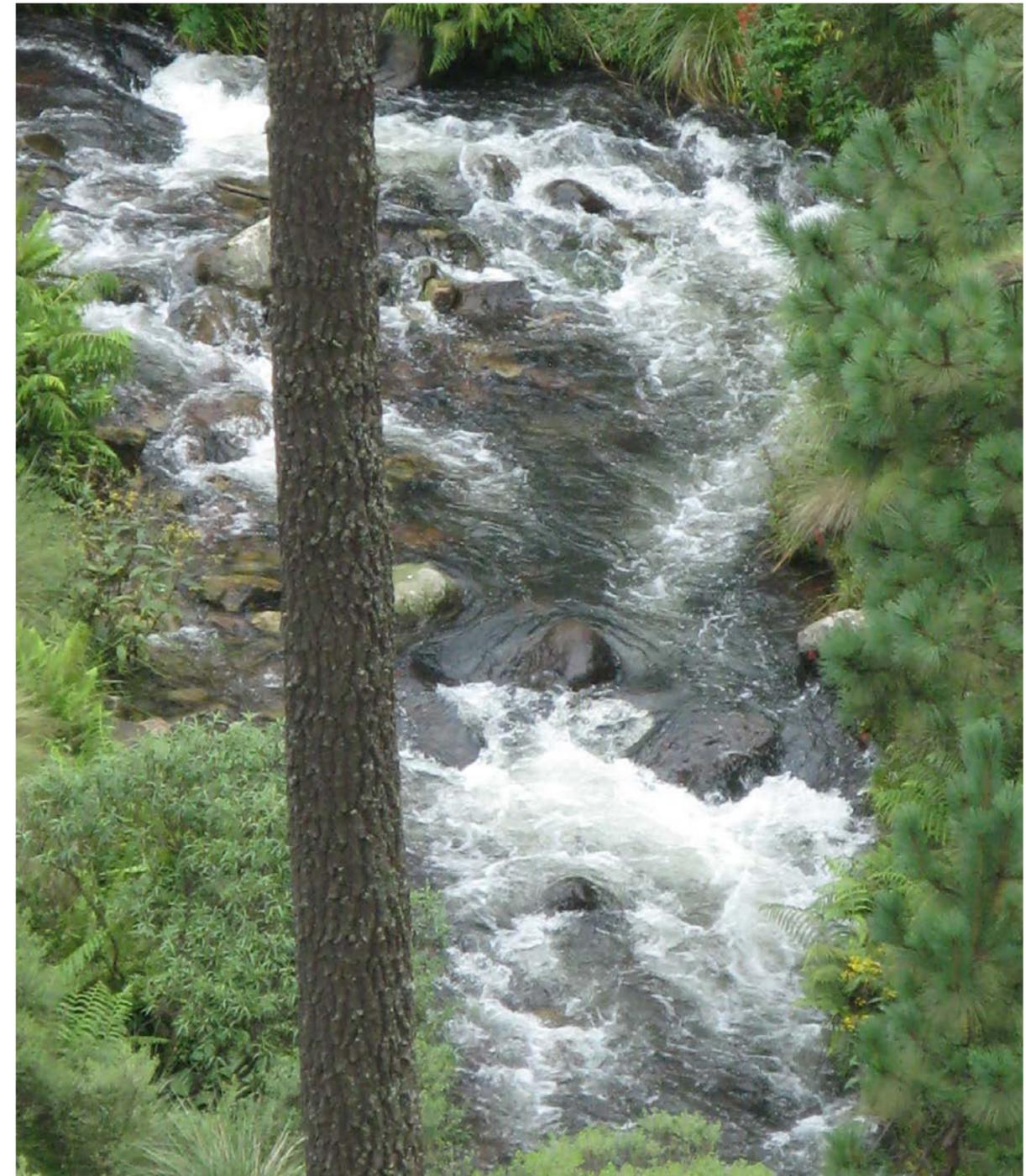
En el norte del estado destacan los ríos: Lerma, Jaltepec, La Venta, San Pedro, Ñadó, Coscomate, Salado y La Pila, que alimentan la presa Tepetitlán y que suman su flujo a la cuenca del río Lerma-Toluca y algunas lagunas. Los correspondientes a la región hidrológica Pánuco tienen su origen en las subcuencas del Lago de Texcoco, que recoge las aguas de los ríos la Asunción, los Remedios, Tlalmanalco o de la Compañía, Río Frío, Los Reyes, Panoaya, Zarco, San Bernardino y Huapango; así como las corrientes de Zumpango, Coscomate, San Isidro, Aculco y Cuautitlán, que junto con Taxhimay y Rosas alimentan el caudal del río Tula-Moctezuma. En la región hidrológica Balsas, al sur del estado, destacan los ríos Temascaltepec, Sultepec y Chalma, entre otros, que alimentan a los ríos principales que dan nombre a las cuencas en esta región.

Además de las presas mencionadas anteriormente, en la entidad se registran otras presas de menor capacidad y lagos importantes en las regiones a las que pertenecen y son las presas Antonio Alzate, Danxhó, Ignacio Ramírez y Valle de Bravo y los lagos de Nabor Carrillo y Zumpango.

Tabla 15: Principales presas en el estado

REGIÓN HIDROLÓGICA	NOMBRE OFICIAL	NOMBRE COMÚN	CORRIENTE EN LA QUE SE UBICA LA PRESA	AÑO DE TERMINACIÓN	USOS
Balsas	Villa Victoria	Villa Victoria	Río San José Malacatepec	1944	Abastecimiento público
Golfo Norte *	Huapango	Huapango	Río Huapango o Arroyo Zarco	1780	Irrigación
Lerma-Santiago-Pacífico	San Andrés Tepetitlán	Tepetitlán	Río Jaltepec	1964	Irrigación
Valle de México*	Guadalupe	Guadalupe	Río Cuautitlán	1983	Irrigación
Valle de México*	Taxhimay	Taxhimay	Río San Luis de las Peras	1912	Irrigación

NOTA: * Se refiere a Región Hidrológico Administrativa
 FUENTE: CONAGUA, 2012.



Afluente en el estado

GEOLOGÍA

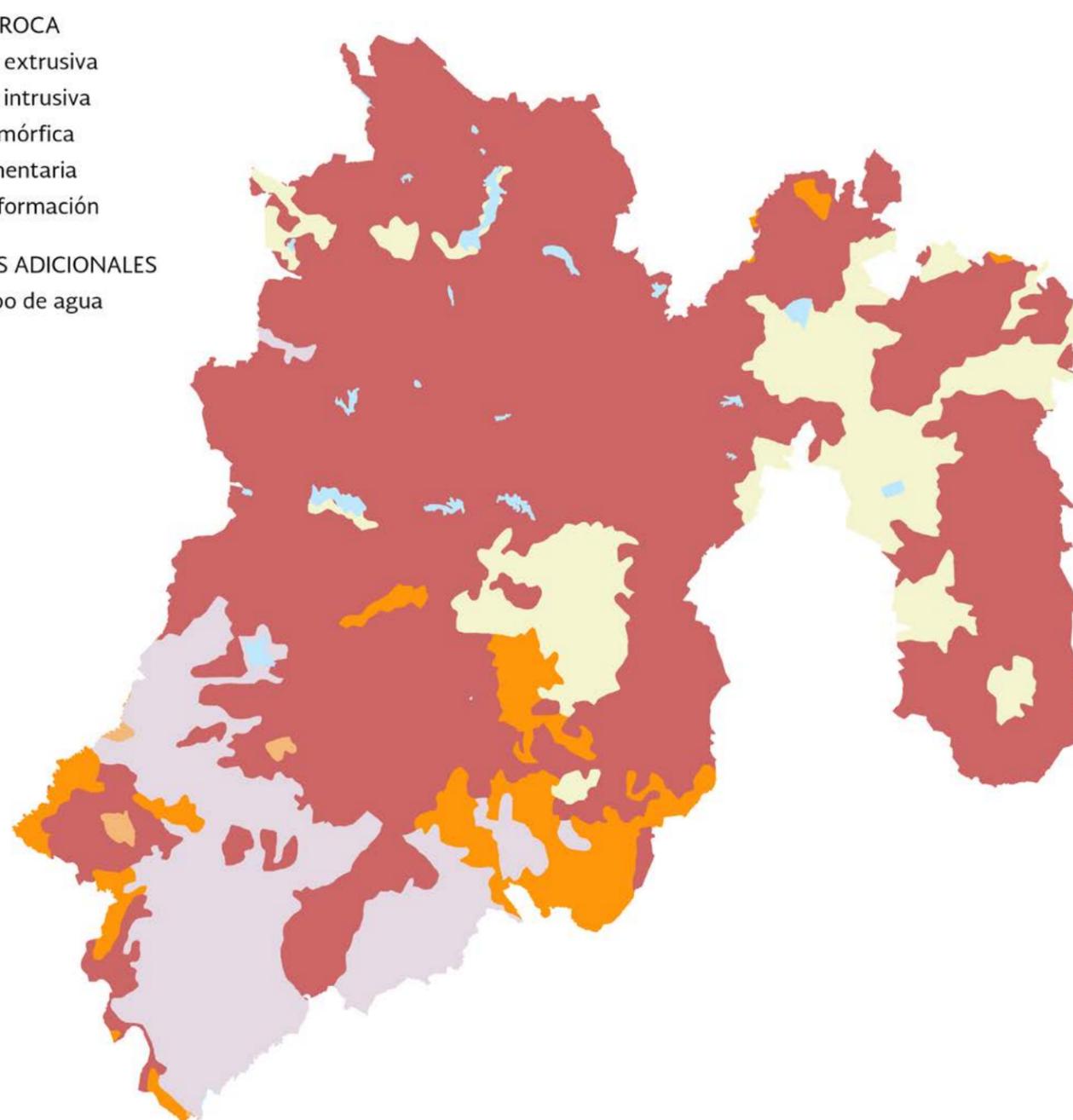
El Estado de México está conformado por múltiples montañas, llanuras y mesetas que datan de las eras del Cenozoico y Mesozoico en los que dieron lugar a la presencia de rocas ígneas extrusivas que suman 67.8 % de la superficie de la entidad, así como de rocas ígneas intrusivas que representan solo 0.3 %, las metamórficas 14.0 %, las sedimentarias 5.9 % y suelo que representa 12.0 % del total estatal. Las múltiples formaciones que se presentan como resultado de la actividad magmática incluyen, además de las unidades litológicas ígneas extrusivas e intrusivas, rocas metasedimentarias y metavolcánicas, calizas, esquistos y arenisca-conglomerados (INEGI, 2002).



Rocas ígneas en Amecameca

MAPA 6: GEOLOGÍA

- CLASES DE ROCA**
- Ígnea extrusiva
 - Ígnea intrusiva
 - Metamórfica
 - Sedimentaria
 - Sin información
- ELEMENTOS ADICIONALES**
- Cuerpo de agua

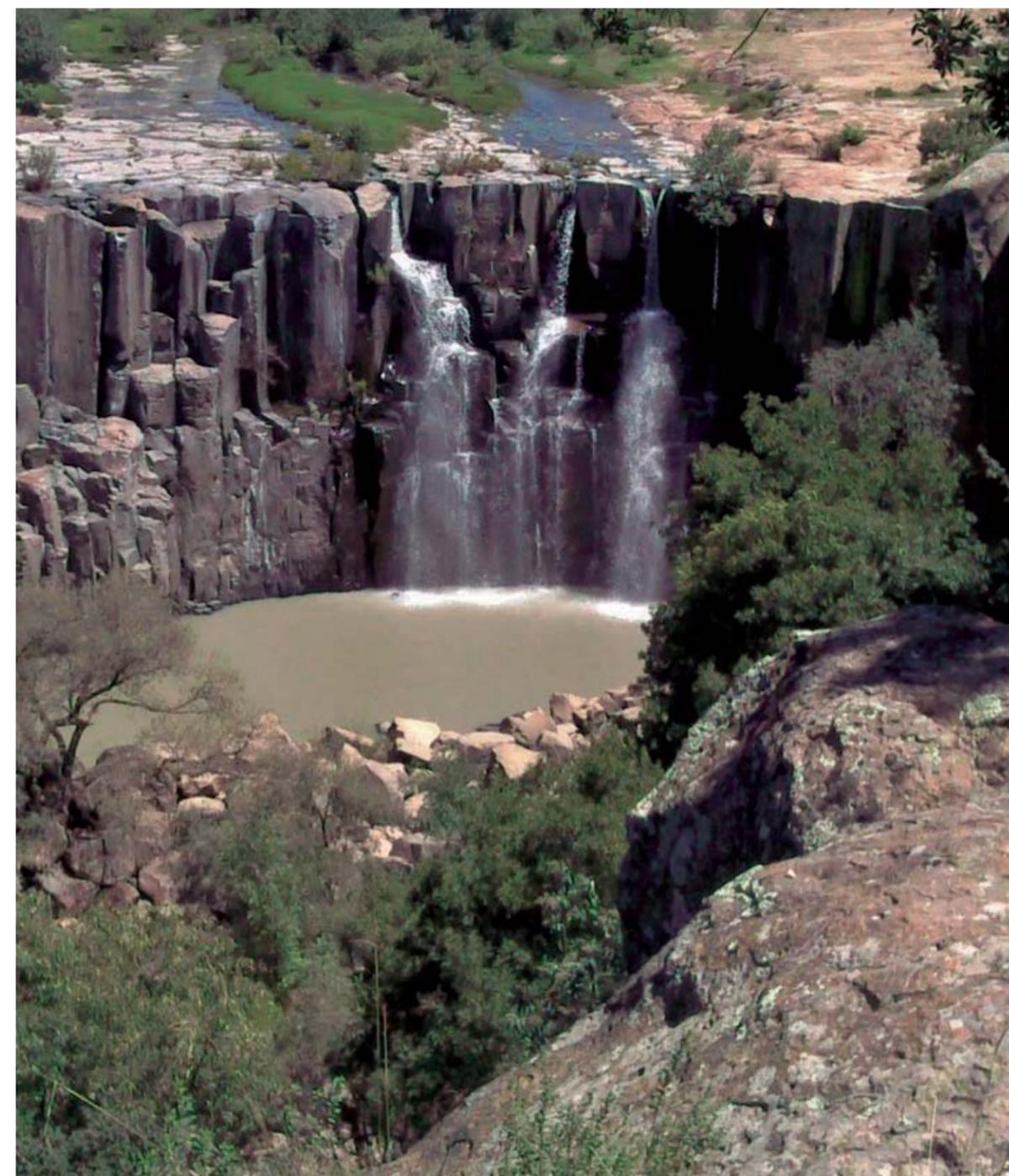


1:1,200,000

TABLA 16: Clasificación geológica del estado

ERA	PERIODO	ROCA O SUELO	UNIDAD LITOLÓGICA	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Cenozoico	Cuaternario	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	0.05
			Ígnea extrusiva básica	10.92
		Sedimentaria	Arenisca	0.22
			Brecha sedimentaria	0.40
			Volcanoclástico	1.03
	Suelo	NA	12.04	
	Neógeno	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	8.66
			Ígnea extrusiva básica	16.47
			Ígnea extrusiva intermedia	8.68
			Volcanoclástico	22.61
	Sedimentaria	Conglomerado	0.03	
		Paleógeno	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida
	Sedimentaria		Arenisca conglomerado	2.87
	Terciario	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	0.13
			Ígnea intrusiva intermedia	0.01
Mesozoico			Cretácico	Metamórfica
	Metavolcánica	1.25		
	Sedimentaria	Arenisca conglomerado	0.13	
		Caliza	1.21	
Jurásico	Metamórfica	Metavolcánica	3.62	
ND	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	0.13	
ND	Metamórfica	Esquisto	1.10	

FUENTE: INEGI, 2002.



Cañada de la Concepción en Aculco

EDAFOLOGÍA

En la entidad se identifican 11 tipos de suelos, de los cuales solo tres ocupan la mayor superficie, estos son: feozems, andosoles y regosoles, con 61.8 % del total; en menor proporción los suelos vertisol, cambisol, luvisol, planosol, solonchak, redzina, litosol y acrisol (INEGI, 1998).

TABLA 17: Proporción de la superficie estatal por tipo de suelo

TIPO DE SUELO	PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE (%)
Feozem	26.44
Andosol	22.54
Regosol	12.85
Vertisol	9.81
Cambisol	7.66
Luvisol	7.43
Planosol	4.53
Solonchak	2.17
Rendzina	2.02
Litosol	1.92
Acrisol	1.85
Cuerpos de agua	0.79

FUENTE: INEGI, 1998.

Los suelos feozem son los más abundantes en el estado; son suelos de color oscuro, con abundante materia orgánica y buena fertilidad en el horizonte superficial.

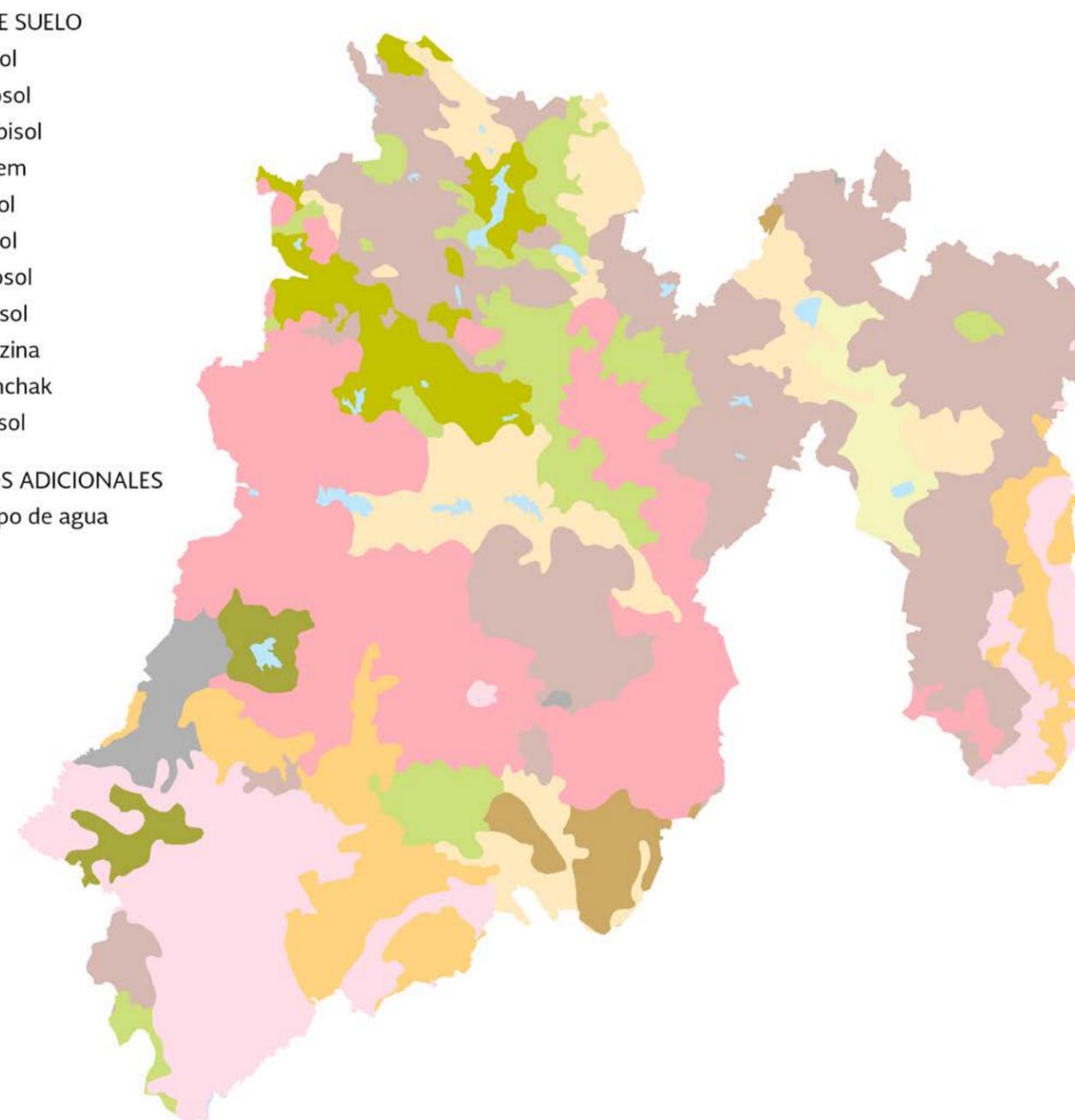
MAPA 7: EDAFOLOGÍA

GRUPOS DE SUELO

- Acrisol
- Andosol
- Cambisol
- Feozem
- Litosol
- Luvisol
- Planosol
- Regosol
- Rendzina
- Solonchak
- Vertisol

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



1:1,200,000

La vegetación original es comúnmente pastizal y/o bosque; en terrenos planos generalmente son profundos y se utilizan para la agricultura; en laderas o barrancas son menos profundos, más rocosos y se erosionan con mayor facilidad; se pueden utilizar para ganadería con resultados aceptables. Representan 26.4 % del total y se distribuyen en 95 municipios del estado, entre ellos Acambay, Toluca, Aculco, Axapusco, Hueyoxtla y Tepetzotlán, entre otros.

Los suelos de tipo andosol, con 22.5 % del total del estado, se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en silicatos. Los procesos de intemperización conducen a la formación de complejos estables de humus-minerales. Son suelos de color oscuro, fértiles y con alto contenido de materia orgánica, capacidad de retención de agua e intercambio catiónico. Se encuentran en ambientes húmedos, con topografía ondulada o de montaña con vegetación natural muy diversa. Cubren una franja de oriente a poniente de la entidad y buena parte de los municipios de San José del Rincón, Ocuilan, Temascaltepec, Villa de Allende, Villa Victoria, Zinacatepec y Almoloya de Juárez, entre otros.

Los suelos regosol conforman 12.9 % del total del estado, son suelos minerales poco desarrollados, pobres en materia orgánica, someros y comúnmente con productividad restringida por la profundidad y los afloramientos rocosos. Este tipo de suelos se puede emplear para cultivar, así como para uso forestal y pecuario, su principal distribución se localiza al sur de la entidad en los municipios de Tlatlaya, Tejupilco, Amatepec, Luvianos y Sultepec, entre otros; mientras que en el extremo oriente se encuentra en los municipios de Amecameca, Ixtapaluca, Texcoco, Ecatingo y Chalco.

Los suelos vertisol son suelos sumamente arcillosos y con estructura masiva que se desarrollan en climas de subhúmedos a secos, con un periodo de lluvias y sequía bien marcado. Al igual que los feozems, son profundos, muy duros cuando están secos y lodosos al mojarse (debido a su alto contenido de arcillas), por lo que son difíciles de trabajar. Aunque no son suelos muy fértiles, con prácticas de manejo adecuadas e insumos mantienen cultivos con alta productividad; representan 9.8 % de la superficie estatal y cubren parte de los municipios de Almoloya de Juárez, Soyaniquilpan de Juárez, Jilotepec, Ixtlahuaca, Aculco y Villa Victoria, entre otros.

Los suelos cambisol están presentes en pequeñas franjas en los municipios del sur, Sultepec, Temascaltepec y Zacualpan, entre otros y en los municipios del oriente, Ixtapaluca, Texcoco y Amecameca, entre otros; y son suelos jóvenes, poco desarrollados, ricos en nutrientes o

bases (Ca, Mg, K y Na). Suelen tener una capa mayor de 15 centímetros de espesor, que en algunos casos presenta acumulación de arcilla y carbonatos secundarios; se consideran con buenas condiciones para los cultivos y conforman 7.7 % de la superficie estatal.

Los suelos luvisol hacen mención al lavado de arcilla de los horizontes superiores para la acumulación en una zona más profunda (IUSS, 2007); son suelos generalmente de color amarillo o rojizo en el horizonte superficial. Se desarrollan sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales; predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos pero con una estación seca y otra húmeda. Están presentes en 7.4 % de la superficie de la entidad, en pequeñas partes de los municipios de Jilotepec, Coatepec Harinas, Morelos, Villa del Carbón, Jiquipilco y Nicolás Romero, entre otros.

Los suelos planosol se localizan en alguna zona deprimida con un manto freático somero, la acumulación de sales es más fuerte en la superficie del suelo, con un horizonte superficial claro con signos de anegamiento temporal y poco permeable; se presentan en 4.5 % de la superficie estatal y se distribuyen principalmente en los municipios de Jocotitlán, Temascalcingo, Ixtlahuaca, San Felipe del Progreso, El Oro y Jilotepec, entre otros.

Los suelos solonchak hacen alusión a su carácter salino, por lo que tienen una alta concentración de sales solubles en alguna época del año (IUSS, 2007); el material original lo constituye, prácticamente, cualquier material no consolidado. Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, en zonas inundadas de manera permanente o estacional; se encuentran en los municipios de Ecatepec de Morelos, Texcoco, Nezahualcóyotl, Atenco, Zumpango y Tecámac, entre otros y cubren 2.2 % de la superficie estatal.

Los suelos rendzina presentan un horizonte superficial delgado, rico en materia orgánica sobre roca caliza o materiales con alto contenido de cal. Tienen una distribución restringida en la entidad (2.0 %), principalmente en los municipios de Zumpahuacán, Malinalco, Ixtapan de la Sal, Villa Guerrero y Tenancingo.

Los suelos litosol y acrisol se encuentran en sierras, barrancas, lomeríos y algunos terrenos planos; su profundidad es menor de 10 centímetros y su uso puede ser forestal, pecuario o agrícola, cubren 3.8 % de la entidad y se localizan en los municipios de Luvianos, Oztoloapan, Santo Tomás, Ixtapan del Oro y Valle de Bravo, principalmente.

ECORREGIONES

La biodiversidad en el Estado de México es especialmente variada, cuenta con características heterogéneas de clima, orografía, hidrografía y diversidad de suelos que permiten el desarrollo de múltiples formas de vida, que resultan útiles para las actividades humanas y esenciales para el mantenimiento del equilibrio ecológico. En ese sentido es importante destacar el conocimiento de esta biodiversidad para contextualizar y valorar el papel que desempeña en el desarrollo estatal.

Challenger y Soberón (2008) refieren que las ecorregiones son áreas geográficas que contienen un conjunto particular de comunidades naturales, que comparten elementos como flora, fauna y ecosistemas particulares. La interacción de estos factores genera siete ecorregiones en la entidad: depresión del Balsas con selva caducifolia y matorral xerófilos; lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos; humedales lacustres del interior; lomeríos y planicies del Altiplano con matorral xerófilo y pastizal; planicies interiores y piedemontes con pastizal, matorral xerófilo y selvas bajas de la porción oriental del Sistema Neovolcánico Transversal; sierra con bosque mesófilo de montaña del Sistema Neovolcánico Transversal y sierras con pradera de alta montaña y sin vegetación aparente (INEGI-CONABIO-INE, 2008).

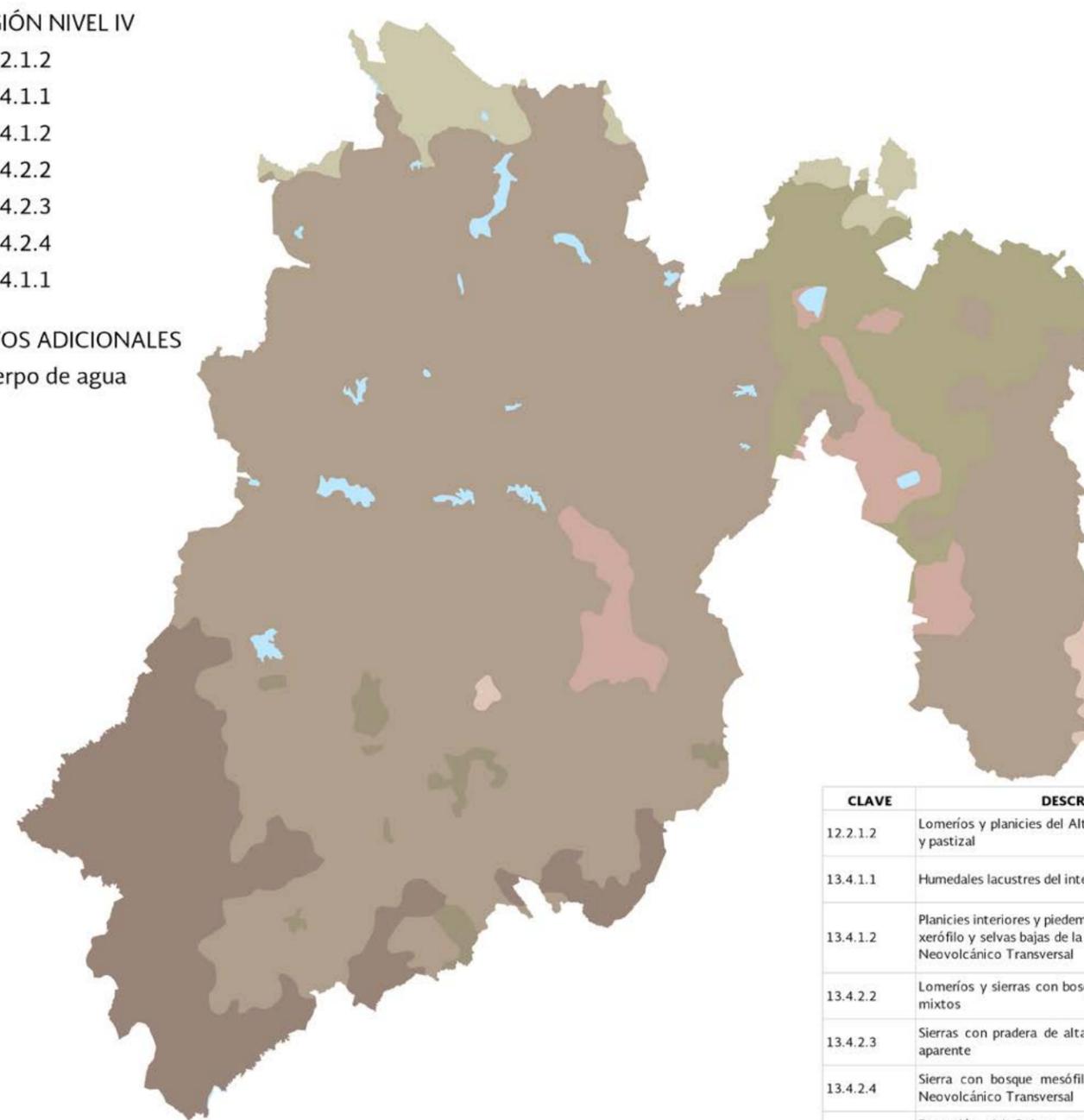
MAPA 8: ECORREGIONES

ECORREGIÓN NIVEL IV

- 12.2.1.2
- 13.4.1.1
- 13.4.1.2
- 13.4.2.2
- 13.4.2.3
- 13.4.2.4
- 14.4.1.1

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



1:1,200,000

CLAVE	DESCRIPCIÓN
12.2.1.2	Lomeríos y planicies del Altiplano con matorral xerófilo y pastizal
13.4.1.1	Humedales lacustres del interior
13.4.1.2	Planicies interiores y piedemontes con pastizal, matorral xerófilo y selvas bajas de la porción oriental del Sistema Neovolcánico Transversal
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

Lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos

Es la ecorregión que cubre mayor superficie en la entidad, sus lomeríos y sierras tienen elevaciones aisladas con bosques de encinos y coníferas; se distribuye en 69.5 % de la superficie estatal, que corresponden en su mayoría a climas templados subhúmedos y semifríos subhúmedos, con una altitud media de 2,300 metros, son comunidades de bosques mixtos, pastizales naturales y matorrales.

Depresión del Balsas con selva baja caducifolia y matorral xerófilos

Es una ecorregión que abarca los municipios de Luvianos, Tlatlaya, Amatepec, Tejupilco, Sultepec y Oztoloapan, entre otros; se encuentran las selvas cálidas secas de la Depresión del Balsas con vegetación de selva baja caducifolia, matorral xerófilo y pastizal principalmente. Se localizan en un rango altitudinal entre 1,300 y 1,850 metros, dominados por los climas cálidos y semicálidos subhúmedos, cubren 12.8 % del territorio estatal.

Planicies interiores y piedemontes con pastizal, matorral xerófilo y selvas bajas de la porción oriental del Sistema Neovolcánico Transversal

Se localizan en 9.2 % de la superficie del estado en una franja al noreste, en un rango entre 2,300 y 2,600 msnm, dominados por climas semisecos templados y templados subhúmedos; en esta ecorregión se encuentran los ecosistemas de bosques templados, matorrales y otras áreas forestales, cubriendo parcialmente los municipios de Axapusco, Zumpango, Temascalapa, Tecámac, Tequixquiac y Hueypoxtlá, entre otros.

Humedales lacustres del interior

Esta ecorregión cubre 3.8 % de la superficie estatal, se encuentra principalmente en parte de los municipios de Ecatepec de Morelos, Texcoco, Chalco, Nezahualcóyotl, y Zumpango en la región oriente del estado y en los municipios de Lerma, Tianguistenco y Toluca en el centro de la entidad. Es caracterizada por climas templados subhúmedos y semisecos templados en algunas zonas, con suelos pobres que se inundan en verano, gran parte de esta ecorregión ha sido ocupada por las zonas habitacionales.

Lomeríos y planicies del Altiplano con matorral xerófilo y pastizal

Es una composición que se encuentra en la zona norte del estado, abarca parte de los municipios de Aculco, Hueypoxtlá, Polotitlán, Jilotepec, Apaxco y Acambay, entre otros, con clima dominante templado subhúmedo, suelos pobres y lluvias abundantes en verano; esta ecorregión representa 3.1 % de la superficie del estado.

Sierra con bosque mesófilo de montaña del Sistema Neovolcánico Transversal

Corresponde a lomeríos y planicies, laderas de zonas montañosas y elevaciones aisladas con bosques de encinos y coníferas. Esta ecorregión representa una porción de 1.1 % de la entidad y se focaliza en pequeñas partes de Temascaltepec, Coatepec Harinas, Zacualpan, Ocuilán, Villa Guerrero y Valle de Bravo, entre otros.

Sierras con pradera de alta montaña y sin vegetación aparente

Es la más pequeña de las ecorregiones (0.5 % de la superficie estatal), se localiza en la parte más alta de las cumbres, caracterizada por temperatura anual media de 0 a 6.5 °C y extremos menores a -5 °C en el mes más frío. Comparten las cimas de los volcanes focalizada en los municipios de Amecameca, Atlautla, Tlalmanalco y Toluca entre otros.

ECONOMÍA

La economía mexiquense contribuye en 9.1 % al Producto Interno Bruto (PIB) de México; en el 2012 reportó una producción total de 1,174,948 millones de pesos que le posiciona como la segunda economía del país, solo detrás del Distrito Federal. El PIB estatal está compuesto en 32.8 % por la industria manufacturera, principalmente de maquinaria y equipo, de electrónicos, automotriz, textil y maquiladora; 65.9 % por el sector servicios; y en lo que respecta a las actividades primarias fue de 1.3 % (INEGI, 2013 a).

La agricultura que se practica en el estado suma 872,271.0 hectáreas, 3.9 % del total nacional; en su mayoría es de temporal y el clima templado subhúmedo de la región favorece el desarrollo de diversos cultivos. Destaca como principal productor de papa de temporal y clavel, segundo como productor de maíz en grano, avena forrajera y durazno; mientras que en ganadería sobresale la producción de ovino, leche, carpa, trucha y mojarra. Otros productos que representan un valor económico importante en el estado son: el jitomate, aguacate, tuna, haba verde, cebada, rosa de invernadero y crisantemo (SAGARPA, 2013).

La producción forestal maderable del año 2012 fue de 191,783 m³ rollo con un valor de 157,170,723 pesos. Los principales grupos de especies que se aprovechan en la entidad son: pino, oyamel, encino, otras latifoliadas y otras coníferas. De ellos se desprenden diferentes tipos de productos, siendo los principales: escuadría, celulósicos, leña y carbón.

En la entidad se registra también aprovechamiento forestal no maderable de 27,766 toneladas, de las que se obtienen 16,109 toneladas de resina, 10,997 de tierra de monte y el resto corresponde a la categoría otros. El valor monetario de esta producción ascendió a 94,336,708 pesos, que representan 37.5 % de los ingresos forestales. Cabe señalar que el Estado de México es de las entidades que más aportaron a la producción no maderable del país; es el tercer estado productor de tierra de monte y en lo que corresponde a la producción de resinas los estados de Jalisco, Estado de México y Michoacán concentran 99.7 % del total nacional (SEMARNAT, 2012).

FIGURA 7: Principales grupos de especies maderables en el estado

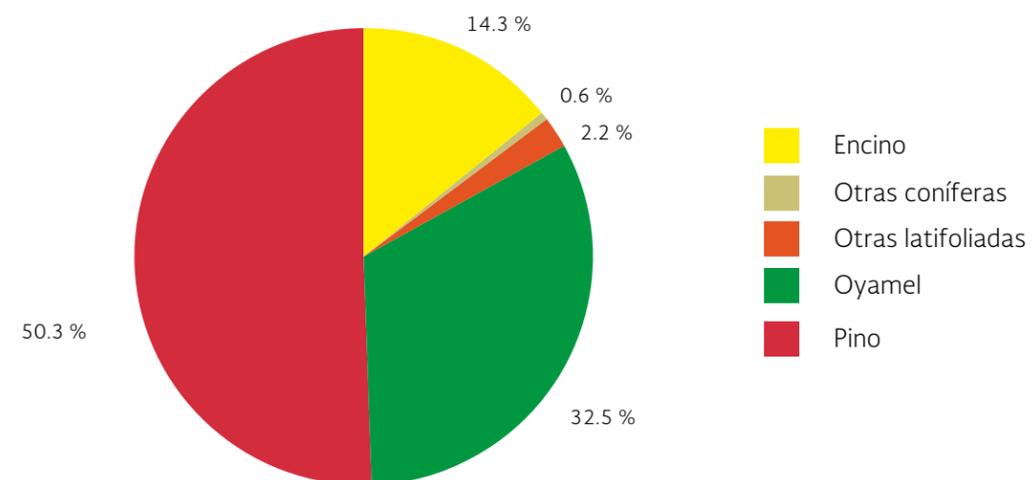
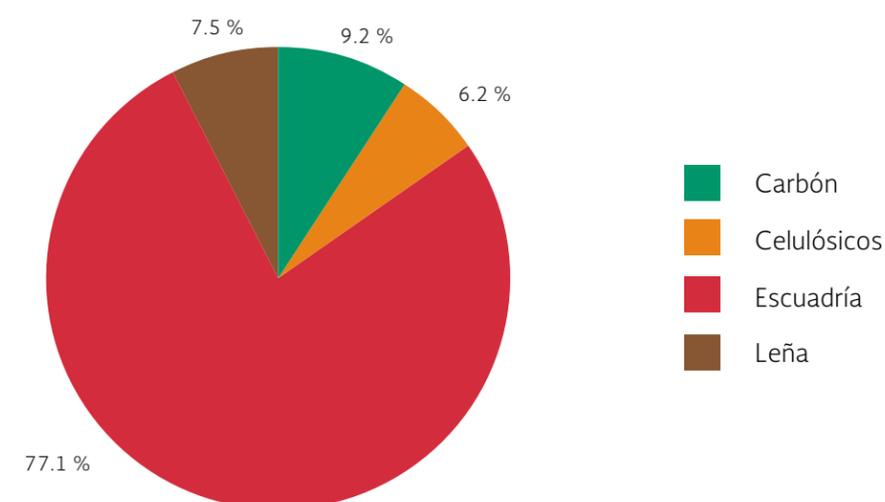


FIGURA 8: Industrialización de productos forestales



FUENTE: SEMARNAT, 2012.

POBLACIÓN

De acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda 2010, el Estado de México es la entidad con mayor número de habitantes del país, con 15,175,862 de personas, de los cuales 7,778,876 son mujeres y 7,396,986 hombres. En promedio en la entidad viven 679 personas por km² mientras que el promedio a nivel nacional es de 57 personas por km². Finalmente 78 % de la población vive en localidades urbanas y 22 % en rurales.

Los nueve municipios más poblados en 2010 fueron: Ecatepec, Nezahualcóyotl, Naucalpan de Juárez, Toluca, Tlalnepantla de Báez, Chimalhuacán, Tultitlán, Cuautitlán Izcalli y Atizapán de Zaragoza, mismos que sumaron 7,224,376 de habitantes que representaron 48 % del total de la entidad (INEGI, 2011).

Los indicadores de la Población Económicamente Activa (PEA) del estado señalan que ascendía a 7,363,283 personas de 12 años y más que participaban en las actividades económicas, 48.5 % de la población total estatal; la composición por sexo de quienes desarrollaban alguna ocupación fueron 37.1 % mujeres y 62.8 % hombres (INEGI, 2013 b).

Tabla 18: Densidad de población de las zonas forestales y no forestales

FORMACIÓN	POBLACIÓN (HABITANTES)	SUPERFICIE (ha)	DENSIDAD DE POBLACIÓN (HABITANTES/ha)
Coníferas	7,989	225,355	0.04
Coníferas y latifoliadas	16,732	209,359	0.08
Latifoliadas	35,800	210,981	0.17
Bosque mesófilo	45	15,127	0.003
Selvas bajas	20,239	130,571	0.16
Otras asociaciones	29,879	49,172	0.61
Zonas áridas	873	25,464	0.03
Otras áreas forestales	7,253	24,149	0.30
Áreas forestales perturbadas	108,879	175,190	0.62
Áreas no forestales	14,948,173	1,157,291	12.92
Total	15,175,862	2,222,658	6.83

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



Población en la entidad



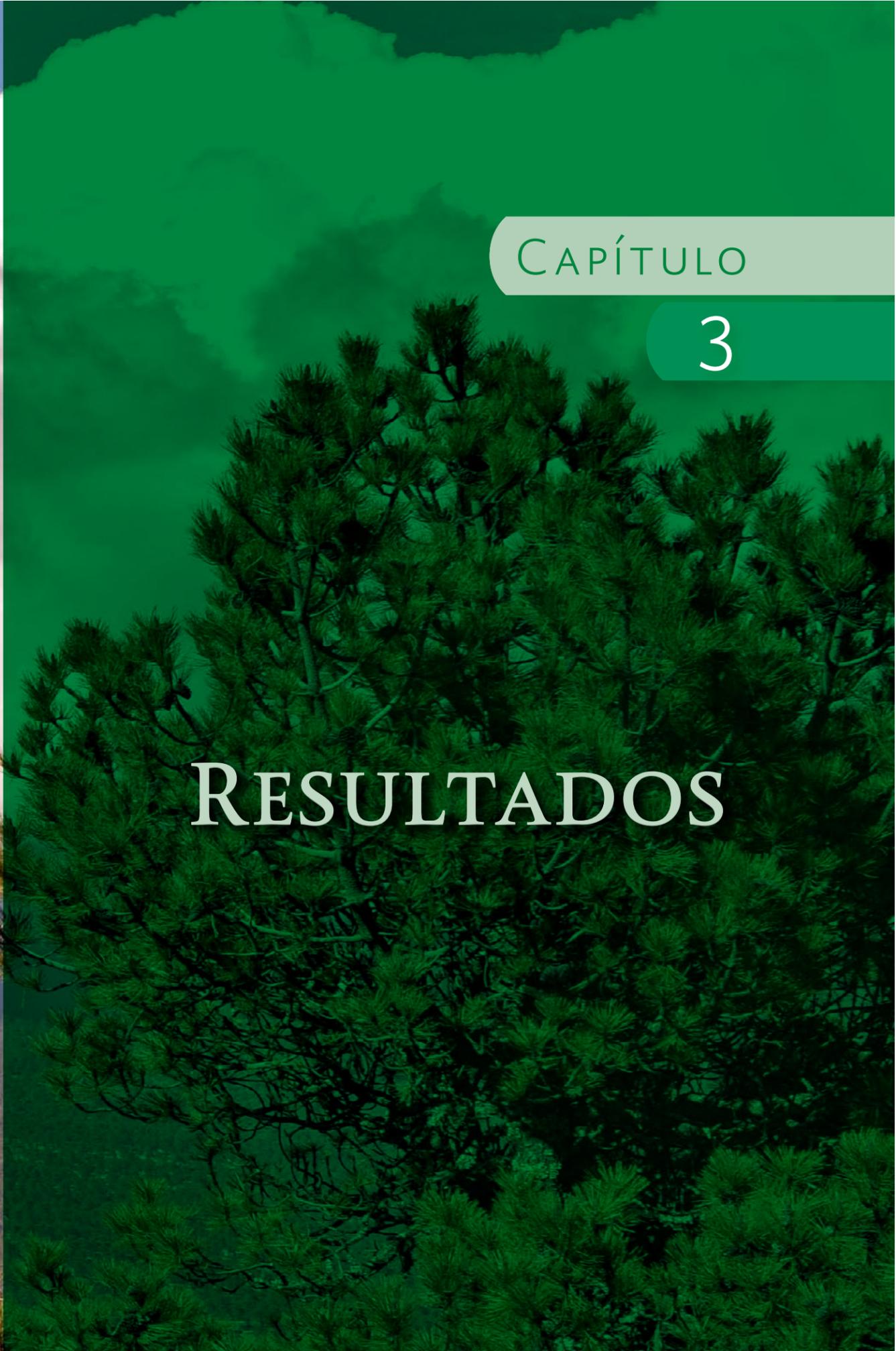
Pradera de alta montaña en las faldas del volcán Iztaccíhuatl

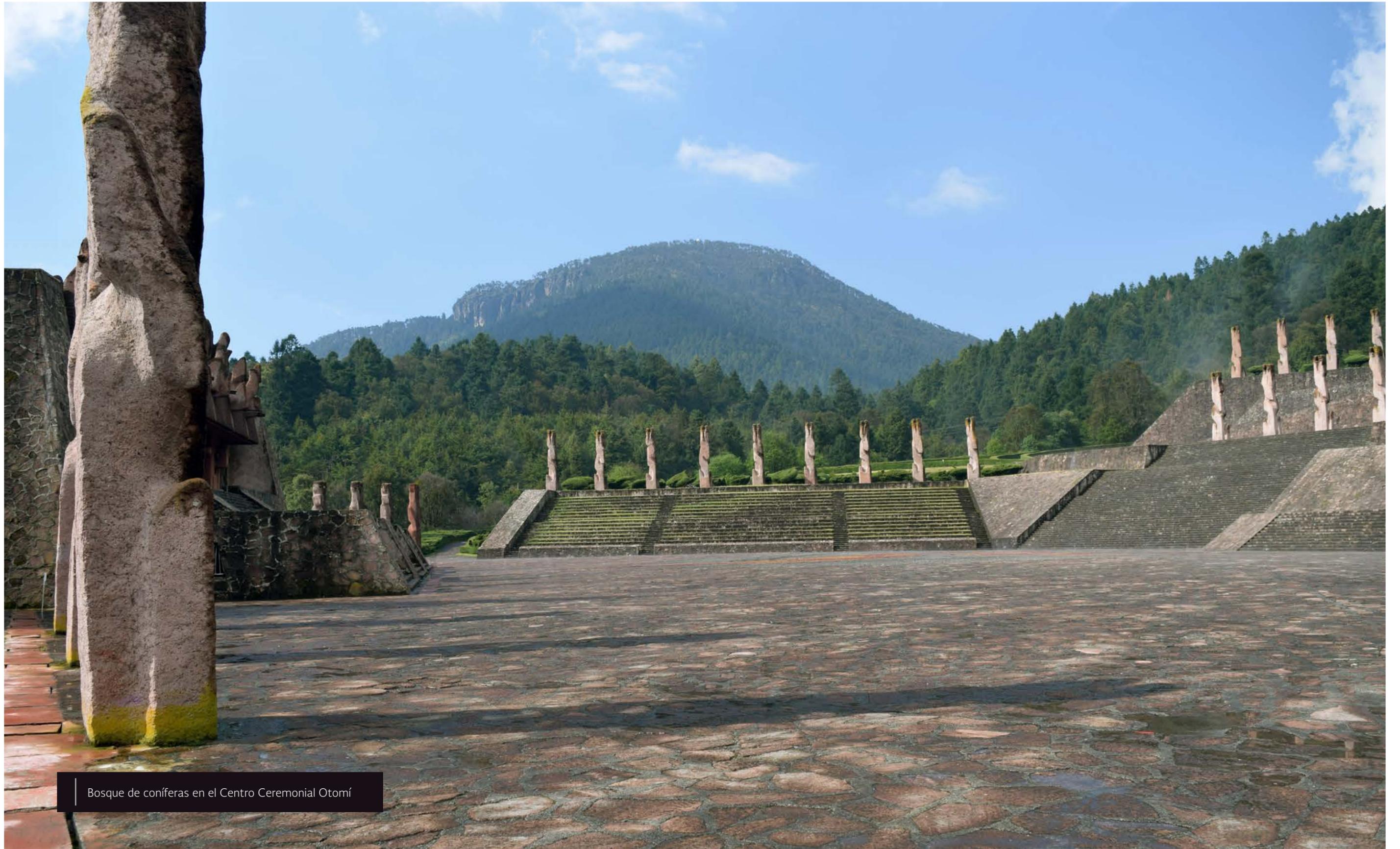


CAPÍTULO

3

RESULTADOS





Bosque de coníferas en el Centro Ceremonial Otomí

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS FORESTALES

El Estado de México tiene una extensión de 2,222,657.8 hectáreas, equivalente a poco más de 1.0 % del territorio nacional; sin embargo, debido a las características particulares de su ubicación geográfica, gradiente altitudinal, topografía, relieve, formaciones geológicas, tipos de suelo y variantes climáticas, se ha generado una amplia heterogeneidad de condiciones ambientales y de hábitat que le permiten mantener una alta diversidad de ecosistemas y de especies asociadas a ellos. La entidad se ubica en el centro del país y es cruzada por el Eje Neovolcánico Transversal, el sistema montañoso que, además de generar un mosaico topográfico complejo con un relieve accidentado, constituye la barrera natural de las dos grandes regiones biogeográficas de América del Norte, la Neártica y la Neotropical.

En términos generales, de la parte central hacia el norte del estado corresponde a la región Neártica, mientras que en el suroeste del estado, en la zona de climas cálidos, está representada la región Neotropical (GEM, 2007). La convergencia de las dos regiones en esta parte del país propicia un enriquecimiento natural de la biodiversidad, por la aportación de especies de flora y fauna típicas de cada una de ellas y por el intercambio de especies a través de los procesos migratorios que han ocurrido en el pasado. Como resultado del contacto e intercambio de biotas ancestrales, se han generado nuevas variantes de ecosistemas terrestres, así como de combinaciones de las especies presentes en las asociaciones vegetales de la región (CONABIO, 1998).

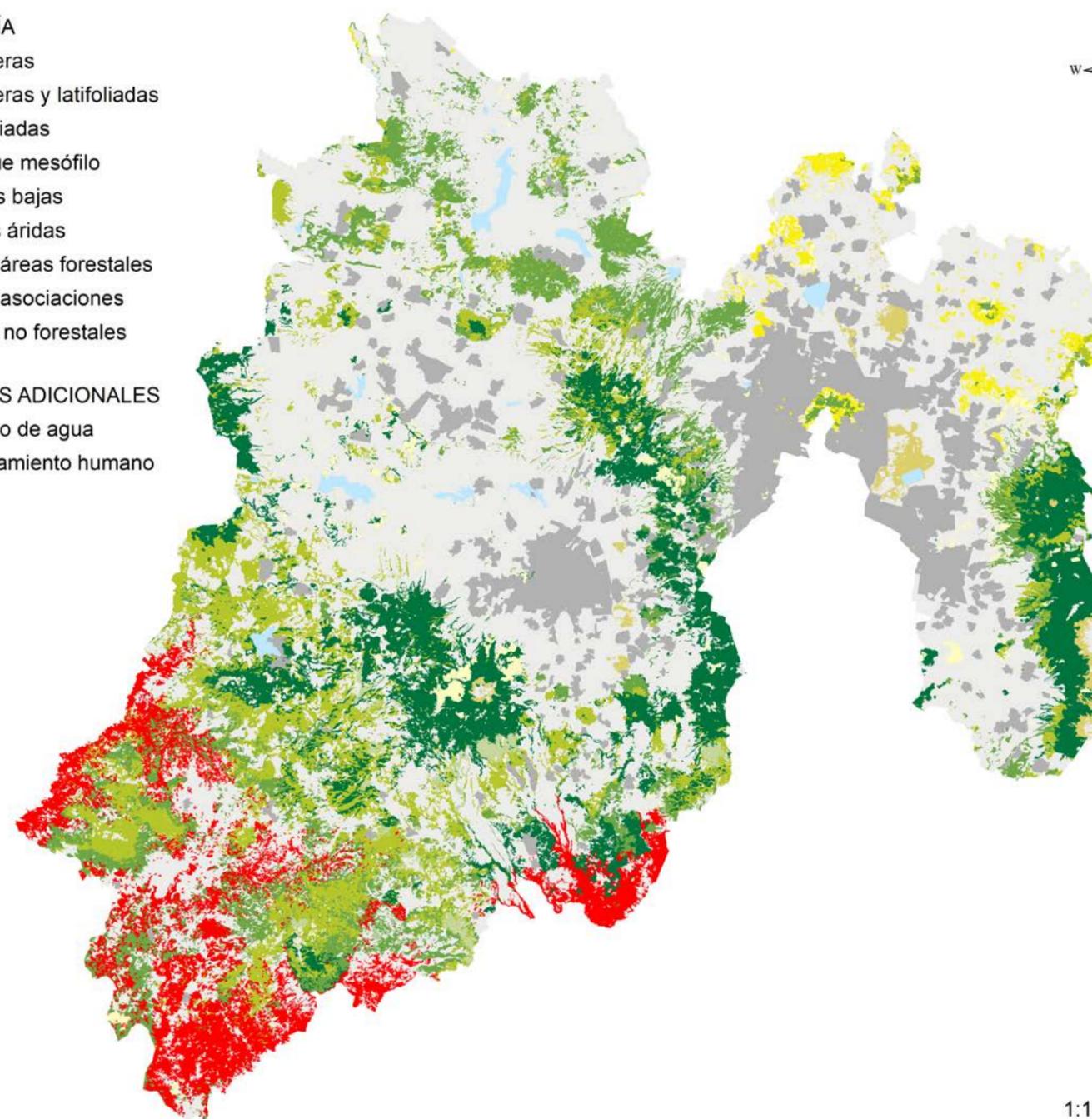
MAPA 9: FORMACIONES FORESTALES DEL ESTADO

SIMBOLOGÍA

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

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua
- Asentamiento humano



1:1,150,000

El estudio realizado por la CONABIO (1998) señala que se tienen registradas 2,420 especies de flora y fauna en el Estado de México, pero estudios más recientes (GEM, 2007) indican que la riqueza biológica de la entidad incluye más de 3,400 especies conocidas. Por lo anterior, en el territorio ocupado por el Estado de México es posible encontrar un mosaico muy diverso de ecosistemas, entre los que se incluyen las siguientes formaciones forestales: coníferas, coníferas y latifoliadas, latifoliadas, bosque mesófilo, selvas bajas, otras asociaciones, zonas áridas y otras áreas forestales, además de las áreas no forestales.

De los 125 municipios del estado, 15 de ellos presentan en su territorio seis formaciones forestales distintas y otros 29 tienen cinco; por otro lado, ocho municipios no presentan áreas forestales y 10 adicionales tienen solo una formación forestal.

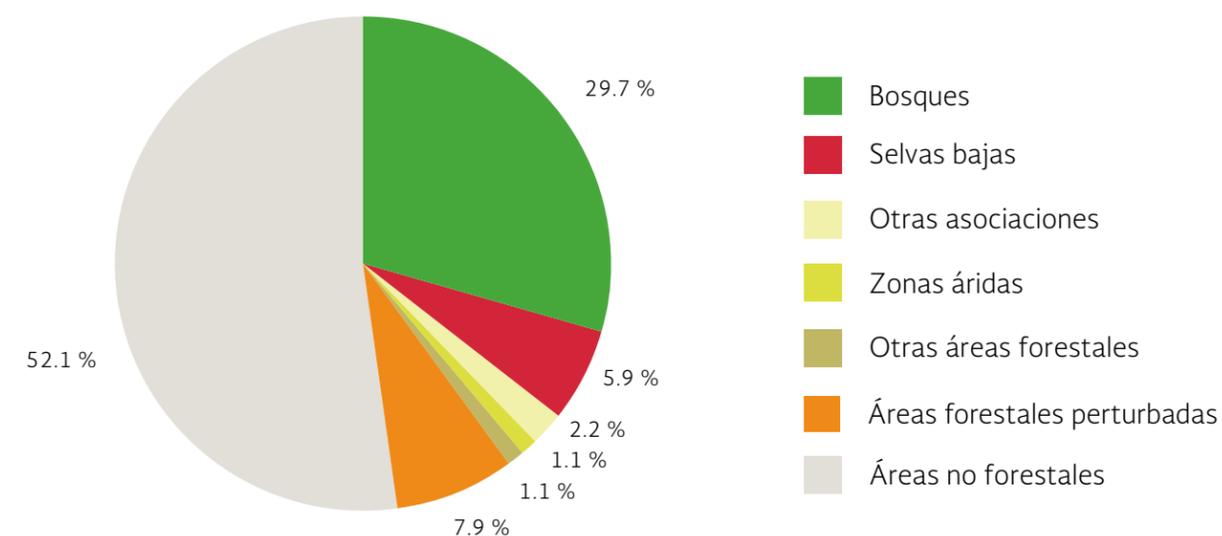
En el disco complementario a este informe se presentan las fórmulas empleadas para el cálculo de volumen de las principales especies leñosas en cada formación, así como un listado completo de las especies arbóreas encontradas en ellas. Los indicadores dasométricos se estimaron con datos de los árboles dentro de las categorías de altura 5.0 a 47.5 metros y de las clases diamétricas 10.0 a 130.0 centímetros. Para cuantificar las especies y géneros presentes en cada formación se utilizó la información de todos los individuos muestreados, con el propósito de no excluir a ninguna de las especies del estrato arbóreo y asegurar una mejor representación de la diversidad existente en las formaciones forestales.

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 permite mantener las formas y superficies en grandes regiones, por lo que se tiene una mayor precisión en la estimación de las superficies y minimiza la distorsión generada al proyectar una superficie curva en una plana.

FIGURA 9: Número de formaciones por municipio



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

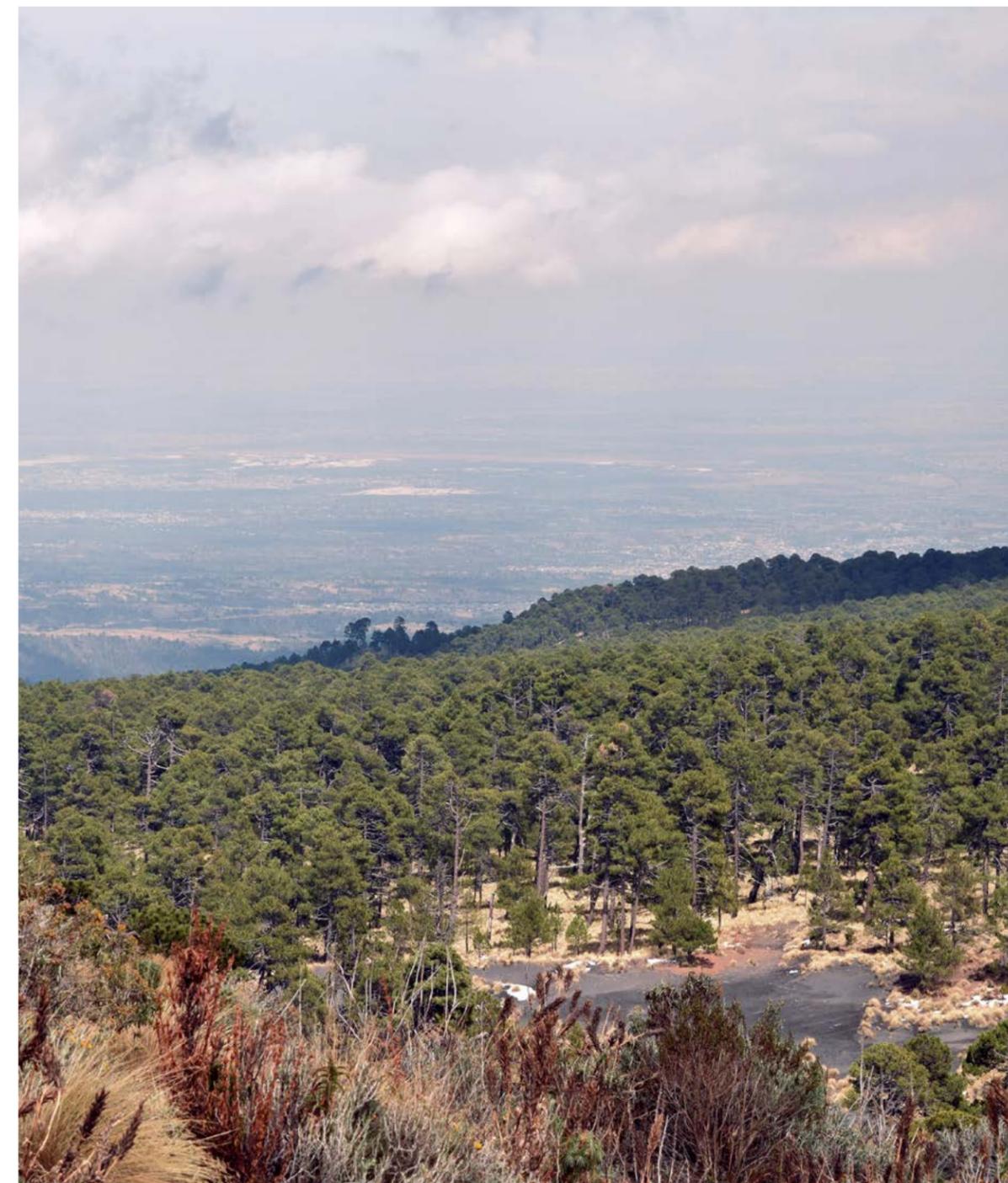
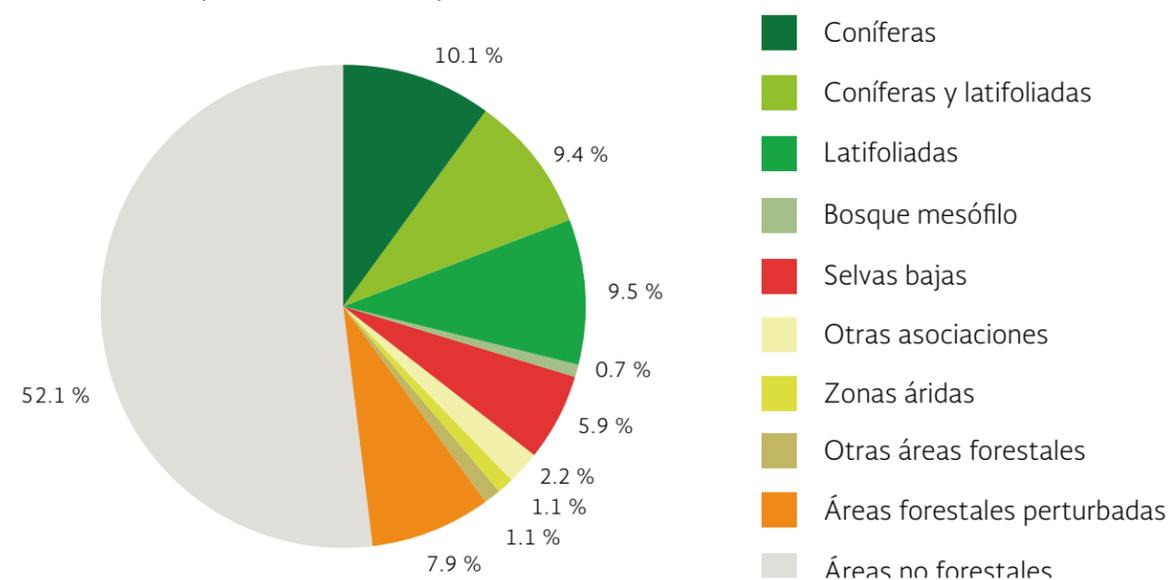


SUPERFICIE FORESTAL ESTATAL

La superficie forestal en el Estado de México ocupa 1,065,366.9 hectáreas, que equivale a 47.1 % de la extensión total de la entidad. En esta superficie se incluyen las áreas de pastizal y las áreas degradadas, las cuales, se encuentran representadas por la categoría áreas forestales perturbadas. La suma de dichas áreas da un total de 175,190.18 ha, equivalente a 7.9 % de la superficie estatal. La formación con mayor cobertura es coníferas con 21.2 % de la superficie forestal y 10.1 % de la superficie total de la entidad. En cuanto a los tipos de vegetación, los bosques de encino (BQ) tienen la mayor extensión, con 19.8 % de la superficie forestal.

Los municipios que aportan mayor superficie forestal son Tlatlaya, Luvianos, Amatepec, Tejupilco y Sultepec, acumulando 28.8 % de ella. Por otro lado, entre los municipios que tienen más superficie forestal con respecto a la superficie total municipal destacan Jilotzingo con 81.3 % de la superficie municipal, mientras que Luvianos, Tlatlaya, Sultepec, San Simón de Guerrero y Zampahuacán cuentan con más de 70.0 % de su superficie con cobertura forestal.

FIGURA 11: Proporción de la superficie forestal



Bosque de pino en Temascaltepec

TABLA 19: Superficie forestal por formación a nivel municipal (hectáreas)

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL		CONÍFERAS		CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS		LATIFOLIADAS	
		PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Acambay	47,220.59	9,024.97	6,832.09	168.00	-	3,396.36	115.74	4,342.18	5,554.50
Acolman	8,635.81	697.73	292.14	-	-	-	-	-	-
Aculco	44,997.09	2,564.94	10,619.77	35.23	-	305.57	18.93	1,165.83	7,178.48
Almoleya de Alquisiras	17,022.76	4,579.02	6,714.52	295.60	208.91	2,731.10	3,424.34	347.82	1,638.86
Almoleya de Juárez	47,743.66	3,617.32	3,046.04	1,662.38	333.57	489.99	277.86	-	319.20
Almoleya del Río	911.00	272.35	93.07	-	-	-	-	-	-
Amanalco	22,107.37	11,724.02	1,987.56	8,051.13	90.55	2,366.32	664.36	520.02	192.03
Amatepec	63,379.32	13,544.43	48,685.41	1,341.35	1,008.08	3,840.88	1,557.83	7,641.13	10,479.34
Amecameca	17,535.81	10,330.70	691.26	6,892.93	44.60	628.99	-	209.37	69.42
Apaxco	7,512.40	1,678.43	1,627.70	-	-	-	-	-	8.93
Atenco	8,711.78	4,571.15	-	-	-	-	-	-	-
Atizapán	849.17	34.94	-	-	-	-	-	-	-
Atizapán de Zaragoza	9,228.33	202.34	1,884.51	-	0.05	47.37	-	99.32	245.34
Atlacomulco	25,602.96	3,679.59	2,557.80	304.16	14.52	1,854.41	23.49	421.35	2,205.11
Atlautla	16,689.92	8,963.99	1,458.48	4,772.64	234.98	1,215.44	-	662.55	1,109.84
Axapusco	28,461.99	3,979.54	1,066.19	-	-	106.00	630.06	310.38	237.21
Ayapango	5,041.67	294.28	251.49	114.85	-	18.24	108.16	-	50.38
Calimaya	10,242.78	1,508.60	450.43	189.84	430.80	58.48	-	215.99	19.50
Capulhuac	2,085.04	156.91	163.52	7.78	40.55	85.03	33.83	64.10	84.03
Chalco	22,401.68	4,989.31	3,755.20	3,507.46	117.71	526.47	886.66	676.21	2,319.99
Chapa de Mota	29,025.34	6,348.90	11,550.48	85.73	-	2,629.36	287.68	2,881.14	8,275.80
Chapultepec	1,193.27	2.59	12.82	-	4.64	-	-	-	-
Chiautla	2,013.20	281.15	15.48	-	-	-	-	-	-
Chicoloapan	4,188.35	226.10	299.06	19.15	-	3.88	-	-	215.45
Chiconcuac	679.54	-	-	-	-	-	-	-	-
Chimalhuacán	5,413.61	396.42	46.88	-	-	-	-	-	-
Coacalco de Berriozábal	3,481.01	1,049.00	207.03	-	-	-	-	429.87	207.03
Coatepec Harinas	28,528.41	8,184.72	6,996.14	1,553.42	4,934.28	3,528.06	1,023.01	360.06	411.71
Cocotitlán	1,470.01	-	4.80	-	-	-	-	-	-
Coyotepec	3,965.23	413.33	731.59	-	-	-	-	18.10	78.41
Cuautitlán	4,055.30	43.34	14.28	-	-	-	-	-	-
Cuautitlán Izcalli	10,937.49	598.10	609.68	-	-	-	-	4.25	-

BOSQUE MESÓFILO		SELVAS BAJAS		OTRAS ASOCIACIONES	ZONAS ÁRIDAS		OTRAS ÁREAS FORESTALES	ÁREAS FORESTALES PERTURBADAS	ÁREAS NO FORESTALES
PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	
-	-	-	-	1,118.43	-	-	-	1,161.85	31,363.53
-	-	-	-	93.30	604.43	-	0.00	292.14	7,645.94
-	-	-	-	822.31	236.00	-	-	3,422.36	31,812.38
931.04	-	-	47.67	273.46	-	-	-	1,394.74	5,729.22
-	-	-	-	1,464.95	-	-	-	2,115.41	41,080.30
-	-	-	-	-	-	-	272.35	93.07	545.58
-	-	-	-	786.55	-	-	-	1,040.62	8,395.79
29.06	-	404.89	17,698.87	287.12	-	-	-	17,941.29	1,149.48
-	-	-	-	407.06	-	-	2,192.35	577.24	6,513.85
-	-	-	-	27.84	1,650.59	836.27	-	782.50	4,206.27
-	-	-	-	8.01	5.16	-	4,557.98	-	4,140.63
-	-	-	-	-	-	-	34.94	-	814.23
-	-	-	-	52.47	3.18	-	-	1,639.12	7,141.48
-	-	-	-	1,099.67	-	-	-	314.68	19,365.57
-	-	-	-	154.49	-	-	2,158.87	113.66	6,267.45
-	-	-	-	567.09	2,996.07	-	-	198.92	23,416.26
-	-	-	-	161.19	-	-	-	92.95	4,495.90
-	-	-	-	1,043.72	-	-	0.57	0.13	8,283.75
-	-	-	-	-	-	-	-	5.11	1,764.61
-	-	-	-	279.17	-	-	-	430.84	13,657.17
-	-	-	-	752.67	-	-	-	2,987.00	11,125.96
-	-	-	-	2.59	-	-	-	8.18	1,177.86
-	-	-	-	-	281.15	-	-	15.48	1,716.57
-	-	-	-	203.07	-	-	-	83.61	3,663.19
-	-	-	-	-	-	-	-	-	679.54
-	-	-	-	-	-	-	396.42	46.88	4,970.31
-	-	-	-	176.40	442.73	-	-	-	2,224.98
2,216.83	258.18	-	-	526.35	-	-	-	368.96	13,347.55
-	-	-	-	-	-	-	-	4.80	1,465.21
-	-	-	-	-	384.38	-	10.85	653.18	2,820.31
-	-	-	-	-	32.25	-	11.09	14.28	3,997.68
-	-	-	-	413.20	175.52	-	5.13	609.68	9,729.71

TABLA 19: Superficie forestal por formación a nivel municipal (hectáreas) (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL		CONÍFERAS		CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS		LATIFOLIADAS	
		PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Donato Guerra	19,055.07	9,799.93	1,824.59	1,908.17	413.07	7,010.85	818.53	423.89	2.05
Ecatepec de Morelos	15,523.13	2,279.56	481.35	-	-	-	-	138.75	347.18
Ecatzingo	5,292.31	2,045.89	565.94	1,031.88	-	633.12	-	257.69	551.31
El Oro	13,657.11	2,512.84	1,575.89	421.27	216.05	1,713.14	230.53	-	162.38
Huehuetoca	11,895.05	2,264.24	3,397.71	-	-	-	-	434.11	720.59
Hueyoxtla	23,287.47	4,317.06	1,942.14	-	-	697.80	-	482.56	65.32
Huixquilucan	14,007.79	3,483.24	3,883.06	2,621.53	514.19	39.60	-	396.58	2,810.00
Isidro Fabela	7,923.75	4,134.54	1,435.66	2,988.28	69.67	338.11	323.08	408.43	684.05
Ixtapaluca	32,219.15	14,360.18	5,186.93	10,865.81	22.10	1,589.56	73.46	-	4,442.99
Ixtapan de la Sal	11,462.63	559.57	5,707.30	-	3,369.02	48.24	113.89	504.39	141.45
Ixtapan del Oro	9,879.70	2,678.95	6,242.17	250.83	-	1,645.50	3,245.64	556.33	456.92
Ixtlahuaca	33,349.47	790.74	2,402.64	0.76	221.19	224.53	5.67	52.93	366.02
Jaltenco	465.91	0.71	4.50	-	-	-	-	-	-
Jilotepec	56,430.86	4,514.16	12,146.49	-	-	1,161.40	-	2,382.30	8,862.89
Jilotzingo	11,575.42	7,224.17	2,828.48	2,355.40	274.44	1,496.01	-	1,496.53	1,908.91
Jiquipilco	27,350.45	5,105.34	2,239.37	2,557.70	-	1,400.25	1,045.13	716.39	474.00
Jocotitlán	27,560.14	2,688.38	1,469.60	842.63	99.42	1,284.70	71.36	297.89	323.37
Joquicingo	4,583.21	1,081.86	333.82	919.21	65.23	121.84	170.57	22.58	98.02
Juchitepec	13,183.55	1,317.75	982.32	1,033.87	417.74	74.25	6.92	24.26	359.30
La Paz	3,642.77	113.37	351.19	13.90	-	-	-	-	-
Lerma	22,951.57	5,533.16	2,404.01	4,183.91	229.34	4.47	-	293.85	1,707.54
Luvianos	69,971.30	25,485.55	36,752.73	-	-	10,418.80	7,202.98	4,261.04	9,178.75
Malinalco	20,902.75	1,441.57	12,859.97	30.51	4,000.20	8.53	77.15	1,126.67	2,743.61
Melchor Ocampo	1,392.63	7.25	-	-	-	-	-	-	-
Metepec	6,700.09	69.92	16.01	-	0.49	-	-	-	-
Mexicaltzingo	1,122.92	-	132.36	-	-	-	-	-	-
Morelos	23,428.72	5,213.79	6,782.18	1,625.35	-	1,514.72	2,513.42	1,715.71	1,907.15
Naucalpan de Juárez	15,699.69	2,206.07	4,735.51	937.40	567.23	117.86	-	728.32	1,125.97
Nextlalpan	5,433.87	668.54	20.98	-	-	-	-	-	-
Nezahualcóyotl	6,289.96	641.09	233.62	-	-	-	-	-	-
Nicolás Romero	23,111.73	4,335.76	4,222.42	2,888.77	-	898.69	696.06	33.42	2,685.64
Nopaltepec	8,206.94	557.46	-	-	-	-	-	-	-

BOSQUE MESÓFILO		SELVAS BAJAS		OTRAS ASOCIACIONES	ZONAS ÁRIDAS		OTRAS ÁREAS FORESTALES	ÁREAS FORESTALES PERTURBADAS	ÁREAS NO FORESTALES
PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	
125.36	-	-	-	331.66	-	-	-	590.94	7,430.55
-	-	-	-	21.88	1,223.54	-	895.39	134.17	12,762.22
-	-	-	-	123.20	-	-	-	14.63	2,680.48
-	-	-	-	378.43	-	-	-	966.93	9,568.38
-	-	-	-	428.28	1,223.97	-	177.88	2,677.12	6,233.10
-	-	-	-	235.19	2,736.03	522.47	165.48	1,354.35	17,028.27
-	-	-	-	425.53	-	-	-	558.87	6,641.49
-	-	-	-	399.72	-	-	-	358.86	2,353.55
-	-	-	-	1,859.16	-	-	45.65	648.38	12,672.04
-	-	-	747.31	6.94	-	-	-	1,335.63	5,195.76
5.53	-	203.98	36.84	16.78	-	-	-	2,502.77	958.58
-	-	-	-	501.84	-	-	10.68	1,809.76	30,156.09
-	-	-	-	-	-	-	0.71	4.50	460.70
-	-	-	-	928.89	41.57	-	-	3,283.60	39,770.21
-	-	-	-	1,876.23	-	-	-	645.13	1,522.77
-	-	-	-	316.59	-	-	114.41	720.24	20,005.74
-	-	-	-	263.16	-	-	-	975.45	23,402.16
-	-	-	-	8.66	-	-	9.57	-	3,167.53
-	-	-	-	185.37	-	-	-	198.36	10,883.48
-	-	-	-	48.60	50.87	-	-	351.19	3,178.21
-	-	-	-	251.72	-	-	799.21	467.13	15,014.40
-	-	10,194.87	11,260.05	610.84	-	-	-	9,110.95	7,733.02
-	-	-	4,809.80	275.86	-	-	-	1,229.21	6,601.21
-	-	-	-	-	7.25	-	-	-	1,385.38
-	-	-	-	49.83	-	-	20.09	15.52	6,614.16
-	-	-	-	-	-	-	-	132.36	990.56
-	-	-	-	358.01	-	-	-	2,361.61	11,432.75
-	-	-	-	422.49	-	-	-	3,042.31	8,758.11
-	-	-	-	-	10.51	-	658.03	20.98	4,744.35
-	-	-	-	15.55	-	-	625.54	233.62	5,415.25
-	-	-	-	514.88	-	-	-	840.72	14,553.55
-	-	-	-	-	557.46	-	-	-	7,649.48

TABLA 19: Superficie forestal por formación a nivel municipal (hectáreas) (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL		CONÍFERAS		CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS		LATIFOLIADAS	
		PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Ocoyoacac	13,856.01	5,429.14	1,781.13	4,479.26	1,306.72	34.80	-	705.56	275.48
Ocuilan	38,402.71	18,650.14	9,967.66	10,799.12	3,833.45	3,655.34	2,813.28	1,433.20	1,279.07
Otumba	14,100.84	1,835.25	607.70	64.84	37.05	209.46	416.84	-	99.20
Otzoloapan	15,625.20	4,729.21	9,740.92	1,128.28	-	85.14	2,619.05	283.15	908.60
Otzolotepec	11,168.99	2,264.76	1,444.26	2,072.79	1,291.75	-	-	21.00	81.43
Ozumba	4,732.12	5.58	347.43	-	-	-	-	-	347.43
Papalotla	314.22	-	-	-	-	-	-	-	-
Polotitlán	12,572.93	63.03	1,098.68	-	-	-	-	7.11	497.90
Rayón	2,287.28	-	-	-	-	-	-	-	-
San Antonio la Isla	2,517.68	42.16	38.85	-	-	-	-	-	-
San Felipe del Progreso	36,633.10	2,592.12	3,683.16	41.75	825.67	1,230.89	193.43	-	-
San José del Rincón	48,503.91	12,715.59	2,832.08	9,761.24	1,556.06	1,799.03	453.78	-	-
San Martín de las Pirámides	6,948.36	1,730.68	293.26	-	-	-	-	36.66	117.23
San Mateo Atenco	1,879.16	-	0.00	-	-	-	-	-	-
San Simón de Guerrero	13,016.21	6,512.27	4,536.07	2,598.54	62.36	2,454.97	2,293.16	909.11	624.36
Santo Tomás	10,349.81	1,883.21	8,043.67	217.32	-	169.17	2,117.52	228.80	463.72
Soyaniquilpan de Juárez	14,552.68	248.77	1,693.68	-	-	21.00	-	-	617.60
Sultepec	56,389.22	13,036.22	40,829.67	99.82	647.27	10,670.49	5,537.22	452.59	14,078.75
Tecámac	15,584.93	890.89	-	-	-	-	-	-	-
Tejupilco	66,548.58	8,697.86	50,275.63	1,364.53	-	2,018.35	8,912.35	4,594.76	8,532.31
Temamatla	2,908.54	486.42	1,241.24	-	-	-	-	-	606.71
Temascalapa	16,350.54	770.71	-	-	-	-	-	-	-
Temascalcingo	35,379.66	5,629.44	6,853.77	35.50	-	2,600.62	1,758.61	2,847.09	2,734.68
Temascaltepec	56,547.43	27,191.25	14,639.29	13,880.32	3,730.77	8,716.98	6,169.57	1,358.13	2,427.15
Temoaya	18,698.48	2,499.95	947.17	1,157.44	231.37	1,009.31	168.78	115.28	148.12
Tenancingo	16,388.23	2,131.32	4,628.39	607.35	1,682.55	1,289.97	1,712.83	68.70	923.95
Tenango del Aire	3,776.29	477.76	849.91	4.89	-	-	-	-	353.13
Tenango del Valle	20,749.04	4,107.18	3,355.63	1,259.24	2,518.11	1,756.03	334.78	727.64	235.74
Teoloyucan	3,084.32	4.06	0.00	-	-	-	-	-	-
Teotihuacán	8,265.97	706.10	6.05	-	-	-	-	-	-
Tepetlaoxtoc	17,741.39	6,342.94	4,923.94	1,188.47	174.13	739.40	436.41	-	1,437.97

BOSQUE MESÓFILO		SELVAS BAJAS		OTRAS ASOCIACIONES	ZONAS ÁRIDAS		OTRAS ÁREAS FORESTALES	ÁREAS FORESTALES PERTURBADAS	ÁREAS NO FORESTALES
PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	
-	-	-	-	205.34	-	-	4.18	198.93	6,645.74
1,865.65	-	-	18.73	896.83	-	-	-	2,023.13	9,784.91
-	-	-	-	481.83	1,079.12	-	-	54.61	11,657.89
369.43	-	2,859.12	2,156.11	4.09	-	-	-	4,057.16	1,155.07
-	-	-	-	170.97	-	-	-	71.08	7,459.97
-	-	-	-	5.58	-	-	-	-	4,379.11
-	-	-	-	-	-	-	-	-	314.22
-	-	-	-	46.11	9.81	51.29	-	549.49	11,411.22
-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,287.28
-	-	-	-	0.36	-	-	41.80	38.85	2,436.67
-	-	-	-	1,319.48	-	-	-	2,664.06	30,357.82
-	-	-	-	1,155.32	-	-	-	822.24	32,956.24
-	-	-	-	110.43	1,583.59	-	-	176.03	4,924.42
-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	1,879.16
479.76	-	-	11.24	69.89	-	-	-	1,544.95	1,967.87
40.46	-	1,227.46	895.68	-	-	-	-	4,566.75	422.93
-	-	-	-	227.77	-	-	-	1,076.08	12,610.23
951.11	-	550.69	8,015.91	311.52	-	-	-	12,550.52	2,523.33
-	-	-	-	28.18	75.87	-	786.84	-	14,694.04
-	-	332.10	9,718.88	388.12	-	-	-	23,112.09	7,575.09
-	-	-	-	486.42	-	-	-	634.53	1,180.88
-	-	-	-	73.11	697.60	-	-	-	15,579.83
-	-	-	-	146.23	-	-	-	2,360.48	22,896.45
2,163.59	-	-	3.37	1,072.23	-	-	-	2,308.43	14,716.89
-	-	-	-	217.92	-	-	-	398.90	15,251.36
-	-	-	4.12	165.30	-	-	-	304.94	9,628.52
-	-	-	-	472.87	-	-	-	496.78	2,448.62
8.37	-	-	-	307.54	-	-	48.36	267.00	13,286.23
-	-	-	-	-	4.06	-	-	0.00	3,080.26
-	-	-	-	40.14	665.96	-	-	6.05	7,553.82
-	-	-	-	2,338.87	2,076.20	-	-	2,875.43	6,474.51

TABLA 19: Superficie forestal por formación a nivel municipal (hectáreas) (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL		CONÍFERAS		CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS		LATIFOLIADAS	
		PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Tepetlixpa	4,291.98	46.84	467.87	-	-	46.84	107.98	-	359.89
Tepotztlán	20,577.02	2,484.40	8,288.85	-	-	-	-	905.69	3,783.29
Tequixquiac	12,163.05	2,694.68	487.15	-	-	-	-	-	-
Texcaltitlán	14,853.91	5,044.84	2,640.96	1,911.96	106.47	2,321.43	2,035.39	118.40	74.71
Texcalyacac	2,460.49	1,221.15	120.11	102.37	28.69	81.84	-	561.94	-
Texcoco	42,552.82	16,267.86	6,790.00	8,793.83	19.99	1,074.67	578.57	-	4,680.92
Tezoyuca	1,640.07	-	-	-	-	-	-	-	-
Tianguistenco	13,109.97	2,600.50	1,454.39	1,261.53	1,133.22	241.48	-	680.99	145.87
Timilpan	16,559.11	2,908.04	1,076.84	-	-	1,125.35	20.26	1,590.71	1,035.20
Tlalmanalco	15,932.89	10,422.07	1,117.72	7,441.37	-	806.05	192.96	1,111.49	244.64
Tlalnepantla de Baz	7,986.05	880.88	705.56	-	-	-	-	-	202.35
Tlatlaya	78,588.70	12,722.80	56,343.78	11.65	435.52	5,082.65	1,994.57	2,517.32	4,465.68
Toluca	42,572.83	4,525.51	2,614.92	1,933.46	1,899.23	23.30	-	-	25.15
Tonanitla	898.46	25.05	-	-	-	-	-	-	-
Tonatico	8,978.01	86.50	6,241.57	24.49	1,383.16	-	-	8.37	27.41
Tultepec	2,659.63	5.73	4.00	-	-	-	-	-	-
Tultitlán	6,562.05	692.30	467.41	-	-	-	-	145.07	439.64
Valle de Bravo	39,875.90	21,142.51	7,942.02	11,062.40	485.51	8,515.76	4,256.08	511.71	506.69
Valle de Chalco Solidaridad	4,635.41	-	116.90	-	-	-	-	-	-
Villa de Allende	30,777.74	10,960.18	2,290.37	1,912.60	1,325.79	7,422.65	415.01	36.71	-
Villa del Carbón	30,142.07	7,935.10	12,731.39	4,161.96	-	2,088.16	2,978.89	601.60	5,769.24
Villa Guerrero	22,825.38	7,269.61	4,040.32	2,050.37	1,914.03	2,221.71	1,085.09	34.84	201.85
Villa Victoria	42,230.78	3,748.10	3,437.68	270.03	1,344.51	860.89	534.70	-	-
Xalatlaco	10,766.68	2,418.84	3,401.76	1,974.64	3,027.39	14.37	-	62.94	23.24
Xonacatlán	5,319.66	1,590.45	440.70	1,277.58	52.40	-	-	64.48	316.34
Zacazonapan	6,636.83	1,125.25	4,119.58	72.86	-	420.36	934.00	285.25	1,599.83
Zacualpan	29,097.64	5,032.17	16,136.59	-	1,015.92	1,735.93	2,951.82	1,222.58	4,383.69
Zinacantepec	30,834.55	9,054.42	5,243.25	4,979.46	5,014.58	548.83	-	-	5.08
Zumpahuacán	20,151.00	562.22	15,924.12	346.68	3,500.01	17.76	304.63	181.36	1,319.36
Zumpango	22,214.24	3,317.71	384.93	-	-	-	-	-	-
Total	2,222,657.75	489,850.57	575,516.34	166,828.77	58,526.30	129,384.90	79,973.90	61,554.52	149,426.57

BOSQUE MESÓFILO		SELVAS BAJAS		OTRAS ASOCIACIONES	ZONAS ÁRIDAS		OTRAS ÁREAS FORESTALES	ÁREAS FORESTALES PERTURBADAS	ÁREAS NO FORESTALES
PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,777.27
-	-	-	-	349.77	1,132.74	-	96.20	4,505.56	9,803.77
-	-	-	-	789.55	1,890.74	-	14.39	487.15	8,981.22
396.07	-	-	10.94	296.98	-	-	-	413.45	7,168.11
-	-	-	-	56.85	-	-	418.15	91.42	1,119.23
-	-	-	-	991.40	327.65	-	5,080.31	1,510.52	19,494.96
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,640.07
-	-	-	-	111.40	-	-	305.10	175.30	9,055.08
-	-	-	-	191.98	-	-	-	21.38	12,574.23
-	-	-	-	253.22	-	-	809.94	680.12	4,393.10
-	-	-	-	205.03	675.85	-	-	503.21	6,399.61
-	-	3,730.85	38,357.51	1,380.33	-	-	-	11,090.50	9,522.12
-	-	-	-	1,714.36	-	-	854.39	690.54	35,432.40
-	-	-	-	-	-	-	25.05	-	873.41
-	-	-	3,881.34	53.64	-	-	-	949.66	2,649.94
-	-	-	-	-	-	-	5.73	4.00	2,649.90
-	-	-	-	86.89	452.75	-	7.59	27.77	5,402.34
378.47	-	-	5.69	674.17	-	-	-	2,688.05	10,791.37
-	-	-	-	-	-	-	-	116.90	4,518.51
188.73	34.60	-	-	1,399.49	-	-	-	514.97	17,527.19
-	-	-	-	1,083.38	-	-	-	3,983.26	9,475.58
2,691.78	-	-	752.98	270.91	-	-	-	86.37	11,515.45
-	-	-	-	2,617.18	-	-	-	1,558.47	35,045.00
-	-	-	-	366.89	-	-	-	351.13	4,946.08
-	-	-	-	248.39	-	-	-	71.96	3,288.51
-	-	342.52	574.00	4.26	-	-	-	1,011.75	1,392.00
1,961.28	8.67	36.51	2,680.94	75.87	-	-	-	5,095.55	7,928.88
23.09	-	-	-	3,380.90	-	-	122.14	223.59	16,536.88
-	-	-	8,999.98	16.42	-	-	-	1,800.14	3,664.66
-	-	-	-	233.57	718.94	-	2,365.20	384.93	18,511.60
14,825.61	301.45	19,882.99	110,687.96	49,171.68	24,053.54	1,410.03	24,148.56	175,190.13	1,157,290.84

ESTRUCTURA DE LAS FORMACIONES

La estructura y composición de las formaciones ofrecen una visión general del estado que mantienen los tipos de vegetación en relación con su formación original. Además, proporciona información de diferentes características particulares de los tipos de vegetación, como la abundancia, diversidad y distribución de especies en los distintos estratos que la constituyen.

En síntesis, la estructura y composición de las formaciones muestra una panorámica del estado actual que guardan los tipos de vegetación y sus características en el espacio geográfico y temporal al momento del levantamiento de la información.

Estado sucesional

Cuando se habla de estado sucesional se hace referencia a las transformaciones o al grado de cambio que presenta una comunidad vegetal con respecto a su condición original. Estos cambios o alteraciones de la vegetación original surgen por las dinámicas de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que actualmente imperan en muchas partes del mundo o por eventos naturales que ocasionan un disturbio en la comunidad. En la región central del país, los eventos o fenómenos más comunes que presionan la superficie con vegetación forestal, están asociados con actividades humanas de aprovechamiento forestal, actividades agropecuarias y avance de los asentamientos humanos.

La vegetación primaria ocupa 46.0 % de la superficie forestal del Estado de México. Las formaciones con menor porcentaje de cobertura vegetal primaria son selvas bajas con únicamente 15.2 % de vegetación original, y latifoliadas con 29.2 %. Según Challenger y Soberón (2008), estos ecosistemas han sido alterados con fines agrícolas y energéticos (leña), debido a la fertilidad de sus suelos y a la composición de especies arbóreas. Sin embargo, en 72.1 % de la superficie con vegetación secundaria el estrato secundario que existe es arbustivo, lo que indica que con el tiempo se puede generar una formación vegetal similar a la original si se le proporciona el manejo adecuado.

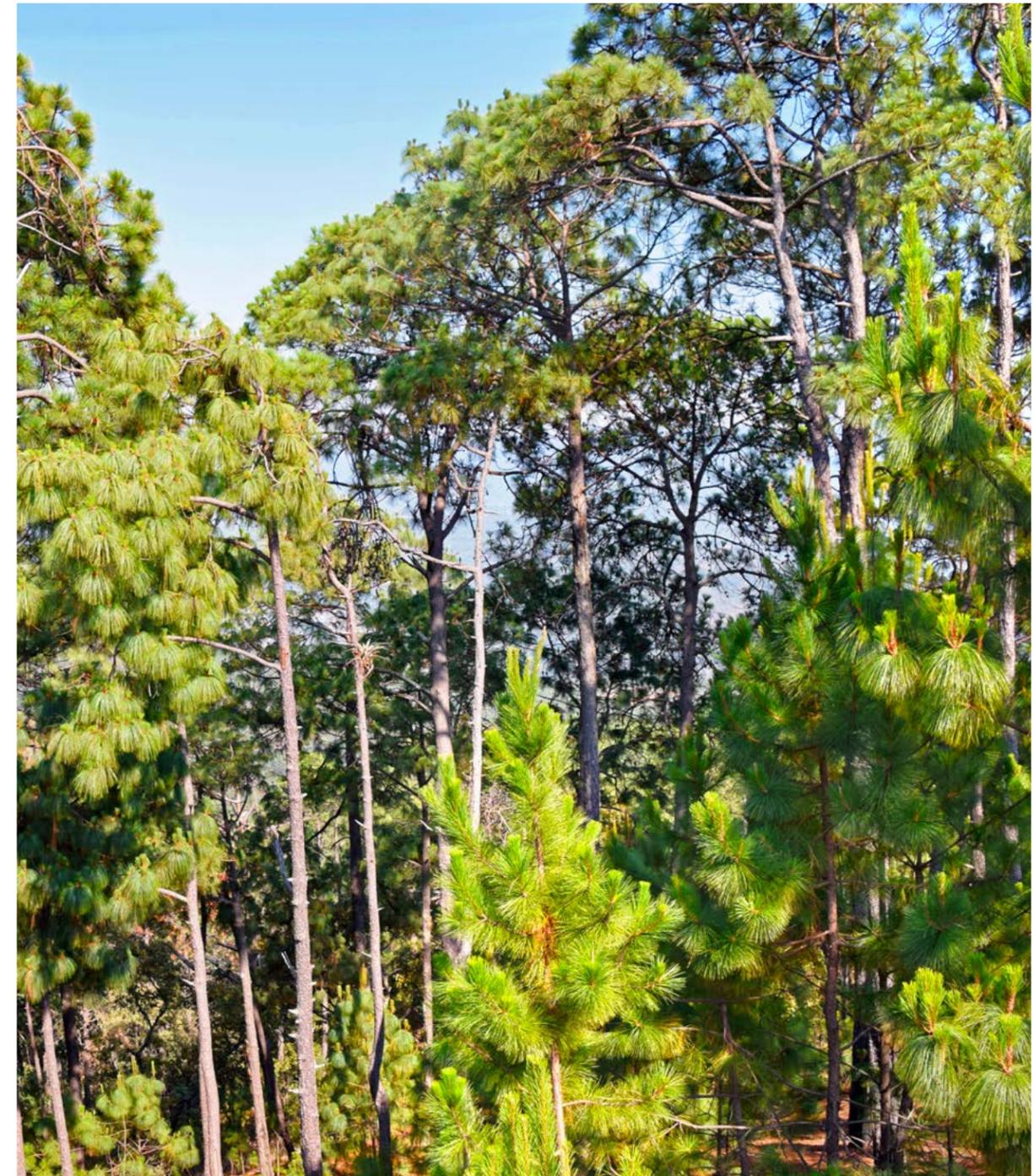
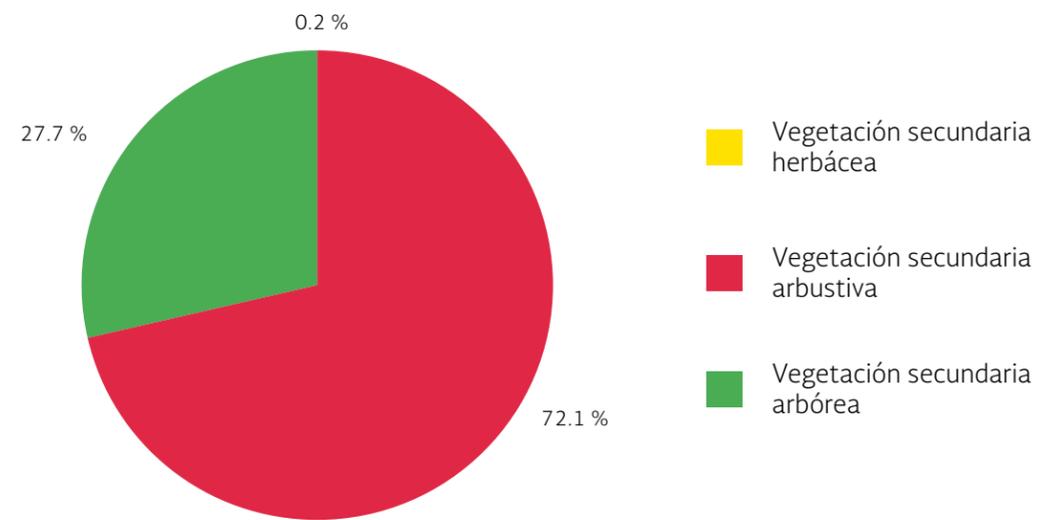
Existen formaciones que conservan la vegetación original en casi toda su extensión, como el bosque mesófilo y las zonas áridas, con más de 90 % de la superficie con vegetación primaria. Las zonas áridas son, en apariencia, una de las formaciones menos afectadas; sin embargo, su alteración no es tan fácil de cuantificar en comparación con otras formaciones forestales arboladas (Challenger y Soberón, 2008).

En la siguiente tabla se desagrega la superficie forestal de la entidad de acuerdo a las formaciones que la integran y por la fase sucesional que presentan. En la misma se incluye la categoría "áreas forestales perturbadas", en donde se concentran 171,110.9 ha de zonas con presencia únicamente de vegetación herbácea y 4,449.6 ha de áreas con vocación forestal que se encuentran fuertemente erosionadas y desprovistas de vegetación, las cuales a través de diferentes programas estatales y federales se comienzan a restaurar para reconvertirlas a zonas forestales.

TABLA 20: Superficie forestal de las formaciones por estado sucesional

FORMACIÓN	SUPERFICIE TOTAL	PRIMARIA		SECUNDARIA	
		ha	%	ha	%
Coníferas	225,355.07	166,828.77	74.03	58,526.30	25.97
Coníferas y latifoliadas	209,358.80	129,384.90	61.80	79,973.90	38.20
Latifoliadas	210,981.09	61,554.52	29.18	149,426.57	70.82
Bosque mesófilo	15,127.06	14,825.61	98.01	301.45	1.99
Selvas bajas	130,570.95	19,882.99	15.23	110,687.96	84.77
Otras asociaciones	49,171.68	49,171.68	100.00	-	-
Zonas áridas	25,463.57	24,053.54	94.46	1,410.03	5.54
Otras áreas forestales	24,148.56	24,148.56	100.00	-	-
Áreas forestales perturbadas	175,190.13	-	-	175,190.13	100.00
Total	1,065,366.91	489,850.57	45.98	575,886.70	54.06

FIGURA 12: Composición de la vegetación secundaria



Pinus montezumae en Temascaltepec

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 este Inventario Estatal Forestal y de Suelos (IEFYS). Para la estimación de los indicadores dasométricos, además de los datos de campo levantados en los años de 2009 a 2013 para el INFYS y el IEFYS, se incluyó la información disponible de 318 conglomerados del Inventario Forestal y de Suelos del Estado de México 2010, establecidos con la misma metodología del INFYS, en diferentes formaciones forestales, lo que permitió aumentar el tamaño de muestra para algunas de ellas. En esta base de datos adicional solo se contó con la información dasométrica, por lo que el repoblado y estado de salud del arbolado se analizó únicamente con los datos de campo del INFYS e IEFYS. En las formaciones forestales que no se alcanzó una muestra de al menos 30 conglomerados al combinar las dos fuentes de información, tamaño mínimo requerido para hacer una estimación con un nivel aceptable de precisión se reporta sólo la información cuantitativa y cualitativa disponible.

CONÍFERAS

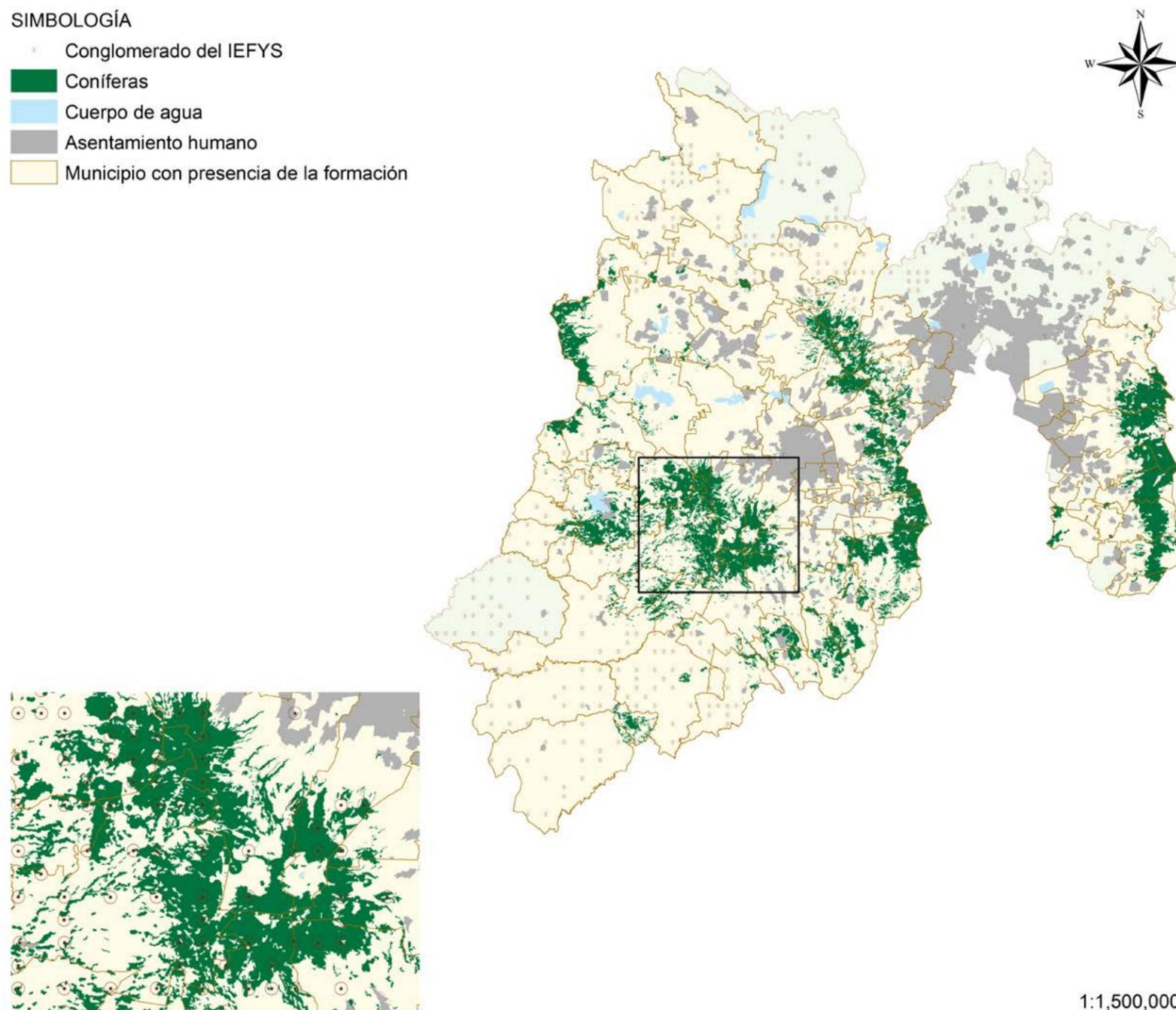
Caracterización de la formación

Los bosques de coníferas se caracterizan por la dominancia de especies de gimnospermas leñosas perennifolias de origen septentrional, que en épocas pasadas emigraron hacia el sur, en donde colonizaron nuevos ambientes, y generaron una amplia diversificación en los géneros representativos.

MAPA 10: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONÍFERAS

SIMBOLOGÍA

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



Su distribución natural actual cubre un gradiente altitudinal y climático muy amplio, pues se les puede encontrar desde elevaciones cercanas al nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea, cercano a los 4,000 msnm (Rzedowski, 2006).

Su localización principal en nuestro país ocurre en las regiones de climas templados, semifríos y fríos, con diferentes grados de humedad, por arriba de los 1,500 msnm, en condiciones propias de las regiones montañosas a lo largo de la Sierra Madre Occidental, Oriental y Eje Neovolcánico.

Por sus características ecológicas y fisonómicas, la formación coníferas ha dado lugar a la separación de varios tipos de vegetación, en los que es característico la presencia de una o varias especies de los géneros *Pinus*, *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Picea* y *Pseudotsuga*, entre otros (Rzedowski, 2006). Esta comunidad vegetal tiene una gran importancia económica y ecológica para la población por la amplia gama de bienes y servicios que ofrece. Además del potencial de aprovechamiento industrial y comercial de los productos maderables y no maderables que contiene y de los múltiples servicios ambientales que genera, las comunidades rurales obtienen materias primas para construcción, energía y alimentación humana y del ganado.

En el Estado de México, la formación coníferas se distribuye principalmente en elevaciones superiores a los 2,350 msnm, hasta cerca de los 4,000 msnm, en las partes altas de las sierras y volcanes asociados al Eje Neovolcánico. Los tipos de vegetación representativos de esta formación en el estado son los bosques de pino, oyamel, cedro y táscate que pueden existir en forma pura o en diferentes combinaciones de mezcla y dominancia, en función de las condiciones ambientales de cada sitio. De acuerdo con la literatura, las especies de coníferas más comunes de esta formación en la entidad son *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii* y *P. pseudostrobus*, que se asocian en algunos casos con especies de latifoliadas en el estrato arbóreo y con varias especies arbustivas y herbáceas en los estratos inferiores (GEM, 2006).

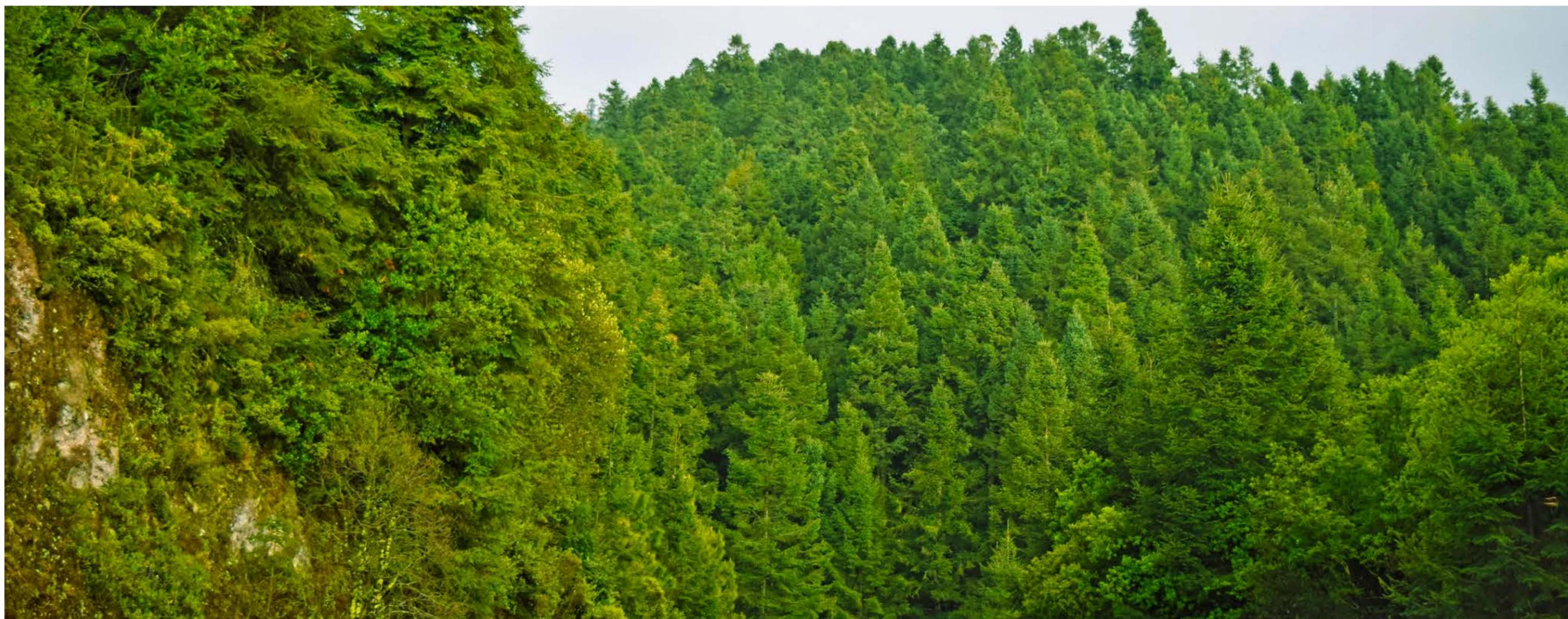


Bosque de *Pinus* sp. en Amecameca

Superficie por tipo de vegetación

Los bosques de coníferas dentro de la entidad poseen una extensión de 225,355.1 ha, 10.1 % de la superficie estatal y 21.2 % de la superficie forestal presente en la entidad. Esta formación se encuentra representada en 57.3 % por bosques de pino (BP), seguido por bosques de oyamel (BA) en 35.2 %. La formación presenta 166,828.8 ha con vegetación primaria, es decir, 74.0 % de su superficie.

En cuanto a los municipios con más extensión de bosque de coníferas, destacan Temascaltepec, Ocuilan, Valle de Bravo y San José del Rincón, los cuales suman 55,108.9 hectáreas y, por lo tanto, 24.5 % de la superficie total de la formación en la entidad.



Bosque de coníferas en Temoaya

TABLA 21: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

VEGETACIÓN	BB		BA		BP		BJ	
MUNICIPIO	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Acambay	-	-	-	-	168.00	-	-	-
Aculco	-	-	-	-	35.23	-	-	-
Almoloya de Alquisiras	-	-	-	-	295.60	45.57	-	163.34
Almoloya de Juárez	-	-	421.96	5.37	1,240.42	328.20	-	-
Amanalco	-	-	5,425.48	71.30	2,625.65	19.25	-	-
Amatepec	-	-	-	-	1,341.35	1,008.08	-	-
Amecameca	-	-	2,577.75	-	4,315.18	44.60	-	-
Atizapán de Zaragoza	-	-	-	0.05	-	-	-	-
Atlacomulco	-	-	-	-	304.16	14.52	-	-
Atlautla	-	-	2,733.58	-	2,039.06	234.98	-	-
Ayapango	-	-	-	-	114.85	-	-	-
Calimaya	-	-	19.65	-	170.19	430.80	-	-
Capulhuac	-	-	7.78	-	-	40.55	-	-
Chalco	-	-	233.25	-	3,274.21	117.71	-	-
Chapa de Mota	-	-	58.33	-	27.40	-	-	-
Chapultepec	-	-	-	-	-	4.64	-	-
Chicoloapan	-	-	-	-	19.15	-	-	-
Coatepec Harinas	-	-	731.84	409.81	821.58	3,977.46	-	547.01
Donato Guerra	-	-	1,103.38	136.53	804.79	276.54	-	-
Ecatzingo	-	-	260.30	-	771.58	-	-	-
El Oro	49.62	135.54	371.65	-	-	80.51	-	-
Huixquilucan	-	-	2,162.66	508.88	458.87	5.31	-	-
Isidro Fabela	-	-	1,594.27	69.67	1,394.01	-	-	-
Ixtapaluca	-	-	2,241.71	-	8,624.10	22.10	-	-
Ixtapan de la Sal	-	-	-	-	-	34.37	-	3,334.65
Ixtapan del Oro	-	-	-	-	250.83	-	-	-
Ixtlahuaca	-	-	-	-	0.76	221.19	-	-
Jilotzingo	-	-	2,119.12	274.44	236.28	-	-	-
Jiquipilco	-	-	2,176.70	-	381.00	-	-	-
Jocotitlán	-	-	296.29	-	546.34	99.42	-	-
Joquicingo	-	-	-	-	919.21	65.23	-	-
Juchitepec	-	-	-	-	1,033.87	417.74	-	-
La Paz	-	-	-	-	-	-	13.90	-

TABLA 21: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas) (continuación)

VEGETACIÓN MUNICIPIO	BB		BA		BP		BJ	
	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Lerma	-	-	2,463.78	184.11	1,720.13	45.23	-	-
Malinalco	-	-	-	-	30.51	226.19	-	3,774.01
Metepec	-	-	-	-	-	0.49	-	-
Morelos	-	-	1,473.94	-	151.41	-	-	-
Naucalpan de Juárez	-	-	845.01	567.23	92.39	-	-	-
Nicolás Romero	-	-	1,955.15	-	933.62	-	-	-
Ocoyoacac	-	-	3,751.92	69.69	727.34	1,237.03	-	-
Ocuilan	-	-	4,823.08	4.65	5,976.04	3,483.02	-	345.78
Otumba	-	-	-	-	64.84	37.05	-	-
Otzoloapan	-	-	-	-	1,128.28	-	-	-
Otzolotepec	-	-	2,029.88	1,284.32	42.91	7.43	-	-
San Felipe del Progreso	-	-	41.75	-	-	825.67	-	-
San José del Rincón	478.15	-	9,278.53	1,325.06	4.56	231.00	-	-
San Simón de Guerrero	-	-	-	-	2,598.54	62.36	-	-
Santo Tomás	-	-	-	-	217.32	-	-	-
Sultepec	-	-	-	-	99.82	209.99	-	437.28
Tejupilco	-	-	-	-	1,364.53	-	-	-
Temascalcingo	-	-	-	-	35.50	-	-	-
Temascaltepec	-	-	4,987.64	804.22	8,892.68	2,926.55	-	-
Temoaya	-	-	612.79	231.37	544.65	-	-	-
Tenancingo	-	-	-	-	607.35	662.57	-	1,019.98
Tenango del Aire	-	-	-	-	4.89	-	-	-
Tenango del Valle	-	-	553.79	73.14	705.45	2,444.97	-	-
Tepetlaoxtoc	-	-	744.37	-	338.72	35.69	105.38	138.44
Texcaltitlán	-	-	94.19	-	1,817.77	106.47	-	-
Texcalyacac	-	-	-	-	102.37	28.69	-	-
Texcoco	-	-	2,067.50	-	6,726.33	19.99	-	-
Tianguistenco	-	-	669.90	114.23	591.63	1,018.99	-	-
Tlalmanalco	-	-	2,014.74	-	5,426.63	-	-	-
Tlatlaya	-	-	-	-	11.65	435.52	-	-
Toluca	-	-	15.01	0.53	1,918.45	1,898.70	-	-
Tonatico	-	-	-	-	-	-	24.49	1,383.16
Valle de Bravo	-	-	463.53	-	10,598.87	485.51	-	-

VEGETACIÓN	BB		BA		BP		BJ	
MUNICIPIO	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Villa de Allende	-	-	1,227.71	563.36	684.89	762.43	-	-
Villa del Carbón	-	-	3,744.77	-	417.19	-	-	-
Villa Guerrero	-	-	1,071.33	192.39	979.04	1,658.46	-	63.18
Villa Victoria	-	-	-	-	270.03	1,344.51	-	-
Xalatlaco	-	-	1,291.01	4.42	683.63	3,022.97	-	-
Xonacatlán	-	-	961.85	52.40	315.73	-	-	-
Zacazonapan	-	-	-	-	72.86	-	-	-
Zacualpan	-	-	-	-	-	-	-	1,015.92
Zinacantepec	-	-	603.59	123.89	4,375.87	4,884.30	-	6.39
Zumpahuacán	-	-	-	-	1.78	81.06	344.90	3,418.95
Total	527.77	135.54	72,322.46	7,071.06	93,489.87	35,671.61	488.67	15,648.09



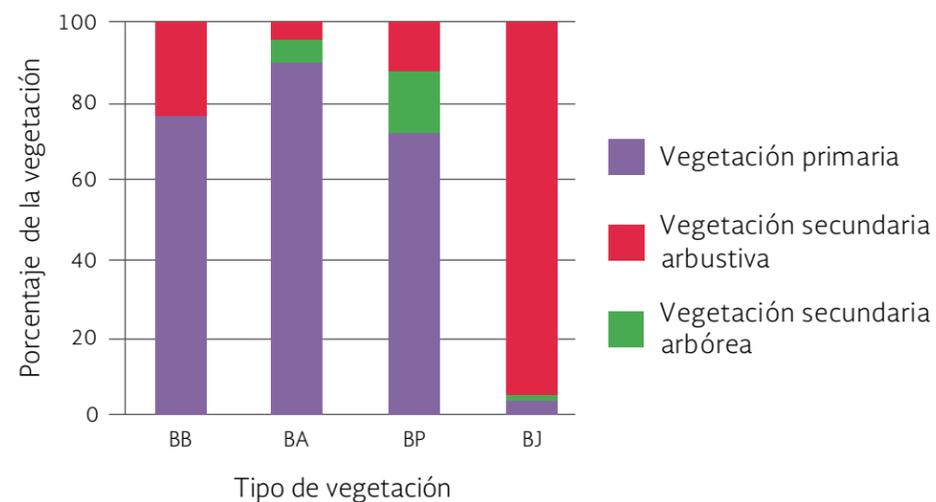
Bosque de pino encino

Estructura de la formación

La estructura de los bosques de coníferas en la entidad está representada en casi tres cuartas partes por vegetación primaria, lo cual muestra que en general la vegetación original representativa de esta formación se mantiene en buen estado, en particular en los bosques de oyamel (BA) y de cedro (BB). En cambio, en el otro extremo, los bosques de táscate (BJ) muestran una reducción drástica de la vegetación original en más de 95 % de su superficie.

Los municipios con mayor extensión de vegetación primaria son: Temascaltepec con 13,880.3 ha, Valle de Bravo con 11,062.4 ha, Ixtapaluca con 10,865.8 ha, y Ocuilan con 10,799.1 ha; dichos municipios agrupan 28.0 % de la superficie con vegetación primaria de los bosques de coníferas en el Estado de México.

FIGURA 13: Estructura de la formación por fase sucesional



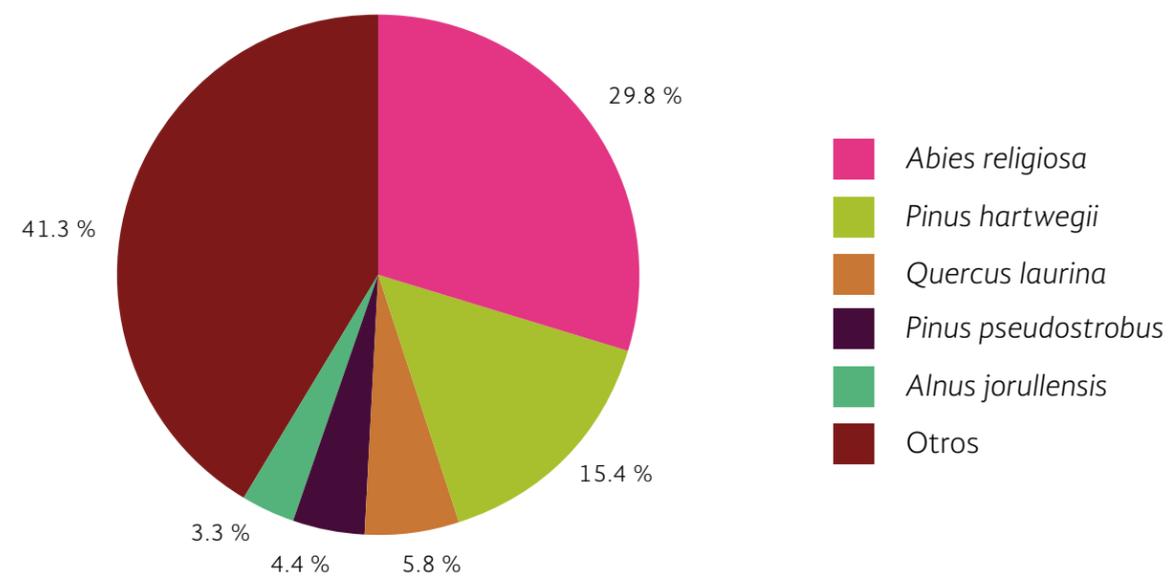
Registro de especies

Durante el trabajo de campo se obtuvo información de 14,834 individuos distribuidos en un total de 64 géneros y 125 especies. Los géneros más abundantes dentro de la formación son *Abies*, *Pinus*, *Quercus*, *Alnus* y *Cupressus*, que en conjunto representan 80.0 % del total de individuos. En cuanto a las especies más abundantes presentes en los bosques de coníferas de la entidad se incluyen a *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *Quercus laurina*, *P. pseudostrobus* y *Alnus jorullensis*, que representan 58.7 % del total de individuos registrados.

TABLA 22: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Abies</i>	4,564	30.77
<i>Pinus</i>	4,197	28.29
<i>Quercus</i>	1,951	13.15
<i>Alnus</i>	713	4.81
<i>Cupressus</i>	447	3.01
Otros	2,962	19.97

FIGURA 14: Proporción de las principales especies presentes en la formación



Cono de *Abies religiosa* en el ejido Coatlinchán

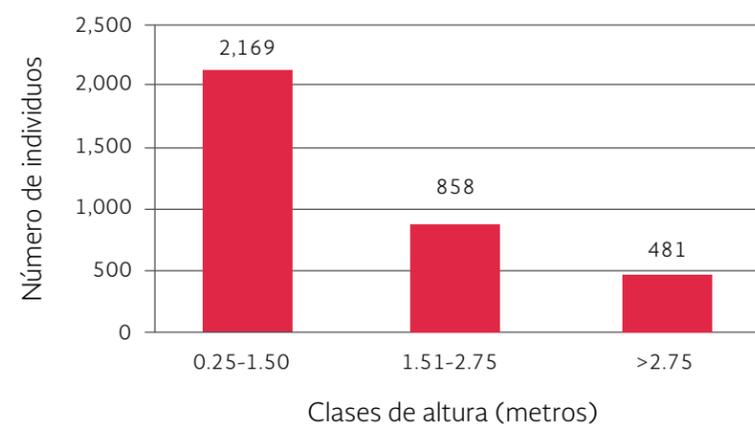
Regeneración de la masa forestal

El conocimiento del proceso de regeneración de la masa forestal es importante ya que indica la capacidad que tiene la vegetación para reproducirse y mantener estable la población vegetal. La capacidad de repoblación está controlada por diferentes factores ambientales, relacionados con el suelo, clima, fisiografía, cobertura vegetal y vegetación asociada, entre otros (FAO, 2010), los cuales afectan el establecimiento, supervivencia y desarrollo de los renuevos.

Con el objetivo de cuantificar el comportamiento de esta variable, se obtuvieron datos de abundancia de renuevos en los sitios de dos metros de radio establecidos en las unidades de muestreo secundarias (UMS). Se encontró un total de 3,508 renuevos en las UMS levantadas. Los renuevos se agruparon según su altura en tres clases con el fin de obtener un panorama del comportamiento y distribución del repoblado.

La densidad estimada de regeneración es de 9,528 individuos/ha. La mayor cantidad (61.8 %) de estos renuevos se concentró en la clase de 0.25-1.50 m, mientras que la clase de 1.50-2.75 m representó 24.5 %; los principales géneros de árboles presentes en los renuevos son *Abies* y *Pinus*, con 14.4 % del total; en cambio, los principales géneros de arbustos presentes son *Senecio* y *Baccharis*, que en conjunto acumulan 18.1 % de los individuos.

FIGURA 15: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



Indicadores dasométricos

Con el fin de sistematizar, resumir y presentar resultados obtenidos en la fase de campo se realizó un análisis descriptivo, el cual permite tener una noción general de la estructura actual, tendencia y ciclos de los bosques de coníferas en el Estado de México. Como producto del análisis se estiman varios indicadores dasométricos, los cuales sintetizan la información con un nivel de confianza aceptable. Para la formación de coníferas se tiene una muestra de 195 unidades de muestreo primarias (conglomerados), en los cuales se obtuvo el registro de 12,809 individuos en pie dentro del rango de 7.5-132.5 centímetros de diámetro y 5.0-47.5 metros de altura total. A partir de este tamaño de muestra se calcularon los indicadores que a continuación se presentan.

La altura y diámetro promedio de los árboles en la formación fue de 12.8 m y de 23.3 cm, respectivamente. El árbol con mayor diámetro resultó ser un ejemplar de *Abies religiosa* con 125.5 cm, mientras que el árbol más alto fue un individuo muerto en pie de *Abies religiosa* con 47.4 m.

El tiempo de paso se refiere al número de años que le toma a un árbol pasar de una categoría diamétrica hacia otra. Este proceso depende de múltiples factores relacionados con las condiciones ambientales en que se desarrolla la comunidad. El tiempo de paso promedio estimado para la formación de coníferas en la entidad es de 12 años, el cual se ubica por debajo del promedio nacional. Sin embargo, algunas de las especies dominantes en los bosques de coníferas presentan una tasa de crecimiento alta (Rzedowski, 2006) por lo que es una formación de gran importancia para el aprovechamiento de recursos forestales maderables.

TABLA 23: Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	12.79	11.78	13.81	0.52
Rango de alturas registradas	NA	5.00	47.40	NA

TABLA 24: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	23.25	20.97	25.53	1.16
Rango de diámetros registrados	NA	7.50	125.50	NA

FIGURA 16: Distribución de frecuencias por clase de altura (metros)

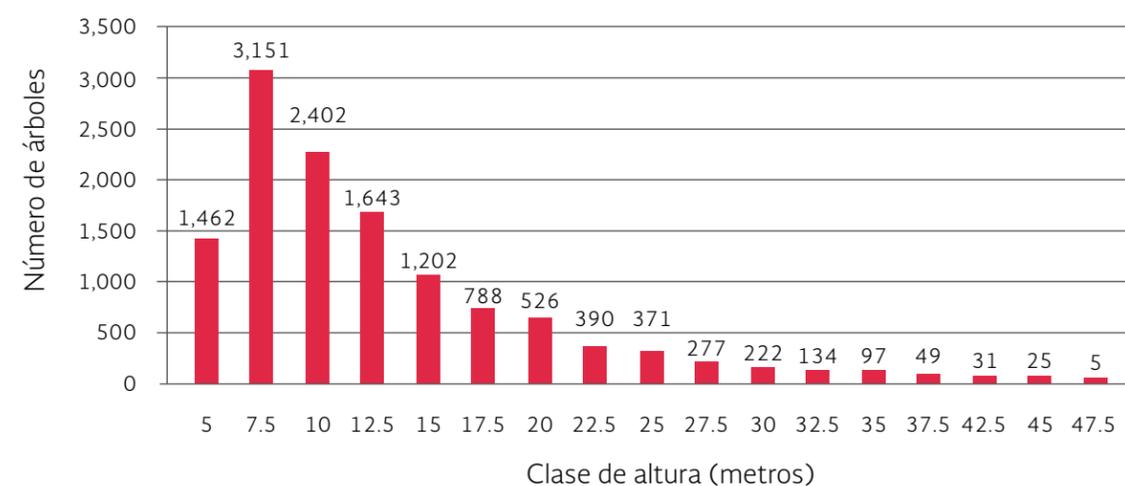


FIGURA 17: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

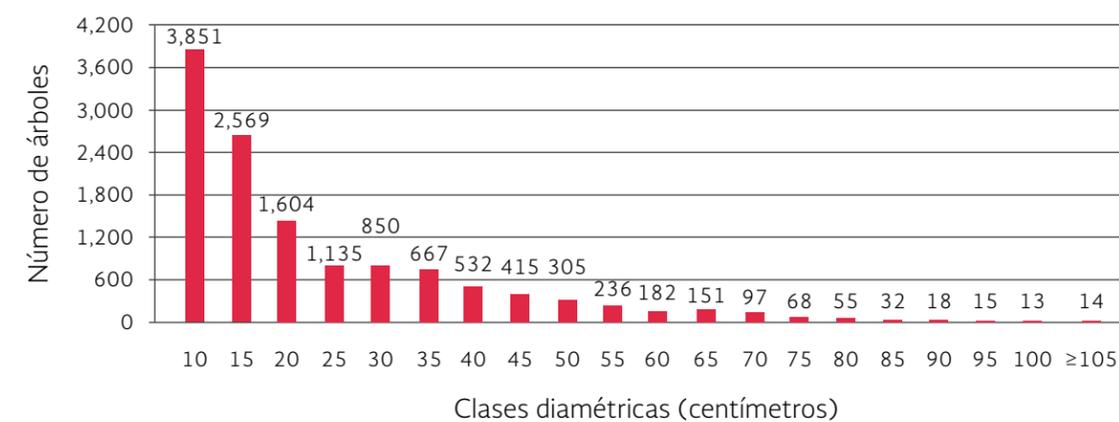


TABLA 25: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)

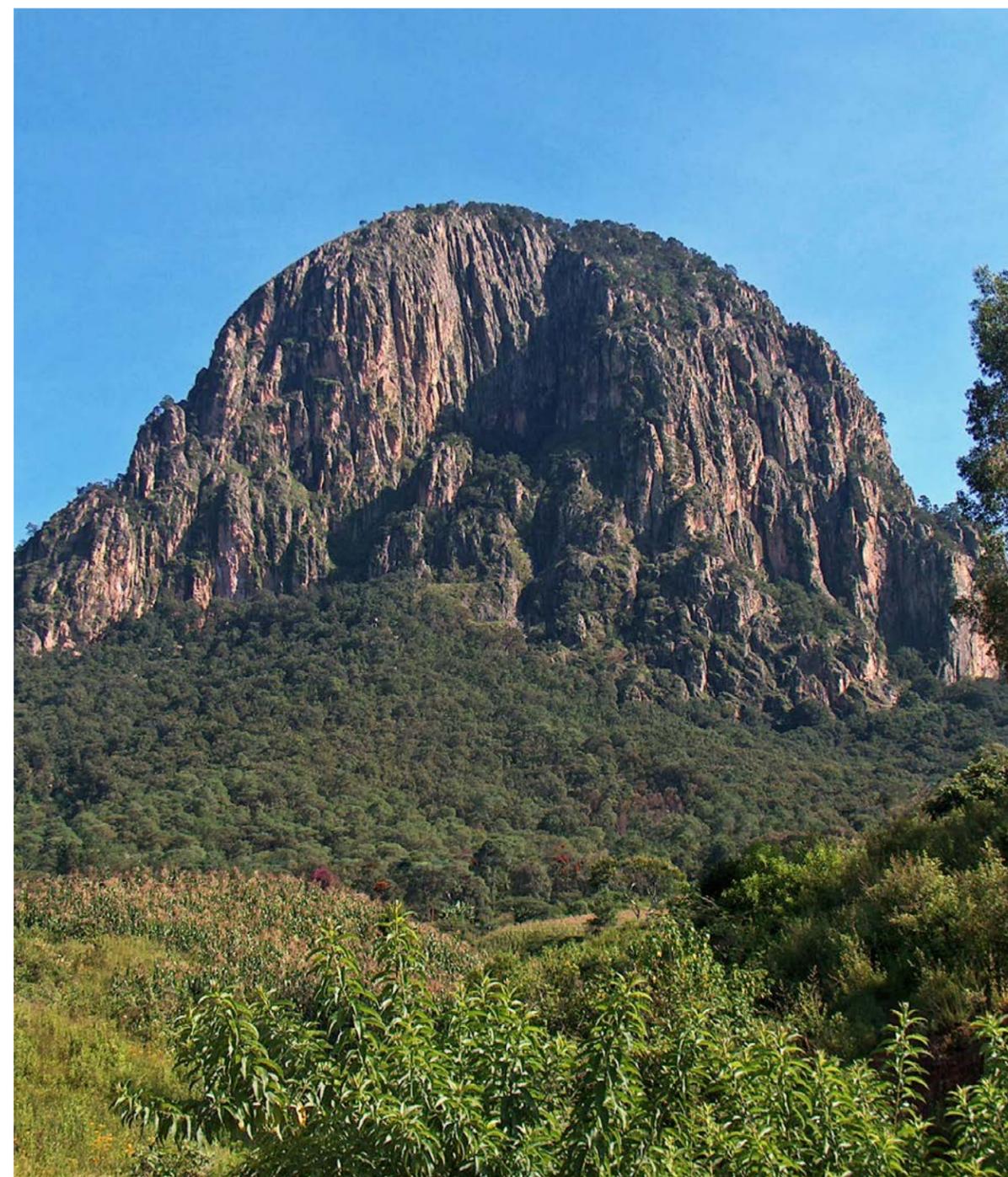
VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	423
Varianza del estimador	379
Límite inferior (95 %)	385
Límite superior (95 %)	461
Error relativo de muestreo	4.60

TABLA 26: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	78.69
Varianza del estimador	16.51
Límite inferior (95 %)	70.68
Límite superior (95 %)	86.71
Error relativo de muestreo	5.16

TABLA 27: Estimador de razón para área basal (m²/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	26.96
Varianza del estimador	1.13
Límite inferior (95 %)	24.86
Límite superior (95 %)	29.05
Error relativo de muestreo	3.94



El Peñón en Telmascaltepec

TABLA 28: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m³/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	257.85
Varianza del estimador	197.41
Límite inferior (95 %)	230.14
Límite superior (95 %)	285.56
Error relativo de muestreo	5.45

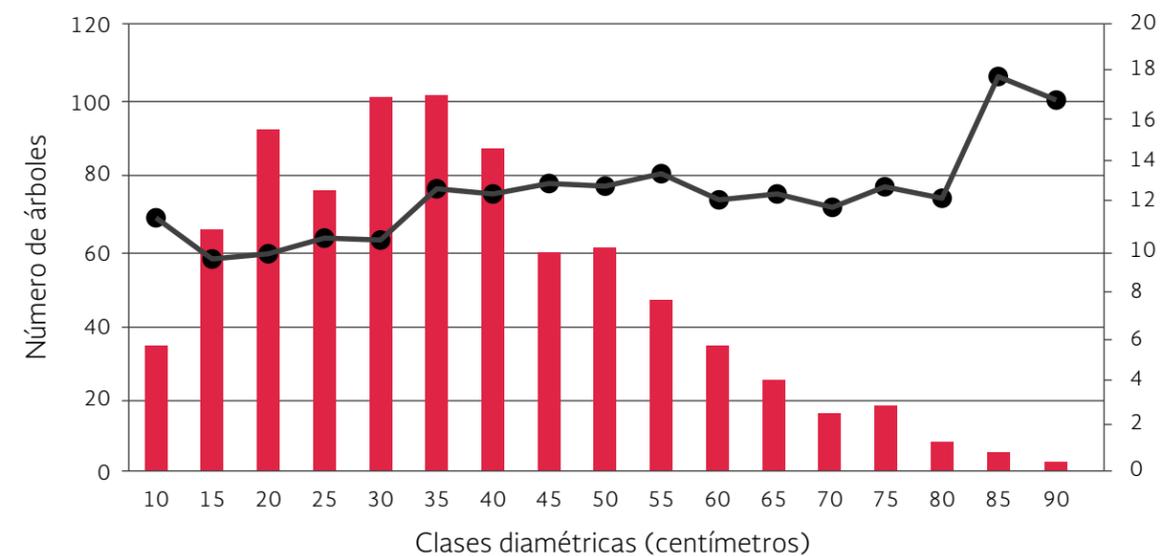
TABLA 29: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	25.41
Varianza del estimador	9.92
Límite inferior (95 %)	19.14
Límite superior (95 %)	31.69
Error relativo de muestreo	12.39

TABLA 30: Estimador de razón para IMA promedio por hectárea (m³/hectárea/año)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	5.85
Varianza del estimador	0.20
Límite inferior (95 %)	4.98
Límite superior (95 %)	6.73
Error relativo de muestreo	7.59

FIGURA 18: Tiempos de paso en la formación coníferas



Bosque de *Pinus patula*

TABLA 31: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Acambay	168.00	-	168.00	43,318.80	38,663.52	47,974.08
Aculco	35.23	-	35.23	9,084.06	8,107.83	10,060.28
Almoleya de Alquisiras	295.60	208.91	504.51	130,087.90	116,107.93	144,067.88
Almoleya de Juárez	1,662.38	333.57	1,995.95	514,655.71	459,347.93	569,963.48
Amanalco	8,051.13	90.55	8,141.68	2,099,332.19	1,873,726.24	2,324,938.14
Amatepec	1,341.35	1,008.08	2,349.43	605,800.53	540,697.82	670,903.23
Amecameca	6,892.93	44.60	6,937.53	1,788,842.11	1,596,603.15	1,981,081.07
Atizapán de Zaragoza	-	0.05	0.05	12.89	11.51	14.28
Atlacomulco	304.16	14.52	318.68	82,171.64	73,341.02	91,002.26
Atlautla	4,772.64	234.98	5,007.62	1,291,214.82	1,152,453.67	1,429,975.97
Ayapango	114.85	-	114.85	29,614.07	26,431.58	32,796.57
Calimaya	189.84	430.80	620.64	160,032.02	142,834.09	177,229.96
Capulhuac	7.78	40.55	48.33	12,461.89	11,122.67	13,801.11
Chalco	3,507.46	117.71	3,625.17	934,750.08	834,296.62	1,035,203.55
Chapa de Mota	85.73	-	85.73	22,105.48	19,729.90	24,481.06
Chapultepec	-	4.64	4.64	1,196.42	1,067.85	1,325.00
Chicoloapan	19.15	-	19.15	4,937.83	4,407.18	5,468.47
Coatepec Harinas	1,553.42	4,934.28	6,487.70	1,672,853.45	1,493,079.28	1,852,627.61
Donato Guerra	1,908.17	413.07	2,321.24	598,531.73	534,210.17	662,853.29
Ecatzingo	1,031.88	-	1,031.88	266,070.26	237,476.86	294,663.65
El Oro	421.27	216.05	637.32	164,332.96	146,672.82	181,993.10
Huixquilucan	2,621.53	514.19	3,135.72	808,545.40	721,654.60	895,436.20
Isidro Fabela	2,988.28	69.67	3,057.95	788,492.41	703,756.61	873,228.20
Ixtapaluca	10,865.81	22.10	10,887.91	2,807,447.59	2,505,743.61	3,109,151.58
Ixtapan de la Sal	-	3,369.02	3,369.02	868,701.81	775,346.26	962,057.35
Ixtapan del Oro	250.83	-	250.83	64,676.52	57,726.02	71,627.01
Ixtlahuaca	0.76	221.19	221.95	57,229.81	51,079.57	63,380.04
Jilotzingo	2,355.40	274.44	2,629.84	678,104.24	605,231.38	750,977.11
Jiquipilco	2,557.70	-	2,557.70	659,502.95	588,629.08	730,376.81
Jocotitlán	842.63	99.42	942.05	242,907.59	216,803.39	269,011.80
Joquicingo	919.21	65.23	984.44	253,837.85	226,559.02	281,116.69
Juchitepec	1,033.87	417.74	1,451.61	374,297.64	334,073.53	414,521.75
La Paz	13.90	-	13.90	3,584.12	3,198.95	3,969.28

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES			INCREMENTO MEDIO ANUAL		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m ³ /AÑO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
4,529.28	4,176.48	4,880.40	71,064	64,680	77,448	982.80	836.64	1,130.64
949.80	875.82	1,023.43	14,902	13,564	16,241	206.10	175.45	237.10
13,601.59	12,542.12	14,656.02	213,408	194,236	232,579	2,951.38	2,512.46	3,395.35
53,810.81	49,619.32	57,982.35	844,287	768,441	920,133	11,676.31	9,939.83	13,432.74
219,499.69	202,402.16	236,515.80	3,443,931	3,134,547	3,753,314	47,628.83	40,545.57	54,793.51
63,340.63	58,406.83	68,250.94	993,809	904,531	1,083,087	13,744.17	11,700.16	15,811.66
187,035.81	172,467.00	201,535.25	2,934,575	2,670,949	3,198,201	40,584.55	34,548.90	46,689.58
1.35	1.24	1.45	21	19	23	0.29	0.25	0.34
8,591.61	7,922.38	9,257.65	134,802	122,692	146,911	1,864.28	1,587.03	2,144.72
135,005.44	124,489.43	145,471.36	2,118,223	1,927,934	2,308,513	29,294.58	24,937.95	33,701.28
3,096.36	2,855.17	3,336.39	48,582	44,217	52,946	671.87	571.95	772.94
16,732.45	15,429.11	18,029.59	262,531	238,946	286,115	3,630.74	3,090.79	4,176.91
1,302.98	1,201.48	1,403.99	20,444	18,607	22,280	282.73	240.68	325.26
97,734.58	90,121.73	105,311.19	1,533,447	1,395,690	1,671,203	21,207.24	18,053.35	24,397.39
2,311.28	2,131.25	2,490.46	36,264	33,006	39,522	501.52	426.94	576.96
125.09	115.35	134.79	1,963	1,786	2,139	27.14	23.11	31.23
516.28	476.07	556.31	8,100	7,373	8,828	112.03	95.37	128.88
174,908.39	161,284.22	188,467.69	2,744,297	2,497,765	2,990,830	37,953.05	32,308.75	43,662.22
62,580.63	57,706.03	67,432.02	981,885	893,677	1,070,092	13,579.25	11,559.78	15,621.95
27,819.48	25,652.54	29,976.11	436,485	397,274	475,697	6,036.50	5,138.76	6,944.55
17,182.15	15,843.78	18,514.15	269,586	245,368	293,805	3,728.32	3,173.85	4,289.16
84,539.01	77,954.00	91,092.67	1,326,410	1,207,252	1,445,567	18,343.96	15,615.89	21,103.40
82,442.33	76,020.64	88,833.45	1,293,513	1,177,311	1,409,715	17,889.01	15,228.59	20,580.00
293,538.05	270,673.44	316,293.79	4,605,586	4,191,845	5,019,327	63,694.27	54,221.79	73,275.63
90,828.78	83,753.84	97,870.03	1,425,095	1,297,073	1,553,118	19,708.77	16,777.72	22,673.50
6,762.38	6,235.63	7,286.61	106,101	96,570	115,633	1,467.36	1,249.13	1,688.09
5,983.77	5,517.68	6,447.65	93,885	85,451	102,319	1,298.41	1,105.31	1,493.72
70,900.49	65,377.82	76,396.85	1,112,422	1,012,488	1,212,356	15,384.56	13,096.60	17,698.82
68,955.59	63,584.42	74,301.19	1,081,907	984,715	1,179,100	14,962.55	12,737.35	17,213.32
25,397.67	23,419.36	27,366.55	398,487	362,689	434,285	5,510.99	4,691.41	6,340.00
26,540.50	24,473.18	28,597.98	416,418	379,009	453,827	5,758.97	4,902.51	6,625.28
39,135.41	36,087.02	42,169.27	614,031	558,870	669,192	8,491.92	7,229.02	9,769.34
374.74	345.55	403.80	5,880	5,352	6,408	81.32	69.22	93.55

TABLA 31: Indicadores dasométricos a nivel municipal (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Lerma	4,183.91	229.34	4,413.25	1,137,956.51	1,015,665.36	1,260,247.67
Malinalco	30.51	4,000.20	4,030.71	1,039,318.57	927,627.60	1,151,009.55
Metepec	-	0.49	0.49	126.35	112.77	139.92
Morelos	1,625.35	-	1,625.35	419,096.50	374,058.05	464,134.95
Naucalpan de Juárez	937.40	567.23	1,504.63	387,968.85	346,275.55	429,662.14
Nicolás Romero	2,888.77	-	2,888.77	744,869.34	664,821.53	824,917.16
Ocoyoacac	4,479.26	1,306.72	5,785.98	1,491,914.94	1,331,585.44	1,652,244.45
Ocuilan	10,799.12	3,833.45	14,632.57	3,773,008.17	3,367,539.66	4,178,476.69
Otumba	64.84	37.05	101.89	26,272.34	23,448.96	29,095.71
Otzoloapan	1,128.28	-	1,128.28	290,927.00	259,662.36	322,191.64
Otzolotepec	2,072.79	1,291.75	3,364.54	867,546.64	774,315.24	960,778.04
San Felipe del Progreso	41.75	825.67	867.42	223,664.25	199,628.04	247,700.46
San José del Rincón	9,761.24	1,556.06	11,317.30	2,918,165.81	2,604,563.42	3,231,768.19
San Simón de Guerrero	2,598.54	62.36	2,660.90	686,113.07	612,379.53	759,846.60
Santo Tomás	217.32	-	217.32	56,035.96	50,014.02	62,057.90
Sultepec	99.82	647.27	747.09	192,637.16	171,935.29	213,339.02
Tejupilco	1,364.53	-	1,364.53	351,844.06	314,032.93	389,655.19
Temascalcingo	35.50	-	35.50	9,153.68	8,169.97	10,137.38
Temascaltepec	13,880.32	3,730.77	17,611.09	4,541,019.56	4,053,016.25	5,029,022.86
Temoaya	1,157.44	231.37	1,388.81	358,104.66	319,620.73	396,588.58
Tenancingo	607.35	1,682.55	2,289.90	590,450.72	526,997.59	653,903.84
Tenango del Aire	4.89	-	4.89	1,260.89	1,125.38	1,396.39
Tenango del Valle	1,259.24	2,518.11	3,777.35	973,989.70	869,319.33	1,078,660.07
Tepetlaoxtoc	1,188.47	174.13	1,362.60	351,346.41	313,588.76	389,104.06
Texcaltitlán	1,911.96	106.47	2,018.43	520,452.18	464,521.48	576,382.87
Texcalyacac	102.37	28.69	131.06	33,793.82	30,162.15	37,425.49
Texcoco	8,793.83	19.99	8,813.82	2,272,643.49	2,028,412.53	2,516,874.44
Tianguistenco	1,261.53	1,133.22	2,394.75	617,486.29	551,127.77	683,844.81
Tlalmanalco	7,441.37	-	7,441.37	1,918,757.25	1,712,556.89	2,124,957.62
Tlatlaya	11.65	435.52	447.17	115,302.78	102,911.70	127,693.87
Toluca	1,933.46	1,899.23	3,832.69	988,259.12	882,055.28	1,094,462.96
Tonatico	24.49	1,383.16	1,407.65	362,962.55	323,956.57	401,968.53
Valle de Bravo	11,062.40	485.51	11,547.91	2,977,628.59	2,657,636.01	3,297,621.18

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES			INCREMENTO MEDIO ANUAL		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m ² /AÑO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
118,981.22	109,713.40	128,204.91	1,866,805	1,699,101	2,034,508	25,817.51	21,977.99	29,701.17
108,667.94	100,203.45	117,092.13	1,704,990	1,551,823	1,858,157	23,579.65	20,072.94	27,126.68
13.21	12.18	14.23	207	189	226	2.87	2.44	3.30
43,819.44	40,406.20	47,216.42	687,523	625,760	749,286	9,508.30	8,094.24	10,938.61
40,564.82	37,405.10	43,709.50	636,458	579,283	693,634	8,802.09	7,493.06	10,126.16
77,881.24	71,814.82	83,918.77	1,221,950	1,112,176	1,331,723	16,899.30	14,386.07	19,441.42
155,990.02	143,839.46	168,082.72	2,447,470	2,227,602	2,667,337	33,847.98	28,814.18	38,939.65
394,494.09	363,765.69	425,076.16	6,189,577	5,633,539	6,745,615	85,600.53	72,870.20	98,477.20
2,746.95	2,532.99	2,959.90	43,099	39,228	46,971	596.06	507.41	685.72
30,418.43	28,049.04	32,776.53	477,262	434,388	520,137	6,600.44	5,618.83	7,593.32
90,708.00	83,642.46	97,739.89	1,423,200	1,295,348	1,551,053	19,682.56	16,755.41	22,643.35
23,385.64	21,564.06	25,198.55	366,919	333,957	399,881	5,074.41	4,319.75	5,837.74
305,114.41	281,348.08	328,767.57	4,787,218	4,357,161	5,217,275	66,206.21	56,360.15	76,165.43
71,737.86	66,149.97	77,299.15	1,125,561	1,024,447	1,226,675	15,566.27	13,251.28	17,907.86
5,858.95	5,402.58	6,313.15	91,926	83,668	100,185	1,271.32	1,082.25	1,462.56
20,141.55	18,572.66	21,702.96	316,019	287,630	344,408	4,370.48	3,720.51	5,027.92
36,787.73	33,922.22	39,639.60	577,196	525,344	629,048	7,982.50	6,795.36	9,183.29
957.08	882.53	1,031.28	15,017	13,668	16,366	207.68	176.79	238.92
474,794.99	437,811.70	511,602.16	7,449,491	6,780,270	8,118,712	103,024.88	87,703.23	118,522.64
37,442.32	34,525.82	40,344.93	587,467	534,692	640,241	8,124.54	6,916.27	9,346.69
61,735.70	56,926.91	66,521.60	968,628	881,612	1,055,644	13,395.92	11,403.70	15,411.03
131.83	121.57	142.05	2,068	1,883	2,254	28.61	24.35	32.91
101,837.36	93,904.92	109,732.02	1,597,819	1,454,280	1,741,358	22,097.50	18,811.20	25,421.57
36,735.70	33,874.24	39,583.53	576,380	524,601	628,159	7,971.21	6,785.75	9,170.30
54,416.87	50,178.17	58,635.39	853,796	777,096	930,496	11,807.82	10,051.78	13,584.03
3,533.38	3,258.15	3,807.29	55,438	50,458	60,419	766.70	652.68	882.03
237,620.59	219,111.57	256,041.47	3,728,246	3,393,321	4,063,171	51,560.85	43,892.82	59,317.01
64,562.46	59,533.49	69,567.49	1,012,979	921,979	1,103,980	14,009.29	11,925.86	16,116.67
200,619.34	184,992.46	216,171.80	3,147,700	2,864,927	3,430,472	43,532.01	37,058.02	50,080.42
12,055.70	11,116.65	12,990.29	189,153	172,160	206,145	2,615.94	2,226.91	3,009.45
103,329.32	95,280.67	111,339.64	1,621,228	1,475,586	1,766,870	22,421.24	19,086.80	25,794.00
37,950.24	34,994.18	40,892.23	595,436	541,945	648,927	8,234.75	7,010.10	9,473.48
311,331.65	287,081.04	335,466.79	4,884,766	4,445,945	5,323,587	67,555.27	57,508.59	77,717.43

TABLA 31: Indicadores dasométricos a nivel municipal (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Villa de Allende	1,912.60	1,325.79	3,238.39	835,018.86	745,283.07	924,754.65
Villa del Carbón	4,161.96	-	4,161.96	1,073,161.39	957,833.47	1,188,489.30
Villa Guerrero	2,050.37	1,914.03	3,964.40	1,022,220.54	912,367.02	1,132,074.06
Villa Victoria	270.03	1,344.51	1,614.54	416,309.14	371,570.24	461,048.04
Xalatlaco	1,974.64	3,027.39	5,002.03	1,289,773.44	1,151,167.18	1,428,379.69
Xonacatlán	1,277.58	52.40	1,329.98	342,935.34	306,081.60	379,789.09
Zacazonapan	72.86	-	72.86	18,786.95	16,768.00	20,805.90
Zacualpan	-	1,015.92	1,015.92	261,954.97	233,803.83	290,106.12
Zinacantepec	4,979.46	5,014.58	9,994.04	2,576,963.21	2,300,028.37	2,853,898.06
Zumpahuacán	346.68	3,500.01	3,846.69	991,869.02	885,277.24	1,098,460.80
Total	166,828.77	58,526.30	225,355.07	58,107,804.84	51,863,215.82	64,352,393.80



Coníferas en Amecameca

m ²	ÁREA BASAL		DENSIDAD DE ÁRBOLES			INCREMENTO MEDIO ANUAL		
	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	m ³ /AÑO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
87,306.99	80,506.38	94,075.23	1,369,839	1,246,780	1,492,898	18,944.58	16,127.18	21,794.36
112,206.44	103,466.33	120,904.94	1,760,509	1,602,355	1,918,664	24,347.47	20,726.56	28,009.99
106,880.22	98,554.98	115,165.82	1,676,941	1,526,294	1,827,588	23,191.74	19,742.71	26,680.41
43,528.00	40,137.46	46,902.39	682,950	621,598	744,303	9,445.06	8,040.41	10,865.85
134,854.73	124,350.47	145,308.97	2,115,859	1,925,782	2,305,936	29,261.88	24,910.11	33,663.66
35,856.26	33,063.30	38,635.92	562,582	512,042	613,121	7,780.38	6,623.30	8,950.77
1,964.31	1,811.30	2,116.58	30,820	28,051	33,588	426.23	362.84	490.35
27,389.20	25,255.77	29,512.48	429,734	391,129	468,339	5,943.13	5,059.28	6,837.14
269,439.32	248,451.83	290,326.86	4,227,479	3,847,705	4,607,252	58,465.13	49,770.32	67,259.89
103,706.76	95,628.71	111,746.34	1,627,150	1,480,976	1,773,324	22,503.14	19,156.52	25,888.22
6,075,572.66	5,602,327.05	6,546,564.81	95,325,196	86,761,706	103,888,687	1,318,327.20	1,122,268.26	1,516,639.62



Estado de salud del arbolado

El análisis de los daños que presenta el arbolado se realizó con una muestra de 4,950 registros disponibles de árboles en pie. Se observó que 25.4 % de los individuos presentó algún grado de daño. Del total de árboles dañados 33.8 % presenta alguna alteración relacionada con incendios. Según la CONAFOR (2015 a; 2015 b) para el Estado de México se registró un total de 876 incendios, lo que coloca a la entidad como el primer lugar en cuanto a número de incendios reportados. Se registraron 160 árboles muertos en pie, lo que equivale a 3.2 % del total; en la mayoría de ellos (71.2 %) no se pudo identificar con precisión la principal causa de daño por lo que se registró como ocasionada por otros agentes, seguido de daño por enfermedad en 8.1 % de los casos.

FIGURA 19: Frecuencia de daño por agente causal

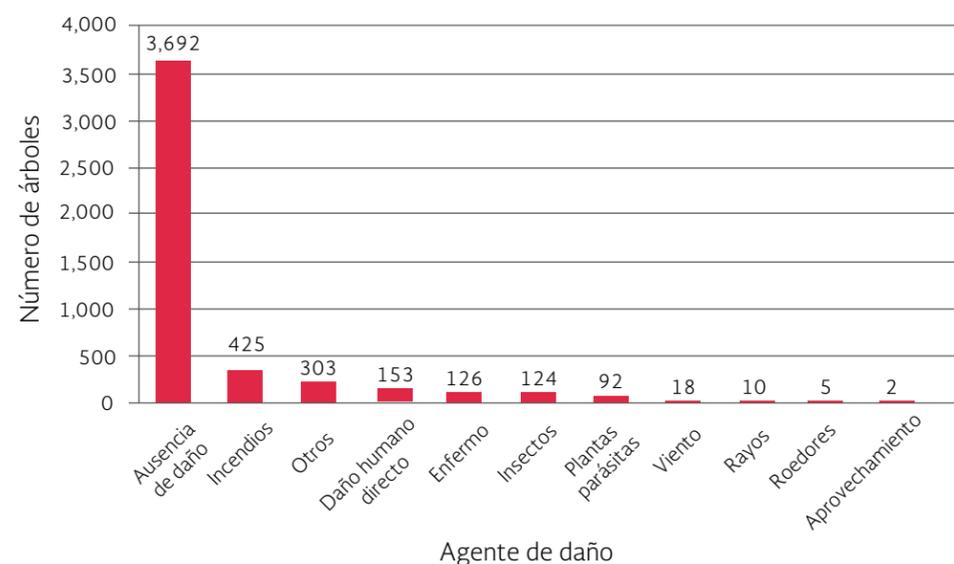
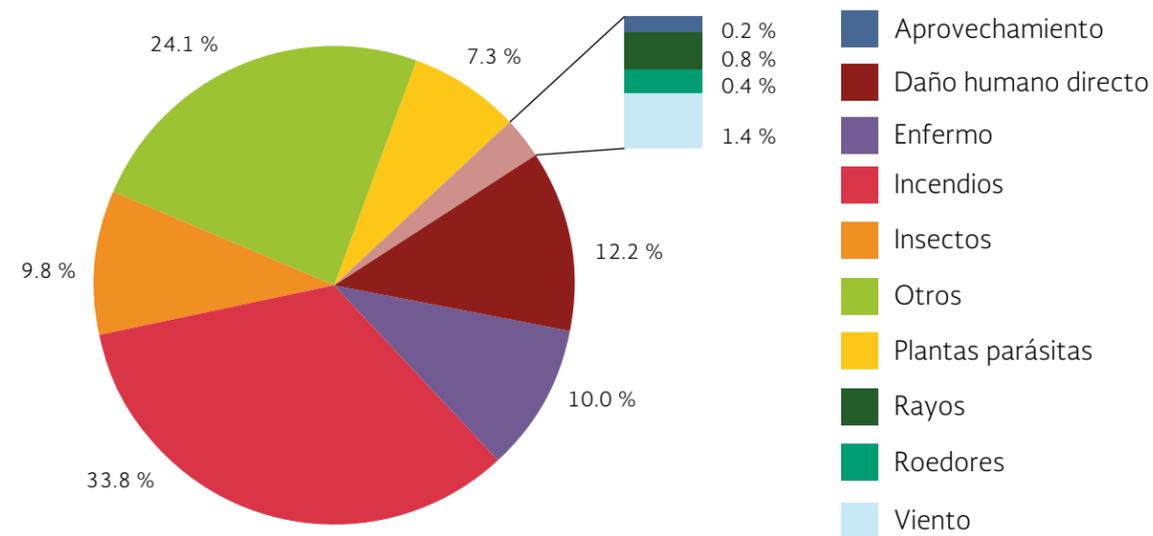


FIGURA 20: Proporción de daño por agente causal



Incendio forestal en Valle de Bravo

FIGURA 21: Proporción de daño por agente causal en arbolado muerto

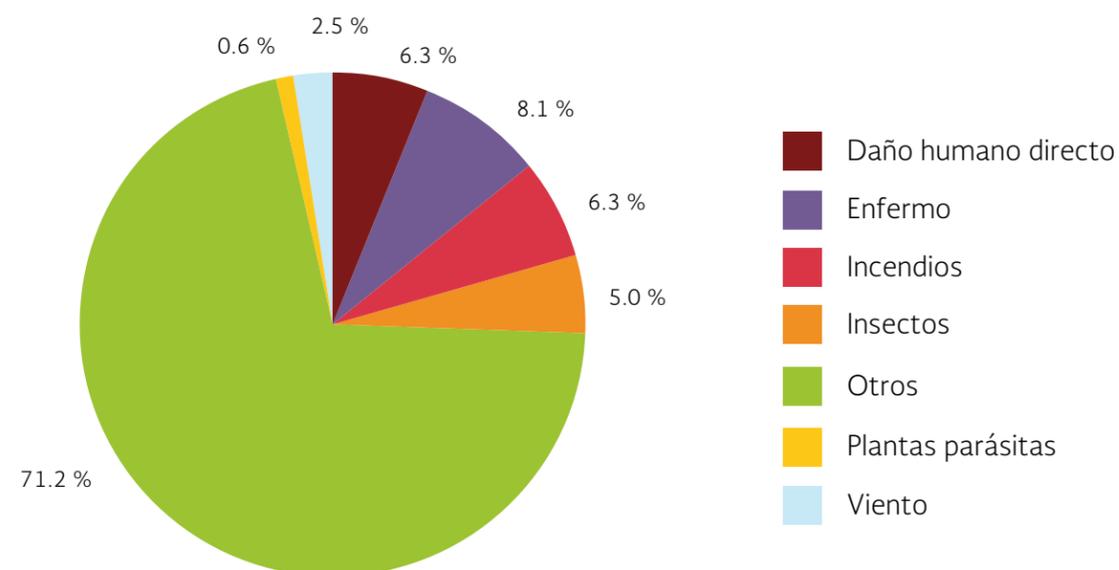
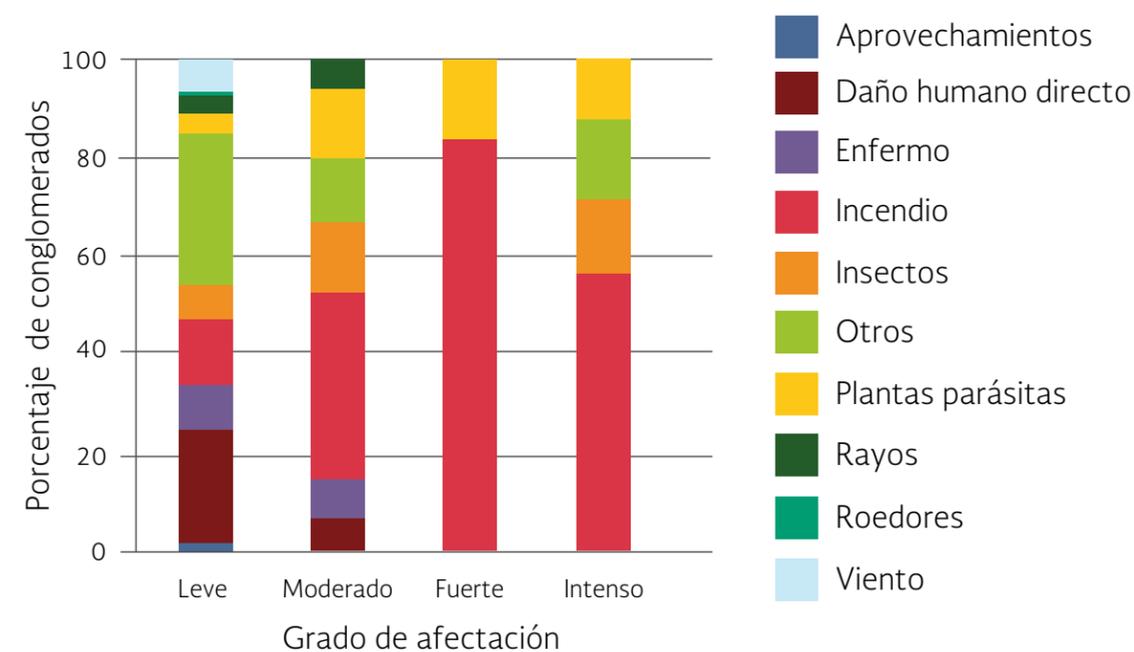


FIGURA 22: Proporción de daño por intensidad del agente causal



Conclusiones sobre la formación

En el Estado de México la formación coníferas es la más extensa y representa en mayor medida la superficie forestal de la entidad, por lo que se puede considerar como el principal proveedor de servicios ambientales y de productos forestales maderables en el estado.

Los géneros mejor representados en esta formación son *Abies*, *Pinus*, *Quercus*, *Alnus* y *Cupressus*, aunque la diversidad encontrada en ellos incluye a 125 especies. Esta formación presenta un estado sucesional que ha reducido en una cuarta parte la superficie con vegetación primaria, lo cual implica una pérdida importante de la vegetación original y el avance, principalmente, de vegetación secundaria arbustiva, por lo que se percibe un posible estado de transición hacia otro tipo de formación si no se implementan medidas adecuadas de protección. Existe una densidad de renuevos estimada en 9,528 individuos por hectárea, con 14.4 % de ellos pertenecientes a especies de coníferas, lo que sugiere que la comunidad tiene la capacidad de mantener estable las poblaciones que constituyen a la formación, si se realizan las prácticas de manejo requeridas.

El arbolado en pie con algún daño representó 25.4 % de la población y 12.7 % del total de árboles dañados se encuentran registrados como árboles muertos en pie. El principal factor de daño en el arbolado vivo correspondió a incendios, seguido por otros agentes. En cuanto el arbolado muerto, en 71.2 % de los casos se registró como causado por otros agentes, pero los patógenos contribuyeron con 8.1 % adicional.

La densidad de árboles estimada es de 423 árboles/ha, con una cobertura de copa promedio de 78.7 %, un área basal de 27.0 m²/ha, un volumen de 257.9 m³/ha y un incremento medio anual (IMA) de 5.9 m³/ha/año; estos indicadores dasométricos, en particular el volumen promedio por ha y el IMA, son muy superiores a los que se han reportado para esta formación en otros estados del país, pero son consistentes con los valores registrados en los resultados del inventario estatal 2010 e indican las buenas condiciones de crecimiento y productividad de las especies de coníferas dominantes en la formación. Por lo anterior, esta formación tiene un gran potencial de aprovechamiento forestal maderable, además de la importante función ecológica que desempeña como almacén de carbono, reservorio de diversidad biológica y proveedor de servicios ambientales.

CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS

Caracterización de la formación

Los bosques de coníferas y latifoliadas son comunidades vegetales arboladas en las que predominan especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*; se estima que esta formación cubre más de 40 millones de hectáreas en el país, lo que equivale a poco más de 16 % de la superficie nacional (Challenger y Soberón, 2008). Estas comunidades se presentan en una zona de transición entre bosques de pino y bosques de encino, debido a que los bosques de coníferas suelen presentarse a mayores altitudes que los bosques de latifoliadas. Esta formación prospera en una amplia gama de condiciones ambientales hasta los 3,400 msnm, pero prefieren los climas templados subhúmedos, con elevaciones de entre 1,500 y 3,000 msnm (Rzedowski, 2006).

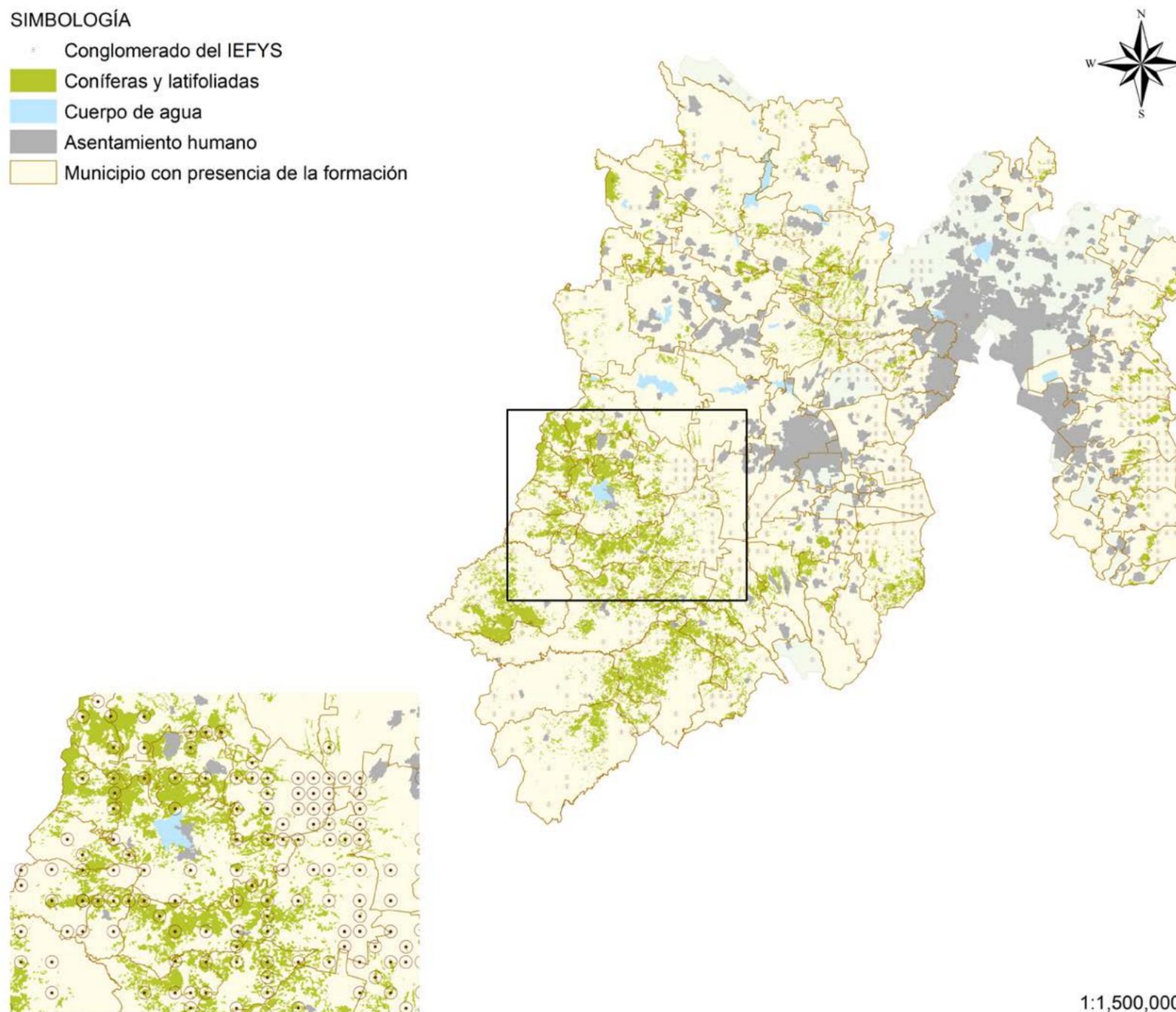
La evolución *in situ* de los géneros *Quercus* y *Pinus* fue influida, en el pasado geológico, en gran medida por los procesos orográficos y fluctuaciones climáticas, lo que provocó una serie de procesos de diversificación y especiación. Debido a estos procesos, México es considerado centro de diversidad mundial del género *Pinus* y centro de diversidad hemisférica para el caso de especies de encinos (Challenger y Soberón, 2008).

Las especies arbóreas asociadas a estas comunidades suelen ser de afinidad boreal; sin embargo, en el caso de plantas herbáceas y arbustivas asociadas a esta formación, se presentan elementos de afinidad neártica y neotropical. Una cualidad muy importante es el alto porcentaje de endemismo (27 %) que poseen estas comunidades (Rzedowski, 2006).

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



Superficie por tipo de vegetación

Los bosques de coníferas y latifoliadas cubren una superficie total de 209,358.8 hectáreas, es decir 19.7 % de la superficie forestal del Estado de México. La formación en la entidad se encuentra representada por bosques de pino encino (BPQ), con 68.3 % de su superficie y bosques de encino pino (BQP) con 31.7 %. Los municipios con mayor extensión de estos bosques son Luvianos, Sultepec, Temascaltepec y Valle de Bravo, ya que contienen en conjunto 61,487.9 hectáreas, que equivalen a 29.4 % de la extensión de la formación a nivel estatal.



Bosque mixto en Tenango del Valle

TABLA 32: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

VEGETACIÓN MUNICIPIO	BPQ		BQP	
	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Acambay	366.35	15.60	3,030.01	100.14
Aculco	135.52	-	170.05	18.93
Almoloya de Alquisiras	2,074.68	1,871.50	656.42	1,552.84
Almoloya de Juárez	489.99	277.86	-	-
Amanalco	2,366.32	663.56	-	0.80
Amatepec	3,823.10	284.83	17.78	1,273.00
Amecameca	203.93	-	425.06	-
Atizapán de Zaragoza	47.37	-	-	-
Atlacomulco	626.74	15.39	1,227.67	8.10
Atlautla	1,002.99	-	212.45	-
Axapusco	-	630.06	106.00	-
Ayapango	-	-	18.24	108.16
Calimaya	58.48	-	-	-
Capulhuac	-	-	85.03	33.83
Chalco	100.42	-	426.05	886.66
Chapa de Mota	2,018.32	287.68	611.04	-
Chicoloapan	-	-	3.88	-
Coatepec Harinas	3,431.05	413.99	97.01	609.02
Donato Guerra	6,945.74	740.15	65.11	78.38
Ecatzingo	263.19	-	369.93	-
El Oro	1,713.14	203.75	-	26.78
Hueycoxxtla	697.80	-	-	-
Huixquilucan	39.60	-	-	-
Isidro Fabela	311.53	323.08	26.58	-
Ixtapaluca	1,350.28	73.46	239.28	-
Ixtapan de la Sal	48.24	81.04	-	32.85
Ixtapan del Oro	1,574.52	2,483.25	70.98	762.39
Ixtlahuaca	131.06	5.67	93.47	-
Jilotepec	1,113.89	-	47.51	-
Jilotzingo	934.27	-	561.74	-
Jiquipilco	1,342.18	1,045.13	58.07	-

TABLA 32: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)
(continuación)

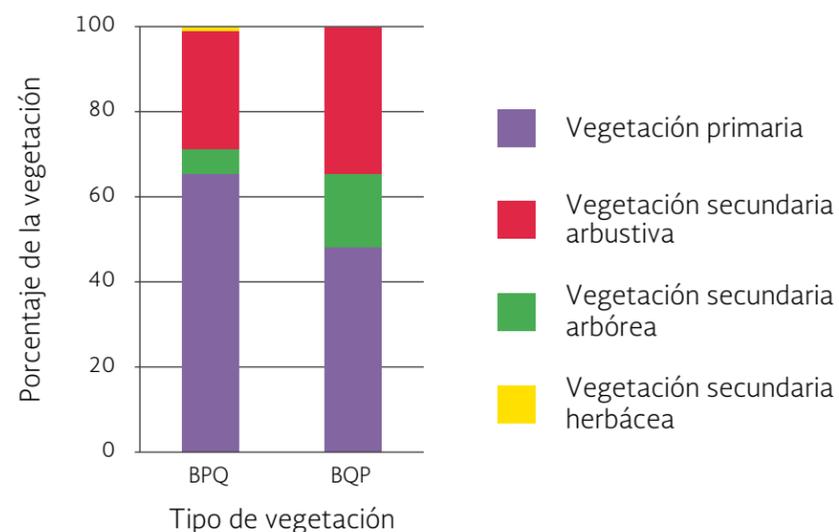
VEGETACIÓN	BPQ		BQP	
	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Jocotitlán	886.70	64.23	398.00	7.13
Joquicingo	121.84	41.97	-	128.60
Juchitepec	74.25	-	-	6.92
Lerma	4.47	-	-	-
Luvianos	3,643.40	2,996.94	6,775.40	4,206.04
Malinalco	8.53	8.43	-	68.72
Morelos	538.77	2,513.42	975.95	-
Naucalpan de Juárez	82.43	-	35.43	-
Nicolás Romero	646.15	696.06	252.54	-
Ocoyoacac	34.80	-	-	-
Ocuilan	1,663.54	741.10	1,991.80	2,072.18
Otumba	-	379.81	209.46	37.03
Otzoloapan	16.01	512.95	69.13	2,106.10
San Felipe del Progreso	1,003.58	193.43	227.31	-
San José del Rincón	1,799.03	453.78	-	-
San Simón de Guerrero	2,181.94	2,293.16	273.03	-
Santo Tomás	76.63	884.42	92.54	1,233.10
Soyaniquilpan de Juárez	21.00	-	-	-
Sultepec	7,544.09	4,329.50	3,126.40	1,207.72
Tejupilco	827.65	3,781.26	1,190.70	5,131.09
Temascalcingo	1,770.65	482.26	829.97	1,276.35
Temascaltepec	7,273.04	4,166.38	1,443.94	2,003.19
Temoaya	1,009.31	168.78	-	-
Tenancingo	823.01	411.08	466.96	1,301.75
Tenango del Valle	1,472.92	119.62	283.11	215.16
Tepetlaoxtoc	237.69	411.40	501.71	25.01
Tepetlixpa	46.84	-	-	107.98
Texcaltitlán	2,199.63	2,018.66	121.80	16.73
Texcalyacac	77.70	-	4.14	-

VEGETACIÓN	BPQ		BQP	
	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Texcoco	754.51	578.57	320.16	-
Tianguistenco	241.12	-	0.36	-
Timilpan	472.04	20.26	653.31	-
Tlalmanalco	419.70	-	386.35	192.96
Tlatlaya	4,073.12	-	1,009.53	1,994.57
Toluca	23.30	-	-	-
Valle de Bravo	7,837.14	3,430.79	678.62	825.29
Villa de Allende	7,422.65	415.01	-	-
Villa del Carbón	745.30	2,978.89	1,342.86	-
Villa Guerrero	1,994.55	910.89	227.16	174.20
Villa Victoria	843.69	534.70	17.20	-
Xalatlaco	14.37	-	-	-
Zacazonapan	296.36	85.72	124.00	848.28
Zacualpan	804.62	1,158.71	931.31	1,793.11
Zinacantepec	548.83	-	-	-
Zumpahuacán	17.76	3.97	-	300.66
Total	95,805.36	47,202.15	33,579.54	32,771.75

Estructura de la formación

La formación de coníferas y latifoliadas conserva 61.8 % de su superficie con vegetación original, que equivale a 129,384.9 ha. En la superficie con vegetación secundaria (79,973.9 ha), predomina la de tipo arbustivo (79.2 % de la superficie), aunque también se presenta vegetación secundaria arbórea (20.7 %) y herbácea (0.1 %). Las extensiones mayores de vegetación secundaria se ubican en Tejupilco, Luvianos, Temascaltepec y Sultepec, agrupando 34.8 % de la vegetación secundaria de la formación para la entidad. Los bosques de encino pino muestran una mayor afectación, ya que poseen únicamente 50.6 % de su superficie con vegetación primaria.

FIGURA 23: Estructura de la formación forestal por fase sucesional



Registro de especies

Para esta formación se obtuvo un registro de 11,642 individuos de árboles, los cuales se distribuyeron en 189 especies y 94 géneros. La mayoría de los individuos (76.0 %) pertenece a alguno de los siguientes géneros: *Quercus*, *Pinus*, *Arbutus*, *Abies* y *Alnus*. Mientras que las especies mejor representadas son: *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. crassifolia* y *Q. castanea*, las cuales agrupan 29.1 % de los registros. Resalta que las cinco especies más abundantes pertenecen al género *Quercus*; esta formación presentó mayor diversidad de especies en comparación con la formación de coníferas.

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

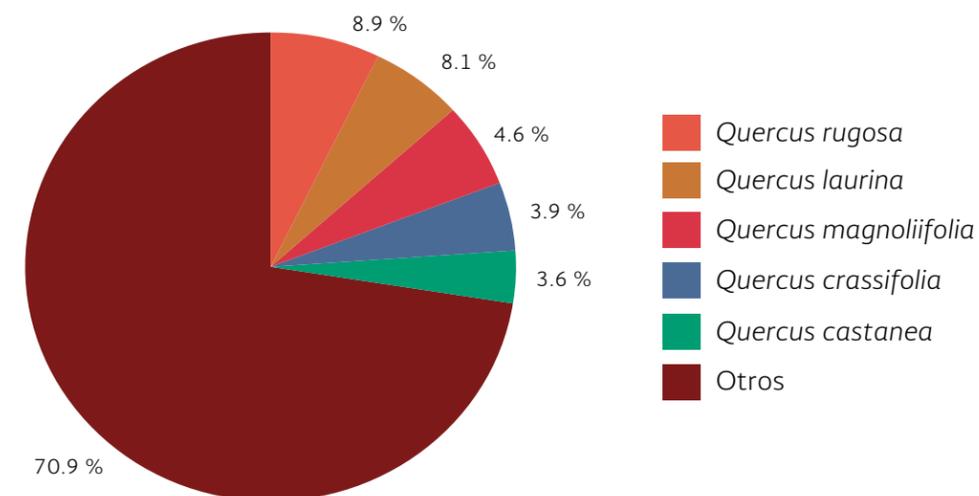


TABLA 33: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

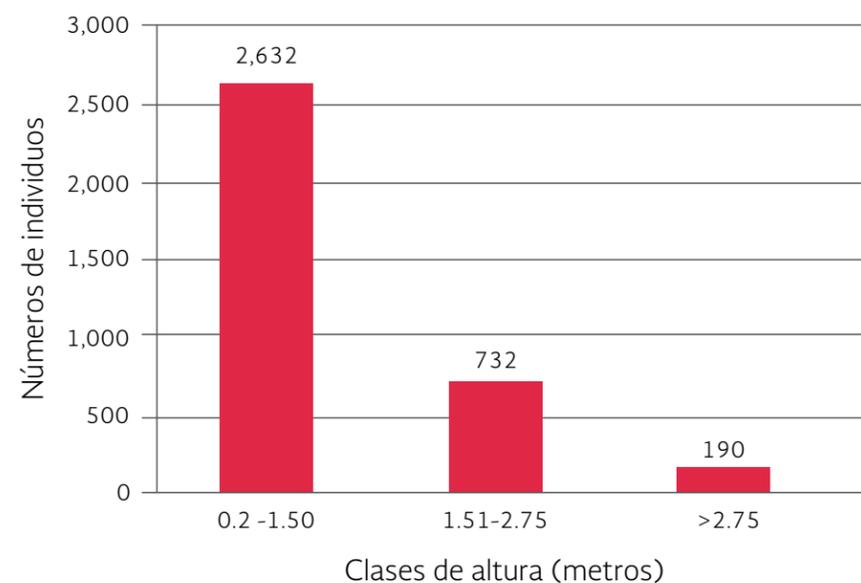
GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Quercus</i>	5,634	48.39
<i>Pinus</i>	1,993	17.12
<i>Arbutus</i>	559	4.80
<i>Abies</i>	365	3.14
<i>Alnus</i>	292	2.51
Otros	2,799	24.04

Regeneración de la masa forestal

El repoblado de una comunidad forestal tiene gran importancia, ya que los renuevos (regeneración natural) son un mecanismo no antrópico de mantenimiento de la comunidad forestal. Los individuos provenientes de regeneración natural suelen ser más resistentes y vigorosos debido al proceso de adaptación de las especies presentes en los sitios (FAO, 2010).

En el presente trabajo se obtuvo registro de 3,554 renuevos, presentes en los sitios levantados, lo que equivale a una densidad estimada de 7,749 individuos/hectáreas. Se realizó una clasificación de los renuevos según su altura. La mayor parte (74.1 %) de los registros se agruparon en la clasificación de 0.25-1.5 metros. Los géneros *Quercus*, *Senecio*, *Verbesina* y *Pinus* integran 48.8 % de los renuevos registrados en estas categorías de altura.

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



Indicadores dasométricos

La muestra de la formación de coníferas y latifoliadas correspondió a 151 conglomerados en los cuales se encontraron 9,902 árboles. Debido a que esta formación en el Estado de México tuvo más de 30 unidades de muestreo primarias se puede decir que el tamaño de muestra es suficiente para llevar a cabo inferencias con un nivel de precisión aceptable. Los árboles considerados para la elaboración de indicadores dasométricos, al igual que en las demás formaciones, son individuos vivos o muertos en pie que presentan alturas de 5.0 a 47.5 metros y diámetro normal de 7.5 a 132.5 centímetros.

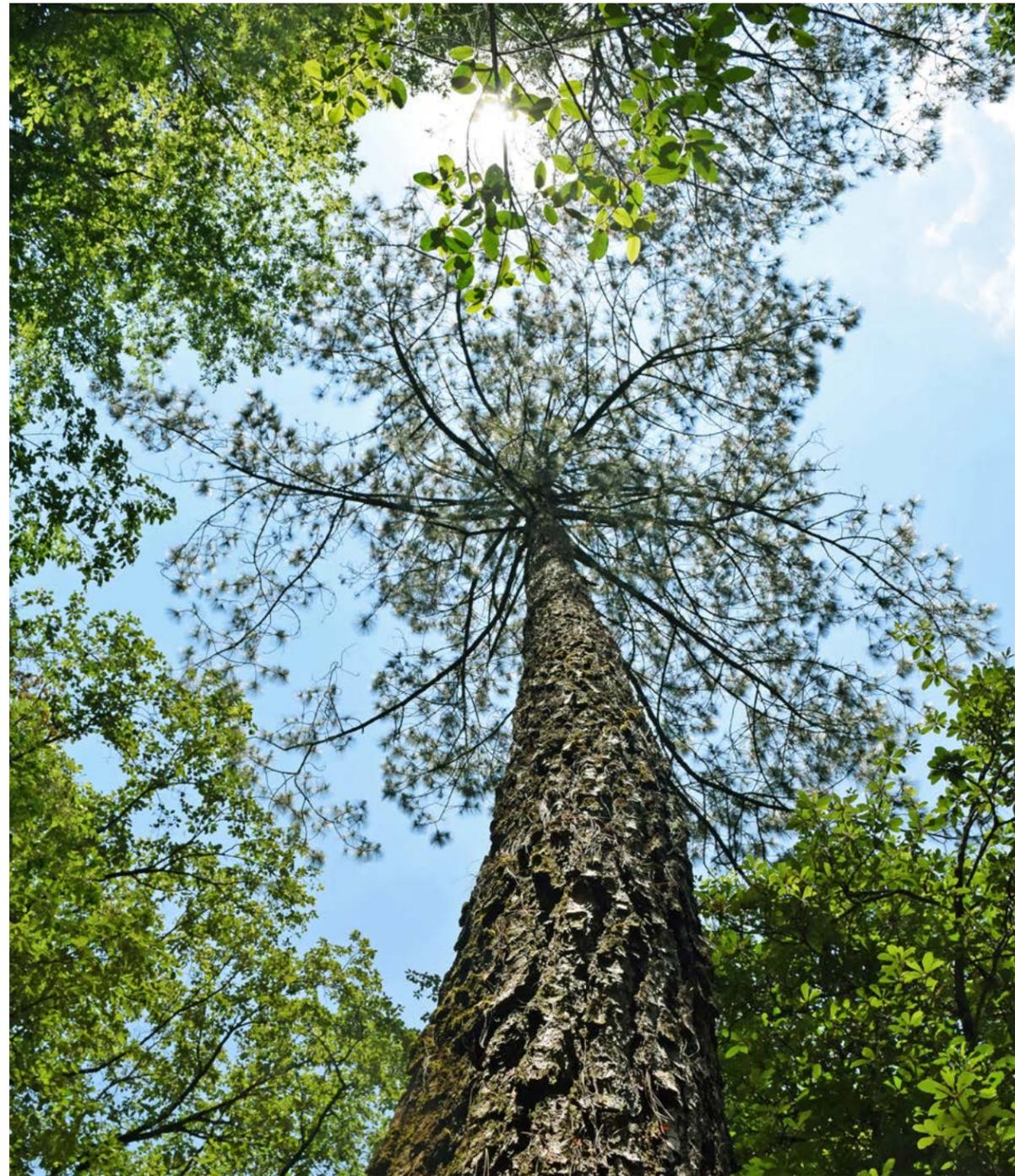
La altura promedio de la comunidad arbórea fue de 10.5 m, mientras que en el caso del diámetro el promedio fue de 20.3 cm. El registro con mayor altura fue un individuo de *Abies religiosa* con 44.2 m de altura, en el caso de diámetro otro individuo de *A. religiosa* presentó 99.8 cm, el cual representó el valor máximo.

TABLA 34: Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	10.53	9.68	11.38	0.43
Rango de alturas registradas	NA	5.00	44.15	NA

TABLA 35: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	20.31	18.20	22.41	1.07
Rango de diámetros registrados	NA	7.50	99.80	NA



Bosque mixto en Valle de Bravo

FIGURA 26: Distribución de frecuencias por clase de altura

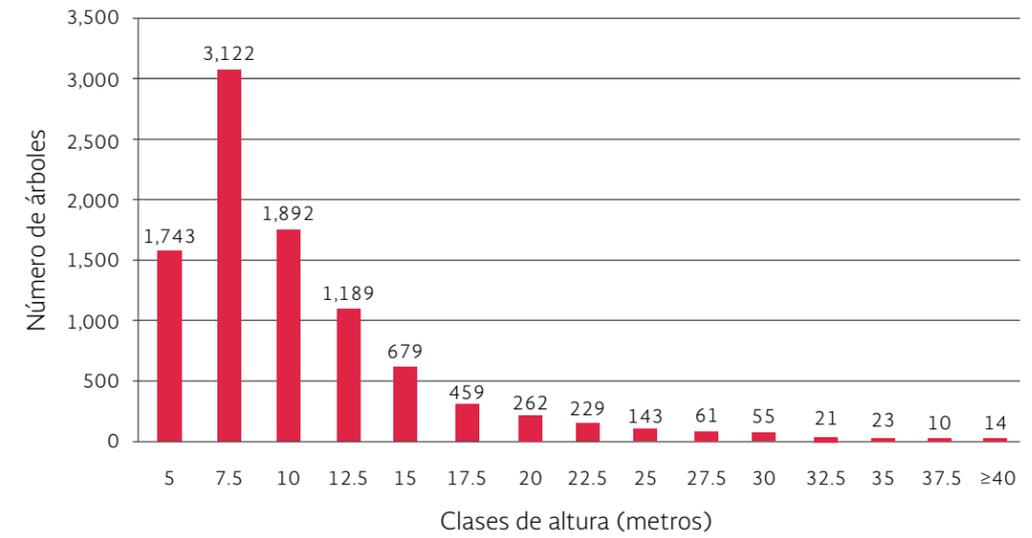


FIGURA 27: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

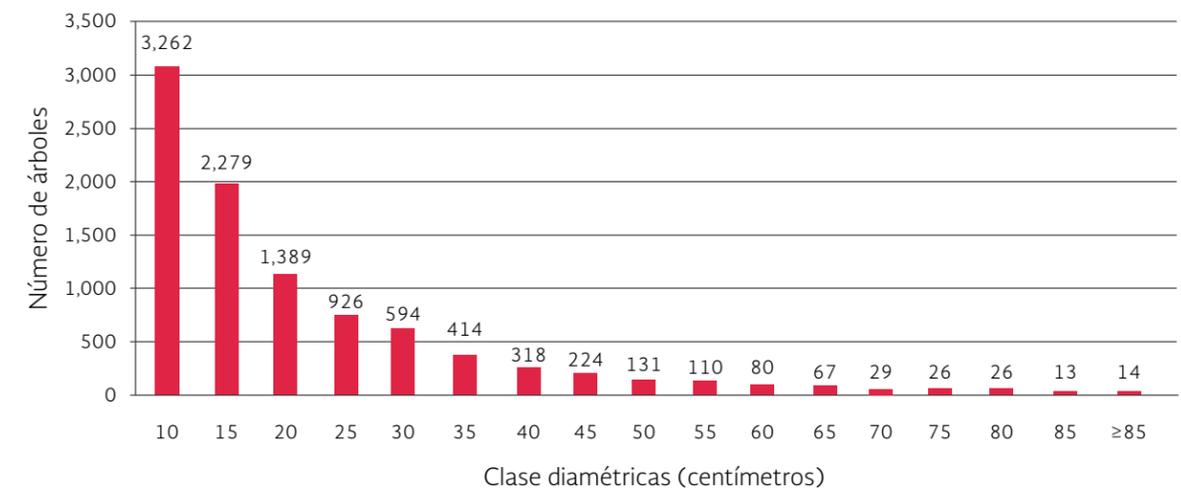


TABLA 36: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	433
Varianza del estimador	650
Límite inferior (95 %)	382
Límite superior (95 %)	483
Error relativo de muestreo	5.89

TABLA 37: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	73.76
Varianza del estimador	18.31
Límite inferior (95 %)	65.31
Límite superior (95 %)	82.22
Error relativo de muestreo	5.80

TABLA 38: Estimador de razón para área basal (m²/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	20.39
Varianza del estimador	1.00
Límite inferior (95 %)	18.42
Límite superior (95 %)	22.37
Error relativo de muestreo	4.91



Bosque mixto en Luvianos



TABLA 39: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m³/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	181.97
Varianza del estimador	114.18
Límite inferior (95 %)	160.86
Límite superior (95 %)	203.09
Error relativo de muestreo	5.87

TABLA 40: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	42.84
Varianza del estimador	24.20
Límite inferior (95 %)	33.07
Límite superior (95 %)	52.60
Error relativo de muestreo	11.48

TABLA 41: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Acambay	3,396.36	115.74	3,512.10	639,096.84	564,956.41	713,272.39
Aculco	305.57	18.93	324.50	59,049.27	52,199.07	65,902.71
Almoleya de Alquisiras	2,731.10	3,424.34	6,155.44	1,120,105.42	990,164.08	1,250,108.31
Almoleya de Juárez	489.99	277.86	767.85	139,725.66	123,516.35	155,942.66
Amanalco	2,366.32	664.36	3,030.68	551,492.84	487,515.18	615,500.80
Amatepec	3,840.88	1,557.83	5,398.71	982,403.26	868,436.49	1,096,424.01
Amecameca	628.99	-	628.99	114,457.31	101,179.33	127,741.58
Atizapán de Zaragoza	47.37	-	47.37	8,619.92	7,619.94	9,620.37
Atlacomulco	1,854.41	23.49	1,877.90	341,721.46	302,078.99	381,382.71
Atlautla	1,215.44	-	1,215.44	221,173.62	195,515.68	246,843.71
Axapusco	106.00	630.06	736.06	133,940.84	118,402.61	149,486.43
Ayapango	18.24	108.16	126.40	23,001.01	20,332.70	25,670.58
Calimaya	58.48	-	58.48	10,641.61	9,407.09	11,876.70
Capulhuac	85.03	33.83	118.86	21,628.95	19,119.82	24,139.28
Chalco	526.47	886.66	1,413.13	257,147.27	227,316.09	286,992.57
Chapa de Mota	2,629.36	287.68	2,917.04	530,813.77	469,235.05	592,421.65
Chicoloapan	3.88	-	3.88	706.04	624.14	787.99
Coatepec Harinas	3,528.06	1,023.01	4,551.07	828,158.21	732,085.12	924,276.81
Donato Guerra	7,010.85	818.53	7,829.38	1,424,712.28	1,259,434.07	1,590,068.78
Ecatzingo	633.12	-	633.12	115,208.85	101,843.68	128,580.34
El Oro	1,713.14	230.53	1,943.67	353,689.63	312,658.76	394,739.94
Hueyoxtla	697.80	-	697.80	126,978.67	112,248.11	141,716.20
Huixquilucan	39.60	-	39.60	7,206.01	6,370.06	8,042.36
Isidro Fabela	338.11	323.08	661.19	120,316.74	106,359.02	134,281.08
Ixtapaluca	1,589.56	73.46	1,663.02	302,619.75	267,513.40	337,742.73
Ixtapan de la Sal	48.24	113.89	162.13	29,502.80	26,080.23	32,926.98
Ixtapan del Oro	1,645.50	3,245.64	4,891.14	890,040.75	786,788.78	993,341.62
Ixtlahuaca	224.53	5.67	230.20	41,889.49	37,029.97	46,751.32
Jilotepec	1,161.40	-	1,161.40	211,339.96	186,822.80	235,868.73
Jilotzingo	1,496.01	-	1,496.01	272,228.94	240,648.17	303,824.67
Jiquipilco	1,400.25	1,045.13	2,445.38	444,985.80	393,363.83	496,632.22
Jocotitlán	1,284.70	71.36	1,356.06	246,762.24	218,135.81	275,402.23
Joquicingo	121.84	170.57	292.41	53,209.85	47,037.07	59,385.55

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
71,611.72	64,692.88	78,565.68	1,520,739	1,341,622	1,696,344
6,616.56	5,977.29	7,259.07	140,509	123,959	156,734
125,509.42	113,383.20	137,697.19	2,665,306	2,351,378	2,973,078
15,656.46	14,143.80	17,176.80	332,479	293,319	370,872
61,795.57	55,825.13	67,796.31	1,312,284	1,157,720	1,463,818
110,079.70	99,444.24	120,769.14	2,337,641	2,062,307	2,607,577
12,825.11	11,586.00	14,070.51	272,353	240,274	303,802
965.87	872.56	1,059.67	20,511	18,095	22,880
38,290.38	34,590.92	42,008.62	813,131	717,358	907,026
24,782.82	22,388.40	27,189.39	526,286	464,298	587,058
15,008.26	13,558.23	16,465.66	318,714	281,175	355,517
2,577.30	2,328.29	2,827.57	54,731	48,285	61,051
1,192.41	1,077.20	1,308.20	25,322	22,339	28,246
2,423.56	2,189.40	2,658.90	51,466	45,405	57,409
28,813.72	26,029.85	31,611.72	611,885	539,816	682,542
59,478.45	53,731.88	65,254.18	1,263,078	1,114,309	1,408,930
79.11	71.47	86.80	1,680	1,482	1,874
92,796.32	83,830.71	101,807.44	1,970,613	1,738,509	2,198,167
159,641.06	144,217.18	175,143.23	3,390,122	2,990,823	3,781,591
12,909.32	11,662.07	14,162.89	274,141	241,852	305,797
39,631.43	35,802.40	43,479.90	841,609	742,482	938,793
14,228.14	12,853.48	15,609.79	302,147	266,560	337,037
807.44	729.43	885.85	17,147	15,127	19,127
13,481.66	12,179.12	14,790.82	286,295	252,575	319,355
33,908.98	30,632.83	37,201.76	720,088	635,274	803,239
3,305.83	2,986.43	3,626.85	70,202	61,934	78,309
99,730.34	90,094.80	109,414.80	2,117,864	1,868,415	2,362,421
4,693.78	4,240.28	5,149.57	99,677	87,936	111,187
23,680.95	21,392.99	25,980.52	502,886	443,655	560,956
30,503.64	27,556.50	33,465.74	647,772	571,476	722,573
49,861.30	45,043.90	54,703.15	1,058,850	934,135	1,181,119
27,650.06	24,978.63	30,335.06	587,174	518,015	654,977
5,962.24	5,386.19	6,541.21	126,614	111,701	141,234

TABLA 41: Indicadores dasométricos a nivel municipal (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Juchitepec	74.25	6.92	81.17	14,770.50	13,057.01	16,484.82
Lerma	4.47	-	4.47	813.41	719.04	907.81
Luvianos	10,418.80	7,202.98	17,621.78	3,206,635.31	2,834,639.53	3,578,807.30
Malinalco	8.53	77.15	85.68	15,591.19	13,782.48	17,400.75
Morelos	1,514.72	2,513.42	4,028.14	733,000.64	647,966.60	818,074.95
Naucalpan de Juárez	117.86	-	117.86	21,446.98	18,958.96	23,936.19
Nicolás Romero	898.69	696.06	1,594.75	290,196.66	256,531.49	323,877.78
Ocoyoacac	34.80	-	34.80	6,332.56	5,597.93	7,067.53
Ocuilan	3,655.34	2,813.28	6,468.62	1,177,094.78	1,040,542.21	1,313,712.04
Otumba	209.46	416.84	626.30	113,967.81	100,746.62	127,195.27
Otzoloapan	85.14	2,619.05	2,704.19	492,081.45	434,996.00	549,193.95
San Felipe del Progreso	1,230.89	193.43	1,424.32	259,183.51	229,116.12	289,265.15
San José del Rincón	1,799.03	453.78	2,252.81	409,943.84	362,387.02	457,523.18
San Simón de Guerrero	2,454.97	2,293.16	4,748.13	864,017.22	763,784.19	964,297.72
Santo Tomás	169.17	2,117.52	2,286.69	416,108.98	367,836.95	464,403.87
Soyaniquilpan de Juárez	21.00	-	21.00	3,821.37	3,378.06	4,264.89
Sultepec	10,670.49	5,537.22	16,207.71	2,949,316.99	2,607,172.23	3,291,623.82
Tejupilco	2,018.35	8,912.35	10,930.70	1,989,059.48	1,758,312.40	2,219,915.86
Temascalcingo	2,600.62	1,758.61	4,359.23	793,249.08	701,225.74	885,316.02
Temascaltepec	8,716.98	6,169.57	14,886.55	2,708,905.50	2,394,650.43	3,023,309.44
Temoaya	1,009.31	168.78	1,178.09	214,377.04	189,507.56	239,258.30
Tenancingo	1,289.97	1,712.83	3,002.80	546,419.52	483,030.41	609,838.65
Tenango del Valle	1,756.03	334.78	2,090.81	380,464.70	336,327.70	424,622.60
Tepetlaoxtoc	739.40	436.41	1,175.81	213,962.15	189,140.80	238,795.25
Tepetlixpa	46.84	107.98	154.82	28,172.60	24,904.35	31,442.39
Texcaltitlán	2,321.43	2,035.39	4,356.82	792,810.54	700,838.07	884,826.57
Texcalyacac	81.84	-	81.84	14,892.42	13,164.78	16,620.89
Texcoco	1,074.67	578.57	1,653.24	300,840.08	265,940.19	335,756.51
Tianguistenco	241.48	-	241.48	43,942.12	38,844.47	49,042.17
Timilpan	1,125.35	20.26	1,145.61	208,466.65	184,282.82	232,661.93
Tlalmanalco	806.05	192.96	999.01	181,789.85	160,700.75	202,888.94
Tlatlaya	5,082.65	1,994.57	7,077.22	1,287,841.72	1,138,441.61	1,437,312.61
Toluca	23.30	-	23.30	4,239.90	3,748.04	4,732.00

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
1,655.06	1,495.15	1,815.77	35,147	31,007	39,205
91.14	82.34	99.99	1,936	1,708	2,159
359,308.09	324,593.19	394,199.22	7,630,231	6,731,520	8,511,320
1,747.02	1,578.23	1,916.66	37,099	32,730	41,383
82,133.77	74,198.34	90,109.49	1,744,185	1,538,749	1,945,592
2,403.17	2,170.98	2,636.53	51,033	45,023	56,926
32,516.95	29,375.30	35,674.56	690,527	609,195	770,264
709.57	641.02	778.48	15,068	13,294	16,808
131,895.16	119,151.98	144,703.03	2,800,912	2,471,013	3,124,343
12,770.26	11,536.45	14,010.33	271,188	239,247	302,503
55,138.43	49,811.18	60,492.73	1,170,914	1,033,001	1,306,124
29,041.88	26,235.97	31,862.04	616,731	544,090	687,947
45,934.80	41,496.76	50,395.36	975,467	860,573	1,088,107
96,814.37	87,460.55	106,215.67	2,055,940	1,813,786	2,293,347
46,625.61	42,120.83	51,153.26	990,137	873,516	1,104,471
428.19	386.82	469.77	9,093	8,022	10,143
330,475.21	298,546.02	362,566.47	7,017,938	6,191,345	7,828,324
222,876.97	201,343.49	244,519.76	4,732,993	4,175,527	5,279,528
88,884.70	80,297.02	97,515.98	1,887,547	1,665,226	2,105,508
303,536.75	274,210.25	333,012.12	6,445,876	5,686,662	7,190,204
24,021.26	21,700.42	26,353.87	510,113	450,030	569,017
61,227.09	55,311.58	67,172.64	1,300,212	1,147,070	1,450,352
42,631.62	38,512.72	46,771.42	905,321	798,689	1,009,861
23,974.77	21,658.42	26,302.87	509,126	449,159	567,916
3,156.78	2,851.78	3,463.32	67,037	59,141	74,778
88,835.56	80,252.62	97,462.06	1,886,503	1,664,305	2,104,344
1,668.72	1,507.49	1,830.76	35,437	31,263	39,529
33,709.56	30,452.68	36,982.98	715,853	631,538	798,515
4,923.78	4,448.06	5,401.91	104,561	92,245	116,635
23,358.99	21,102.14	25,627.30	496,049	437,623	553,330
20,369.81	18,401.76	22,347.85	432,571	381,622	482,522
144,304.52	130,362.39	158,317.41	3,064,436	2,703,498	3,418,297
475.09	429.19	521.22	10,089	8,901	11,254

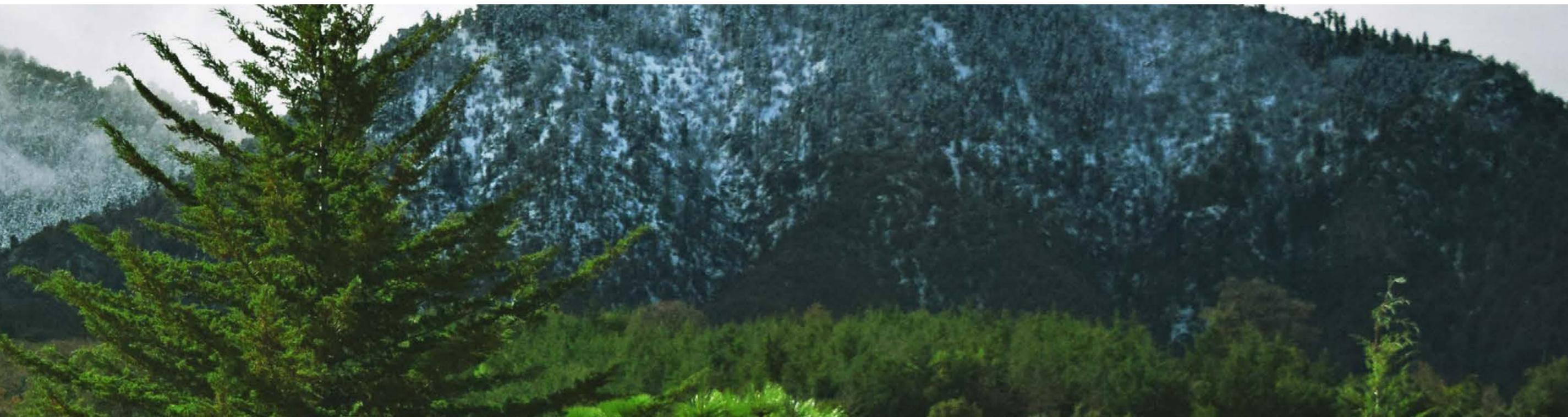
TABLA 41: Indicadores dasométricos a nivel municipal (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Valle de Bravo	8,515.76	4,256.08	12,771.84	2,324,091.72	2,054,478.18	2,593,832.99
Villa de Allende	7,422.65	415.01	7,837.66	1,426,218.99	1,260,765.99	1,591,750.37
Villa del Carbón	2,088.16	2,978.89	5,067.05	922,051.09	815,085.66	1,029,067.18
Villa Guerrero	2,221.71	1,085.09	3,306.80	601,738.40	531,931.85	671,578.01
Villa Victoria	860.89	534.70	1,395.59	253,955.51	224,494.61	283,430.37
Xalatlaco	14.37	-	14.37	2,614.91	2,311.56	2,918.40
Zacazonapan	420.36	934.00	1,354.36	246,452.89	217,862.35	275,056.97
Zacualpan	1,735.93	2,951.82	4,687.75	853,029.87	754,071.47	952,035.15
Zinacantepec	548.83	-	548.83	99,870.60	88,284.79	111,461.88
Zumpahuacán	17.76	304.63	322.39	58,665.31	51,859.66	65,474.19
Total	129,384.90	79,973.90	209,358.80	38,097,020.90	33,677,456.58	42,518,678.67



Bosque de pino encino en Tejupilco

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
260,417.82	235,257.29	285,706.06	5,530,207	4,878,843	6,168,799
159,809.89	144,369.70	175,328.45	3,393,707	2,993,986	3,785,590
103,317.15	93,335.06	113,349.91	2,194,033	1,935,613	2,447,385
67,425.65	60,911.26	73,973.12	1,431,844	1,263,198	1,597,184
28,456.08	25,706.77	31,219.35	604,290	533,115	674,070
293.00	264.70	321.46	6,222	5,489	6,941
27,615.40	24,947.31	30,297.03	586,438	517,366	654,156
95,583.22	86,348.36	104,864.97	2,029,796	1,790,721	2,264,183
11,190.64	10,109.45	12,277.33	237,643	209,653	265,085
6,573.53	5,938.42	7,211.86	139,595	123,153	155,714
4,268,825.94	3,856,389.12	4,683,356.36	90,652,361	79,975,065	101,120,303



Estado de salud del arbolado

Para el análisis de arbolado dañado se utilizaron datos de árboles en pie de 95 conglomerados; en ellos, 42.8 % de los arboles presentaron alguna alteración clasificada como daño. El factor de daño con mayor presencia fueron los insectos, en 37.1 % de los árboles dañados, seguido por individuos dañados por otros factores no identificados y por incendios, con 22.5 y 21.8 %, respectivamente, de los árboles afectados. Asimismo, se encontraron 178 árboles muertos en pie, lo que representa 3.1 % de la muestra total. En la mayoría de los casos (78.1 %) no se pudo identificar la causa de la muerte, por lo que el daño en ellos se atribuyó a otros agentes; la muerte de árboles asociada a agentes patógenos e incendios representó 15.7 % adicional.

FIGURA 28: Frecuencia de daño por agente causal

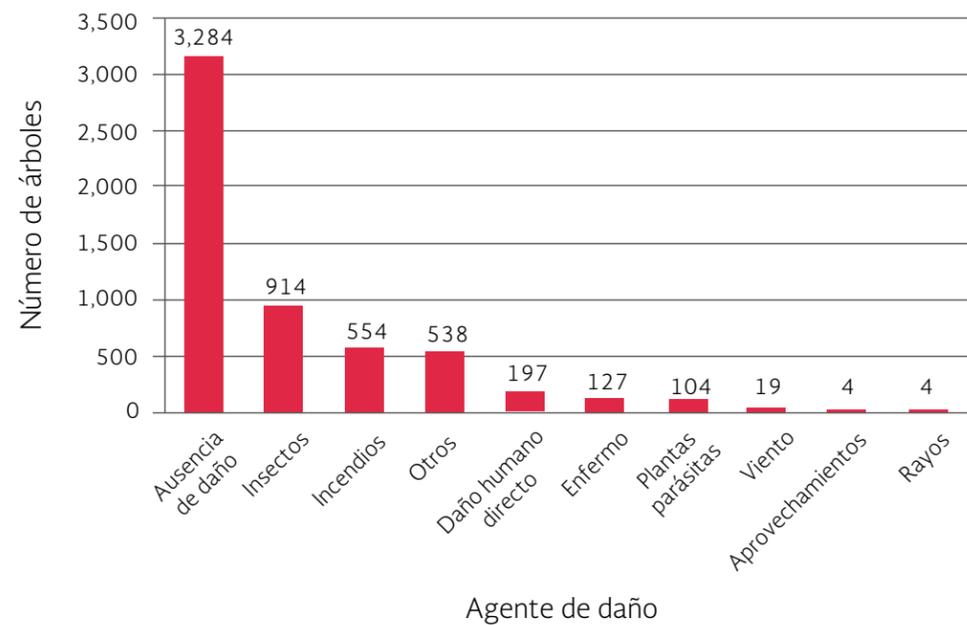


FIGURA 29: Proporción de daño por agente causal

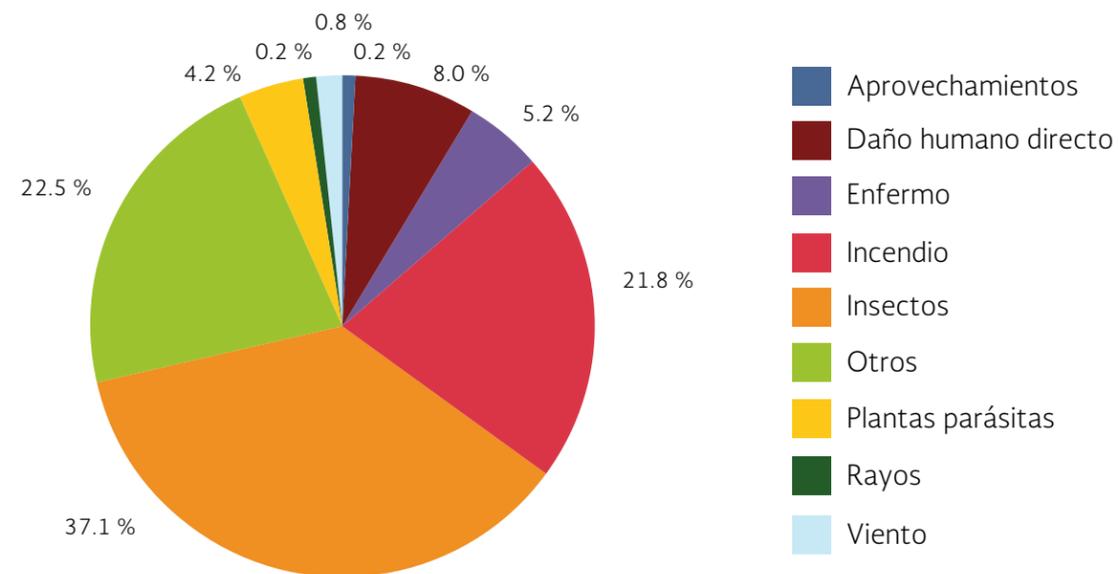


FIGURA 30: Frecuencia de daño por agente causal en arbolado muerto

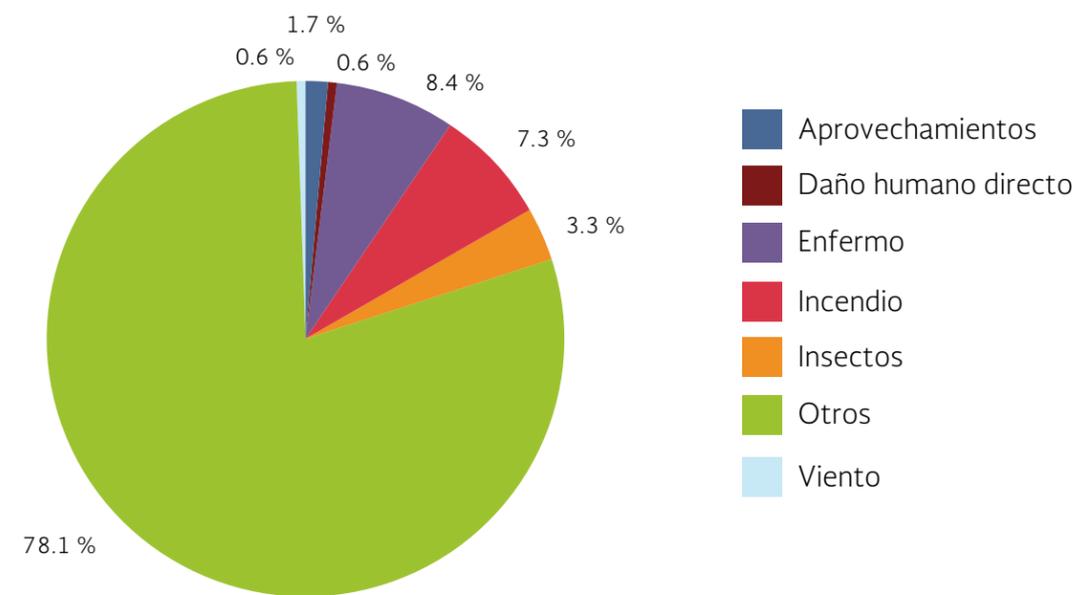
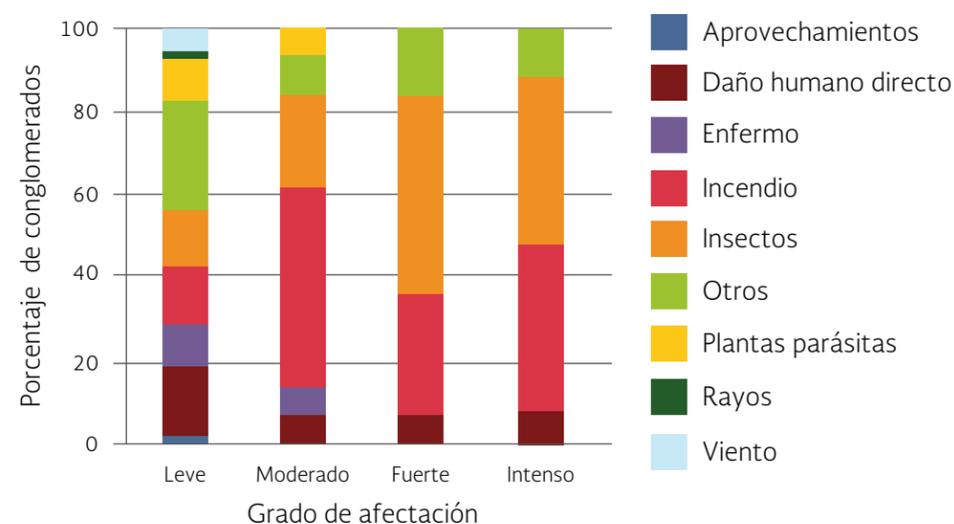


FIGURA 31: Proporción de daño por intensidad del agente causal



Conclusiones sobre la formación

La formación de coníferas y latifoliadas es representativa del Estado de México, ya que es uno de los ecosistemas forestales arbolados con mayor cobertura territorial a nivel estatal, con 209,358.8 ha (19.7 % de la superficie forestal en la entidad). En esta formación predominan los bosques de pino encino (BPQ), que ocupan 68.3 % de su superficie. La formación en la entidad conserva 61.8 % de su extensión con vegetación primaria, por lo que se observa una reducción importante de la vegetación original, en especial en el bosque de encino pino (BQP), en donde la vegetación primaria ocupa solo 50.6 % de su superficie total. La extensión y composición vegetal de estos bosques se ha visto amenazada por el aprovechamiento de recursos forestales maderables y no maderables y, en el caso particular del Estado de México, el cambio de uso del suelo para el crecimiento de las áreas urbanas y las actividades agropecuarias puede ser un factor crucial. Por lo anterior, es primordial fortalecer las medidas de manejo forestal que permitan conservar la vegetación primaria en las áreas de la formación que aún no han sido modificadas, y recuperar en lo posible la vegetación original en las áreas que ya presentan vegetación secundaria distinta a la representativa de esta formación.

La diversidad arbórea en la formación incluyó 189 especies, de las cuales destacan *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. crassifolia* y *Q. castanea* por su abundancia. La densidad de renuevos sugiere que las comunidades tienen capacidad para mantener estables las poblaciones; los géneros más abundantes presentes en la regeneración son *Quercus* y *Senecio*, el primero representativo del estrato arbóreo en la formación, y el segundo con especies de porte arbustivo que son comunes en sitios perturbados. Lo anterior indica que en algunas áreas la comunidad vegetal típica de esta formación se encuentra en un proceso de transición hacia otros tipos de vegetación.

El estado de salud del arbolado es regular, ya que se encontró que 42.8 % de los árboles en pie presentaron algún tipo de daño. Entre los principales agentes de daño detectados se encuentran los insectos e incendios, que en conjunto contribuyeron casi con 60.0 % del total; estos factores pueden estar relacionados entre sí, ya que es común que los insectos ataquen árboles que previamente fueron debilitados por el efecto de incendios o de otro factor de estrés. También se encontró 3.1 % de árboles muertos en pie, en los que las causas principales de daño fueron agentes no identificados, patógenos e incendios. En este sentido es de gran importancia fortalecer las medidas de prevención y control de incendios, así como las medidas fitosanitarias con respecto a las plagas y enfermedades forestales en los bosques de coníferas y latifoliadas de la entidad.

A pesar de la problemática detectada en cuanto a modificación de la vegetación original y presencia de daños en el arbolado de la formación coníferas y latifoliadas, los indicadores dasométricos estimados (densidad de arbolado, área basal, cobertura de copa y volumen por hectárea) son relativamente elevados para esta formación, con respecto a lo reportado en otros estados, lo que indica que presentan condiciones adecuadas de crecimiento y constituyen un potencial importante de aprovechamiento maderable en la entidad que puede mantenerse de manera sustentable con programas de manejo acordes a sus condiciones ambientales particulares.

LATIFOLIADAS

Caracterización de la formación

La formación de latifoliadas es típica de las zonas montañosas de México y está representada fundamentalmente por los bosques de encinos, aunque también incluye a los bosques de galería. Los encinares son comunidades vegetales que se presentan generalmente como bosques puros, dominados por una o varias especies de *Quercus*; sin embargo, también admiten en su composición a otras especies leñosas de coníferas y latifoliadas (Rzedowski, 2006).

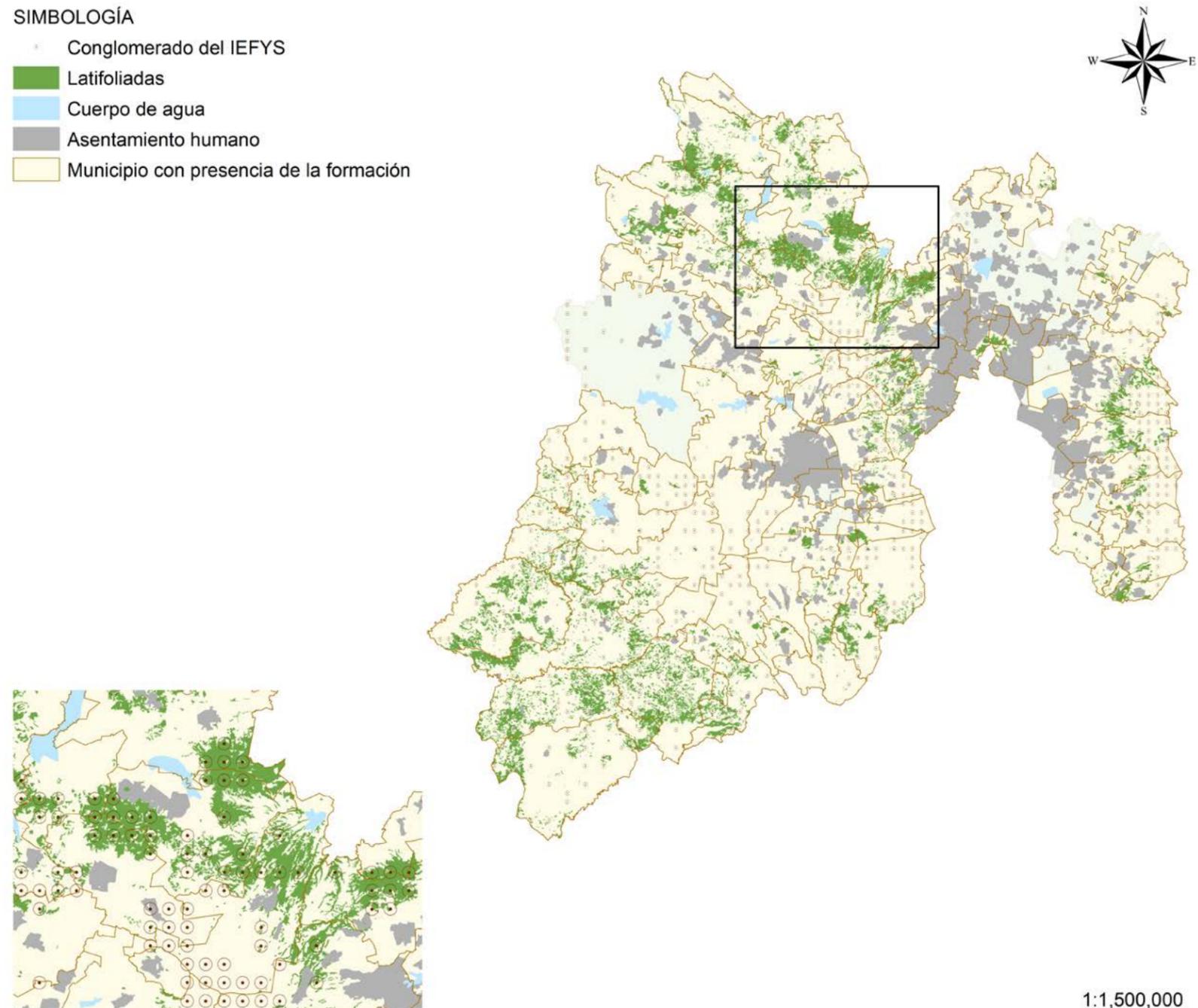
Se distribuyen en climas templados subhúmedos, frecuentemente por debajo del nivel altitudinal de los bosques de coníferas; sin embargo, también pueden desarrollarse en regiones de climas más cálidos o incluso en condiciones semiáridas, en donde es común que se presente una reducción en la altura del estrato arbóreo.

En el Estado de México, el principal rango altitudinal de los bosques de encino se encuentra entre los 1,500 y los 3,000 msnm, en laderas generalmente expuestas y con pendientes fuertes, en suelos que varían desde someros y rocosos hasta profundos. En algunas regiones extienden su distribución a lo largo de las cañadas hacia ambientes más templados, áridos o tropicales (GEM, 2007).

MAPA 12: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LATIFOLIADAS

SIMBOLOGÍA

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



1:1,500,000



Bosque de encino en Tejupilco

Superficie por tipo de vegetación

La formación de latifoliadas en la entidad está representada por bosques de encino (BQ), los cuales cubren 9.6 % de la superficie total de la entidad y representan 19.8 % del área forestal del Estado de México. Los bosques de encino de la entidad se distribuyen en 90 municipios; los de mayor porcentaje de área de la formación son: Amatepec (8.6 %), Sultepec (6.9 %), Luvianos (6.4 %) y Tejupilco (6.2 %).

Estructura de la formación

De la superficie total ocupada por bosque de encino, 70.8 % posee vegetación secundaria, mientras que únicamente 29.2 % conserva la vegetación original. Los municipios con mayor extensión de vegetación primaria para la formación de latifoliadas son: Amatepec, Tejupilco, Acambay y Luvianos; en los municipios antes mencionados se presenta 33.9 % de la superficie total con vegetación primaria de bosque de encino en la entidad.

En la superficie donde existe vegetación secundaria, el estrato arbustivo representa 84.3 % del total, mientras que el estrato arbóreo se encuentra en 15.5 % de la superficie y el estrato herbáceo en 0.2 %. Debido a las características de la vegetación secundaria, resulta de gran importancia promover actividades de recuperación de la vegetación primaria en esta comunidad vegetal.

FIGURA 32: Estructura de la formación forestal por fase sucesional

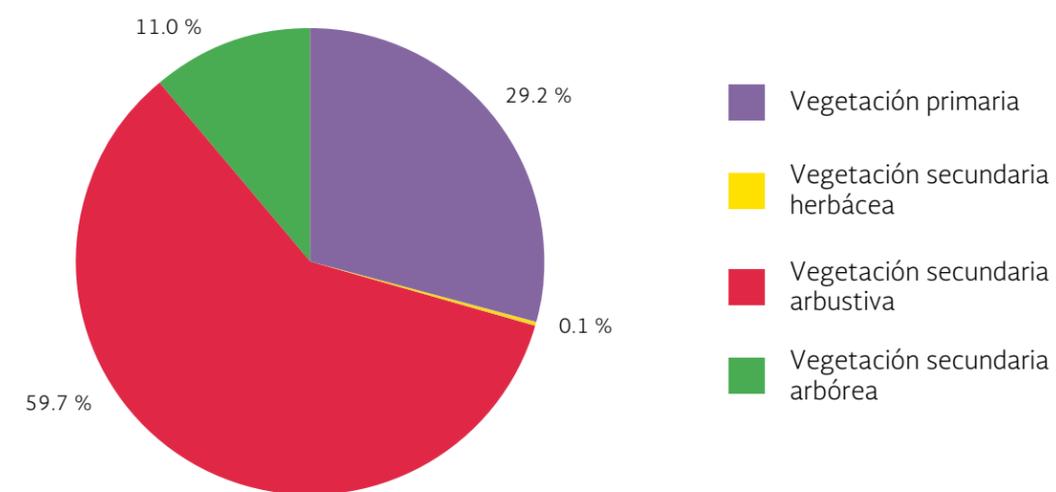


TABLA 42: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

VEGETACIÓN MUNICIPIO	BQ	
	PRIMARIA	SECUNDARIA
Acambay	4,342.18	5,554.50
Aculco	1,165.83	7,178.48
Almoleya de Alquisiras	347.82	1,638.86
Almoleya de Juárez	-	319.20
Amanalco	520.02	192.03
Amatepec	7,641.13	10,479.34
Amecameca	209.37	69.42
Apaxco	-	8.93
Atizapán de Zaragoza	99.32	245.34
Atlacomulco	421.35	2,205.11
Atlautla	662.55	1,109.84
Axapusco	310.38	237.21
Ayapango	-	50.38
Calimaya	215.99	19.50
Capulhuac	64.10	84.03
Chalco	676.21	2,319.99
Chapa de Mota	2,881.14	8,275.80
Chicoloapan	-	215.45
Coacalco de Berriozábal	429.87	207.03
Coatepec Harinas	360.06	411.71
Coyotepec	18.10	78.41
Cuautitlán Izcalli	4.25	-
Donato Guerra	423.89	2.05
Ecatepec de Morelos	138.75	347.18
Ecatzingo	257.69	551.31
El Oro	-	162.38
Huehuetoca	434.11	720.59
Hueypoxtla	482.56	65.32
Huixquilucan	396.58	2,810.00
Isidro Fabela	408.43	684.05
Ixtapaluca	-	4,442.99
Ixtapan de la Sal	504.39	141.45
Ixtapan del Oro	556.33	456.92

VEGETACIÓN MUNICIPIO	BQ	
	PRIMARIA	SECUNDARIA
Ixtlahuaca	52.93	366.02
Jilotepec	2,382.30	8,862.89
Jilotzingo	1,496.53	1,908.91
Jiquipilco	716.39	474.00
Jocotitlán	297.89	323.37
Joquicingo	22.58	98.02
Juchitepec	24.26	359.30
Lerma	293.85	1,707.54
Luvianos	4,261.04	9,178.75
Malinalco	1,126.67	2,743.61
Morelos	1,715.71	1,907.15
Naucalpan de Juárez	728.32	1,125.97
Nicolás Romero	33.42	2,685.64
Ocoyoacac	705.56	275.48
Ocuilan	1,433.20	1,279.07
Otumba	-	99.20
Otzoloapan	283.15	908.60
Otzolotepec	21.00	81.43
Ozumba	-	347.43
Polotitlán	7.11	497.90
San Martín de las Pirámides	36.66	117.23
San Simón de Guerrero	909.11	624.36
Santo Tomás	228.80	463.72
Soyaniquilpan de Juárez	-	617.60
Sultepec	452.59	14,078.75
Tejupilco	4,594.76	8,532.31
Temamatla	-	606.71
Temascalcingo	2,847.09	2,734.68
Temascaltepec	1,358.13	2,427.15
Temoaya	115.28	148.12
Tenancingo	68.70	923.95
Tenango del Aire	-	353.13
Tenango del Valle	727.64	235.74

VEGETACIÓN MUNICIPIO	BQ	
	PRIMARIA	SECUNDARIA
Tepetlaoxtoc	-	1,437.97
Tepetlixpa	-	359.89
Tepetzotlán	905.69	3,783.29
Texcaltitlán	118.40	74.71
Texcalyacac	561.94	-
Texcoco	-	4,680.92
Tianguistenco	680.99	145.87
Timilpan	1,590.71	1,035.20
Tlalmanalco	1,111.49	244.64
Tlalnepantla de Baz	-	202.35
Tlatlaya	2,517.32	4,465.68
Toluca	-	25.15
Tonatico	8.37	27.41
Tultitlán	145.07	439.64
Valle de Bravo	511.71	506.69
Villa de Allende	36.71	-
Villa del Carbón	601.60	5,769.24
Villa Guerrero	34.84	201.85
Xalatlaco	62.94	23.24
Xonacatlán	64.48	316.34
Zacazonapan	285.25	1,599.83
Zacualpan	1,222.58	4,383.69
Zinacantepec	-	5.08
Zumpahuacán	181.36	1,319.36
Total	61,554.52	149,426.57



Bosque de encino en Tejupilco

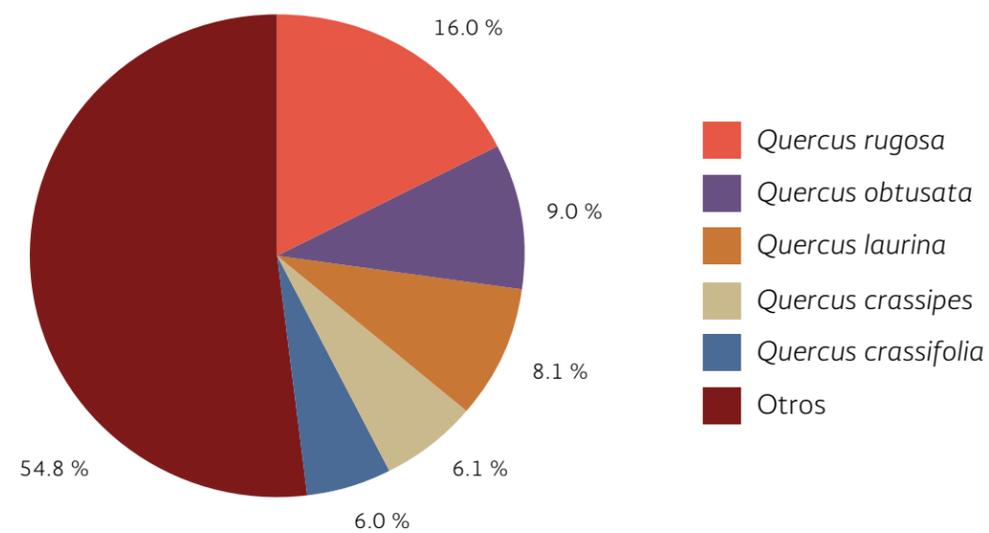
Registro de especies

Durante la fase de campo se obtuvieron 11,614 registros, los cuales se distribuyeron en 149 conglomerados. Dentro de los registros se identificó la presencia de 164 especies y 85 géneros. Sin embargo, las cinco especies con mayor porcentaje de registros son *Quercus rugosa*, *Q. obtusata*, *Q. laurina*, *Q. crassipes* y *Q. crassifolia*, que en conjunto acumulan 45.2 % del total. En cuanto a los géneros más abundantes, *Quercus*, *Arbutus* y *Pinus* agruparon 79.3 % de los registros.

TABLA 43: Proporción de los principales géneros presentes en la formación _____

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Quercus</i>	8,296	71.43
<i>Arbutus</i>	543	4.67
<i>Pinus</i>	373	3.21
<i>Alnus</i>	298	2.57
<i>Prunus</i>	152	1.31
Otros	1,952	16.81

FIGURA 33: Proporción de las principales especies presentes en la formación _____

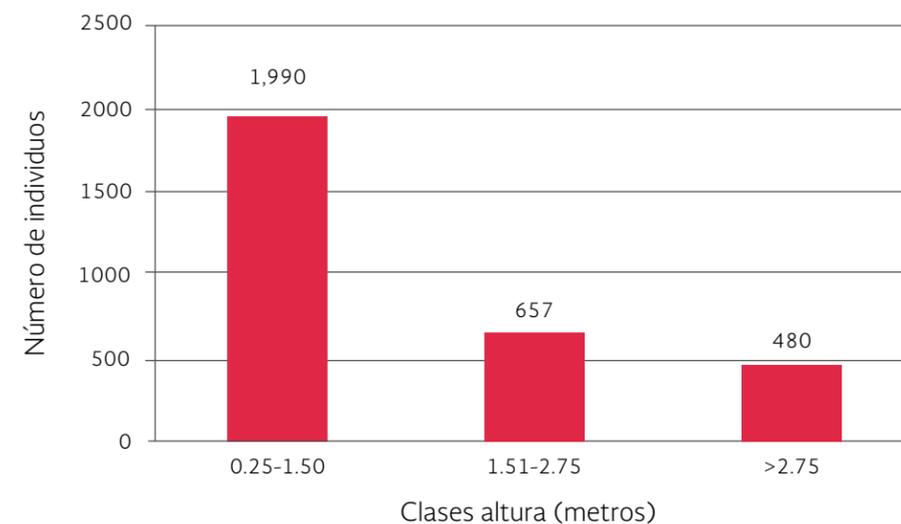


Quercus sp. en Sultepec

Regeneración de la masa forestal

Se registraron 3,127 renuevos, presentes en 308 UMS levantadas, cada sitio con tamaño de 12.56 m², lo que equivale a una densidad estimada de 8,079 renuevos por hectárea. La mayoría de los renuevos se ubicó en la clase de altura de 0.25-1.50 metros. Los géneros más representados en la regeneración fueron *Baccharis*, con 776 individuos, *Quercus* con 546 individuos y *Buddleja* con 195 individuos.

FIGURA 34: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



Indicadores dasométricos

La altura promedio en la formación es de 9.4 m, mientras que el diámetro normal promedio es de 19.3 cm. El individuo con el registro más alto de altura fue un ejemplar de *Quercus* sp. con 42.2 m, en el caso del valor más alto de diámetro normal lo tuvo otro ejemplar de *Quercus* sp. con 99.9 cm.

TABLA 44: Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	9.40	8.82	9.98	0.30
Rango de alturas registradas	NA	5.00	42.20	NA

FIGURA 35: Distribución de frecuencias por clase de altura (metros)

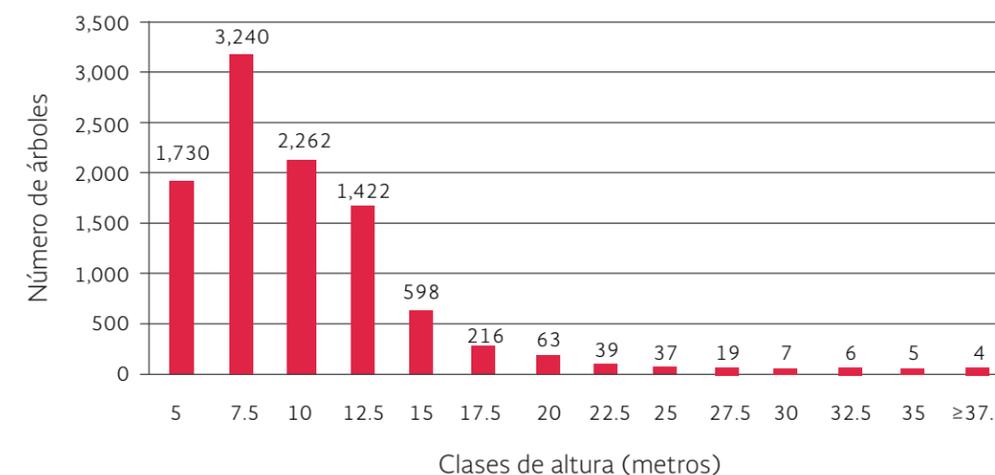


TABLA 45: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	19.27	17.68	20.86	0.81
Rango de diámetros registrados	NA	7.50	99.90	NA

FIGURA 36: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

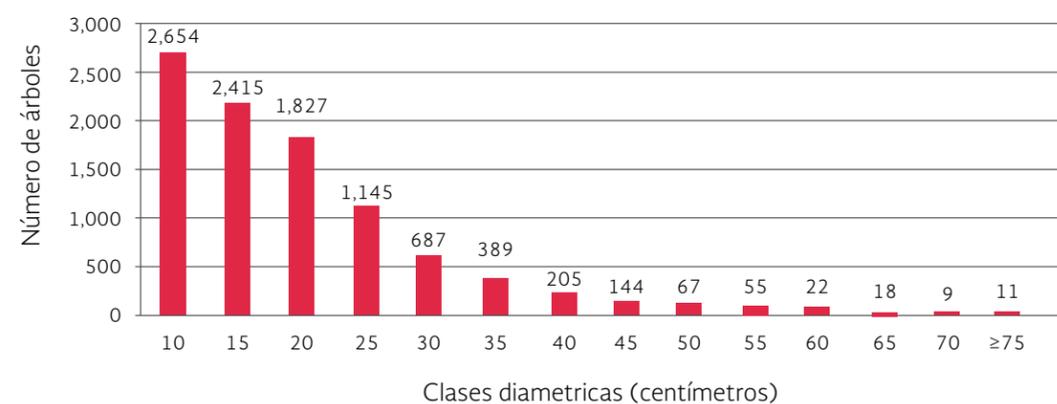


TABLA 46: Estimador de razón para densidad de árboles (árboles/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	441
Varianza del estimador	958
Límite inferior (95 %)	380
Límite superior (95 %)	502
Error relativo de muestreo	7.02

TABLA 47: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	65.22
Varianza del estimador	23.62
Límite inferior (95 %)	55.62
Límite superior (95 %)	74.82
Error relativo de muestreo	7.45

TABLA 48: Estimador de razón para área basal (m²/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	17.05
Varianza del estimador	1.18
Límite inferior (95 %)	14.91
Límite superior (95 %)	19.20
Error relativo de muestreo	6.37

TABLA 49: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m³/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	137.21
Varianza del estimador	95.84
Límite inferior (95 %)	117.86
Límite superior (95 %)	156.55
Error relativo de muestreo	7.14

TABLA 50: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea)

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	34.81
Varianza del estimador	33.89
Límite inferior (95 %)	23.22
Límite superior (95 %)	46.39
Error relativo de muestreo	16.72



Bosque de *Quercus obtusata* y *Q. rugosa* en Texcaliacac

TABLA 51: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Acambay	4,342.18	5,554.50	9,896.68	1,357,923.46	1,166,422.70	1,549,325.25
Aculco	1,165.83	7,178.48	8,344.31	1,144,922.78	983,460.38	1,306,301.73
Almoleya de Alquisiras	347.82	1,638.86	1,986.68	272,592.36	234,150.10	311,014.75
Almoleya de Juárez	-	319.20	319.20	43,797.43	37,620.91	49,970.76
Amanalco	520.02	192.03	712.05	97,700.38	83,922.21	111,471.43
Amatepec	7,641.13	10,479.34	18,120.47	2,486,309.69	2,135,678.59	2,836,759.58
Amecameca	209.37	69.42	278.79	38,252.78	32,858.19	43,644.57
Apaxco	-	8.93	8.93	1,225.29	1,052.49	1,397.99
Atizapán de Zaragoza	99.32	245.34	344.66	47,290.80	40,621.63	53,956.52
Atlacomulco	421.35	2,205.11	2,626.46	360,376.58	309,554.58	411,172.31
Atlautla	662.55	1,109.84	1,772.39	243,189.63	208,893.89	277,467.65
Axapusco	310.38	237.21	547.59	75,134.82	64,538.96	85,725.21
Ayapango	-	50.38	50.38	6,912.64	5,937.79	7,886.99
Calimaya	215.99	19.50	235.49	32,311.58	27,754.85	36,865.96
Capulhuac	64.10	84.03	148.13	20,324.92	17,458.60	23,189.75
Chalco	676.21	2,319.99	2,996.20	411,108.60	353,132.13	469,055.11
Chapa de Mota	2,881.14	8,275.80	11,156.94	1,530,843.74	1,314,956.95	1,746,618.96
Chicoloapan	-	215.45	215.45	29,561.89	25,392.94	33,728.70
Coacalco de Berriozábal	429.87	207.03	636.90	87,389.05	75,065.03	99,706.70
Coatepec Harinas	360.06	411.71	771.77	105,894.56	90,960.81	120,820.59
Coyotepec	18.10	78.41	96.51	13,242.14	11,374.67	15,108.64
Cuautitlán Izcalli	4.25	-	4.25	583.14	500.91	665.34
Donato Guerra	423.89	2.05	425.94	58,443.23	50,201.29	66,680.91
Ecatepec de Morelos	138.75	347.18	485.93	66,674.46	57,271.71	76,072.34
Ecatzingo	257.69	551.31	809.00	111,002.89	95,348.74	126,648.95
El Oro	-	162.38	162.38	22,280.16	19,138.11	25,420.59
Huehuetoca	434.11	720.59	1,154.70	158,436.39	136,092.94	180,768.29
Hueypoxtla	482.56	65.32	547.88	75,174.61	64,573.14	85,770.61
Huixquilucan	396.58	2,810.00	3,206.58	439,974.84	377,927.52	501,990.10
Isidro Fabela	408.43	684.05	1,092.48	149,899.18	128,759.69	171,027.74
Ixtapaluca	-	4,442.99	4,442.99	609,622.66	523,650.80	695,550.08
Ixtapan de la Sal	504.39	141.45	645.84	88,615.71	76,118.70	101,106.25
Ixtapan del Oro	556.33	456.92	1,013.25	139,028.03	119,421.65	158,624.29

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
168,738.39	147,559.50	190,016.26	4,364,436	3,760,738	4,968,133
142,270.49	124,413.66	160,210.75	3,679,841	3,170,838	4,188,844
33,872.89	29,621.40	38,144.26	876,126	754,938	997,313
5,442.36	4,759.27	6,128.64	140,767	121,296	160,238
12,140.45	10,616.67	13,671.36	314,014	270,579	357,449
308,954.01	270,176.21	347,913.02	7,991,127	6,885,779	9,096,476
4,753.37	4,156.76	5,352.77	122,946	105,940	139,953
152.26	133.15	171.46	3,938	3,393	4,483
5,876.45	5,138.88	6,617.47	151,995	130,971	173,019
44,781.14	39,160.52	50,428.03	1,158,269	998,055	1,318,483
30,219.25	26,426.33	34,029.89	781,624	673,508	889,740
9,336.41	8,164.57	10,513.73	241,487	208,084	274,890
858.98	751.17	967.30	22,218	19,144	25,291
4,015.10	3,511.16	4,521.41	103,851	89,486	118,216
2,525.62	2,208.62	2,844.10	65,325	56,289	74,361
51,085.21	44,673.34	57,527.04	1,321,324	1,138,556	1,504,092
190,225.83	166,349.98	214,213.25	4,920,211	4,239,637	5,600,784
3,673.42	3,212.36	4,136.64	95,013	81,871	108,156
10,859.15	9,496.18	12,228.48	280,873	242,022	319,724
13,158.68	11,507.09	14,817.98	340,351	293,273	387,429
1,645.50	1,438.96	1,852.99	42,561	36,674	48,448
72.46	63.37	81.60	1,874	1,615	2,134
7,262.28	6,350.77	8,178.05	187,840	161,857	213,822
8,285.11	7,245.22	9,329.86	214,295	184,653	243,937
13,793.45	12,062.19	15,532.80	356,769	307,420	406,118
2,768.58	2,421.09	3,117.70	71,610	61,704	81,515
19,687.64	17,216.58	22,170.24	509,223	438,786	579,659
9,341.35	8,168.89	10,519.30	241,615	208,194	275,036
54,672.19	47,810.11	61,566.34	1,414,102	1,218,500	1,609,703
18,626.78	16,288.88	20,975.62	481,784	415,142	548,425
75,752.98	66,244.98	85,305.41	1,959,359	1,688,336	2,230,381
11,011.57	9,629.47	12,400.13	284,815	245,419	324,212
17,275.91	15,107.56	19,454.40	446,843	385,035	508,652

TABLA 51: Indicadores dasométricos a nivel municipal (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Ixtlahuaca	52.93	366.02	418.95	57,484.13	49,377.45	65,586.62
Jilotepec	2,382.30	8,862.89	11,245.19	1,542,952.52	1,325,358.09	1,760,434.49
Jilotzingo	1,496.53	1,908.91	3,405.44	467,260.42	401,365.16	533,121.63
Jiquipilco	716.39	474.00	1,190.39	163,333.41	140,299.37	186,355.55
Jocotitlán	297.89	323.37	621.26	85,243.08	73,221.70	97,258.25
Joquicingo	22.58	98.02	120.60	16,547.53	14,213.92	18,879.93
Juchitepec	24.26	359.30	383.56	52,628.27	45,206.38	60,046.32
Lerma	293.85	1,707.54	2,001.39	274,610.72	235,883.83	313,317.60
Luvianos	4,261.04	9,178.75	13,439.79	1,844,073.59	1,584,013.65	2,103,999.12
Malinalco	1,126.67	2,743.61	3,870.28	531,041.12	456,151.20	605,892.33
Morelos	1,715.71	1,907.15	3,622.86	497,092.62	426,990.28	567,158.73
Naucalpan de Juárez	728.32	1,125.97	1,854.29	254,427.13	218,546.62	290,289.10
Nicolás Romero	33.42	2,685.64	2,719.06	373,082.22	320,468.41	425,668.84
Ocoyoacac	705.56	275.48	981.04	134,608.50	115,625.37	153,581.81
Ocuilan	1,433.20	1,279.07	2,712.27	372,150.57	319,668.14	424,605.87
Otumba	-	99.20	99.20	13,611.23	11,691.71	15,529.76
Otzoloapan	283.15	908.60	1,191.75	163,520.02	140,459.66	186,568.46
Otzolotepec	21.00	81.43	102.43	14,054.42	12,072.40	16,035.42
Ozumba	-	347.43	347.43	47,670.87	40,948.10	54,390.17
Polotitlán	7.11	497.90	505.01	69,292.42	59,520.48	79,059.32
San Martín de las Pirámides	36.66	117.23	153.89	21,115.25	18,137.48	24,091.48
San Simón de Guerrero	909.11	624.36	1,533.47	210,407.42	180,734.77	240,064.73
Santo Tomás	228.80	463.72	692.52	95,020.67	81,620.41	108,414.01
Soyaniquilpan de Juárez	-	617.60	617.60	84,740.90	72,790.34	96,685.28
Sultepec	452.59	14,078.75	14,531.34	1,993,845.16	1,712,663.73	2,274,881.28
Tejupilco	4,594.76	8,532.31	13,127.07	1,801,165.27	1,547,156.47	2,055,042.81
Temamatla	-	606.71	606.71	83,246.68	71,506.84	94,980.45
Temascalcingo	2,847.09	2,734.68	5,581.77	765,874.66	657,867.41	873,826.09
Temascaltepec	1,358.13	2,427.15	3,785.28	519,378.27	446,133.10	592,585.58
Temoaya	115.28	148.12	263.40	36,141.11	31,044.32	41,235.27
Tenancingo	68.70	923.95	992.65	136,201.51	116,993.73	155,399.36
Tenango del Aire	-	353.13	353.13	48,452.97	41,619.90	55,282.50
Tenango del Valle	727.64	235.74	963.38	132,185.37	113,543.97	150,817.14
Tepetlaoxtoc	-	1,437.97	1,437.97	197,303.86	169,479.14	225,114.20

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
7,143.10	6,246.54	8,043.84	184,757	159,201	210,313
191,730.49	167,665.78	215,907.65	4,959,129	4,273,172	5,645,085
58,062.75	50,775.11	65,384.45	1,501,799	1,294,067	1,709,531
20,296.15	17,748.71	22,855.49	524,962	452,348	597,576
10,592.48	9,262.99	11,928.19	273,976	236,079	311,873
2,056.23	1,798.15	2,315.52	53,185	45,828	60,541
6,539.70	5,718.88	7,364.35	169,150	145,753	192,547
34,123.70	29,840.72	38,426.69	882,613	760,528	1,004,698
229,148.42	200,387.27	258,043.97	5,926,947	5,107,120	6,746,775
65,988.27	57,705.87	74,309.38	1,706,793	1,470,706	1,942,881
61,769.76	54,016.84	69,558.91	1,597,681	1,376,687	1,818,676
31,615.64	27,647.46	35,602.37	817,742	704,630	930,854
46,359.97	40,541.18	52,205.95	1,199,105	1,033,243	1,364,968
16,726.73	14,627.31	18,835.97	432,639	372,795	492,482
46,244.20	40,439.95	52,075.58	1,196,111	1,030,663	1,361,560
1,691.36	1,479.07	1,904.64	43,747	37,696	49,798
20,319.34	17,768.99	22,881.60	525,562	452,865	598,259
1,746.43	1,527.23	1,966.66	45,172	38,923	51,420
5,923.68	5,180.18	6,670.66	153,217	132,023	174,410
8,610.42	7,529.70	9,696.19	222,709	191,904	253,515
2,623.82	2,294.50	2,954.69	67,865	58,478	77,253
26,145.66	22,864.04	29,442.62	676,260	582,719	769,802
11,807.47	10,325.47	13,296.38	305,401	263,158	347,645
10,530.08	9,208.42	11,857.92	272,362	234,688	310,035
247,759.35	216,662.28	279,001.73	6,408,321	5,521,909	7,294,733
223,816.54	195,724.61	252,039.74	5,789,038	4,988,287	6,589,789
10,344.41	9,046.05	11,648.83	267,559	230,550	304,568
95,169.18	83,224.19	107,169.98	2,461,561	2,121,073	2,802,049
64,539.02	56,438.52	72,677.38	1,669,308	1,438,406	1,900,211
4,490.97	3,927.29	5,057.28	116,159	100,092	132,227
16,924.68	14,800.41	19,058.88	437,759	377,207	498,310
6,020.87	5,265.17	6,780.10	155,730	134,189	177,271
16,425.63	14,364.00	18,496.90	424,851	366,084	483,617
24,517.39	21,440.13	27,609.02	634,145	546,429	721,861

TABLA 51: Indicadores dasométricos a nivel municipal (continuación)

MUNICIPIO	SUPERFICIE LATIFOLIADAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Tepetlixpa	-	359.89	359.89	49,380.51	42,416.64	56,340.78
Tepetzotlán	905.69	3,783.29	4,688.98	643,374.95	552,643.18	734,059.82
Texcaltitlán	118.40	74.71	193.11	26,496.62	22,759.94	30,231.37
Texcalyacac	561.94	-	561.94	77,103.79	66,230.25	87,971.71
Texcoco	-	4,680.92	4,680.92	642,269.03	551,693.23	732,798.03
Tianguistenco	680.99	145.87	826.86	113,453.46	97,453.72	129,444.93
Timilpan	1,590.71	1,035.20	2,625.91	360,301.11	309,489.75	411,086.21
Tlalmanalco	1,111.49	244.64	1,356.13	186,074.60	159,833.48	212,302.15
Tlalnepantla de Baz	-	202.35	202.35	27,764.44	23,848.97	31,677.89
Tlatlaya	2,517.32	4,465.68	6,983.00	958,137.43	823,016.38	1,093,188.65
Toluca	-	25.15	25.15	3,450.83	2,964.18	3,937.23
Tonatico	8.37	27.41	35.78	4,909.37	4,217.03	5,601.36
Tultitlán	145.07	439.64	584.71	80,228.06	68,913.92	91,536.35
Valle de Bravo	511.71	506.69	1,018.40	139,734.66	120,028.62	159,430.52
Villa de Allende	36.71	-	36.71	5,036.98	4,326.64	5,746.95
Villa del Carbón	601.60	5,769.24	6,370.84	874,142.96	750,867.20	997,355.00
Villa Guerrero	34.84	201.85	236.69	32,476.23	27,896.28	37,053.82
Xalatlaco	62.94	23.24	86.18	11,824.76	10,157.17	13,491.48
Xonacatlán	64.48	316.34	380.82	52,252.31	44,883.45	59,617.37
Zacazonapan	285.25	1,599.83	1,885.08	258,651.83	222,175.53	295,109.27
Zacualpan	1,222.58	4,383.69	5,606.27	769,236.31	660,754.98	877,661.57
Zinacantepec	-	5.08	5.08	697.03	598.73	795.27
Zumpahuacán	181.36	1,319.36	1,500.72	205,913.79	176,874.86	234,937.72
Total	61,554.52	149,426.57	210,981.09	28,948,715.37	24,866,231.26	33,029,089.59

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
6,136.12	5,365.96	6,909.89	158,711	136,758	180,665
79,947.11	69,912.69	90,028.42	2,067,840	1,781,812	2,353,868
3,292.53	2,879.27	3,707.71	85,162	73,382	96,941
9,581.08	8,378.53	10,789.25	247,816	213,537	282,094
79,809.69	69,792.52	89,873.66	2,064,286	1,778,750	2,349,822
14,097.96	12,328.48	15,875.71	364,645	314,207	415,084
44,771.77	39,152.32	50,417.47	1,158,026	997,846	1,318,207
23,122.02	20,219.90	26,037.70	598,053	515,329	680,777
3,450.07	3,017.04	3,885.12	89,236	76,893	101,580
119,060.15	104,116.53	134,073.60	3,079,503	2,653,540	3,505,466
428.81	374.99	482.88	11,091	9,557	12,625
610.05	533.48	686.98	15,779	13,596	17,962
9,969.31	8,718.03	11,226.43	257,857	222,190	293,524
17,363.72	15,184.34	19,553.28	449,114	386,992	511,237
625.91	547.35	704.83	16,189	13,950	18,428
108,622.82	94,989.22	122,320.13	2,809,540	2,420,919	3,198,162
4,035.56	3,529.05	4,544.45	104,380	89,942	118,818
1,469.37	1,284.94	1,654.66	38,005	32,748	43,262
6,492.98	5,678.03	7,311.74	167,942	144,712	191,172
32,140.61	28,106.54	36,193.54	831,320	716,330	946,310
95,586.90	83,589.49	107,640.38	2,472,365	2,130,383	2,814,348
86.61	75.74	97.54	2,240	1,930	2,550
25,587.28	22,375.74	28,813.82	661,818	570,274	753,361
3,597,227.58	3,145,728.08	4,050,836.98	93,042,659	80,172,809	105,912,512

Estado de salud del arbolado

En la fase de campo se realizó el registro de arbolado en pie con algún tipo de daño, se obtuvieron datos de 81 conglomerados con 4,597 individuos, dentro de los cuales 34.8 % presentaron daño. El agente causal con mayor presencia en la formación fue el daño por insectos, presente en 44.5 % de los árboles dañados, seguido por daños causados por incendios en 27.5 % de la población afectada. Estos datos son similares a los que se encontraron en la formación de coníferas y latifoliadas e indican que, al parecer, en años recientes ha aumentado la presencia de plagas de árboles forestales en el estado, por lo que es importante fortalecer las campañas de control y combate fitosanitario para evitar o reducir las pérdidas de recursos forestales ocasionadas por estos organismos.

Dentro de los registros obtenidos, 2.3 % se reportaron como árboles muertos en pie; aunque no es posible especificar la razón de la muerte con los datos obtenidos, se reportó que la mayoría de estos árboles presentaban daños causados por otros agentes.

FIGURA 37: Frecuencia de daño por agente causal

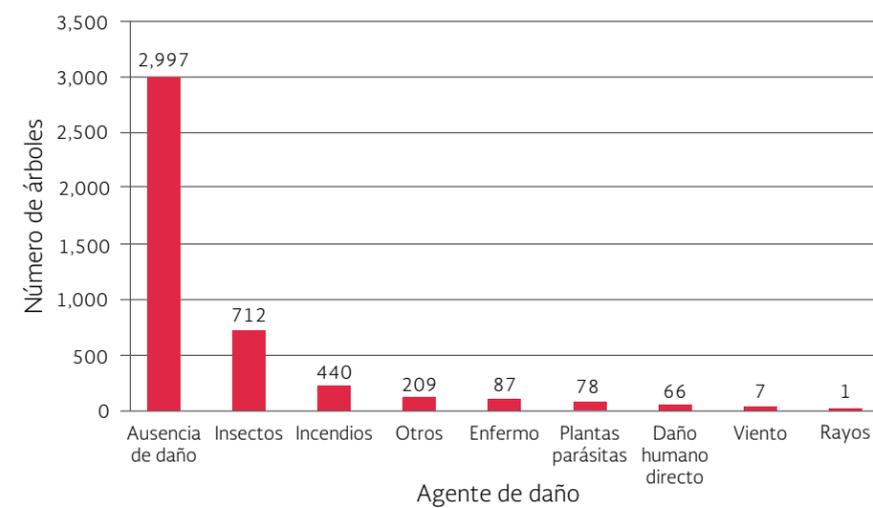


FIGURA 38: Proporción de daño por agente causal

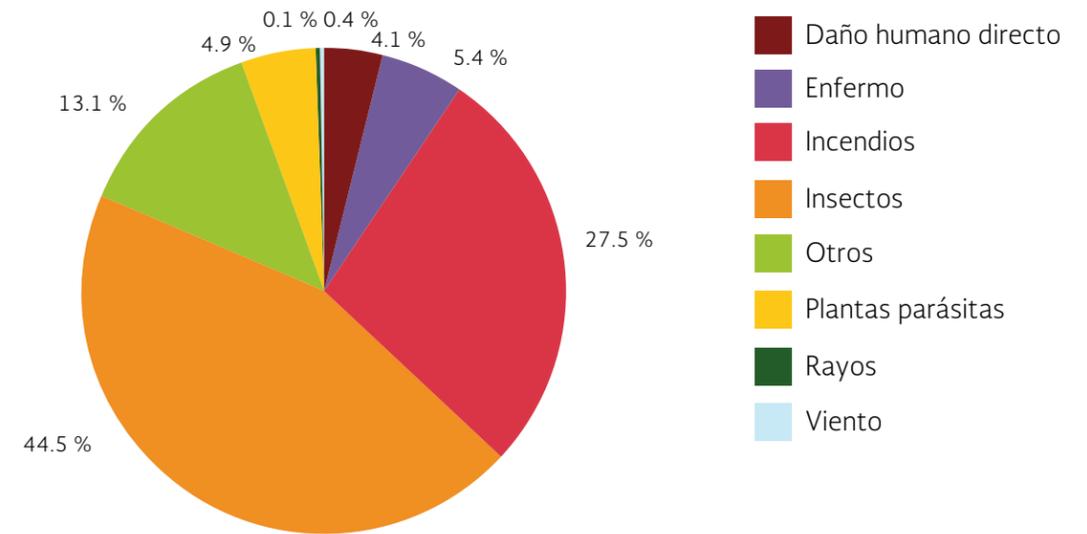


FIGURA 39: Proporción de daño por agente causal de arbolado muerto

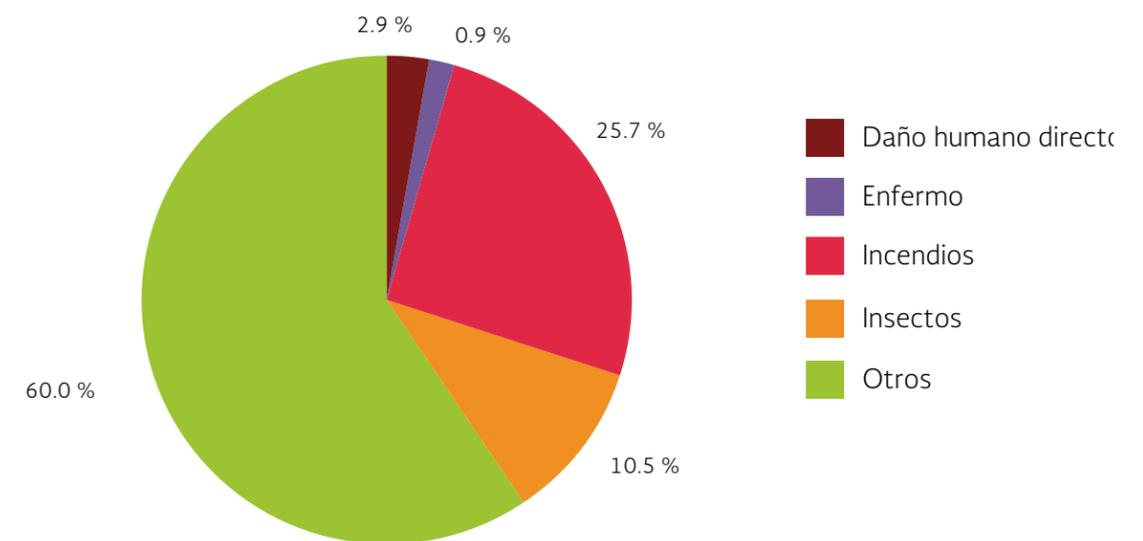
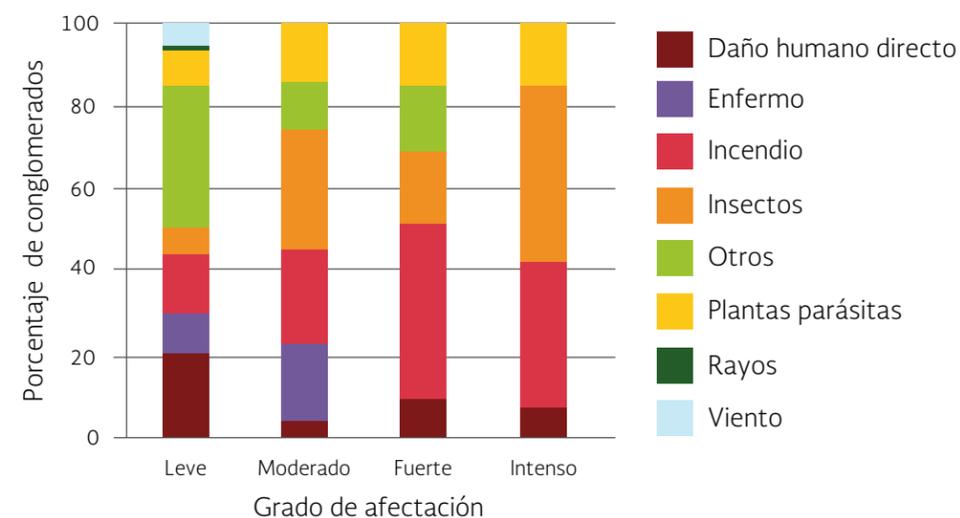


FIGURA 40: Proporción de daño por intensidad del agente causal



Bosque de latifoliadas

Conclusiones sobre la formación

La formación de bosques de especies latifoliadas en el Estado de México cubre 210,981.1 ha, que representa 19.8 % de la superficie forestal de la entidad. El arbolado tiene una altura y diámetro promedio de 9.4 m y 19.3 cm, respectivamente. La densidad arbórea es de 441 árboles/ha, con un porcentaje de cobertura de copa de 65.2 %. El área basal promedio para los sitios es de 17.1 m²/hectárea y un volumen de 137.2 m³/hectárea, por lo que la formación tiene buenas condiciones de crecimiento y constituye, desde el punto de vista económico, un recurso natural con un potencial importante de productividad y aprovechamiento maderable en la entidad, con el fortalecimiento de los programas de manejo forestal existentes. Las especies arbóreas más abundantes en la formación son *Quercus rugosa*, *Q. obtusata*, *Q. laurina*, *Q. crassipes* y *Q. crassifolia*.

La mayoría de los renuevos presentes en la formación tienen altura de entre 0.25 y 1.50 metros. El género arbóreo con mayor cantidad de renuevos es *Quercus*, con 17.5 % del total, pero los géneros *Baccharis* y *Buddleja*, que también son representativos del estrato arbustivo en los bosques de encino, están en mayor abundancia (31.1 %). La presencia de individuos con porte arbustivo en la regeneración hace suponer que las comunidades de latifoliadas se encuentran en un proceso de la sustitución de la vegetación primaria, muy probablemente causada por el aprovechamiento y extracción de productos maderables y no maderables, así como por otros disturbios relacionados con diferentes actividades humanas. Prueba de esto es el hecho de que únicamente 29.2 % de la extensión de estos bosques conserva su vegetación original.

Una proporción relativamente elevada (34.8 %) de los individuos en pie mostraron algún tipo de daño. Los principales agentes causales detectados con mayor frecuencia de daño fueron los insectos y los incendios que en conjunto acumularon más de 70.0 % de los árboles dañados. Además, se encontró 2.3 % de árboles muertos en pie. Debido a lo anterior, es importante considerar en los programas de manejo forestal actividades de saneamiento y remoción de material muerto, además de las medidas fitosanitarias de prevención y control de plagas forestales, con el objetivo de reducir las posibilidades de propagación de las poblaciones de insectos y reducir los riesgos de incendios de grandes magnitudes.

BOSQUE MESÓFILO

Caracterización de la formación

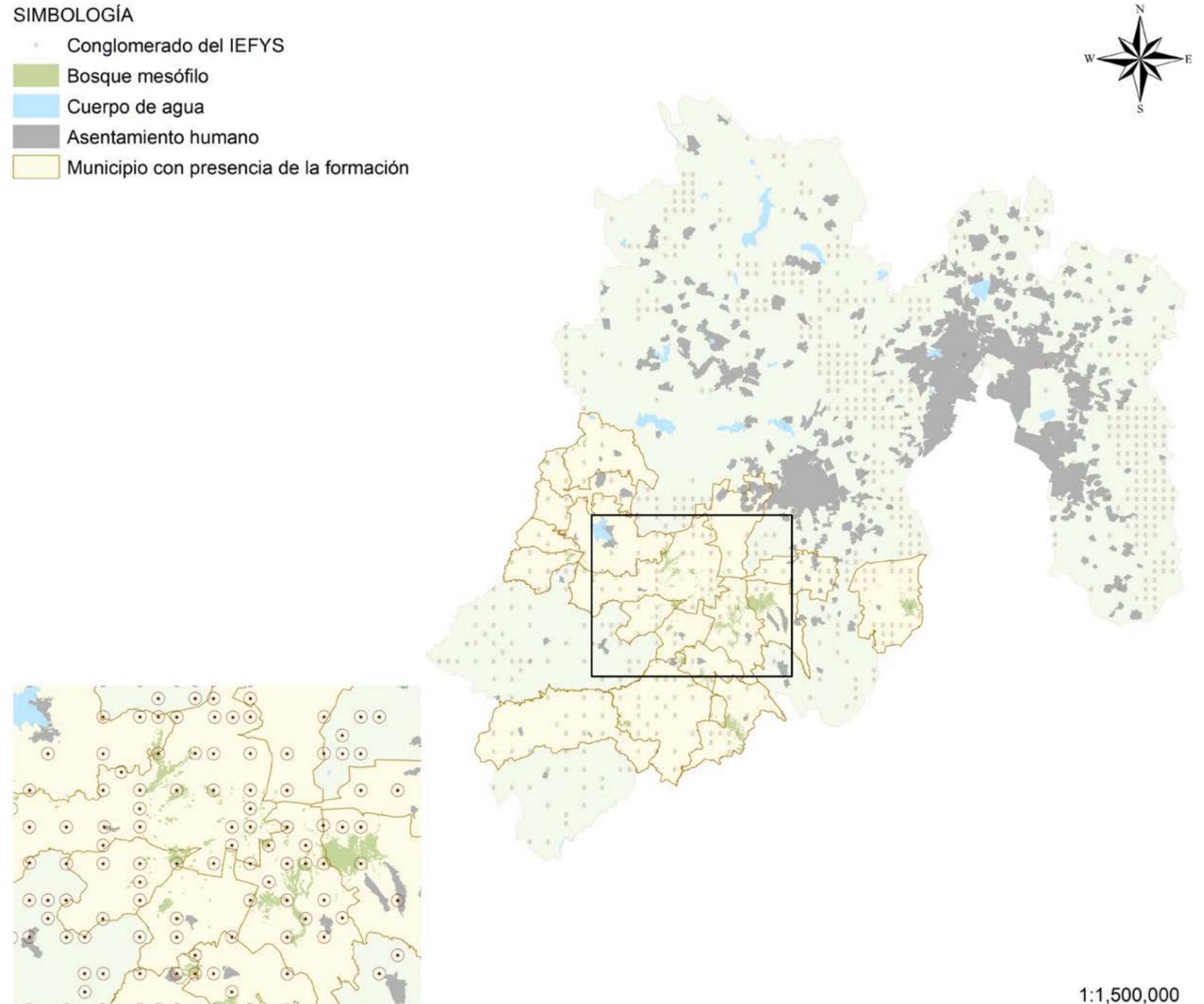
El bosque mesófilo de montaña es propio de climas húmedos de altura; se caracteriza por su composición vegetal la cual le confiere la condición de bosque perennifolio. En México, esta formación se encuentra entre 1,000 y 2,700 msnm. Su límite altitudinal no depende del todo de la temperatura, pero sí de la humedad. La precipitación anual es superior a 1,000 mm, y en algunas zonas puede exceder los 3,000 mm. Una característica de las zonas donde se desarrolla esta formación son las frecuentes neblinas y la constante humedad atmosférica (Rzedowski, 2006).

Este tipo de vegetación se desarrolla en regiones con relieve accidentado y con laderas de pendiente marcada. Se dice que los requerimientos ambientales de estos bosques propician que se formen islas naturales en términos de altitud, condición que estimula procesos de diversificación y especiación. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales antes mencionadas, los bosques mesófilos en general han sido zonas de intenso aprovechamiento y cambio de uso del suelo. Se tiene conocimiento de regiones enteras en donde se presentaba este tipo de asociación vegetal y actualmente ya no existe. Estas áreas son frecuentemente utilizadas para el cultivo de árboles frutales (Rzedowski, 2006).

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



1:1,500,000

El bosque mesófilo de montaña presenta en su estrato arbóreo especies de los géneros *Quercus*, *Junglans*, *Dalbergia* y *Liquidambar*, entre otros. Dichas especies generan madera de buena calidad que es empleada por los habitantes de la región para diversos fines. Algunas veces incluyen en su composición florística especies caducifolias, aunque siempre predominan las especies perennifolias que le proporcionan su característica de siempre verde. En cuanto al sotobosque presente en esta formación, está constituido por árboles y arbustos generalmente de origen tropical (Challenger y Soberón, 2008).

En el caso del Estado de México, la distribución de esta formación es sumamente limitada, se desarrolla en algunas cañadas y laderas, con alto grado de humedad, con una distribución altitudinal de entre 1,900 y 2,500 msnm; en las laderas del Popocatepetl, Iztaccíhuatl y en algunas partes de la Sierra de las Cruces, así como en los municipios de Sultepec, Temascaltepec y Valle de Bravo. El principal uso en la entidad es el aprovechamiento maderable, por lo que está expuesto a una presión intensa (GEM, 2006).

Superficie por tipo de vegetación

El bosque mesófilo presente en la entidad tiene una extensión de 15,127.1 hectáreas, que representa 1.4 % de la superficie forestal y 0.7 % de la superficie estatal total. Se distribuye en parte de 18 municipios del estado, pero los municipios que cuentan con mayor superficie de esta formación son Villa Guerrero con 17.8 %, Coatepec Harinas con 16.4 %, Temascaltepec con 14.3 % y Zacualpan con 13.0 %.

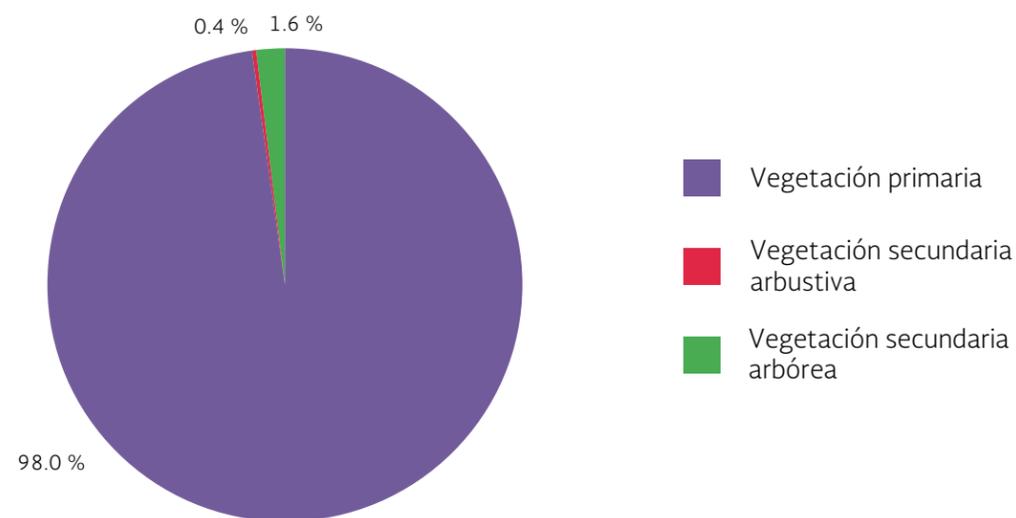
TABLA 52: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

VEGETACIÓN MUNICIPIO	BM	
	PRIMARIA	SECUNDARIA
Almoloya de Alquisiras	931.04	-
Amatepec	29.06	-
Coatepec Harinas	2,216.83	258.18
Donato Guerra	125.36	-
Ixtapan del Oro	5.53	-
Ocuilan	1,865.65	-
Otzoloapan	369.43	-
San Simón de Guerrero	479.76	-
Santo Tomás	40.46	-
Sultepec	951.11	-
Temascaltepec	2,163.59	-
Tenango del Valle	8.37	-
Texcaltitlán	396.07	-
Valle de Bravo	378.47	-
Villa de Allende	188.73	34.60
Villa Guerrero	2,691.78	-
Zacualpan	1,961.28	8.67
Zinacantepec	23.09	-
Total general	14,825.61	301.45

Estructura de la formación

Los bosques mesófilos del Estado de México no presentan una reducción importante en la vegetación original de la formación, ya que 98.0 % de la superficie donde se presentan estos bosques se encuentran con vegetación primaria. En cuanto a la superficie restante (2.0 %), está cubierta por vegetación secundaria de tipo arbóreo (1.6 %) y arbustivo (0.4 %).

FIGURA 41: Estructura de la formación por fase sucesional



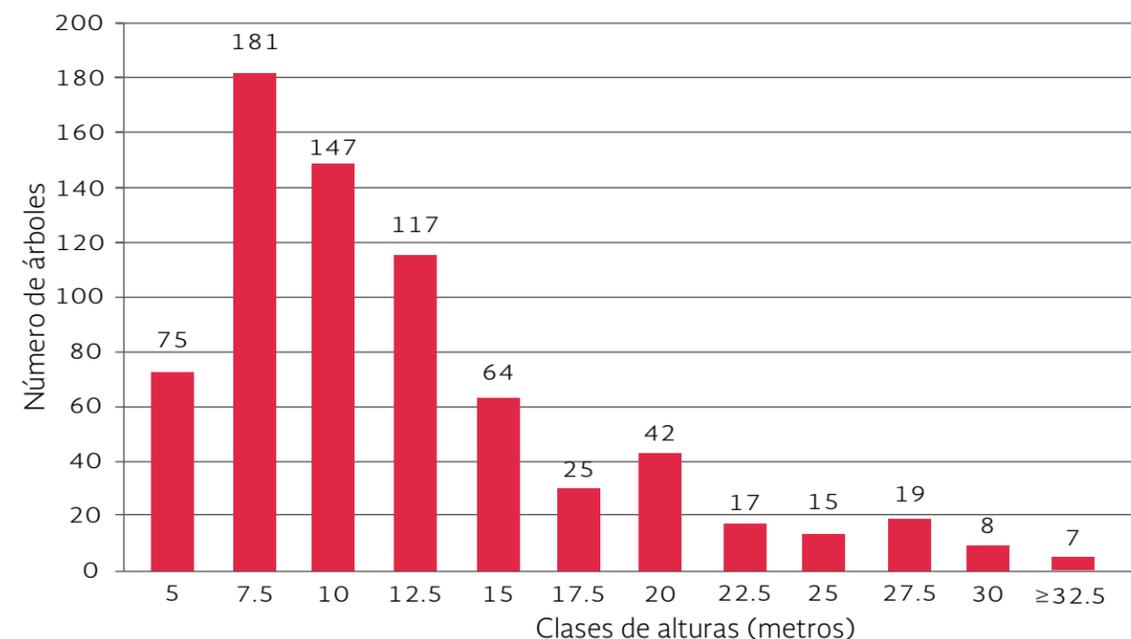
Altura

En el caso de la formación bosque mesófilo, se obtuvieron 717 registros de árboles en nueve unidades de muestreo primarias. La altura promedio fue de 12.1 m y la categoría más abundante fue la de 7.5 m, aunque el rango de variación fue de la categoría 5.0 a 42.5 m; el árbol de mayor altura fue un individuo de *Pinus patula* con 42.5 m.

TABLA 53: Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	12.06	8.03	16.09	2.06
Rango de alturas registradas	NA	5.00	42.50	NA

FIGURA 42: Distribución de frecuencias por clase de altura



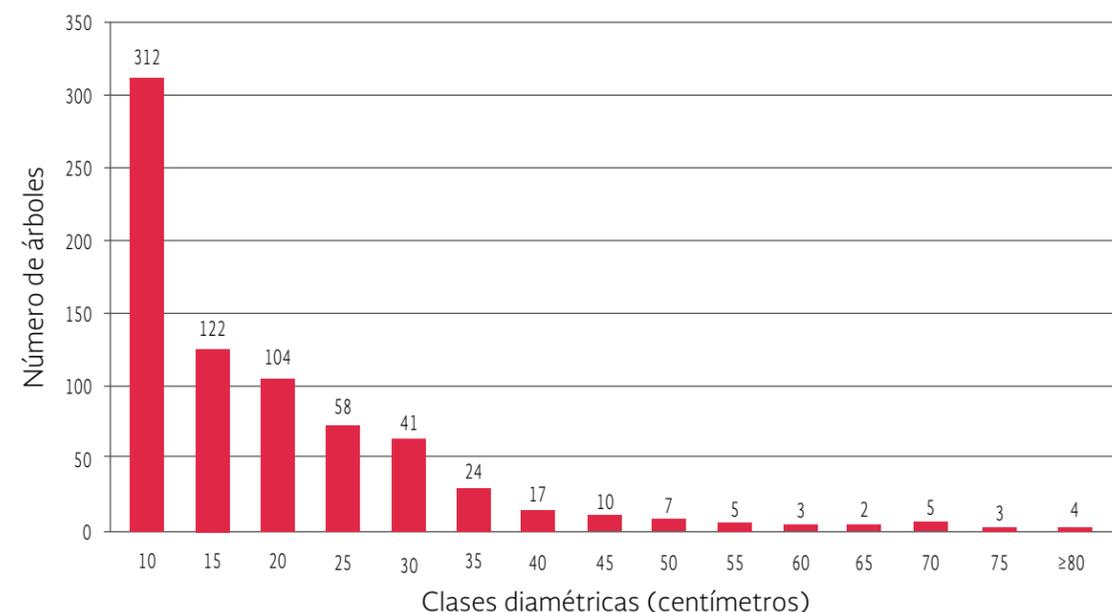
Diámetro

El diámetro promedio encontrado en los árboles muestreados fue 18.6 cm, con un rango de variación en tamaño desde 10.0 hasta 100.0 cm; la categoría más numerosa fue la de 10.0 cm. El árbol de mayor diámetro fue un individuo de *Pinus pseudostrobus*, con 99.0 cm.

TABLA 54: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	18.56	10.03	27.09	4.35
Rango de diámetros registrados	NA	7.50	99.00	NA

FIGURA 43: Distribución de frecuencias por clase diamétrica



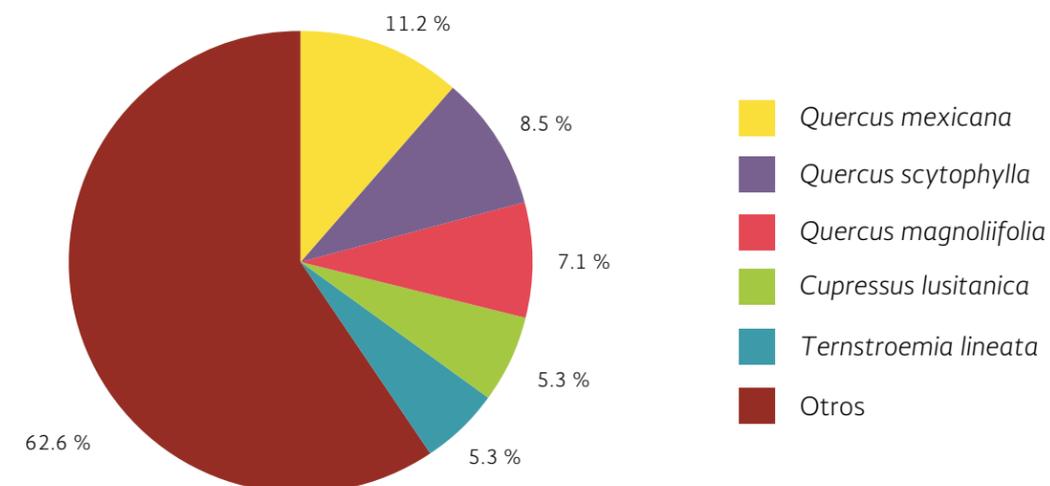
Registro de especies

Se obtuvieron datos de 828 individuos, dentro de los cuales se representaron 20 géneros y 32 especies. Los géneros más abundantes fueron *Quercus*, *Croton*, *Pinus*, *Ternstroemia* y *Cupressus*, los cuales agruparon 57.0 % de los árboles. En cuanto a las especies más representativas de la comunidad destacan: *Quercus mexicana*, *Q. scytophylla*, *Q. magnoliifolia*, *Cupressus lusitánica* y *Ternstroemia lineata* que en conjunto acumulan 37.4 % de los individuos.

TABLA 55: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Quercus</i>	266	32.13
<i>Croton</i>	60	7.25
<i>Pinus</i>	53	6.40
<i>Ternstroemia</i>	49	5.92
<i>Cupressus</i>	44	5.31
Otros	356	42.99

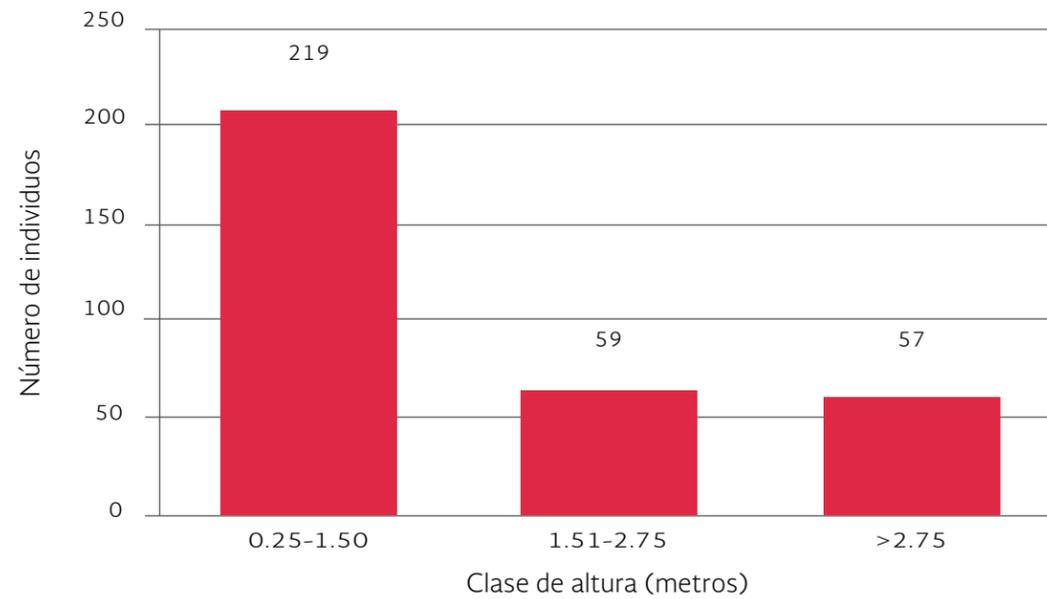
FIGURA 44: Proporción de las principales especies presentes en la formación



Regeneración de la masa forestal

Se realizó un muestreo para estimar el número de renuevos presentes, su altura y especie, con el objetivo de proporcionar una idea del estado en el que se encuentra el proceso de regeneración natural en la formación. Se obtuvieron 335 registros de plantas que equivalen a una densidad de 9,521 renuevos por hectárea, la cual se estima de manera indicativa a partir de los conglomerados muestreados, la mayoría con altura de 0.25 a 1.50 metros. Los géneros con mayor abundancia de renuevos son: *Psidium* (14.6 %), *Rubus* (11.9 %), *Quercus* (9.0 %) y *Ternstroemia* (8.7 %).

FIGURA 45: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



Estado de salud del arbolado

Con el objetivo de analizar los agentes de daño en el arbolado se realizó un registro de árboles en pie con presencia de afectación; además, en los casos donde fue posible identificarlo, se registró el agente causal. Para el análisis del estado de salud del arbolado se contó con 603 registros de árboles, de los cuales 13.9 % presentaron algún daño. El agente causal más frecuente es el de otros factores (58.3 %), seguido por incendios (31.0 %). En esta muestra se encontraron 29 árboles muertos, que representan 4.8 % del arbolado en pie y 34.5 % de los árboles con daño; en estos individuos no se pudo identificar el agente causal de la muerte, por lo que se registró como ocasionada por otros agentes.

FIGURA 46: Frecuencia de daño por agente causal

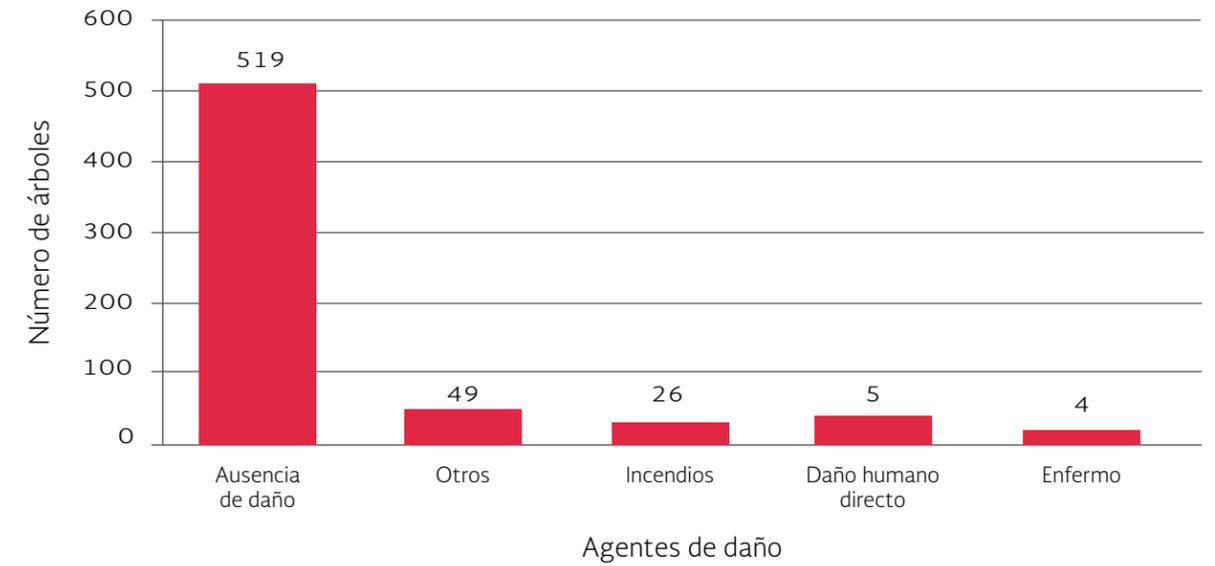


FIGURA 47: Proporción de daño por agente causal

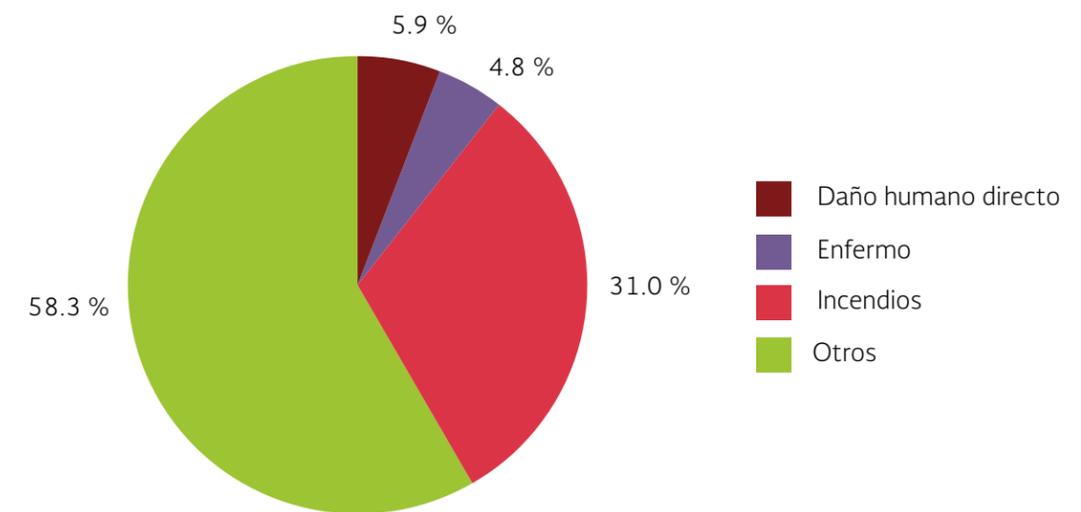
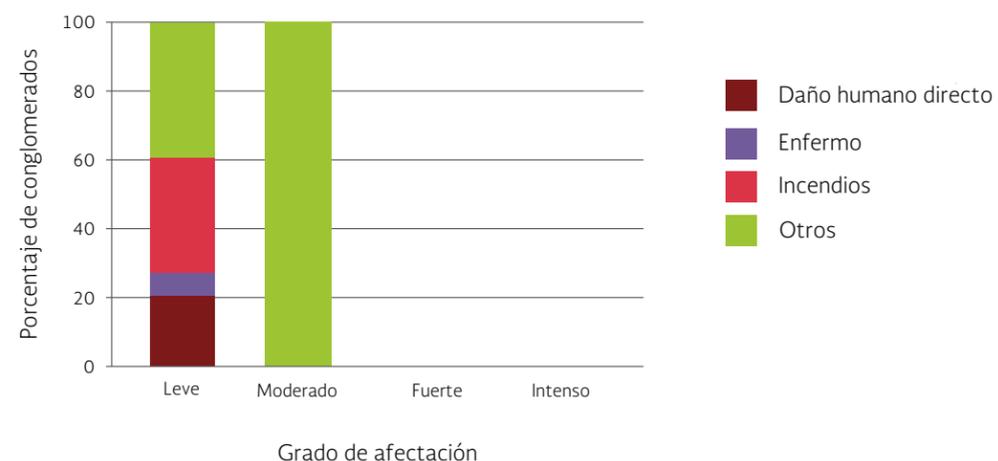


FIGURA 48: Proporción de daño por intensidad del agente causal



Bosque mesófilo en Ocuilan

Conclusiones sobre la formación

La formación bosque mesófilo ocupa una superficie de 15,127.1 hectáreas en el Estado de México, por lo que representa únicamente 1.4 % de la superficie forestal de la entidad; está restringida a algunas áreas de cañadas y laderas en pequeñas porciones de 18 municipios del Estado de México, aunque la mayor parte de esta asociación vegetal se presenta en los municipios de Villa Guerrero, Coatepec Harinas, Temascaltepec y Zacualpan. Las condiciones topográficas de las áreas en que existe ocasionan la presencia de altos índices de humedad relativa en el ambiente, lo que favorece el desarrollo del tipo de vegetación característico del bosque mesófilo de montaña (BM).

La mayor parte de la extensión de estos bosques conservan su vegetación original, solo 2.0 % presenta vegetación secundaria, siendo ésta de tipo arbóreo y arbustiva. La riqueza florística de la formación en la entidad incluye la presencia de 20 géneros y 32 especies leñosas, entre las cuales destacan *Quercus mexicana*, *Q. scytophylla*, *Q. magnoliifolia*, *Cupressus lusitánica*, y *Ternstroemia lineata*. Sin embargo, las especies presentes en la regeneración son en su mayoría de los géneros *Psidium*, *Rubus* y *Quercus*, lo que difiere de la composición de especies dominantes en el estrato arbóreo. La formación mostró una altura promedio de 12.1 metros y un diámetro normal promedio de 18.6 centímetros. El estado de salud del arbolado es aceptable ya que únicamente 13.9 % de la muestra presentó evidencia de daño, y solo 4.8 % resultó ser arbolado muerto en pie.

Los bosques mesófilos son importantes en términos biogeográficos y por la amplia diversidad biológica que contiene en los diferentes estratos de la vegetación, a pesar de que ocupen solo una pequeña parte del territorio. CONABIO (2010) menciona a estos bosques del Estado de México como subregiones prioritarias para la conservación, las cuales requieren programas especiales de manejo y conservación, por la fragilidad que presentan ante diferentes factores de disturbio.

SELVAS BAJAS

Caracterización de la formación

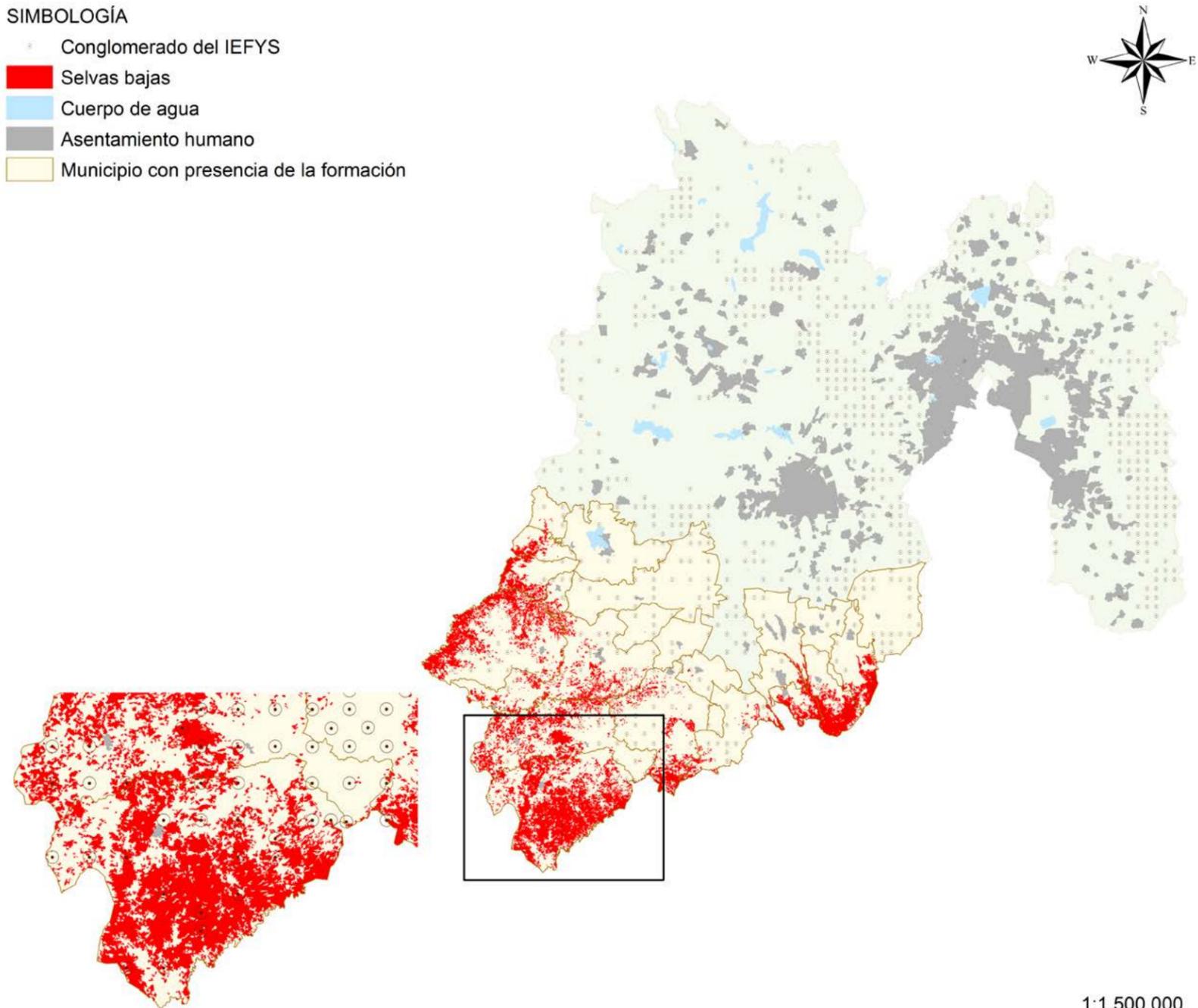
Esta formación incluye comunidades vegetales dominadas por especies arbóreas de porte bajo, con alturas que usualmente no rebasan los 4 a 10 m (en raras ocasiones hasta 15 m), con copas ralas y muy abiertas, y que generalmente pierden sus hojas durante la mayor parte del año, lo cual genera un fuerte contraste en el paisaje entre la temporada seca y la de lluvias (Challenger y Soberón, 2008). Las selvas bajas son comunidades propias de climas cálidos con lluvias escasas, temperatura media anual de 20 a 29 °C y precipitación que varía entre 300 y 1,200 mm, con una temporada seca bien definida que puede durar de siete a ocho meses al año (Rzedowski, 2006).

En función de la proporción de especies arbóreas de la comunidad que pierden las hojas durante el periodo seco del año, las selvas bajas se distinguen en las categorías de caducifolias, subcaducifolias, subperennifolias y perennifolias (CONABIO, 2012). Las categorías de selva baja caducifolia y subcaducifolia son las más abundantes en las regiones cálidas secas de la vertiente del Océano Pacífico, como en el caso de la cuenca del Balsas, y son relativamente fáciles de distinguir tanto por su fisonomía y fenología, como por su composición florística y las condiciones ecológicas en que prosperan (Rzedowski, 2006). Por las condiciones particulares de su hábitat estas comunidades vegetales tienen un componente de flora endémica muy importante (Challenger y Soberón, 2008).

MAPA 14: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SELVAS BAJAS

SIMBOLOGÍA

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



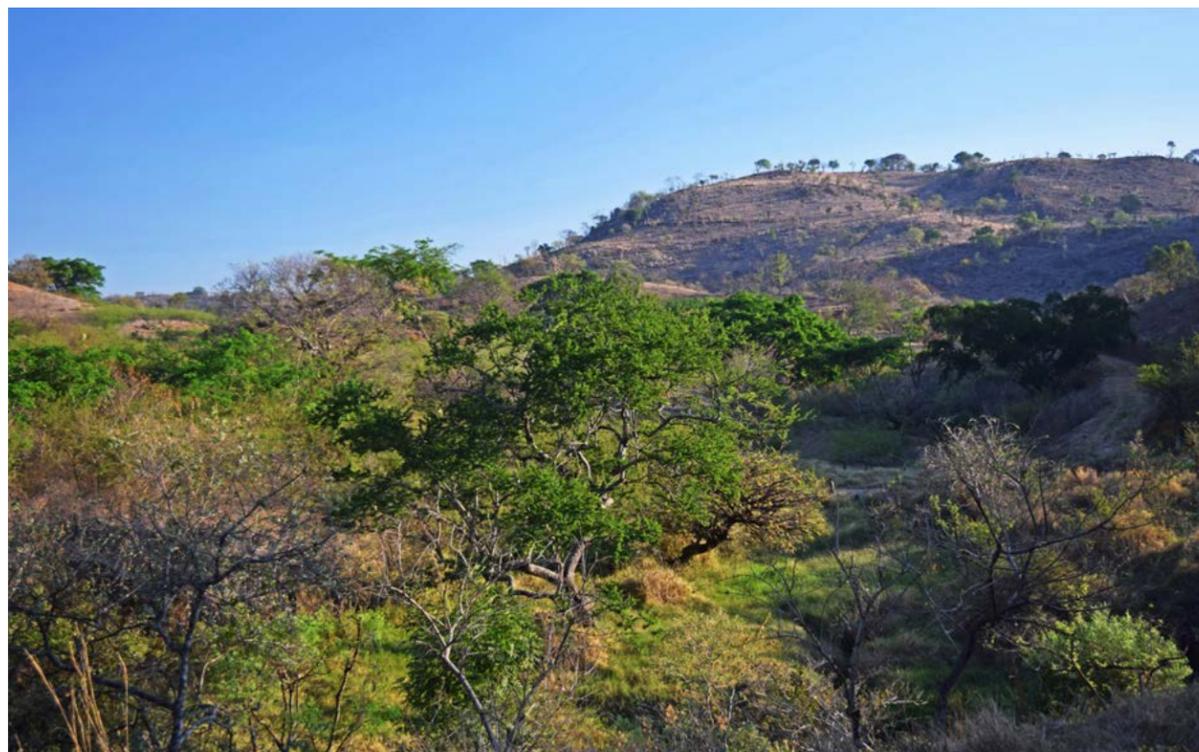
1:1,500,000

En el Estado de México las selvas bajas se distribuyen en altitudes que van de los 1,300 a los 1,900 msnm, pero con frecuencia no sobrepasan la cota 1,500. Se presentan comúnmente sobre suelos someros y pedregosos en laderas de cerros (GEM, 2007).

Superficie por tipo de vegetación

Las selvas bajas representan 12.3 % de la superficie forestal del Estado de México y un 5.9 % de la superficie estatal, ya que ocupan una extensión de 130,571.0 hectáreas. Para el caso particular de la entidad, la formación está representada únicamente por el tipo de vegetación selva baja caducifolia (SBC), la cual se distribuye en 22 de los 125 municipios.

Los municipios que abarcan una mayor extensión de esta comunidad vegetal son Tlatlaya, Luvianos, Amatepec y Tejupilco, que en conjunto acumulan 70.2 % de la superficie de la formación.



Selva baja caducifolia en Tejupilco

TABLA 56: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

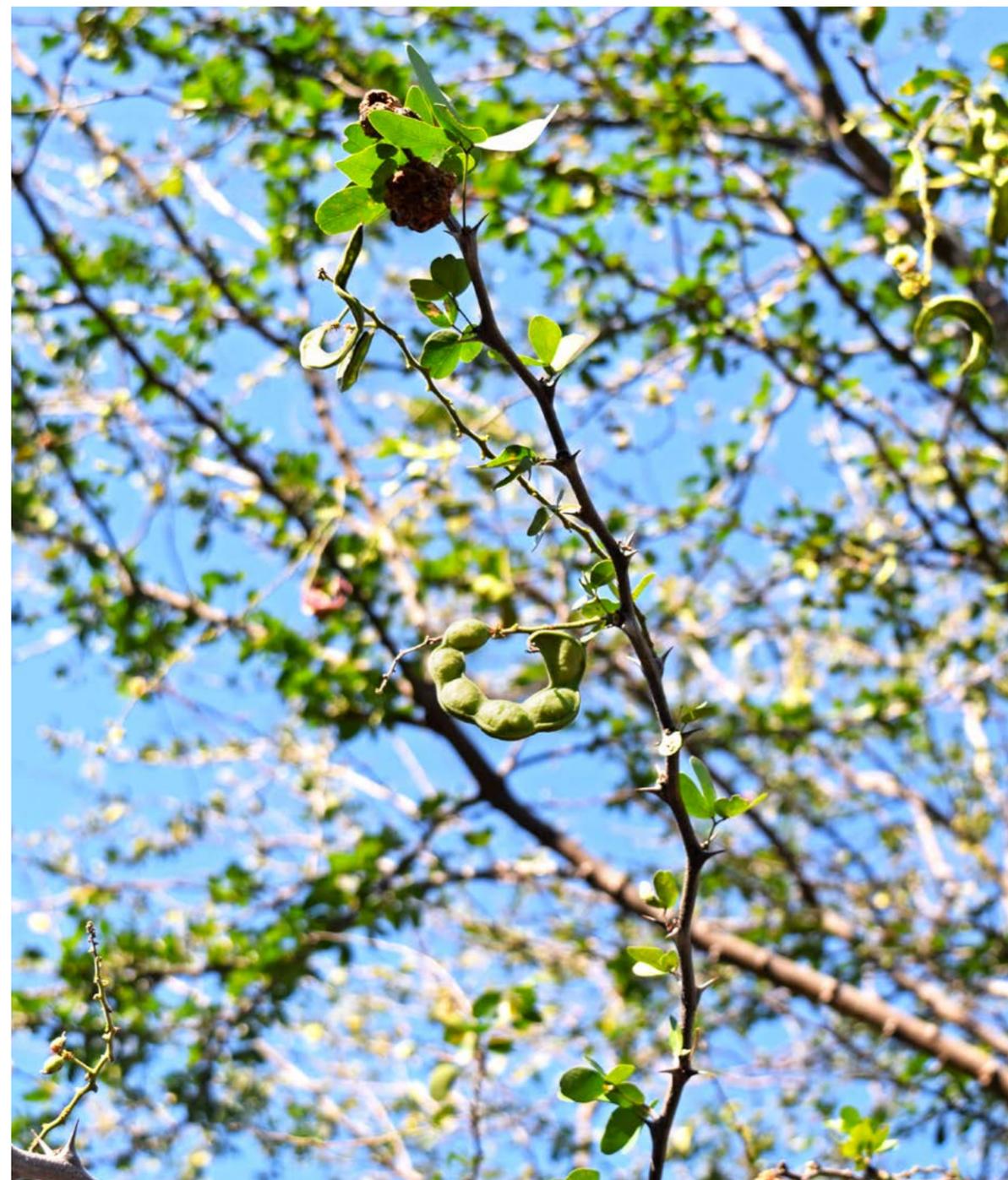
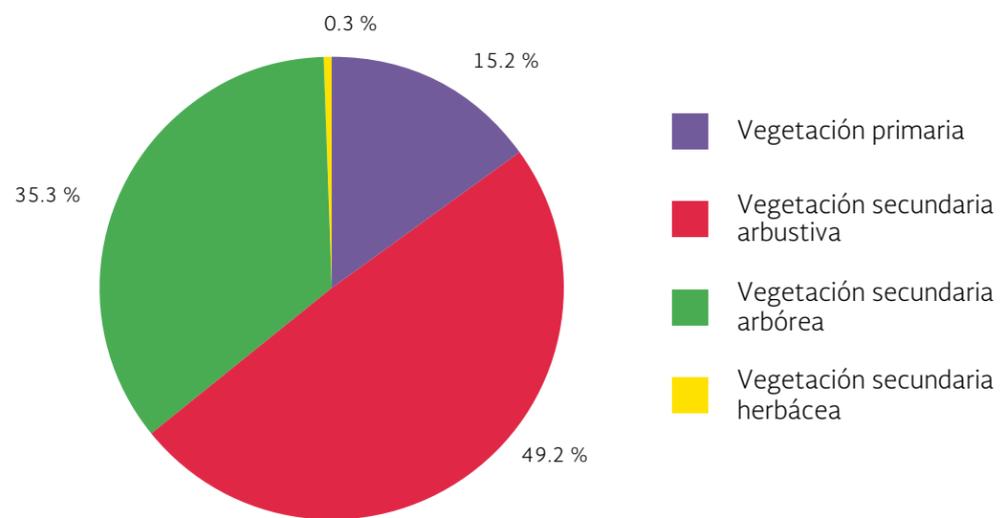
VEGETACIÓN	SBC	
	PRIMARIA	SECUNDARIA
MUNICIPIO		
Almoloya de Alquisiras	-	47.67
Amatepec	404.89	17,698.87
Ixtapan de la Sal	-	747.31
Ixtapan del Oro	203.98	36.84
Luvianos	10,194.87	11,260.05
Malinalco	-	4,809.80
Ocuilan	-	18.73
Otzoloapan	2,859.12	2,156.11
San Simón de Guerrero	-	11.24
Santo Tomás	1,227.46	895.68
Sultepec	550.69	8,015.91
Tejupilco	332.10	9,718.88
Temascaltepec	-	3.37
Tenancingo	-	4.12
Texcaltitlán	-	10.94
Tlatlaya	3,730.85	38,357.51
Tonatico	-	3,881.34
Valle de Bravo	-	5.69
Villa Guerrero	-	752.98
Zacazonapan	342.52	574.00
Zacualpan	36.51	2,680.94
Zumpahuacán	-	8,999.98
Total	19,882.99	110,687.96

Estructura de la formación

Las selvas bajas de la entidad se encuentran con un alto grado de alteración, ya que solamente 15.2 % de su extensión mantiene cobertura vegetal primaria. En las zonas que aún cuentan con vegetación primaria, los municipios más representativos son Luvianos con 51.2 %, Tlatlaya con 18.8 % y Otzoloapan con 14.4 % de la superficie total de selva baja caducifolia que tiene vegetación original.

En cuanto a la superficie con vegetación secundaria, que cubre 110,688.0 hectáreas, 58.0 % se encuentra con vegetación arbustiva, 41.6 % con vegetación arbórea y 0.4 % con vegetación herbácea. La presencia de vegetación secundaria arbórea sugiere que estas áreas se encuentran en una fase madura, lo que podría dar lugar a una estructura forestal distinta a la original.

FIGURA 49: Estructura de la formación por fase sucesional



Pithecellobium dulce en Tlatlaya

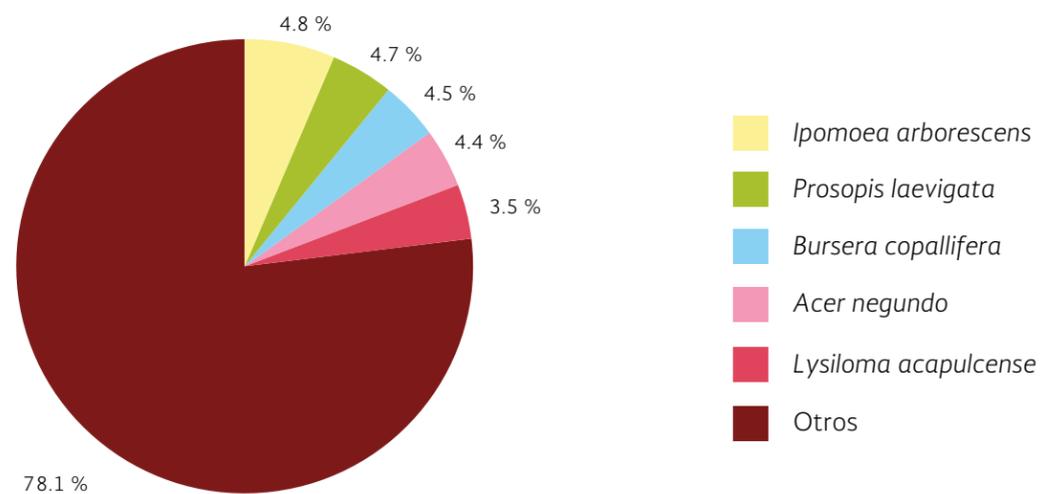
Registro de especies

Se obtuvieron 2,032 registros distribuidos en los conglomerados muestreados, los cuales se agruparon en 84 géneros y 131 especies. Los 5 géneros que destacan por su abundancia son *Ipomoea*, *Bursera*, *Lysiloma*, *Prosopis* y *Acer*; dichos géneros agrupan 36.3 % de los registros. Mientras que las especies más abundantes de la formación fueron: *Ipomoea arborescens*, *Prosopis laevigata*, *Bursera copallifera*, *Acer negundo* y *Lysiloma acapulcense*, que representan 21.9 % de los registros.

TABLA 57: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Ipomoea</i>	189	9.30
<i>Bursera</i>	186	9.15
<i>Lysiloma</i>	177	8.71
<i>Prosopis</i>	96	4.73
<i>Acer</i>	90	4.43
Otros	1,294	63.68

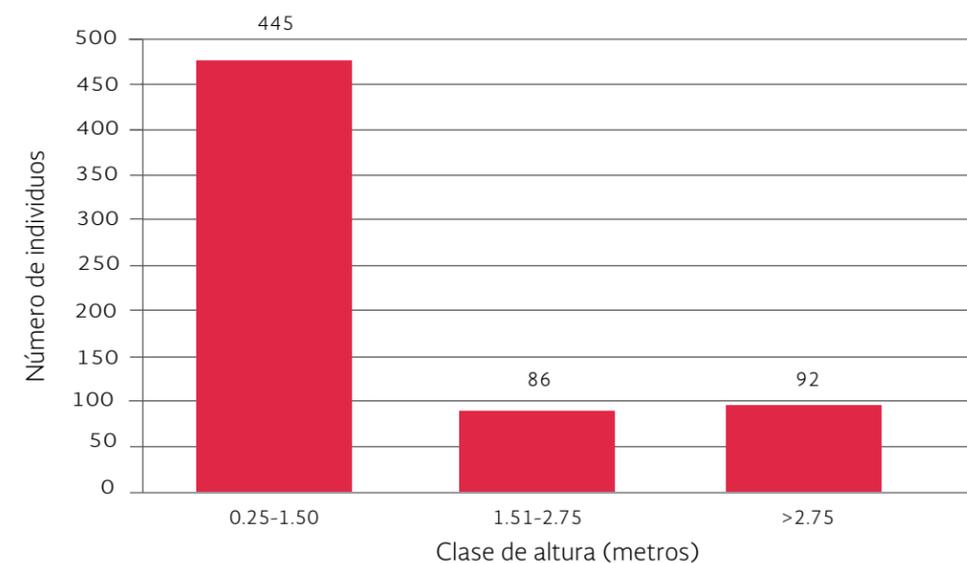
FIGURA 50: Proporción de las principales especies presentes en la formación



Regeneración de la masa forestal

Se obtuvieron 623 registros de renuevos en los sitios muestreados de 2 m de radio cada uno, por lo que se estimó una densidad de 4,591 renuevos/ha. La mayoría de los individuos presentaron altura de entre 0.25 y 1.50 m, y 26.8 % de ellos pertenecieron a renuevos de los géneros *Acacia*, *Lysiloma*, *Mimosa* o *Cordia*.

FIGURA 51: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



Indicadores dasométricos

El tamaño de muestra utilizado para la formación de selvas bajas en el Estado de México correspondió a 40 conglomerados, en los cuales se registraron 1,581 árboles en pie en el rango de 5.0 a 47.5 m de altura y 7.5 a 132 cm de diámetro normal. La altura y el diámetro promedio de los árboles presentes en la formación son 7.5 m y 15.2 cm, respectivamente. El registro que presentó mayor altura correspondió a un individuo de *Piscidia carthagenensis* de 26.9 m, mientras que para diámetro normal se registró un individuo de *Simira mexicana* de 74.5 cm de diámetro.

TABLA 58: Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	7.50	6.86	8.14	0.33
Rango de alturas registradas	NA	5.00	26.90	NA

TABLA 59: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	15.19	12.71	17.68	1.27
Rango de diámetros registrados	NA	7.50	74.50	NA

FIGURA 52: Distribución de frecuencias por clase de altura

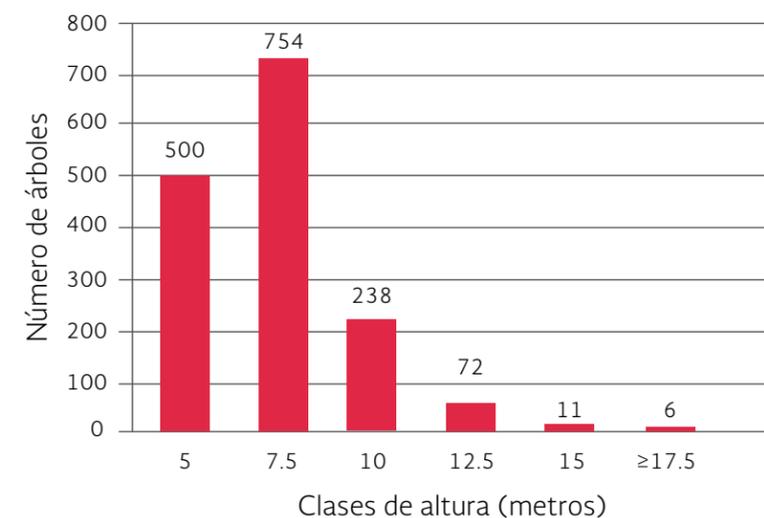


FIGURA 53: Distribución de frecuencias por clase diamétrica

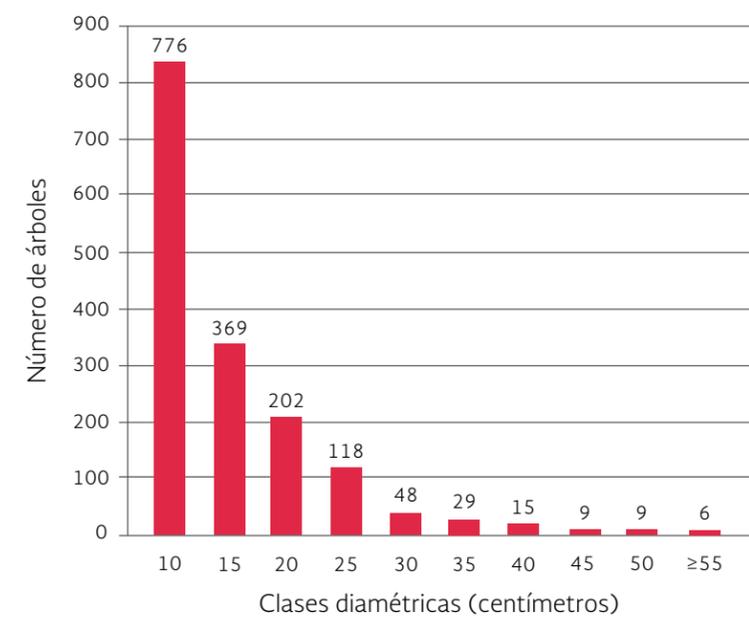


TABLA 60: Estimador de razón para la densidad de árboles (árboles/hectárea) _____

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	274
Varianza del estimador	1,462
Límite inferior (95 %)	197
Límite superior (95 %)	352
Error relativo de muestreo	13.93

TABLA 61: Estimador de razón para cobertura de copa (%/hectárea) _____

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	57.69
Varianza del estimador	66.75
Límite inferior (95 %)	41.17
Límite superior (95 %)	74.22
Error relativo de muestreo	14.16

TABLA 62: Estimador de razón para área basal (m²/hectárea) _____

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	7.13
Varianza del estimador	0.80
Límite inferior (95 %)	5.32
Límite superior (95 %)	8.93
Error relativo de muestreo	12.53

TABLA 63: Estimador de razón para volumen promedio por hectárea (m³/hectárea) _____

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	39.28
Varianza del estimador	27.79
Límite inferior (95 %)	28.61
Límite superior (95 %)	49.94
Error relativo de muestreo	13.42

TABLA 64: Estimador de razón de porcentaje de arbolado dañado en pie (%/hectárea) _____

VARIABLE	VALOR
Estimador puntual	18.75
Varianza del estimador	40.38
Límite inferior (95 %)	5.71
Límite superior (95 %)	31.79
Error relativo de muestreo	33.89

TABLA 65: Indicadores dasométricos a nivel municipal

MUNICIPIO	SUPERFICIE SELVAS BAJAS (ha)			EXISTENCIAS MADERABLES		
	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL	m ³ VTA	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
Almoloya de Alquisiras	-	47.67	47.67	1,872.48	1,363.84	2,380.64
Amatepec	404.89	17,698.87	18,103.76	711,115.69	517,948.57	904,101.77
Ixtapan de la Sal	-	747.31	747.31	29,354.34	21,380.54	37,320.66
Ixtapan del Oro	203.98	36.84	240.82	9,459.41	6,889.86	12,026.55
Luvianos	10,194.87	11,260.05	21,454.92	842,749.26	613,825.26	1,071,458.70
Malinalco	-	4,809.80	4,809.80	188,928.94	137,608.38	240,201.41
Ocuilan	-	18.73	18.73	735.71	535.87	935.38
Otzoloapan	2,859.12	2,156.11	5,015.23	196,998.23	143,485.73	250,460.59
San Simón de Guerrero	-	11.24	11.24	441.51	321.58	561.33
Santo Tomás	1,227.46	895.68	2,123.14	83,396.94	60,743.04	106,029.61
Sultepec	550.69	8,015.91	8,566.60	336,496.05	245,090.43	427,816.00
Tejupilco	332.10	9,718.88	10,050.98	394,802.49	287,558.54	501,945.94
Temascaltepec	-	3.37	3.37	132.37	96.42	168.30
Tenancingo	-	4.12	4.12	161.83	117.87	205.75
Texcaltitlán	-	10.94	10.94	429.72	312.99	546.34
Tlatlaya	3,730.85	38,357.51	42,088.36	1,653,230.78	1,204,147.98	2,101,892.70
Tonatico	-	3,881.34	3,881.34	152,459.04	111,045.14	193,834.12
Valle de Bravo	-	5.69	5.69	223.50	162.79	284.16
Villa Guerrero	-	752.98	752.98	29,577.05	21,542.76	37,603.82
Zacazonapan	342.52	574.00	916.52	36,000.91	26,221.64	45,771.01
Zacualpan	36.51	2,680.94	2,717.45	106,741.44	77,746.24	135,709.45
Zumpahuacán	-	8,999.98	8,999.98	353,519.21	257,489.43	449,459.00
Total	19,882.99	110,687.96	130,570.95	5,128,826.90	3,735,634.90	6,520,713.23

ÁREA BASAL			DENSIDAD DE ÁRBOLES		
m ²	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	NÚM. DE ÁRBOLES	LÍM. INF.	LÍM. SUP.
339.89	253.60	425.69	13,062	9,391	16,780
129,079.81	96,312.00	161,666.58	4,960,430	3,566,441	6,372,524
5,328.32	3,975.69	6,673.48	204,763	147,220	263,053
1,717.05	1,281.16	2,150.52	65,985	47,442	84,769
152,973.58	114,140.17	191,592.44	5,878,648	4,226,619	7,552,132
34,293.87	25,588.14	42,951.51	1,317,885	947,531	1,693,050
133.54	99.64	167.26	5,132	3,690	6,593
35,758.59	26,681.02	44,786.00	1,374,173	988,000	1,765,361
80.14	59.80	100.37	3,080	2,214	3,956
15,137.99	11,295.10	18,959.64	581,740	418,259	747,345
61,079.86	45,574.31	76,499.74	2,347,248	1,687,620	3,015,443
71,663.49	53,471.21	89,755.25	2,753,969	1,980,043	3,537,945
24.03	17.93	30.09	923	664	1,186
29.38	21.92	36.79	1,129	812	1,450
78.00	58.20	97.69	2,998	2,155	3,851
300,090.01	223,910.08	375,849.05	11,532,211	8,291,407	14,815,103
27,673.95	20,648.73	34,660.37	1,063,487	764,624	1,366,232
40.57	30.27	50.81	1,559	1,121	2,003
5,368.75	4,005.85	6,724.11	206,317	148,337	265,049
6,534.79	4,875.89	8,184.52	251,126	180,554	322,615
19,375.42	14,456.83	24,266.83	744,581	535,338	956,542
64,169.86	47,879.89	80,369.82	2,465,995	1,772,996	3,167,993
930,970.89	694,637.43	1,165,998.56	35,776,441	25,722,478	45,960,975

Estado de salud del arbolado

Se realizó un análisis para conocer el estado de salud del arbolado presente para esta formación, para el cual se contaron con 1,072 registros de árboles en pie. Se observó que 18.8 % de la población presentaba daño. En 57.7 % del arbolado dañado no fue posible identificar el agente causal, por lo que se registró como otras causas, seguido por el daño causado por insectos en 23.4 % de los árboles.

Se encontraron 31 árboles muertos en pie, que representan 15.4 % de los individuos con daño; en la mayoría de estos árboles (93.5 %) no fue posible identificar la causa de la muerte, por lo que se registró como daños causados por otros agentes.

FIGURA 54: Frecuencia de daño por agente causal

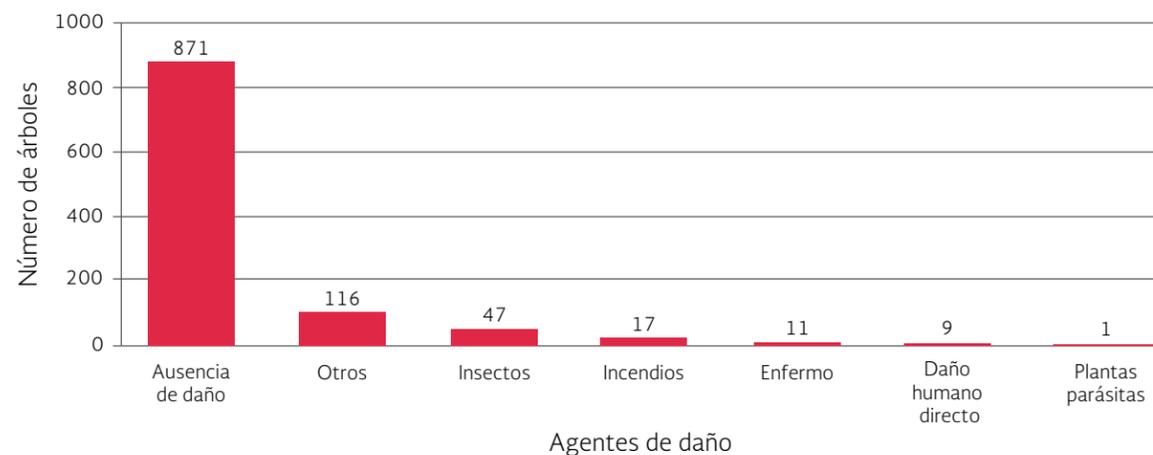


FIGURA 55: Proporción de daño por agente causal

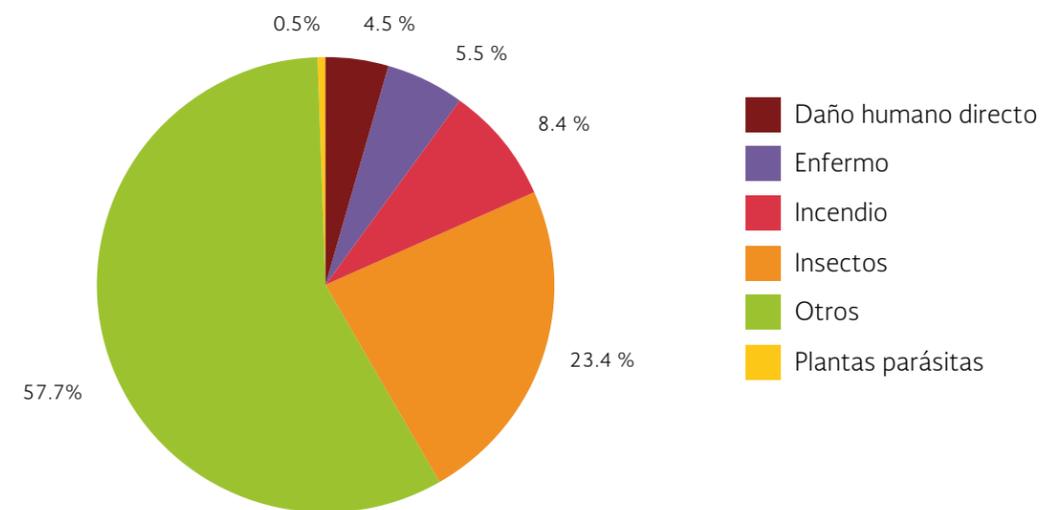


FIGURA 56: Proporción de daño por agente causal en arbolado muerto

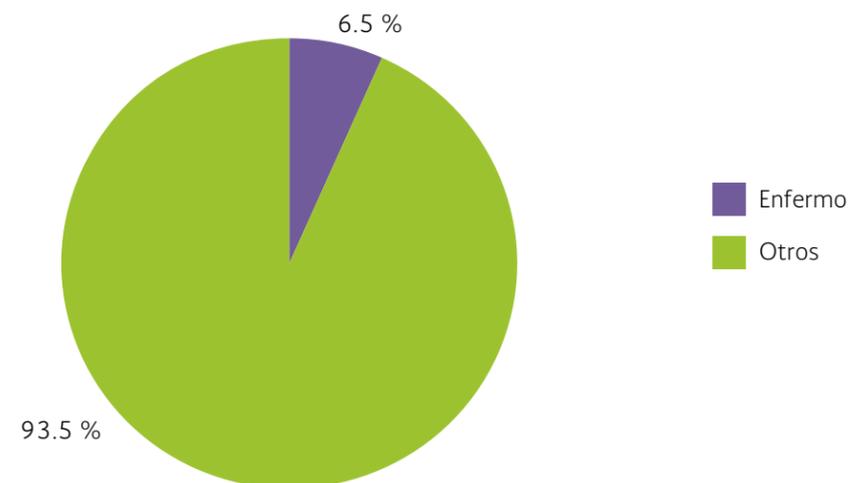
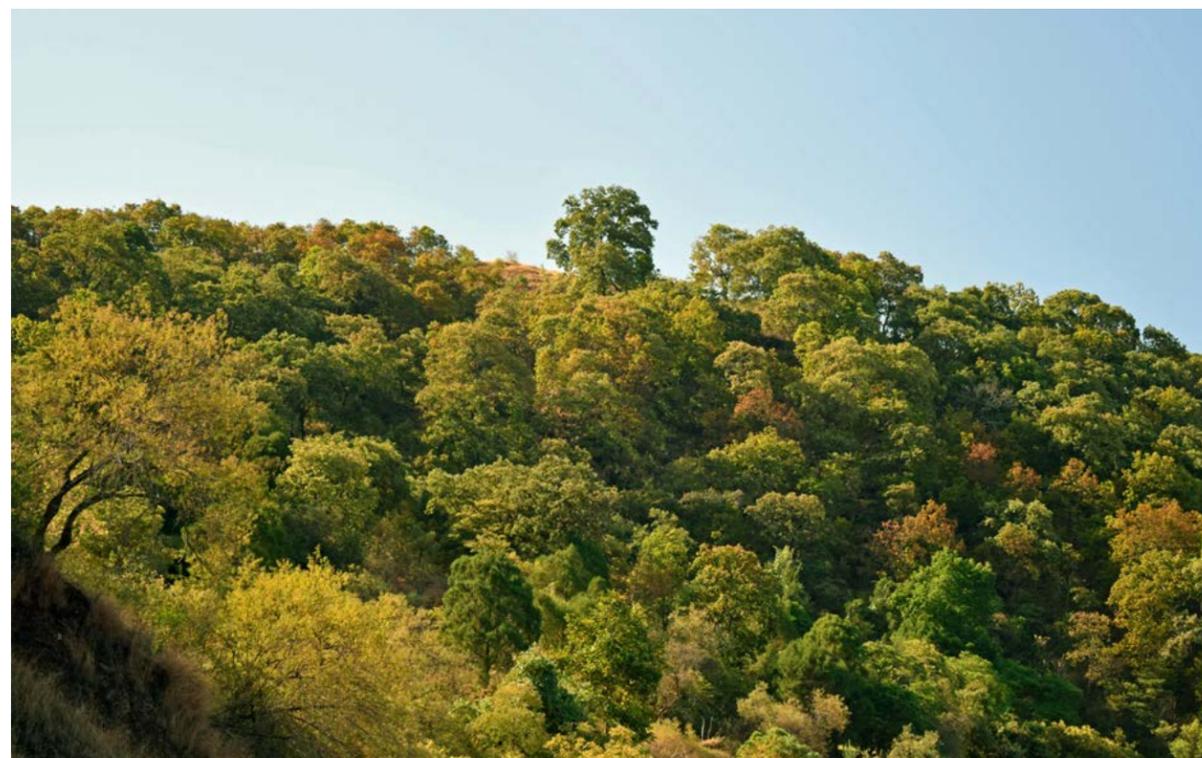
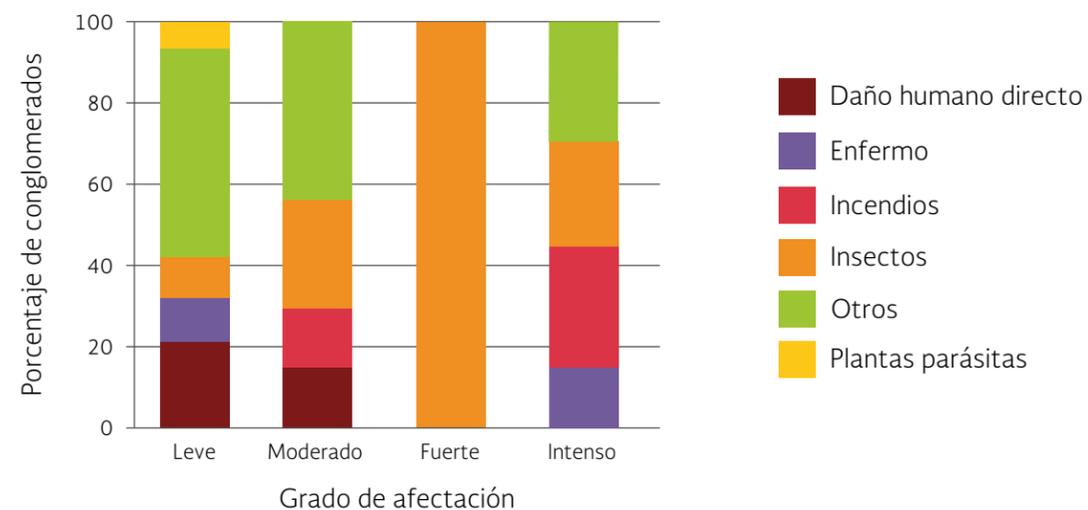


FIGURA 57: Proporción de daño por intensidad del agente causal



Selva baja caducifolia en Tlatlaya

Conclusiones sobre la formación

La formación selvas bajas en el Estado de México está representada por el tipo de vegetación que corresponde a selvas bajas caducifolias (SBC), con una extensión de 130,571.0 hectáreas, que equivale a 12.3 % de la superficie forestal de la entidad. La estructura de esta formación se ubica como la más perturbada de la entidad, ya que solo presenta vegetación primaria en 15.2 % de su superficie. La mayor parte de esta superficie con vegetación primaria se encuentra en los municipios de Luvianos, Tlatlaya y Otzoloapan.

En cuanto a la vegetación secundaria, es de tipo arbustiva en su mayoría (58.0 %), seguida por vegetación arbórea (41.6 %). La dinámica de cambio actual en cuanto a pérdida de la vegetación original puede ocasionar alteraciones en el funcionamiento de las poblaciones, tanto animales como vegetales, presentes en la formación forestal, por lo que es importante fortalecer las políticas para el manejo, conservación y recuperación de la vegetación original en las comunidades vegetales que la integran.

La diversidad botánica de la formación incluye 84 géneros y 132 especies; dentro de las que destacan por su abundancia *Ipomoea arborescens*, *Prosopis laevigata*, *Bursera copallifera*, *Acer negundo* y *Lysiloma acapulcense*. La altura promedio en los individuos muestreados es de 7.5 metros, con diámetro promedio de 15.2 centímetros.

En cuanto a la salud del arbolado, únicamente 18.8 % de los individuos en pie mostró algún tipo de daño. Los agentes de daño más frecuentes fueron otros agentes (57.7 %) e insectos (23.4 %); los árboles muertos en pie equivalen a 15.4 % del arbolado dañado.

OTRAS ASOCIACIONES

Caracterización de la formación

En esta formación se incluyen varios tipos de vegetación con una fisonomía y composición florística muy diversa, que por sus características particulares no pueden ser incluidos en otras formaciones de vegetación forestal. En el Estado de México la formación de otras asociaciones se encuentra representada por los tipos de vegetación denominados palmar natural (VPN) y bosque cultivado (BC), que son muy distintos entre sí.

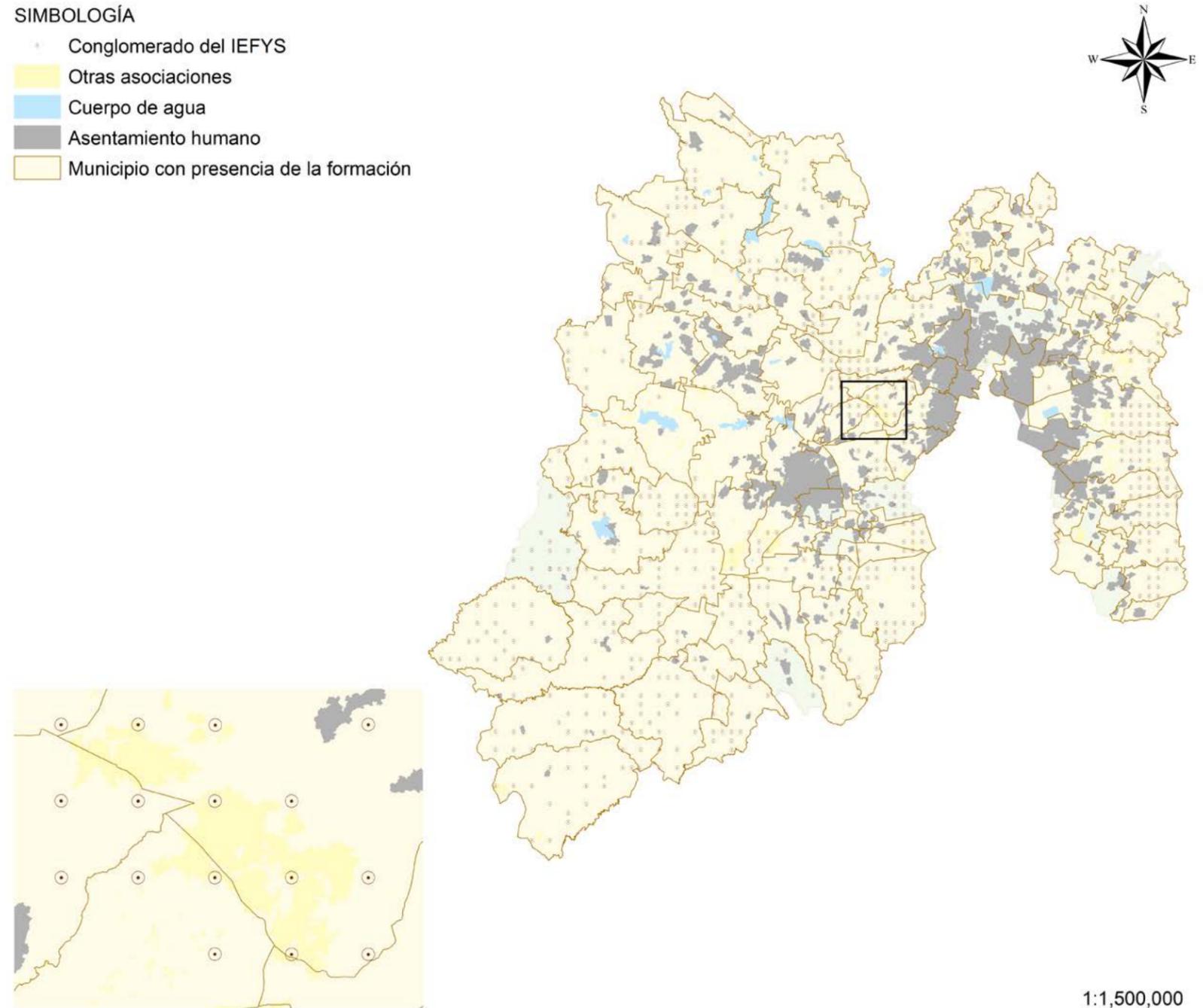
La vegetación de palmar reúne especies vegetales con características similares, pertenecientes a la familia Palmae; con frecuencia esta vegetación prospera gracias a la incidencia de incendios periódicos o por el efecto de otros disturbios naturales o antrópicos de la vegetación original.

Algunas comunidades de palmar se presentan asociadas a bosques de *Pinus* y *Quercus*, o inclusive relacionados a ambientes xerófilos. Su distribución se da en forma de manchones, con un límite altitudinal superior cercano a 2,000 msnm. Las características edafológicas donde se desarrollan son diversas, desde suelos profundos e inundables, hasta suelos arenosos sin problemas de drenaje (Rzedowski, 2006). En el caso del Estado de México se presentan palmares naturales de *Sabal mexicana*, esta especie tiene potencial productivo debido a que los brotes tiernos son comestibles. El “palmito” como es nombrado el producto, es apreciado como botana y tiene mercado nacional (Rzedowski, 2006).

MAPA 15: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE OTRAS ASOCIACIONES

SIMBOLOGÍA

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



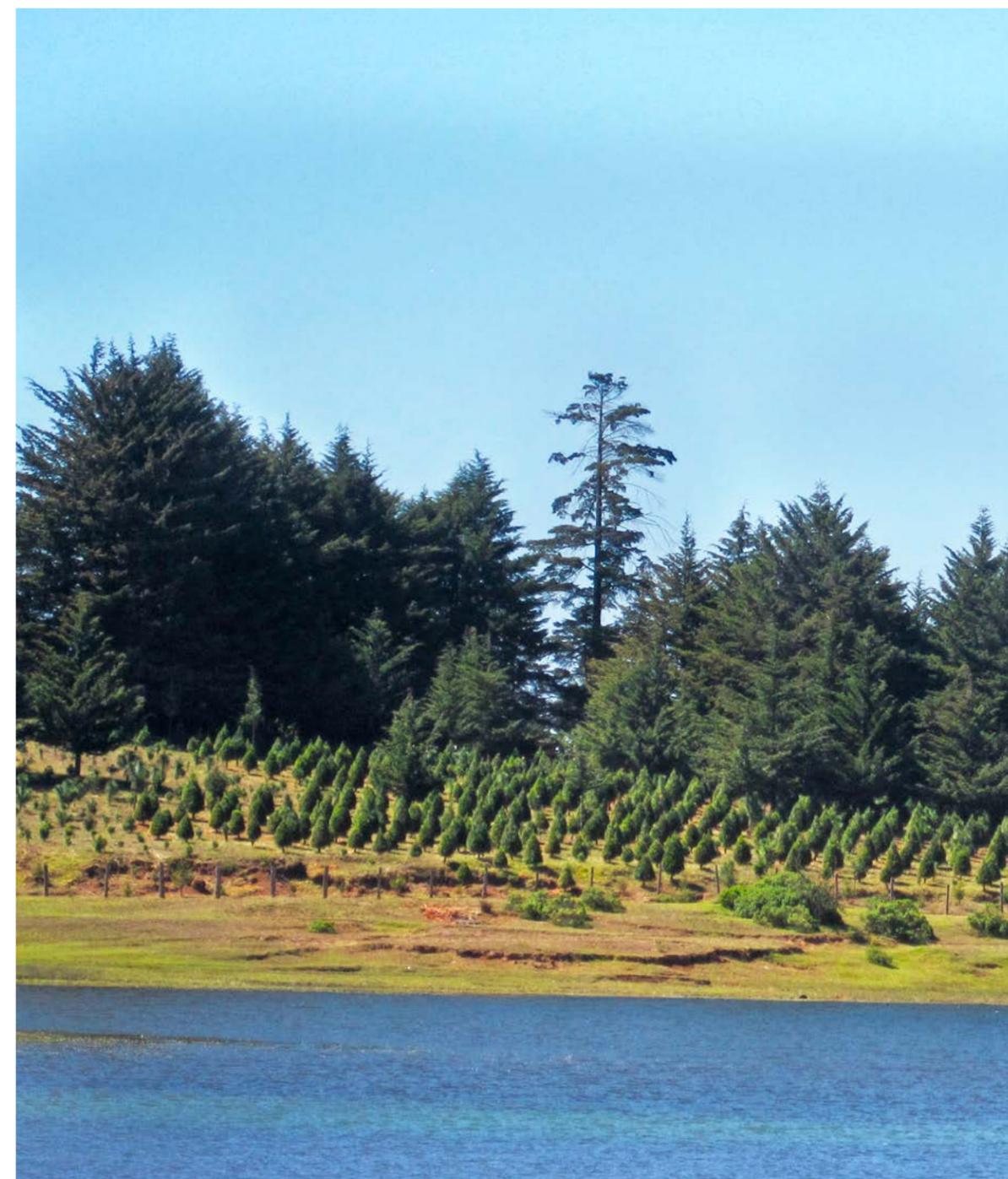
1:1,500,000

Por otro lado, los bosques cultivados (BC) tienen importancia ecológica y comercial debido a que promueve la reconversión de terrenos a su vocación forestal inicial, además de disminuir la presión a la que están sometidos los bosques naturales como proveedores de productos maderables y no maderables (PROBOSQUE, 2011). En el Estado de México existen plantaciones forestales de diferentes especies de coníferas y latifoliadas, nativas e introducidas con fines de producción comercial de madera y de árboles de navidad, principalmente, en las que destacan las siguientes especies: *Eucalyptus globulus*, *E. grandis*, *E. nitens*, *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *Pinus ayacahuite*, *P. patula*, *P. gregii*, *P. montezumae* y *Abies religiosa* (CONAFOR, 2012 b).

Superficie por tipo de vegetación

Esta formación en conjunto cuenta con una extensión de 49,171.7 ha en el Estado de México, es decir 4.6 % de las zonas forestales. Los bosques cultivados representan 98.4 % de la formación, con una extensión de 48,366.4 ha, mientras que los palmares únicamente se presentan en 805.3 ha, que equivalen a 1.6 % del total de la formación.

Los bosques cultivados se encuentran en pequeñas superficies de 101 municipios, pero los municipios con más superficie de bosque cultivado en la entidad son Zinacantepec con 7.0 % de la superficie de bosques cultivados, Villa Victoria con 5.4 %, Tepetlaoxtoc con 4.8 % y Jilotzingo con 3.9 %. En cuanto al área ocupada por la vegetación de palmar natural, Tlatlaya es el único municipio con esta asociación vegetal.



Aprovechamiento de *Pseudotsuga* sp.

TABLA 66: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

VEGETACIÓN	VPN	BC
MUNICIPIO	PRIMARIA	PRIMARIA
Acambay	-	1,118.43
Acolman	-	93.30
Aculco	-	822.31
Almoleya de Alquisiras	-	273.46
Almoleya de Juárez	-	1,464.95
Amanalco	-	786.55
Amatepec	-	287.12
Amecameca	-	407.06
Apaxco	-	27.84
Atenco	-	8.01
Atizapán de Zaragoza	-	52.47
Atlacomulco	-	1,099.67
Atlautla	-	154.49
Axapusco	-	567.09
Ayapango	-	161.19
Calimaya	-	1,043.72
Chalco	-	279.17
Chapa de Mota	-	752.67
Chapultepec	-	2.59
Chicoloapan	-	203.07
Coacalco de Berriozábal	-	176.40
Coatepec Harinas	-	526.35
Cuautitlán Izcalli	-	413.20
Donato Guerra	-	331.66
Ecatepec de Morelos	-	21.88
Ecatzingo	-	123.20
El Oro	-	378.43
Huehuetoca	-	428.28
Hueyoxtla	-	235.19
Huixquilucan	-	425.53
Isidro Fabela	-	399.72
Ixtapaluca	-	1,859.16
Ixtapan de la Sal	-	6.94

VEGETACIÓN	VPN	BC
MUNICIPIO	PRIMARIA	PRIMARIA
Ixtapan del Oro	-	16.78
Ixtlahuaca	-	501.84
Jilotepec	-	928.89
Jilotzingo	-	1,876.23
Jiquipilco	-	316.59
Jocotitlán	-	263.16
Joquicingo	-	8.66
Juchitepec	-	185.37
La Paz	-	48.60
Lerma	-	251.72
Luvianos	-	610.84
Malinalco	-	275.86
Metepec	-	49.83
Morelos	-	358.01
Naucalpan de Juárez	-	422.49
Nezahualcóyotl	-	15.55
Nicolás Romero	-	514.88
Ocoyoacac	-	205.34
Ocuilan	-	896.83
Otumba	-	481.83
Otzoloapan	-	4.09
Otzolotepec	-	170.97
Ozumba	-	5.58
Polotitlán	-	46.11
San Antonio la Isla	-	0.36
San Felipe del Progreso	-	1,319.48
San José del Rincón	-	1,155.32
San Martín de las Pirámides	-	110.43
San Simón de Guerrero	-	69.89
Soyaniquilpan de Juárez	-	227.77
Sultepec	-	311.52
Tecámac	-	28.18
Tejupilco	-	388.12

VEGETACIÓN	VPN	BC
MUNICIPIO	PRIMARIA	PRIMARIA
Temamatla	-	486.42
Temascalapa	-	73.11
Temascalcingo	-	146.23
Temascaltepec	-	1,072.23
Temoaya	-	217.92
Tenancingo	-	165.30
Tenango del Aire	-	472.87
Tenango del Valle	-	307.54
Teotihuacán	-	40.14
Tepetlaoxtoc	-	2,338.87
Tepotzotlán	-	349.77
Tequixquiac	-	789.55
Texcaltitlán	-	296.98
Texcalyacac	-	56.85
Texcoco	-	991.40
Tianguistenco	-	111.40
Timilpan	-	191.98
Tlalmanalco	-	253.22
Tlalnepantla de Baz	-	205.03
Tlatlaya	805.31	575.02
Toluca	-	1,714.36
Tonatico	-	53.64
Tultitlán	-	86.89
Valle de Bravo	-	674.17
Villa de Allende	-	1,399.49
Villa del Carbón	-	1,083.38
Villa Guerrero	-	270.91
Villa Victoria	-	2,617.18
Xalatlaco	-	366.89
Xonacatlán	-	248.39
Zacazonapan	-	4.26
Zacualpan	-	75.87
Zinacantepec	-	3,380.90

VEGETACIÓN	VPN	BC
MUNICIPIO	PRIMARIA	PRIMARIA
Zumpahuacán	-	16.42
Zumpango	-	233.57
Total	805.31	48,366.37

Estructura de la formación

En los dos tipos de vegetación que conforman la formación de otras asociaciones en el Estado de México solo se presenta vegetación primaria, por lo que mantienen la estructura y composición florística original.

En esta formación se contó con información de 303 registros de arbolado en pie dentro de los rangos de 5.0 a 47.5 m de altura y de 7.5 a 132.5 cm de diámetro, en 10 unidades de muestreo primarias para describir sus dimensiones.

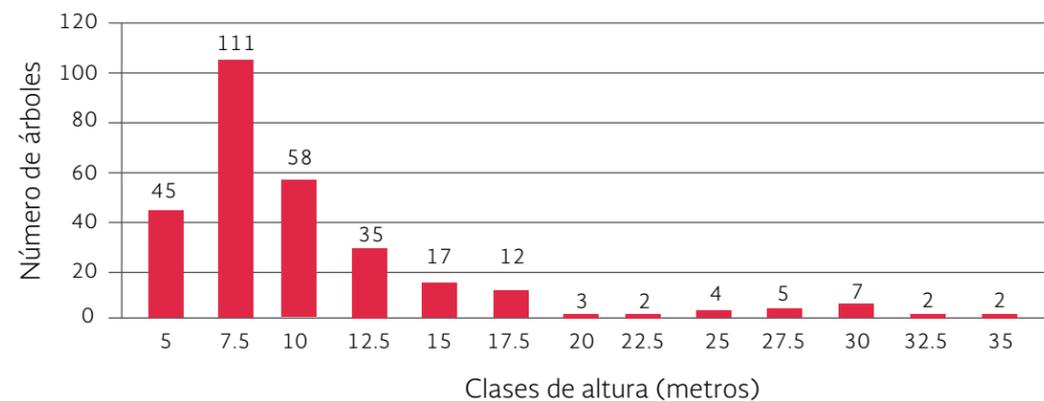
Altura

La altura promedio de los árboles existentes en la formación es 10.7 m, aunque el árbol de mayor altura fue un individuo de *Pinus teocote* de 35.2 m. El rango de variación en tamaño de los árboles incluyó desde la categoría 5.0 hasta la categoría de 35.0 m, pero la más abundante fue la de 7.5 m, con 111 individuos.

TABLA 67: Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	10.67	6.93	14.40	1.90
Rango de alturas registradas	NA	5.00	35.20	NA

FIGURA 58: Distribución de frecuencias por clase de altura



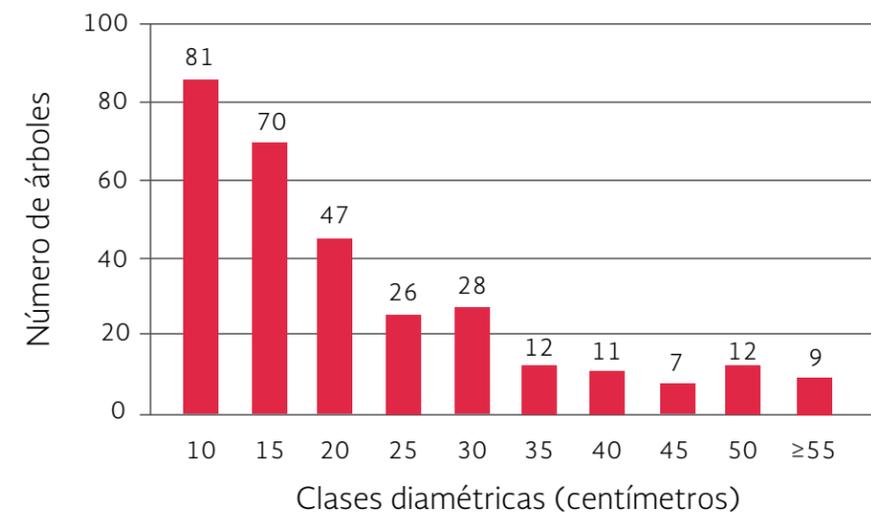
Diámetro

El diámetro promedio de los árboles muestreados en la formación es de 22.2 cm y el árbol de mayor diámetro encontrado en los sitios fue un individuo de *Alnus acuminata* con 115.9 cm, el cual posiblemente no es parte de los árboles plantados en el bosque cultivado. El rango de variación en diámetro fue desde la categoría de 10.0 hasta la de 115.0 cm, pero las clases diamétricas más numerosas fueron las de 10.0 y 15.0 cm.

TABLA 68: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	22.15	13.01	31.29	4.66
Rango de diámetros registrados	NA	7.50	115.90	NA

FIGURA 59: Distribución de frecuencias por clase diamétrica



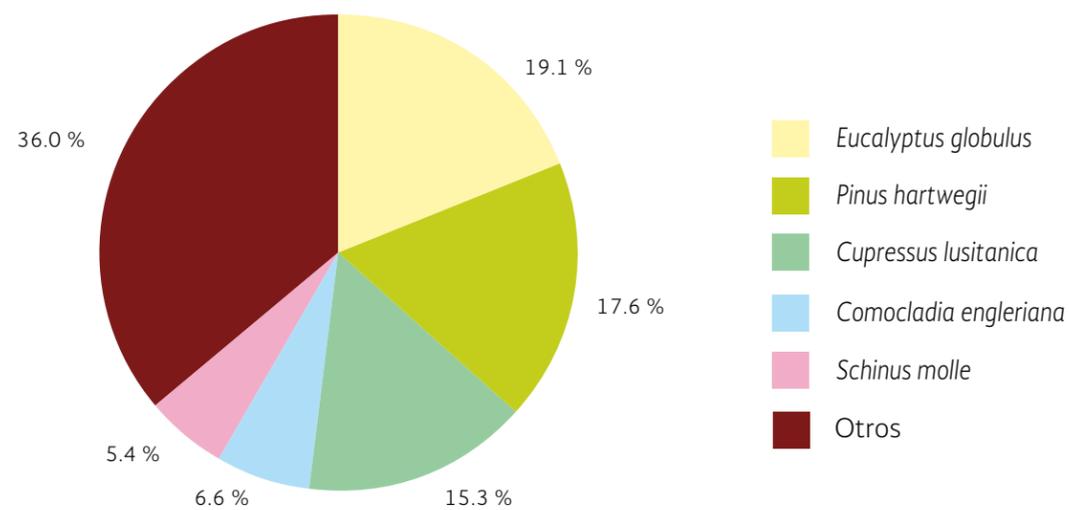
Registro de especies

Se obtuvieron 392 registros de individuos, en los cuales se lograron identificar 10 géneros y 24 especies presentes en la formación; en bosque cultivado destacan las especies *Eucalyptus globulus*, *Pinus hartwegii*, *Cupressus lusitanica* y *Schinus molle*. Para el caso del área con palmar natural las especies más abundantes son *Comocladia engleriana* y *Sabal mexicana*. Ninguna de estas especies se presenta en las dos asociaciones vegetales. Sin embargo, con fines representativos se muestran los datos conjuntos por formación.

TABLA 69: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Pinus</i>	89	22.7
<i>Eucalyptus</i>	86	21.9
<i>Cupressus</i>	60	15.3
<i>Comocladia</i>	26	6.6
<i>Schinus</i>	21	5.4
Otros	110	28.1

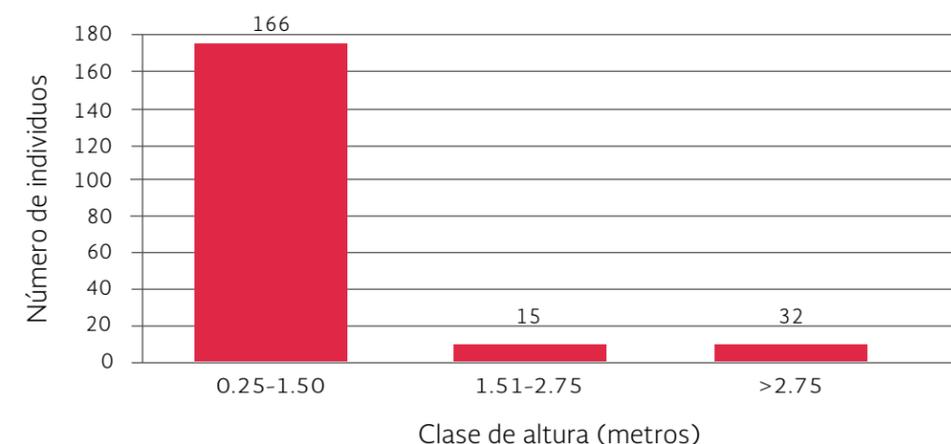
FIGURA 60: Proporción de las principales especies presentes en la formación



Regeneración de la masa forestal

Se obtuvieron 213 registros de renuevos en los sitios con 2 metros de radio muestreados para esta formación; la mayoría de ellos (77.9 %) tienen una altura de 0.25 a 1.5 metros. La mayoría (79.3 %) de los renuevos presentes en los bosques cultivados pertenecen a los géneros *Acacia* y *Duranta*, lo que indica que la vegetación nativa ha empezado a invadir las áreas plantadas con otras especies forestales. En el caso del palmar natural, el género más abundante en los renuevos es *Otatea*, con 79.5 % de los individuos registrados.

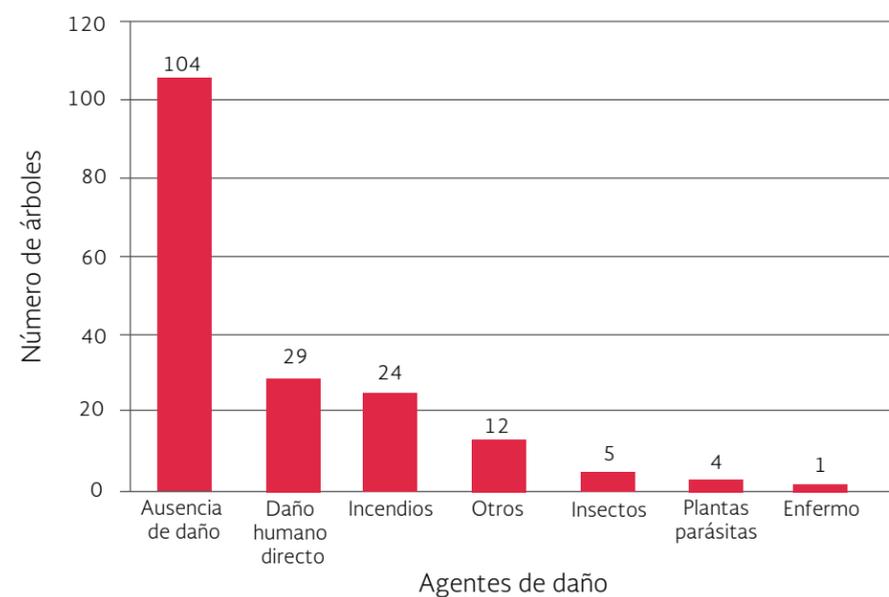
FIGURA 61: Distribución de frecuencias por clases de altura en el repoblado



Estado de salud del arbolado

Para el análisis de salud del arbolado se contó con 179 registros, de los cuales 75 presentaron algún tipo de daño, lo que equivale a 41.9 % del arbolado en pie. Los daños más frecuentes en el arbolado son los causados por daño humano directo, que se registraron en 38.7 % del arbolado dañado, seguido por los incendios, con 32.0 % adicional. Dentro de los registros se reportó un árbol muerto en pie en el que no fue posible identificar al agente causal del daño.

FIGURA 62: Frecuencia de daño por agente causal



Plantaciones de árboles de navidad del género *Pseudotsuga*



FIGURA 63: Proporción de daño por agente causal

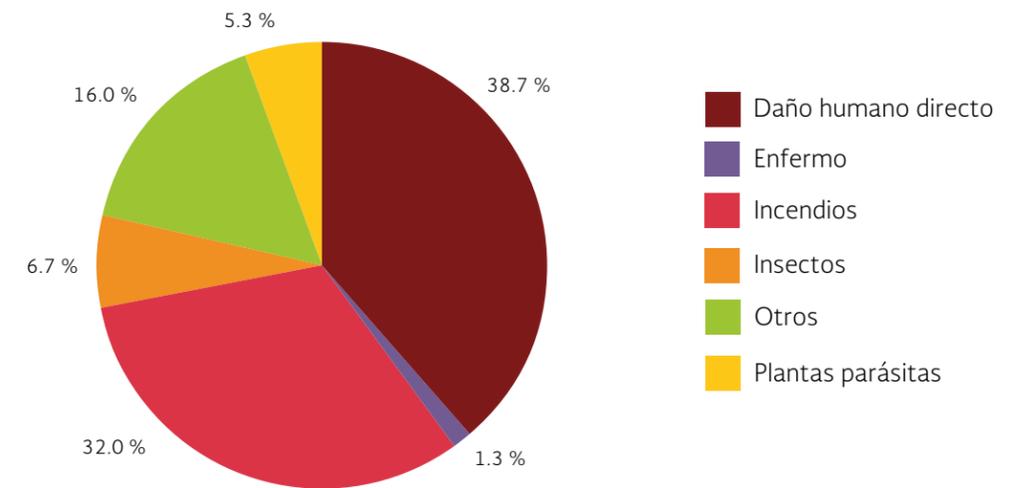
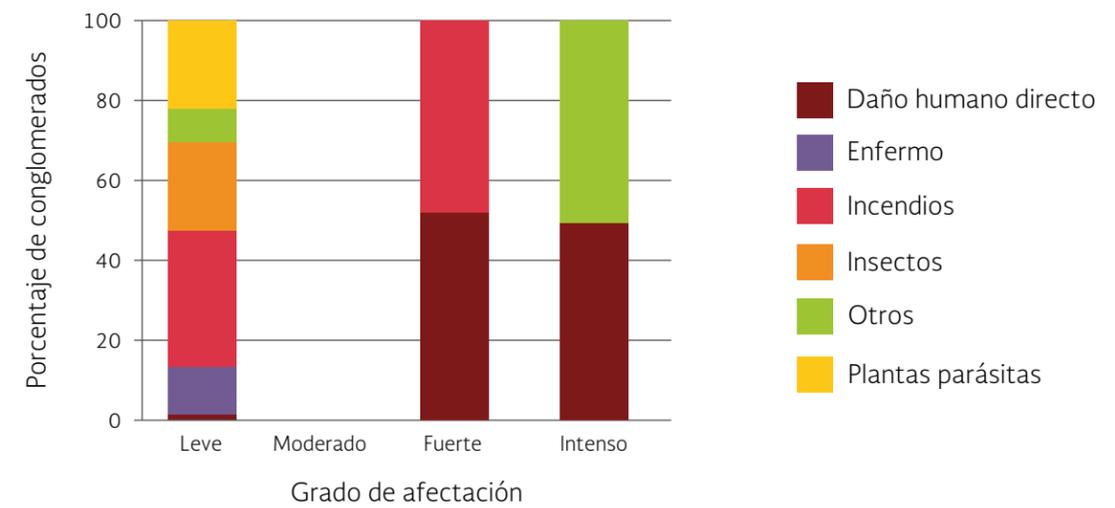


FIGURA 64: Proporción de daño por intensidad del agente causal



Conclusiones sobre la formación

La formación forestal otras asociaciones ocupa una superficie de 49,171.7 hectáreas en el Estado de México, equivalente a 4.6 % de la superficie forestal que hay en la entidad. Esta formación está representada en el estado por los tipos de vegetación que corresponden a bosques cultivados (BC) en 98.4 % de su extensión y a palmar natural (VPN) en 1.6 %.

Aunque los bosques cultivados tienen una extensión menor en comparación con otras formaciones forestales arboladas existentes en el estado, cumplen un papel muy importante en la producción forestal maderable y no maderable de la entidad, al mismo tiempo que promueven la reconversión de los terrenos con potencial de uso forestal y la conservación de los ecosistemas naturales, al reducir la presión productiva que existe en las formaciones forestales naturales. En el caso del Estado de México, y debido a su cercanía con el centro urbano más grande del país, los bosques cultivados también realizan funciones como áreas para actividades de recreación, reserva de carbono y provisión de servicios ambientales en la región. Esta asociación vegetal se presenta, con diferentes extensiones, en 101 de los 125 municipios del estado; sin embargo, las mayores extensiones se ubican en los municipios Zinacantepec, Villa Victoria, Tepetlaoxtoc y Jilotzingo.

A pesar de que en los bosques cultivados se utilizan pocas especies arbóreas y algunas de ellas son introducidas, como el caso del género *Eucalyptus*, se encontró una diversidad amplia en ellos, con 24 especies registradas, la mayoría de ellos nativas. Además, las dos especies más abundantes en la regeneración natural de estas áreas son locales.

En cuanto al tipo de vegetación caracterizado como palmar natural, que también forma parte de esta formación, este se encuentra únicamente en el municipio de Tlataya, con una extensión relativamente pequeña (805.3 hectáreas) pero que todavía conserva su vegetación primaria. Estas cualidades sugieren que es de gran importancia conservar esta zona debido a lo singular de la vegetación presente; además, las especies dominantes en el estrato arbóreo de esta comunidad vegetal son *Comocladia engleriana* y *Sabal mexicana*, esta última con potencial económico para los pobladores de la región.

En cuanto a la salud del arbolado presente en la formación, se encontró un grado relativamente elevado de daño, con 41.9 % de los individuos afectados. Las causas más frecuentes son daño humano directo e incendios, que posiblemente están ligadas a las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales en esas áreas o a actividades agropecuarias en terrenos vecinos. Por la situación anterior es importante fortalecer las medidas de aprovechamiento y manejo sustentable de los recursos en el palmar natural, así como la prevención y control de los incendios forestales, para reducir los riesgos de daño al arbolado; además se debe considerar, en la medida de lo posible, la incorporación de especies nativas de importancia económica en los programas de plantaciones forestales, con potencial productivo y adaptadas a las condiciones ambientales en el estado.



Reforestación de pino

ZONAS ÁRIDAS

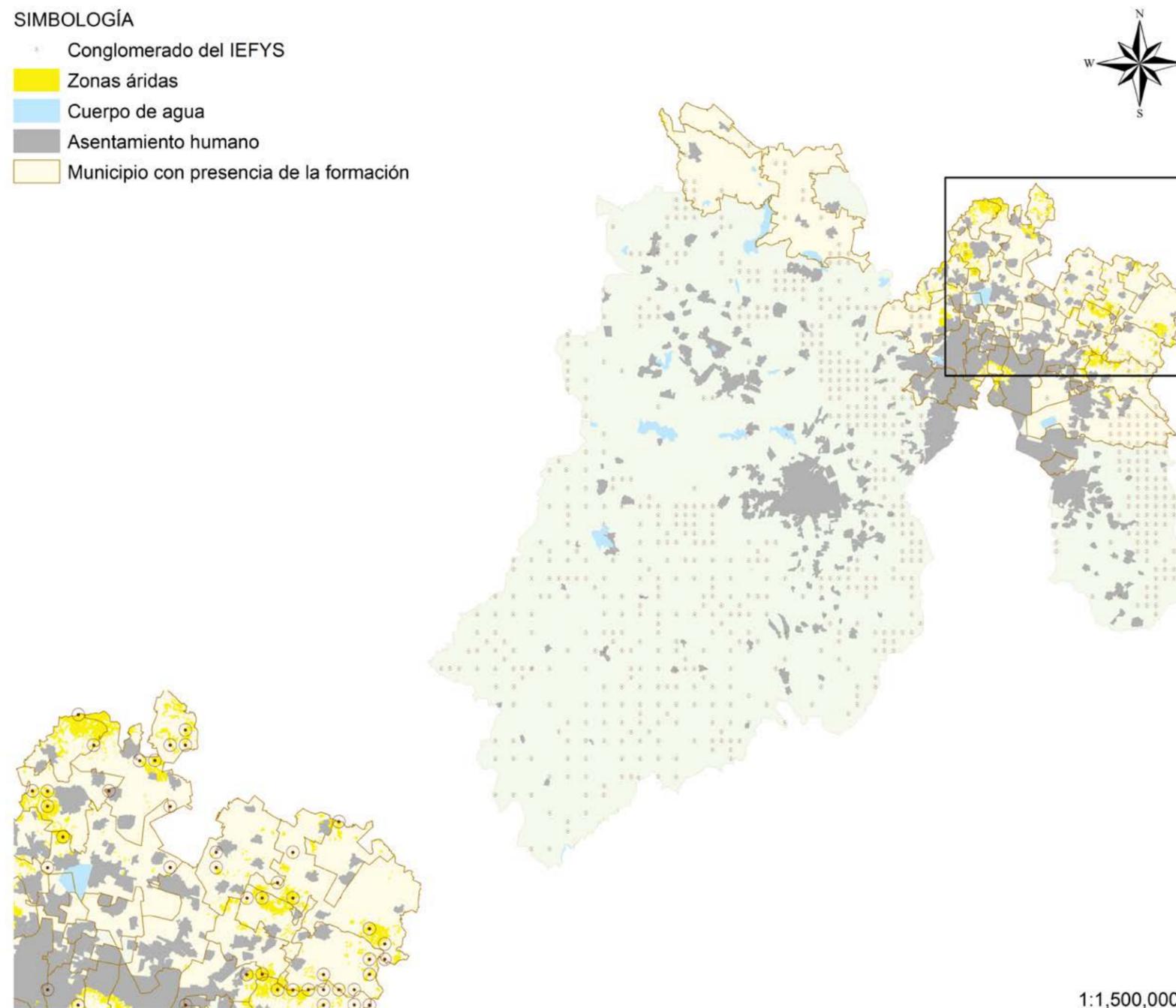
Caracterización de la vegetación

Las zonas áridas se definen como aquellas regiones que presentan una provisión deficiente de agua, es decir que su humedad atmosférica y precipitación tienen valores por debajo del promedio mundial anual. Se calcula que las zonas áridas y semiáridas de México abarcan poco más de 50 % del territorio nacional. La vegetación de las zonas áridas de México es muy diversa en cuanto a formas de vida y especies. La estructura es dominada por arbustos de diferente tipo con presencia de pastizales; Rzedowski (2006) menciona que cerca de 50 % de las especies que habitan estas áreas son catalogadas como endémicas.

Las zonas áridas en México presentan un déficit hídrico durante todo el año, con temporadas de lluvia menor a tres meses por año; la precipitación media anual por lo general no supera los 250 milímetros, con temperatura media anual de entre 18 a 29 °C (CONAZA-UACH, 2004). En el caso de las zonas áridas presentes en el Estado de México, mantienen un déficit de humedad moderado, ya que presentan un periodo de lluvias bien definido que permite en la mayoría de los casos el desarrollo de agricultura de temporal marginal. Según González (2012), las zonas áridas del Estado de México deben su aridez a su posición a sotavento con respecto a la Sierra Madre Oriental.

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



En el Estado de México se encuentran los tipos de vegetación de zonas áridas denominados como matorral crasicaule (MC) y matorral desértico rosetófilo (MDR). El matorral de tipo crasicaule se ubica generalmente por debajo de los 1,500 msnm. Esta asociación vegetal por lo general no sobrepasa los 7 metros de altura, con suelo de tipo rendzina, litosol y andosol, presenta principalmente vegetación de los géneros *Agave*, *Hechtia* y *Opuntia*. Las hierbas perennes son por lo general abundantes; en lo que respecta a vegetación anual, ésta cubre el suelo en condiciones favorables, durante el invierno y verano (González, 2012).

En cuanto al matorral desértico rosetófilo (MDR), se localiza en cerros con material sedimentario, principalmente de origen calizo y en algunas ocasiones sobre lutitas. Se establece en suelos delgados, con alta pedregosidad. La vegetación presente, como su nombre lo indica, está dominada por especies rosetófilas, como *Agave lechuguilla*, *Hechtia glomerata*, *Agave striata*, etcétera. En lugares donde el estado del suelo es más favorable crecen especies de porte arbustivo (González, 2012).

Superficie por tipo de vegetación

Las zonas áridas en el Estado de México tienen una extensión de 25,463.6 ha, lo cual representa únicamente 2.4 % de la superficie forestal de la entidad. Los tipos de vegetación representativos de las zonas áridas se encuentran en 33 de los 125 municipios del estado. Los municipios con mayor área de esta formación son: Hueypoxtla con 3,258.5 ha, Axapusco con 2,996.1 ha, Apaxco con 2,486.9, Tepetlaoxtoc con 2,076.2 ha y Tequixquiac con 1,890.7 ha. Sin embargo, de la superficie ocupada por la formación, la vegetación de matorral crasicaule (MC) ocupa 99.2 %, por lo que el matorral desértico rosetófilo (MDR) representa solo 0.8 % y se encuentra en pequeñas áreas de los municipios de Apaxco y Hueypoxtla.

TABLA 70: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

VEGETACIÓN	MC		MDR
	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA
Acolman	604.43	-	-
Aculco	236.00	-	-
Apaxco	1,470.04	836.27	180.55
Atenco	5.16	-	-
Atizapán de Zaragoza	3.18	-	-
Axapusco	2,996.07	-	-
Chiautla	281.15	-	-
Coacalco de Berriozábal	442.73	-	-
Coyotepec	384.38	-	-
Cuautitlán	32.25	-	-
Cuautitlán Izcalli	175.52	-	-
Ecatepec de Morelos	1,223.54	-	-
Huehuetoca	1,223.97	-	-
Hueypoxtla	2,725.52	522.47	10.51
Jilotepec	41.57	-	-
La Paz	50.87	-	-
Melchor Ocampo	7.25	-	-
Nextlalpan	10.51	-	-
Nopaltepec	557.46	-	-
Otumba	1,079.12	-	-
Polotitlán	9.81	51.29	-
San Martín de las Pirámides	1,583.59	-	-
Tecámac	75.87	-	-
Temascalapa	697.60	-	-
Teoloyucan	4.06	-	-
Teotihuacán	665.96	-	-
Tepetlaoxtoc	2,076.20	-	-
Tepetzotlán	1,132.74	-	-

VEGETACIÓN	MC		MDR
MUNICIPIO	PRIMARIA	SECUNDARIA	PRIMARIA
Tequixquiac	1,890.74	-	-
Texcoco	327.65	-	-
Tlalnepantla de Baz	675.85	-	-
Tultitlán	452.75	-	-
Zumpango	718.94	-	-
Total	23,862.48	1,410.03	191.06

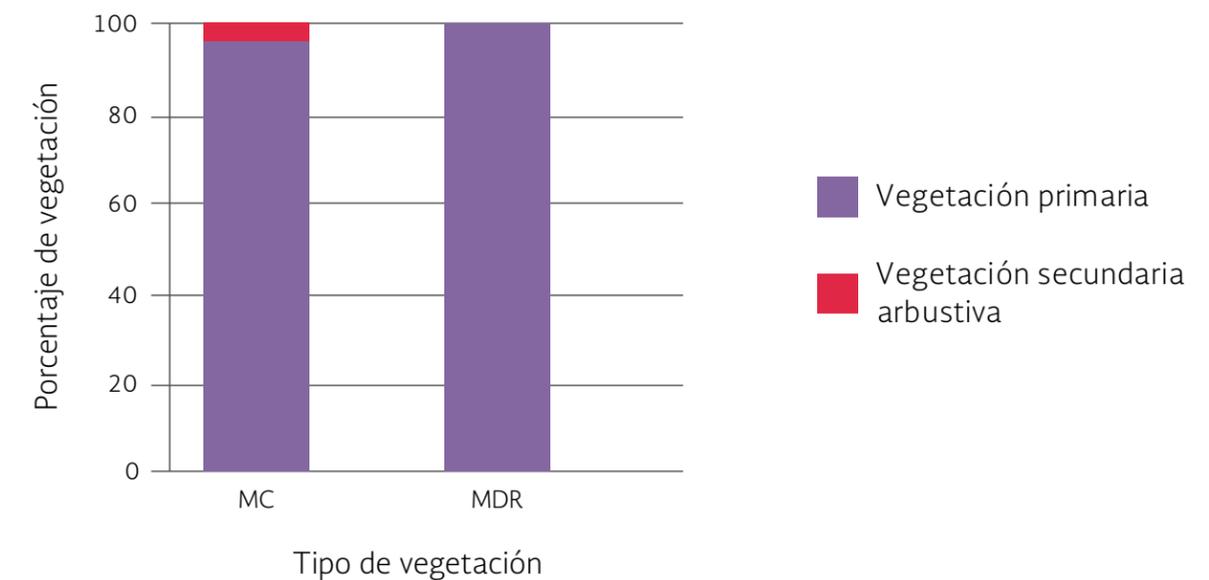


Matorral crasicaule en Hueyapoxtla

Estructura de la formación

Esta formación presenta un alto grado de conservación, ya que 94.5 % de su superficie está cubierta por vegetación de tipo primario. Una de las características más determinantes en la conservación de la formación es que debido a su composición florística y características edafológicas generalmente tiene una baja presión de aprovechamiento de sus recursos naturales o de uso del suelo para otras actividades productivas.

FIGURA 65: Estructura de la formación por fase sucesional



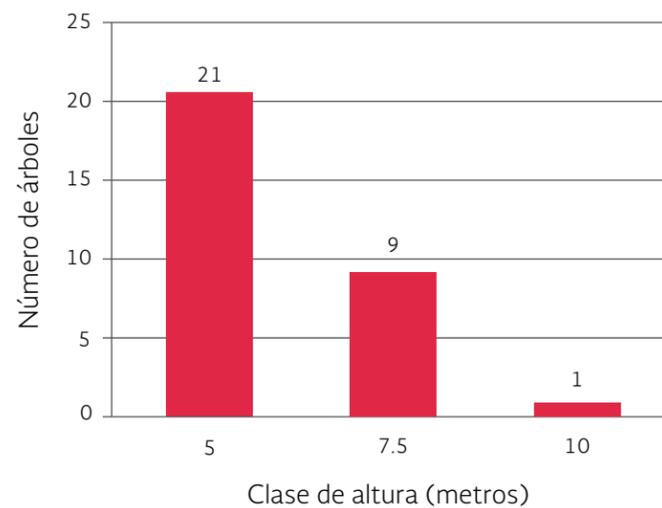
Altura

En los 20 conglomerados muestreados para esta formación, la mayoría de los individuos presentes dentro de los rangos de altura y diámetro establecidos para la descripción de los indicadores dasométricos son de los géneros *Schinus*, *Quercus* y *Acacia*. La altura promedio en esta muestra es de 6.1 m, con un rango de variación de 5.0 a 11.2 m; sin embargo, la categoría de altura más abundante fue la de 5.0 m, con 21 individuos.

TABLA 71 : Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	6.09	5.51	6.68	0.30
Rango de alturas registradas	NA	5.00	11.20	NA

FIGURA 66: Distribución de frecuencias por clase de altura



Zona árida en Otumba

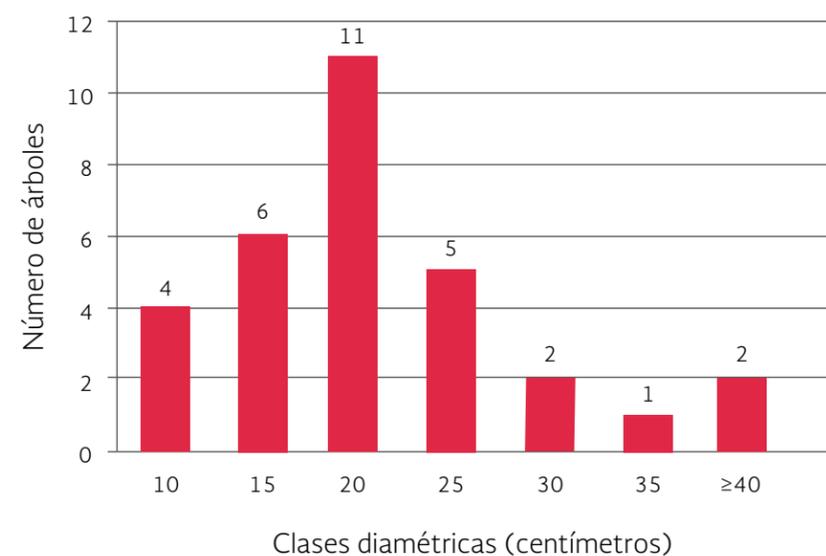
Diámetro

El diámetro promedio en los árboles muestreados fue de 21.0 cm, aunque el tamaño varió de 10.7 a 55.0 cm. La categoría diamétrica más abundante fue la de 20.0 cm.

TABLA 72: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	21.01	16.92	25.11	2.09
Rango de diámetros registrados	NA	10.70	55.00	NA

FIGURA 67: Distribución de frecuencias por clase diamétrica



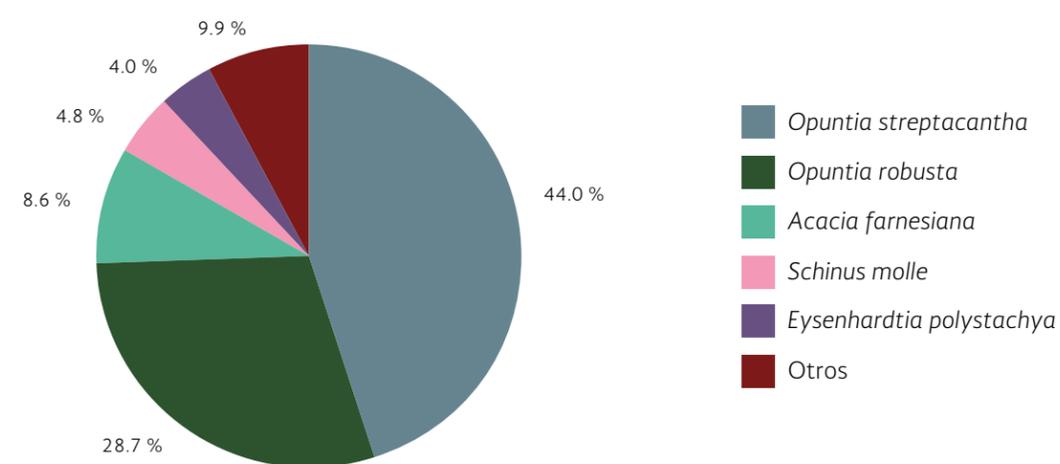
Registro de especies

Durante la fase de campo se registraron 373 individuos, los cuales se agruparon en 10 géneros y 12 especies. Las 5 especies más abundantes son *Opuntia streptacantha*, *O. robusta*, *Acacia farnesiana*, *Schinus molle* y *Eysenhardtia polystachya*, que agrupan 90.1 % de los individuos.

TABLA 73: Proporción de los principales géneros presentes en la formación

GÉNERO	INDIVIDUOS	%
<i>Opuntia</i>	273	73.19
<i>Acacia</i>	35	9.38
<i>Schinus</i>	18	4.83
<i>Eysenhardtia</i>	15	4.02
<i>Senna</i>	13	3.49
Otros	19	5.09

FIGURA 68: Proporción de las principales especies presentes en la formación



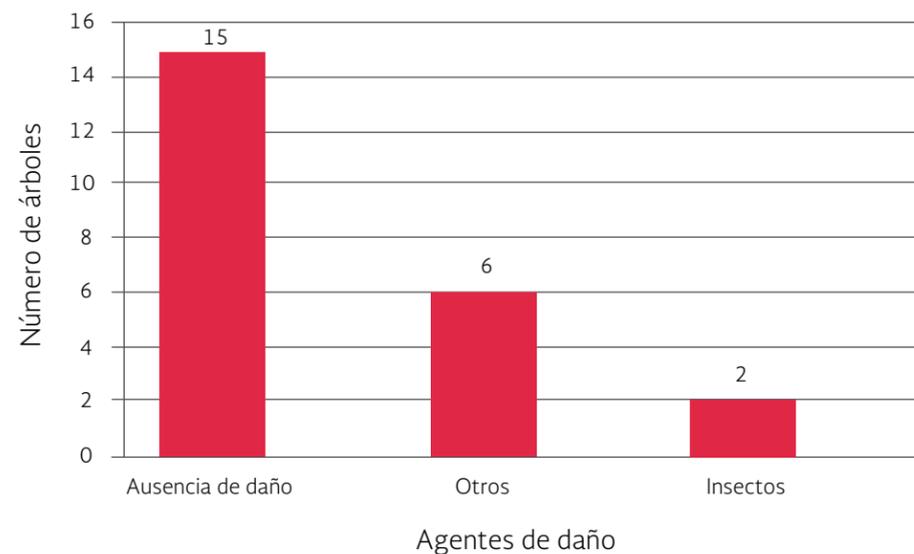
Regeneración de la masa forestal

Se registraron 171 renuevos en los sitios de 12.56 m² muestreados, todos los renuevos presentaron una altura de 0.25 a 1.50 metros. Los géneros con mayor presencia en la regeneración son *Euphorbia* (37.4 %) y *Loeselia* (21.1 %), que corresponden a plantas del estrato arbustivo.

Estado de salud del arbolado

El análisis de daño en el arbolado se llevó a cabo con la información de 23 registros, en los que se observó que 34.8 % de los individuos presentaron algún daño. En la mayoría de los casos (75.0 %) no se pudo identificar el agente de daño, por lo que se reportó como causado por otros agentes; el otro agente de daño detectado fueron insectos. En esta formación no se encontraron árboles muertos en pie.

FIGURA 69: Frecuencia de daño por agente causal



Flores y frutos de *Opuntia* sp.



Conclusiones sobre la formación

Las zonas áridas en el Estado de México cubren una extensión de 25,463.6 hectáreas, lo que representa menos de 3.0 % de la extensión forestal en la entidad; se localizan en 33 de los 125 municipios del estado y están cubiertas principalmente por matorral crasicaule (MC), aunque hay una pequeña superficie cubierta por matorral desértico rosetófilo (MDR).

La formación forestal de zonas áridas muestra un alto grado de conservación en su estructura, ya que 94.5 % de su superficie mantiene vegetación primaria. Esto probablemente se debe a que por sus características biológicas y ambientales, la formación no genera mucho interés en el aprovechamiento de los recursos naturales existentes o en el cambio de uso del suelo para realizar otras actividades productivas.

Los géneros de mayor abundancia en la formación son *Opuntia* y *Acacia*. En cuanto a las especies destacan *Opuntia streptacantha*, *O. robusta* y *Acacia farnesiana*. Sin embargo, la regeneración presente corresponde en su mayoría a individuos juveniles de especies arbustivas, lo que indica que la formación pudiera estar en un proceso de transformación en su estructura y composición florística.

El estado de salud del arbolado es aceptable, ya que 65.2 % de los individuos no presentaron ningún indicio de daño y no se encontraron árboles muertos en pie. En la mayoría de los árboles que muestran signos de daño no fue posible identificar el agente causal, por lo que el daño se atribuyó a otros agentes; también se presentaron algunos daños ocasionados por insectos.

A pesar de la baja productividad de estos sistemas vegetales, las zonas áridas son indispensables por las múltiples funciones que desempeñan. Esta formación forestal concentra gran número de especies animales y vegetales clasificadas como endémicas. Además, la vegetación presente actúa como agente estabilizador de los suelos. En el caso específico de las especies arbóreas adaptadas a estas condiciones de aridez, mejoran la capacidad del suelo para retener nutrientes y debido a la sombra que proporcionan generan condiciones favorables de hábitat para otras especies de flora y fauna importantes en el funcionamiento del ecosistema.

OTRAS ÁREAS FORESTALES

Caracterización de la formación

En México existen algunas comunidades vegetales que, aunque se encuentran bien definidas, no comparten características con los tipos de vegetación más extensos del territorio nacional, por lo que se agrupan en la categoría de otras áreas forestales. En el Estado de México, la formación está representada por pastizal halófilo (PH), pradera de alta montaña (VW), tular (VT) y vegetación halófila hidrófila (VHH).

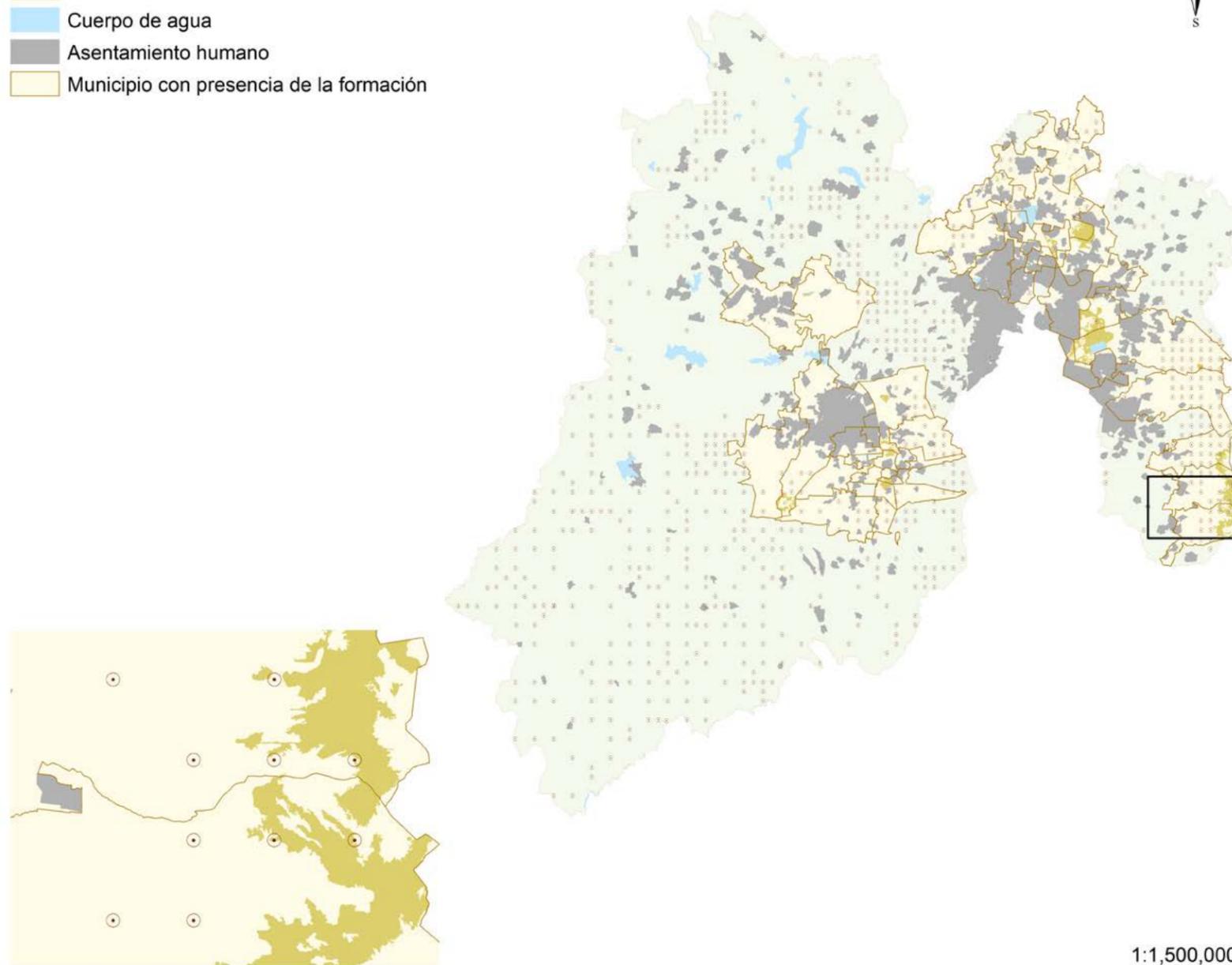
En el caso de esta formación únicamente se contó con información de campo de cuatro conglomerados, tres de ellos con cubierta arbórea, por lo que los datos obtenidos no son suficientes para una descripción y análisis cuantitativo de los árboles existentes en la formación. Debido a ello, solo se presenta una descripción cualitativa de la superficie, distribución y estructura de la formación.

Los pastizales halófilos (PH) presentan vegetación que prospera en los suelos salinos y yesosos del Estado de México; la mayoría de las especies que forman esta comunidad vegetal tienen características prácticamente cosmopolitas; sin embargo, existen algunos casos de endemismo. En este tipo de vegetación las familias más comunes son Gramineae y Chenopodiaceae (Challenger y Soberón, 2008).

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



1:1,500,000

La vegetación clasificada como tular (VT) hace referencia a comunidades vegetales formadas por especies de monocotiledóneas de uno a tres metros de alto, con ausencia de hojas o con hojas angostas. Este tipo de vegetación se desarrolla en cuerpos de agua poco profundos, estacionarios o con corrientes lentas; suelen encontrarse a las orillas de los ríos, zanjas y canales. Los tulares tienen características cosmopolitas; en México las especies más comunes que constituyen esta asociación vegetal son *Typha* spp., *Scirpus* spp. y *Cyperus* spp. Esta vegetación es utilizada como materia prima para la elaboración de artesanías, como utensilios domésticos y juguetes. (Rzedowski, 2006).

La vegetación halófila hidrófila (VHH) ocupa un hábitat similar al del pastizal halófilo, ya que está adaptada a suelos con un contenido elevado de sales solubles y que mantienen altos contenidos de humedad o incluso se inundan en ciertas épocas del año; sin embargo, difiere del pastizal halófilo en su fisonomía y composición florística, ya que incluye una mayor variedad de especies herbáceas o arbustivas, unas de ellas con una distribución geográfica muy amplia y otras de tipo endémico (Rzedowski, 2006). Algunas de las características adaptativas que distinguen a las especies que prosperan en este tipo de vegetación es la succulencia, la tolerancia a la presión osmótica y la capacidad de propagación vegetativa; en el Valle de México es común la presencia de *Atriplex linifolia* (quelite de puerco) y *Suaeda nigra* (romerito) en este tipo de vegetación (Rzedowski, 2006).



Vegetación halófila hidrófila en el Lago de Texcoco

Superficie por tipo de vegetación

Esta formación tiene una extensión de 24,148.6 ha, lo que representa 2.3 % de la extensión forestal y 1.1 % de la superficie total del estado. Los tipos de vegetación con más extensión son pastizal halófilo, con 15,668.1 ha equivalente a 64.9 % de la superficie ocupada por esta formación, y pradera de alta montaña, con una extensión de 6,401.1 ha (26.5 %).

Se distribuye en parte del territorio de 39 municipios en el estado, aunque los municipios con más extensión de esta formación son Texcoco con 5,080.3 hectáreas, que equivale a 21.0 % de su superficie en el estado, Atenco con 4,558.0 ha, 18.9 % y Zumpango con 2,365.2 ha que representa 9.8 % adicional.



Pradera de alta montaña en las faldas del Iztaccíhuatl

Tabla 74: Superficie por municipio según tipo de vegetación (hectáreas)

VEGETACIÓN	VT	VHH	PH	VW
MUNICIPIO	PRIMARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	PRIMARIA
Acolman	-	0.001	-	-
Almoloya del Río	272.35	-	-	-
Amecameca	-	-	-	2,192.35
Atenco	-	43.93	4,514.05	-
Atizapán	34.94	-	-	-
Atlautla	-	-	-	2,158.87
Calimaya	-	-	-	0.57
Chimalhuacán	-	-	396.42	-
Coyotepec	-	-	10.85	-
Cuautitlán	-	-	11.09	-
Cuautitlán Izcalli	-	-	5.13	-
Ecatepec de Morelos	-	-	895.39	-
Huehuetoca	-	-	177.88	-
Hueypoxtla	-	-	165.48	-
Ixtapaluca	-	-	-	45.65
Ixtlahuaca	10.68	-	-	-
Jaltenco	-	-	0.71	-
Jiquipilco	114.41	-	-	-
Joquicingo	9.57	-	-	-
Lerma	799.21	-	-	-
Metepec	20.09	-	-	-
Nextlalpan	-	-	658.03	-
Nezahualcóyotl	-	-	625.54	-
Ocoyoacac	4.18	-	-	-
San Antonio la Isla	41.80	-	-	-
Tecámac	-	-	786.84	-
Tenango del Valle	-	-	-	48.36
Tepetzotlán	-	-	96.20	-
Tequixquiac	-	-	14.39	-
Texcalyacac	418.15	-	-	-
Texcalyacac	418.15	-	-	-

VEGETACIÓN	VT	VHH	PH	VW
MUNICIPIO	PRIMARIA	PRIMARIA	PRIMARIA	PRIMARIA
Texcoco	-	4.90	4,906.57	168.84
Tianguistenco	305.10	-	-	-
Tlalmanalco	-	-	-	809.94
Toluca	-	-	-	854.39
Tonanitla	-	-	25.05	-
Tultepec	-	-	5.73	-
Tultitlán	-	-	7.59	-
Zinacantepec	-	-	-	122.14
Zumpango	-	-	2,365.20	-
Total	2,030.48	48.83	15,668.14	6,401.11

Estructura de la formación

Esta formación presenta en su totalidad vegetación primaria, es decir, que los tipos de vegetación que representan la formación no muestran alteración en su vegetación original. Esto es debido a que su explotación es mínima, por su bajo potencial forestal y por las condiciones del hábitat en que se encuentran los tipos de vegetación que la componen.

Para esta formación solo se contó con información de arbolado de tres conglomerados levantados para el inventario forestal y de suelos del Estado de México 2010, por lo que solo se describe la altura y diámetro de los árboles y las especies presentes en los sitios de muestreo.



Vegetación de pradera de alta montaña

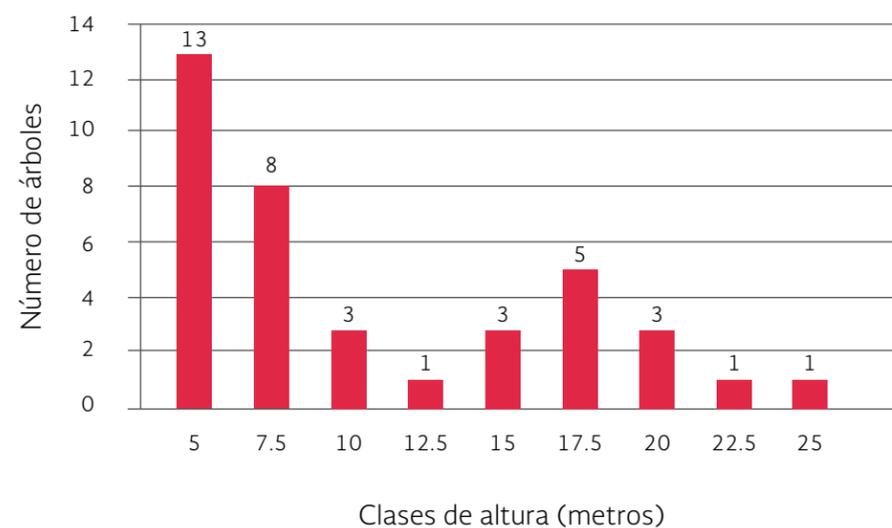
Altura

El arbolado existente en otras áreas forestales presentó una altura promedio de 10.8 m, con un valor máximo de 24.3 m el cual se presentó en un individuo de *Pinus hartwegii*. Los individuos se agruparon en 9 categorías de altura, donde la más abundante es la de 5.0 m.

TABLA 75: Descripción de la altura del arbolado (metros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	10.81	5.00	16.61	2.96
Rango de alturas registradas	NA	5.10	24.30	NA

FIGURA 70: Distribución de frecuencias por clase de altura



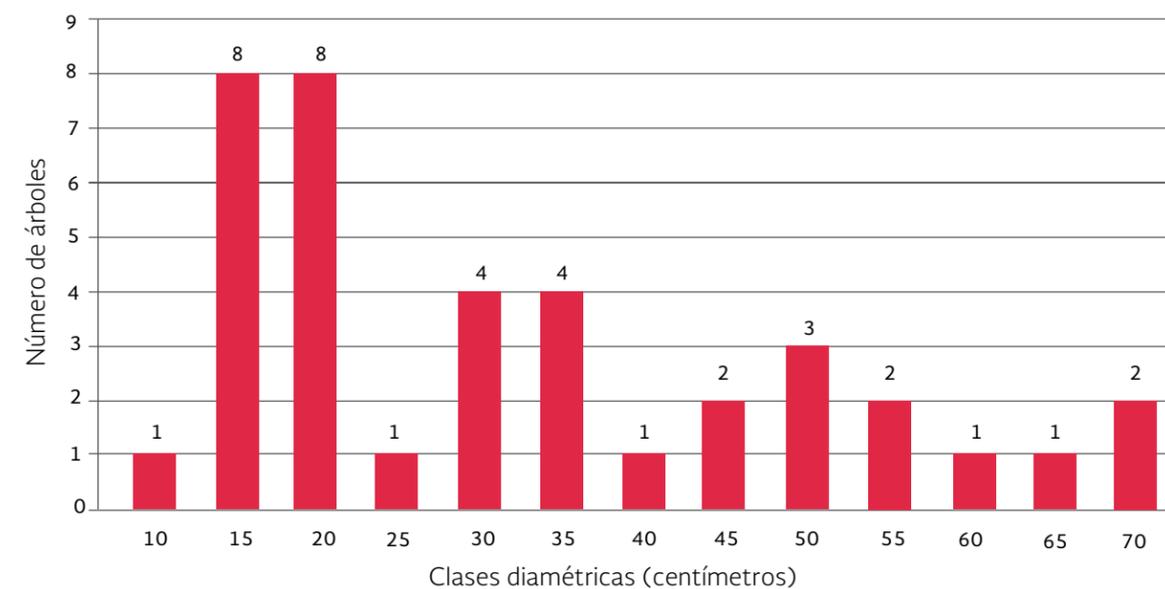
Diámetro

El diámetro promedio de los árboles muestreados es de 32.3 cm, con 13 categorías diamétricas representadas, dentro de éstas las más comunes son las de 15.0 y 20.0 cm. El registro con mayor diámetro se encontró en un individuo de *Pinus hartwegii* con 72.3 cm.

TABLA 76: Descripción de diámetros (centímetros)

COMPARACIÓN	VALOR MEDIO	LÍM. INF.	LÍM. SUP.	E.E.
Intervalos	32.28	14.68	49.87	8.98
Rango de diámetros registrados	NA	9.60	72.30	NA

FIGURA 71: Distribución de frecuencias por clase diamétrica



Registro de especies

Dentro de la formación otras áreas forestales se registraron 52 individuos del estrato arbóreo, los cuales representaron únicamente dos especies, *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*.

La especie predominante es *Pinus hartwegii* con una representación del 98.1 %. Cabe mencionar que los sitios muestreados corresponden a pradera de alta montaña, es decir áreas de transición entre los bosques de coníferas y su límite altitudinal, por lo que la composición arbolada presente en estos sitios no es de extrañarse.



Pastizal halófilo

Conclusiones sobre la formación

Los tipos de vegetación que representan la formación muestran una distribución discontinua. Esto debido a los requerimientos ecológicos que poseen. En el caso de la vegetación de pradera de alta montaña se ve confinada a las zonas más altas de los macizos montañosos de la entidad. Así como la vegetación halófila se desarrolla en regiones con características edafológicas particulares y la vegetación de tular en zonas con presencia de cuerpos de agua someros, en condiciones altitudinales diversas.

El muestreo solo proporcionó datos de vegetación arbolada en esta formación para tres conglomerados, los cuales se presentaron en vegetación de pradera de alta montaña. Las especies arbóreas registradas son *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*, pero en un número reducido de individuos. Aunque estas especies no son representativas de esta vegetación no hay que olvidar que las praderas de alta montaña se ubican por encima de los bosques de coníferas, por lo que las zonas de transición pueden presentar algunos individuos aislados de estas especies de coníferas.

Aunque las comunidades vegetales encontradas en esta formación carecen de potencial forestal, desde el punto de vista de aprovechamiento maderable, son relativamente vulnerables y sensibles a los disturbios por lo que se encuentran expuestas a procesos de cambio si no se toman medidas adecuadas de manejo. Uno de los riesgos de modificación es el proceso de desertificación ligado al sobre pastoreo, en el caso del pastizal, y a la desecación de los cuerpos de agua en el caso de los tulares. La conservación de estas áreas es importante para la protección de la flora y fauna que contienen.

ÁREAS FORESTALES PERTURBADAS

Caracterización de la formación

Las áreas forestales perturbadas son suelos que han sido deforestados con diversos fines; tales como agricultura, ganadería, infraestructura y centros de población, donde solo se encuentran relictos de vegetación secundaria.

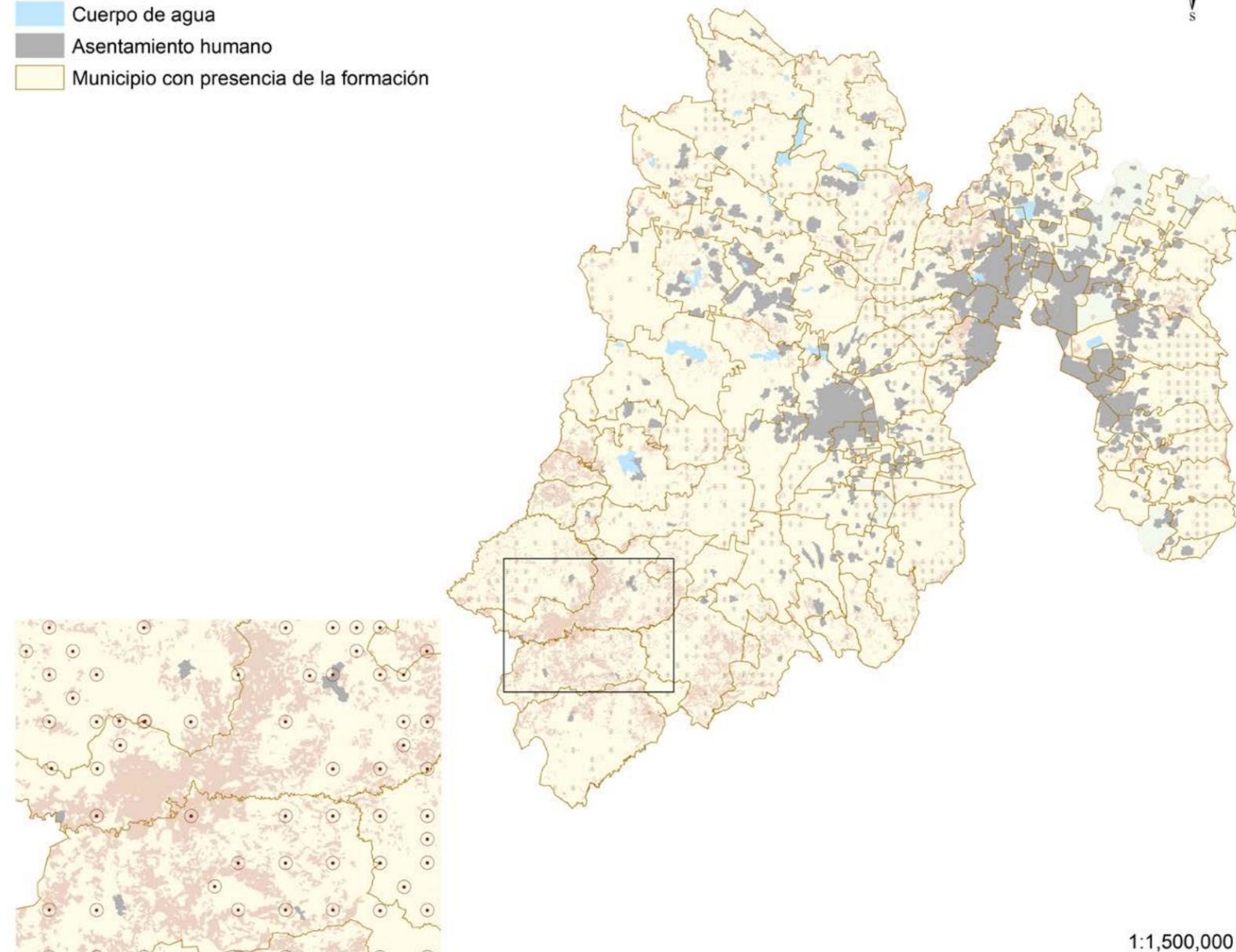
Para el caso del Estado de México, las áreas forestales perturbadas incluyen los pastizales inducidos (PI), que si bien no son naturales, tampoco son agostaderos ni tienen uso pecuario pues son principalmente producto de la remoción del arbolado natural en una época muy remota donde, debido a la baja fertilidad del suelo y la escasa precipitación, no se ha logrado restablecer la vegetación hacia una fase sucesional superior a la herbácea.

Además de los pastizales existen áreas con vocación forestal que se encuentran fuertemente erosionadas y totalmente desprovistas de vegetación, denominadas áreas degradadas (DEG), las cuales son de interés prioritario para las acciones de restauración que realiza la Protectora de Bosques del Estado de México.

MAPA 18: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS FORESTALES PERTURBADAS

SIMBOLOGÍA

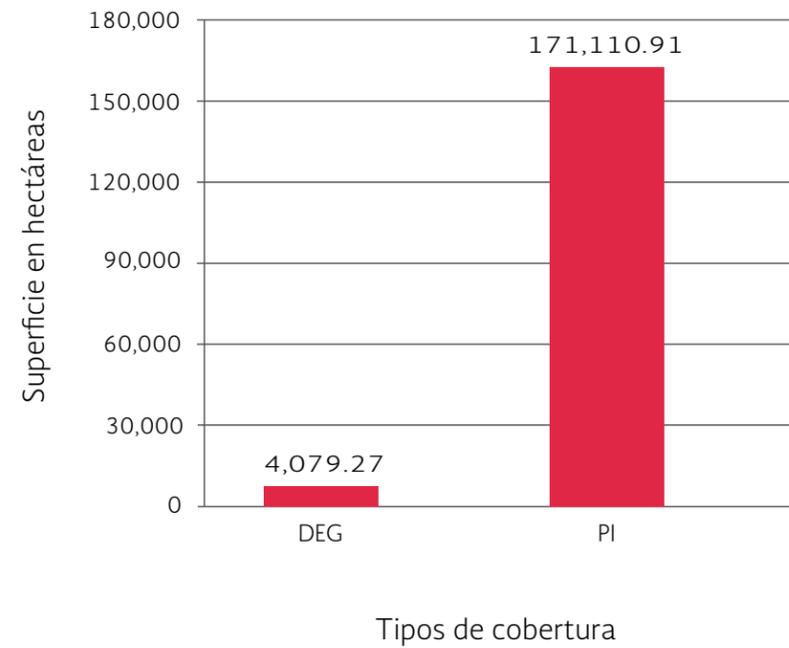
-  Conglomerado del IEFYS
-  Áreas forestales perturbadas
-  Cuerpo de agua
-  Asentamiento humano
-  Municipio con presencia de la formación



Superficie por tipo de uso del suelo

Las áreas forestales perturbadas en el Estado de México ocupan 7.9% de la superficie estatal, equivalente a 175,190.2 ha, de las cuales 171,110.9 ha pertenecen a pastizal inducido y el resto se ubican dentro de la categoría áreas degradadas. Los municipios con mayor superficie de áreas forestales perturbadas son Tejupilco, Amatepec y Sultepec con 30.6% del total.

FIGURA 72: Distribución de la superficie de las áreas forestales perturbadas



Áreas forestales perturbadas en Texcoco

ÁREAS NO FORESTALES

Caracterización de la formación

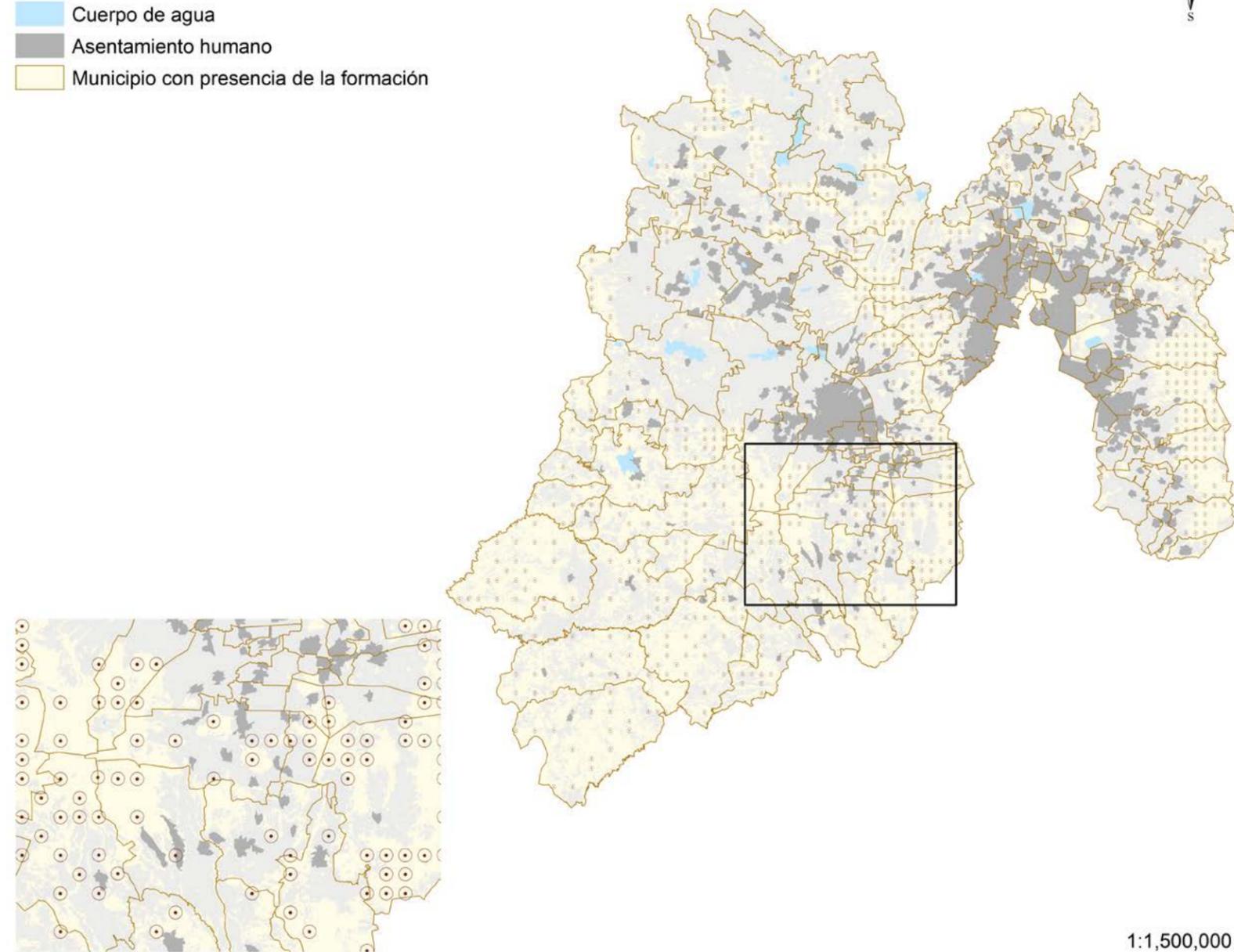
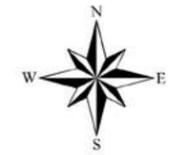
Las áreas no forestales engloban aquellas zonas que, ya sea por procesos de cambio de uso de suelo o por características naturales, no presentan cobertura vegetal forestal. En el caso del Estado de México las causas de pérdida de vegetación más importantes son el cambio de uso de suelo con fines de ganadería, agricultura, infraestructura y establecimiento de centros poblacionales; las áreas más vulnerables son aquellas que presentan pérdida de la vegetación original debido a factores como incendios y aprovechamientos ilegales.

Para el caso particular del Estado de México, las áreas no forestales incluyen usos relacionados con agricultura de temporal (T), zonas para asentamientos urbanos (ZU), áreas sin vegetación aparente (DV) y cuerpos de agua (H₂O).

MAPA 19: UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS NO FORESTALES

SIMBOLOGÍA

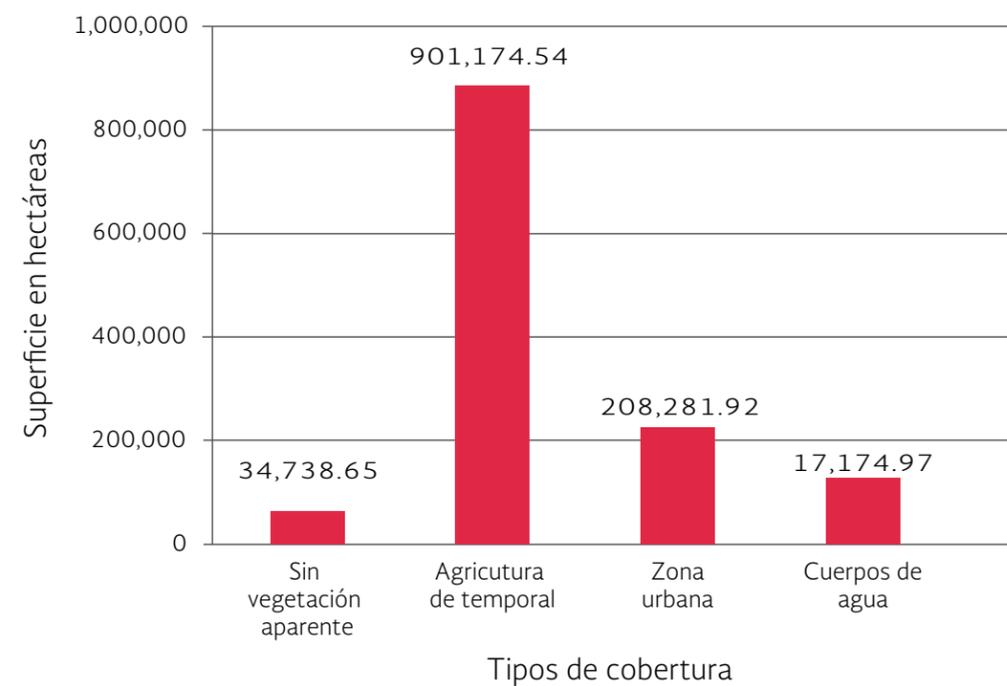
- Conglomerado del IEFYS
- Áreas no forestales
- Cuerpo de agua
- Asentamiento humano
- Municipio con presencia de la formación



Superficie por tipo de uso del suelo

Las zonas no forestales del estado representan 52.1 % del área total de la entidad, con una extensión de 1,157,290.8 hectáreas. Estas áreas se utilizan en mayor proporción para establecer agricultura de temporal, en 77.9 % de la extensión, y zonas urbanas con 18.0 %.

FIGURA 73: Distribución de la superficie de las áreas no forestales



Producción de *Zea mays*

3.3. ZONIFICACIÓN FORESTAL

La zonificación forestal es un instrumento importante para 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 facilitar 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

Se utilizan las herramientas disponibles en los sistemas de información geográfica para interactuar y combinar capas de información relacionadas con la distribución y superficie de variables ambientales como suelo, clima, edafología, geología, hidrología, provincias fisiográficas y topografía, regiones ecológicas y tipos de vegetación. Los procesos empleados 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 una de las tres categorías de zonificación de acuerdo con sus funciones básicas:

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.

CATEGORÍAS

Para la obtención de las categorías se realizó una sobreposición de capas de información determinando la prioridad que éstas tienen de acuerdo al orden especificado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Zonas de conservación y aprovechamiento restringido o prohibido

Esta categoría se compone por Áreas Naturales Protegidas (ANP) 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, además, todas las superficies con terrenos arriba de los 3,000 msnm o con pendientes mayores a 100 %, con objeto de proteger las zonas con alto grado de riesgo erosivo.

Zonas de producción

Esta categoría corresponde a terrenos forestales que de acuerdo a la estructura y composición de la vegetación tienen el potencial para ser objeto de aprovechamiento forestal maderable o no maderable.

Zonas de restauración

Son todas aquellas áreas forestales que presentan evidencias de degradación con diferente grado de avance y que constituyen un riesgo debido a la pérdida de recurso forestal que pueden representar.

Zonificación forestal del Estado de México

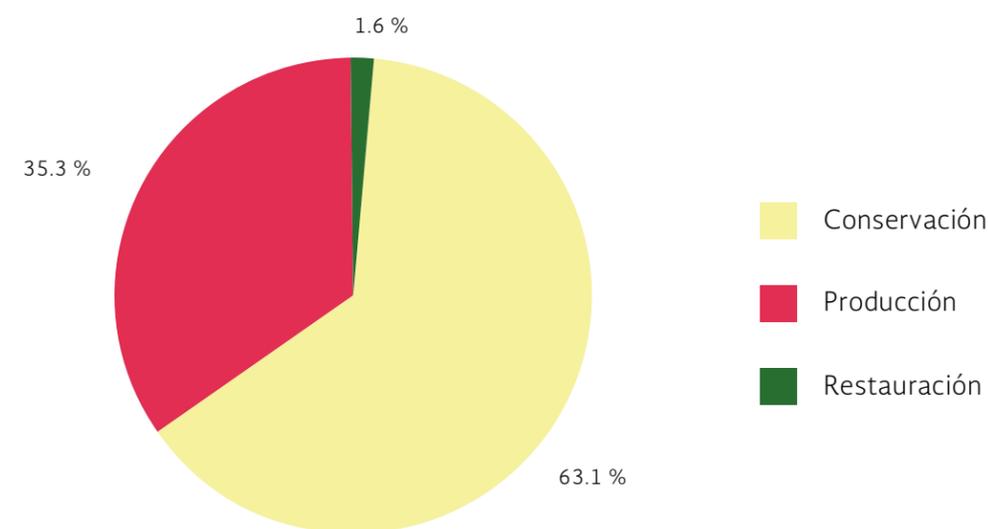
De la superficie total de la entidad en la que aplica la zonificación, 63.1 % está considerada como zonas de conservación, 35.3 % tiene aptitud productiva y solo 1.6 % se incluye en las áreas de restauración. Esta distribución del territorio no cambia mucho cuando se considera solo la superficie forestal existente en el estado, ya que 58.4 % corresponde a áreas de conservación, mientras que 39.1 % tiene condiciones ecológicas adecuadas para la producción forestal, aunque por la ubicación geográfica de algunas de estas áreas y por los servicios ambientales que ofrece a la población del Estado de México y a la zona metropolitana de la Ciudad de México se mantengan como áreas de reserva, con aprovechamiento maderable restringido; únicamente 2.5 % de la superficie forestal del estado se encuentra en la categoría de restauración.

Es importante señalar que para la elaboración de la zonificación del Estado de México se emplearon dos capas de información: la zonificación nacional elaborada por la CONAFOR y la clasificación de formaciones y tipos de vegetación que resultaron como parte del proceso del Inventario Estatal Forestal del Estado de México; la primera de ellas tiene una escala de 1:1,000,000 y la segunda 1:50,000. Por esta razón, las cifras de superficie forestal por zona y la 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 sea resultado de un error o incongruencia en el procedimiento de cálculo.

TABLA 77: Zonificación forestal del Estado de México

CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN	SUPERFICIE (ha)
Conservación	874,715.97
Producción	490,238.46
Restauración	22,140.67
No aplica	835,562.56
Total	2,222,657.66

FIGURA 74: Distribución de categorías de zonificación



SIMBOLOGÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN FORESTAL

TABLA 78: Superficie de las zonas de conservación

CLAVE	SUBCATEGORÍA	SUPERFICIE (ha)	%
I A	Áreas naturales protegidas	659,015.51	75.34
I C	Áreas localizadas arriba de los 3,000 msnm	172,148.06	19.68
I D	Terrenos con pendientes mayores a 100 % o 45°	14,113.91	1.61
I E	Áreas cubiertas con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña	13,539.16	1.55
I H	Vegetación para conservación (tular, petén, popal, pastizal halófilo, entre otros)	15,899.34	1.82
Total		874,715.97	100.00

TABLA 79: 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 más de 50 % o una altura promedio de los árboles dominantes igual o mayor a 16 metros	135,526.94	27.64
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	112,459.26	22.94
II C	Terrenos forestales de productividad baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior a 20 %	3,608.98	0.74
II D	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas	17,585.88	3.59
II E	Terrenos adecuados para realizar forestaciones	141,950.25	28.95
II F	Terrenos preferentemente forestales	79,107.15	16.14
Total		490,238.46	100.00

TABLA 80: Superficie de las zonas de restauración

CLAVE	SUBCATEGORÍA	SUPERFICIE (ha)	%
III A	Terrenos forestales con degradación alta y que muestran evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	1,164.09	5.26
III B	Terrenos preferentemente forestales, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas	178.53	0.81
III C	Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación media, caracterizados por tener una cobertura de copa menor a 20 % y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de canalillos	3,855.91	17.42
III D	Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior a 20 % y mostrar evidencia de erosión laminar	1,230.41	5.55
III E	Terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentran sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural	15,711.73	70.96
Total		22,140.67	100.00

TABLA 81: Zonificación forestal por formación (hectáreas)

SUBCATEGORÍA	CONÍFERAS		CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS		LATIFOLIADAS		BOSQUE MESÓFILO	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
I A	57,717.83	25.61	86,305.82	41.22	75,068.90	35.58	1,587.90	10.50
I C	124,166.30	55.10	15,405.21	7.36	12,989.21	6.16	-	-
I D	1,861.34	0.83	4,333.85	2.07	7,609.53	3.61	-	-
I E	-	-	-	-	-	-	13,539.16	89.50
I H	-	-	-	-	-	-	-	-
II A	26,053.42	11.56	39,803.05	19.01	41,706.61	19.77	-	-
II B	8,511.32	3.78	41,437.43	19.79	33,450.38	15.85	-	-
II C	86.60	0.04	1,475.32	0.70	1,676.44	0.79	-	-
II D	-	-	-	-	-	-	-	-
II E	-	-	-	-	-	-	-	-
II F	4,757.17	2.11	13,693.15	6.54	32,925.93	15.61	-	-
III A	-	-	1,042.62	0.50	118.22	0.06	-	-
III B	-	-	81.06	0.04	97.41	0.05	-	-
III C	1.28	0.0001	35.47	0.02	761.14	0.36	-	-
III D	14.87	0.01	893.06	0.43	43.73	0.02	-	-
III E	2,184.86	0.97	4,852.79	2.32	4,533.56	2.15	-	-
No aplica	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	225,354.99	100.00	209,358.83	100.00	210,981.06	100.00	15,127.06	100.00

SELVAS BAJAS		OTRAS ASOCIACIONES		ZONAS ÁRIDAS		OTRAS ÁREAS FORESTALES		ÁREAS NO FORESTALES	
(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
58,822.72	45.05	14,818.36	30.14	7,877.69	30.94	1,848.11	7.65	354,968.18	26.64
-	-	13,197.93	26.84	-	-	6,389.40	26.46	-	-
292.70	0.22	4.79	0.01	-	-	11.71	0.05	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	15,899.34	65.84	-	-
18,786.56	14.39	9,177.31	18.66	-	-	-	-	-	-
26,681.16	20.43	2,378.97	4.84	-	-	-	-	-	-
239.87	0.18	130.74	0.27	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	17,585.88	69.06	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	141,950.25	10.65
18,937.90	14.50	8,793.00	17.88	-	-	-	-	-	-
-	-	3.25	0.01	-	-	-	-	-	-
-	-	0.06	0.0001	-	-	-	-	-	-
2,686.73	2.06	371.29	0.76	-	-	-	-	-	-
245.21	0.19	33.55	0.07	-	-	-	-	-	-
3,878.11	2.97	262.42	0.53	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	835,562.56	62.71
130,570.95	100.00	49,171.66	100.00	25,463.56	100.00	24,148.55	100.00	1,332,480.98	100.00

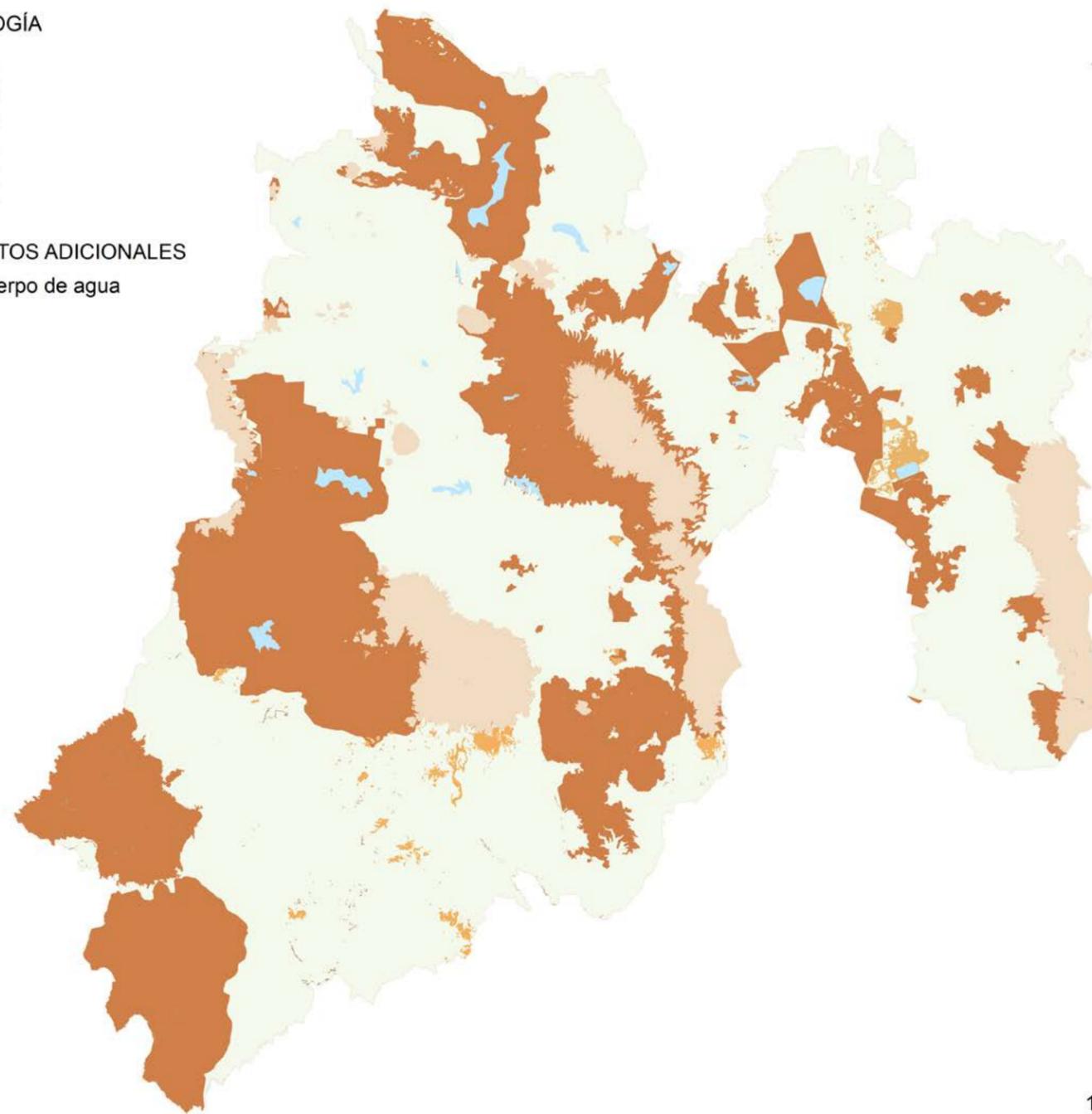
MAPA 20: ZONAS DE CONSERVACIÓN

SIMBOLOGÍA

- IA
- IC
- ID
- IE
- IH

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



1:1,150,000

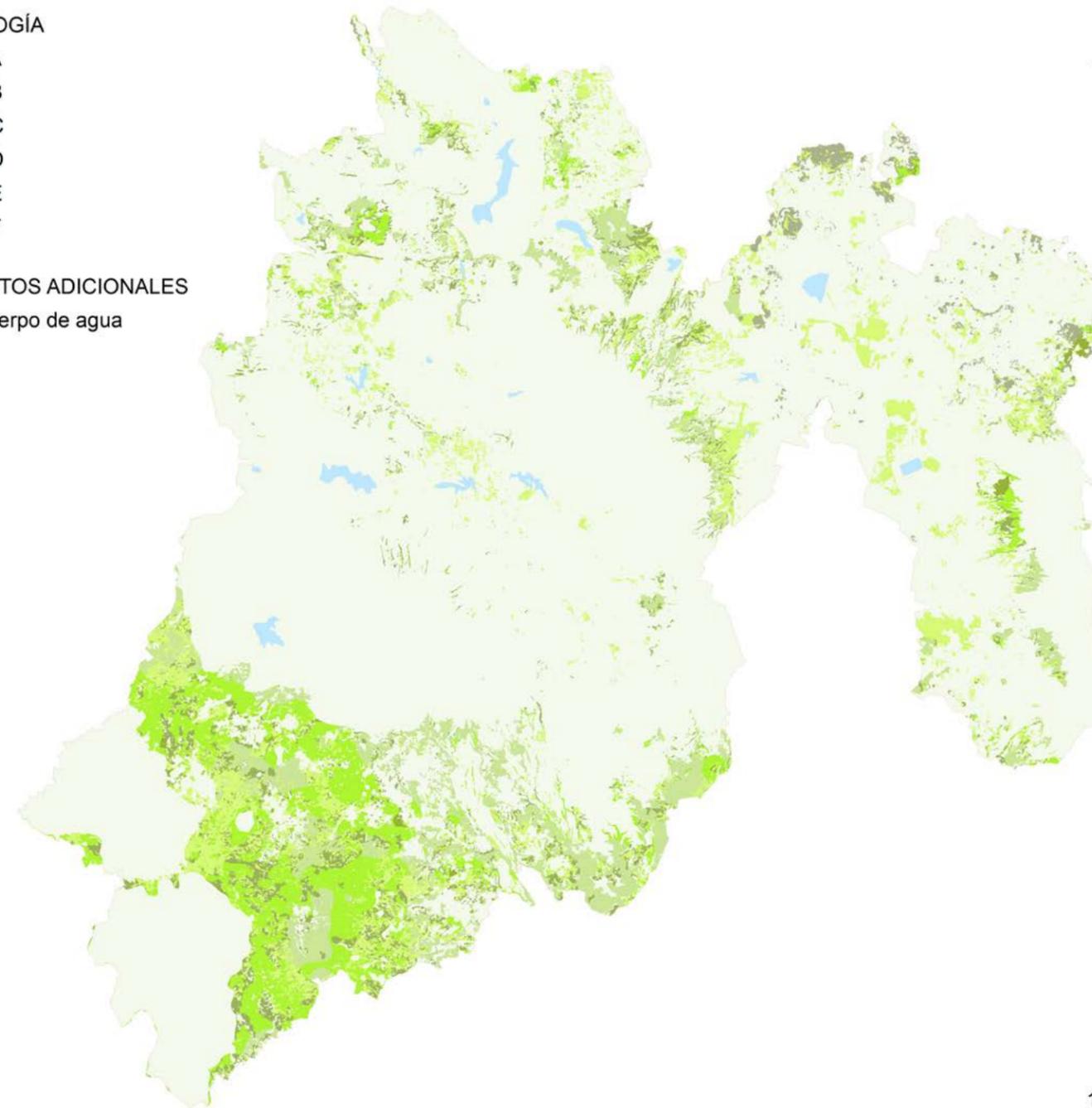
MAPA 21: ZONAS DE PRODUCCIÓN

SIMBOLOGÍA

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

ELEMENTOS ADICIONALES

- Cuerpo de agua



1:1,150,000

MAPA 22: ZONAS DE RESTAURACIÓN

SIMBOLOGÍA

III A

III B

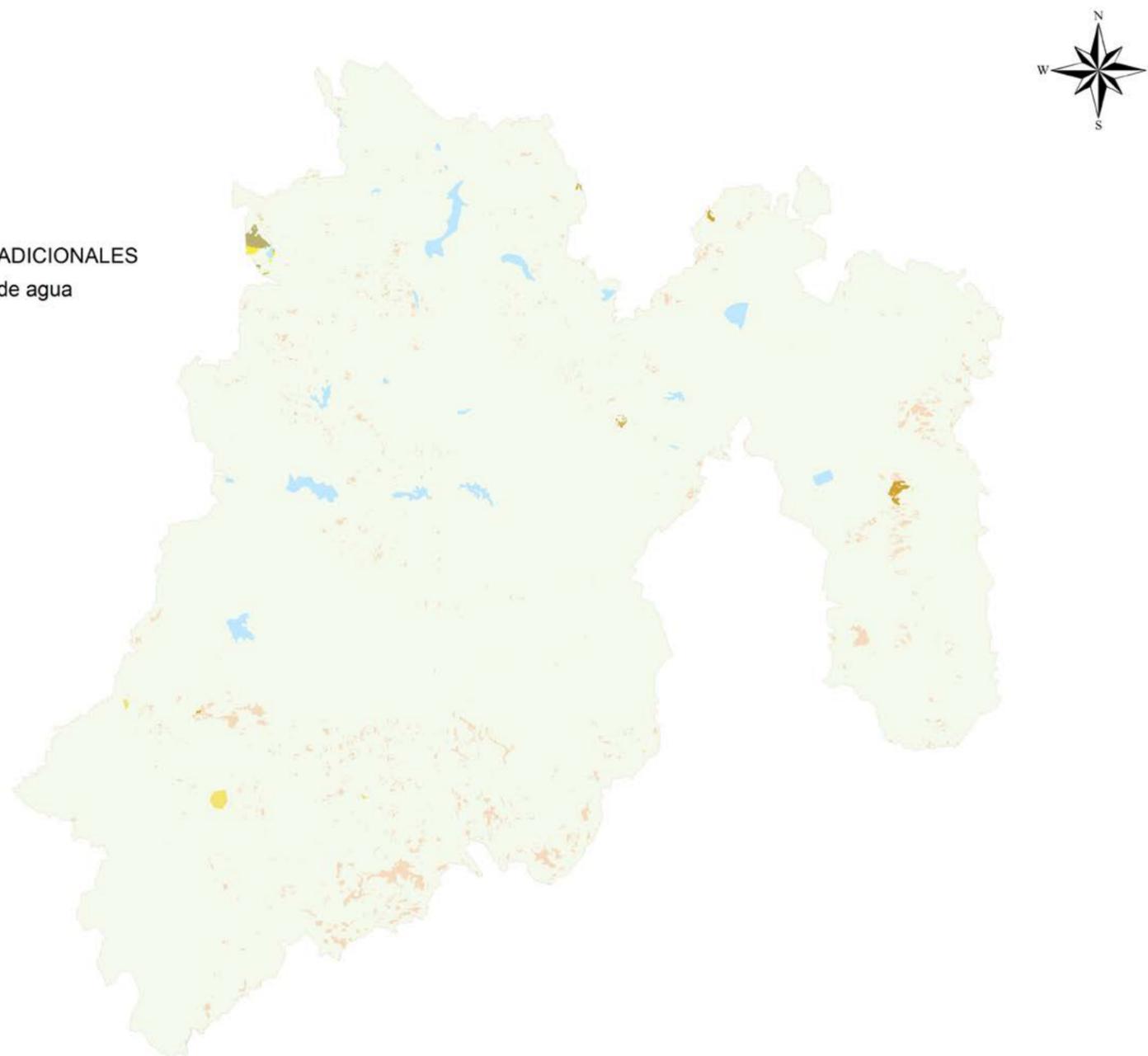
III C

III D

III E

ELEMENTOS ADICIONALES

Cuerpo de agua



1:1,261,330

Zona 1. Coníferas

La mayor parte de la superficie ocupada por esta formación en la entidad se encuentra en la categoría de conservación con 81.5 %, en la que destacan la subcategoría IC, áreas localizadas arriba de los 3,000 msnm, y IA, áreas naturales protegidas. Las zonas de producción ocupan 17.5 % y las principales subcategorías son las IIA, terrenos forestales de productividad alta, caracterizados por tener una cobertura de copa de más de 50 % o una altura promedio de los árboles dominantes, igual o mayor a 16 metros, y IIB, 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. Por último, las zonas de restauración en esta formación cubren solo 1.0 % y corresponden principalmente a la subcategoría IIIE, terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentren sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural. Esto indica un buen estado de conservación de la formación.

Zona 2. Coníferas y latifoliadas

Del total de la superficie de bosques de coníferas y latifoliadas, 50.7 % se encuentra en la categoría de zonas de conservación; en esta categoría destaca la subcategoría IA, áreas naturales protegidas. La superficie con aptitud para la producción cubre 46.0 % del total de la formación y corresponde en mayor grado a las subcategorías IIB, terrenos forestales de productividad media, caracterizados por tener una cobertura de copa de entre 20 y 50 %, y IIA, terrenos forestales de productividad alta, caracterizados por tener una cobertura de copa de más de 50 % o una altura promedio de los árboles dominantes igual o mayor a 16 metros. Por otro lado, las áreas de restauración ocupan solo 3.3 % de la superficie total de la formación, en la subcategoría IIIE principalmente, en donde se incluyen los terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentran sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural, por lo que también presenta un buen grado de conservación en general.

Zona 3. Latifoliadas

En esta formación las áreas de conservación cubren 45.4 % de la superficie total, en la que destaca la subcategoría IA, que corresponde a áreas naturales protegidas. Las áreas de producción ocupan 52.0 % de la superficie de esta formación y en ella destacan las subcategorías IIA, terrenos forestales de productividad alta, caracterizados por tener una cobertura de copa de más de 50 % o una altura promedio de los árboles dominantes igual o mayor a 16 metros, IIB, 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, y IIF, terrenos preferentemente forestales. Las áreas de restauración representan 2.6 % de la superficie total y corresponden en mayor grado a la subcategoría IIIE.

Zona 4. Bosque mesófilo

Toda la superficie de la formación bosque mesófilo queda dentro de la categoría de conservación; la mayor parte de esta superficie corresponde a la subcategoría IE, en donde se incluyen las áreas cubiertas con vegetación de manglar o bosque mesófilo de montaña, pero también está representada en menor grado la subcategoría IA, que corresponde a áreas naturales protegidas.

Zona 5. Selvas bajas

En esta formación, las áreas de conservación cubren 45.3 % de la superficie y corresponden casi totalmente a la subcategoría IA, áreas naturales protegidas. En la categoría de producción se incluye 49.5 % de la superficie, en la que predominan las subcategorías IIB, IIF y IIA, en las que se consideran terrenos forestales de productividad media, terrenos preferentemente forestales y terrenos de productividad alta, respectivamente. La categoría de restauración ocupa 5.2 % de la superficie y en ella predomina la subcategoría IIIE, que corresponde a terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentran sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural.

Zona 6. Otras asociaciones

La mayor parte de la superficie ocupada por esta formación se encuentra en la categoría de conservación, con 57.0 %, en la que destacan las subcategoría IA, áreas naturales protegidas, y IC, áreas localizadas arriba de los 3,000 msnm. Las zonas de restauración ocupan 1.4 % y corresponden en mayor proporción a las subcategorías IIIC y IIIE, que incluyen a terrenos con degradación media y a terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentran sometidos a tratamientos de recuperación, tales como forestación, reforestación o regeneración natural. Finalmente, las áreas de producción ocupan 41.6 %, en las que predominan las categorías IIA y IIF, que consideran a los terrenos forestales de productividad alta y a terrenos preferentemente forestales.

Zona 7. Zonas áridas

El acuerdo por el que se integra y organiza la Zonificación Forestal, publicado el 11 de noviembre del 2011 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) establece que la superficie cubierta por vegetación de zonas áridas y semiáridas se clasifica en la subcategoría IID de la categoría de producción. Sin embargo, para la formación de zonas áridas en el Estado de México, solo 69.1 % de la superficie fue clasificada en la categoría de producción, en la subcategoría IID, como vegetación de zonas áridas y semiáridas. El resto de la superficie ocupada por las zonas áridas se ubica en la categoría de áreas de conservación (30.9 %) representada principalmente por la subcategoría IA, que corresponde a áreas naturales protegidas.

Zona 8. Otras áreas forestales

Toda la superficie de esta formación corresponde a la categoría de conservación, en la que están representadas principalmente las subcategorías IH y IC que corresponden a zonas con vegetación para la conservación y áreas localizadas arriba de los 3,000 msnm, respectivamente.

Zona 9. Áreas no forestales

En 62.7 % de la superficie de las áreas no forestales no aplica la zonificación; de la superficie en la que sí aplica, 71.4 % corresponde a áreas de conservación, en las que sobresale la subcategoría IA, que corresponde a las áreas naturales protegidas. La categoría de producción cubre 28.6 % de la superficie en donde aplica la zonificación, a pesar de que el uso actual del suelo en estas áreas no incluye actividades forestales; en esta categoría se ubican exclusivamente en la subcategoría IIE, terrenos adecuados para realizar forestaciones.

FIGURA 75: Distribución de categorías de zonificación para coníferas

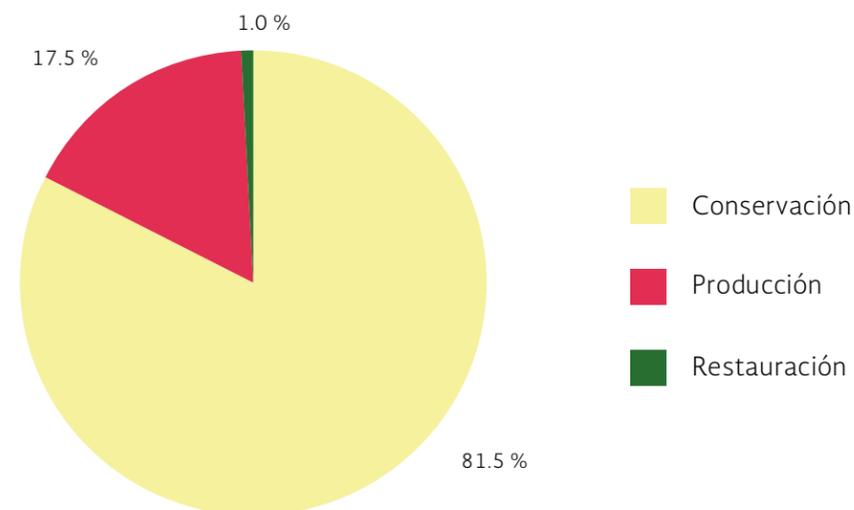


FIGURA 76: Distribución de categorías de zonificación para coníferas y latifoliadas

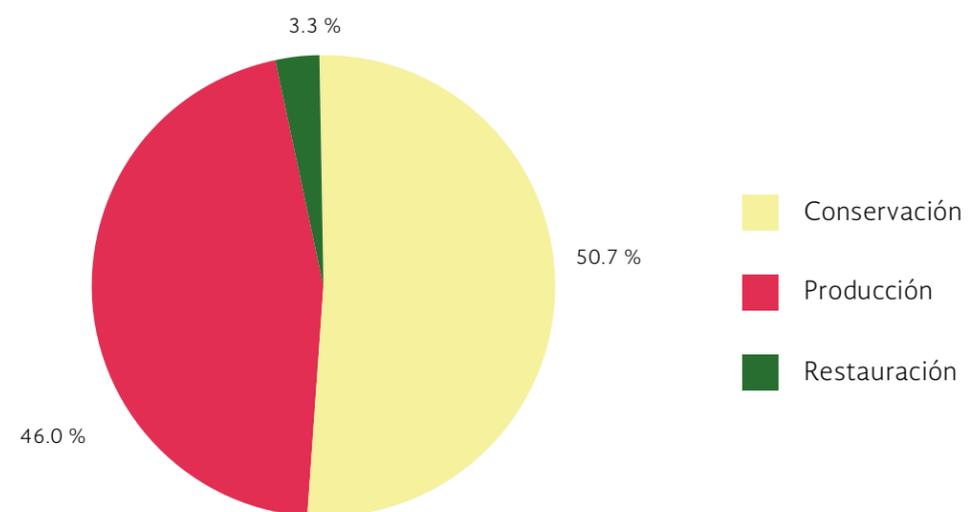
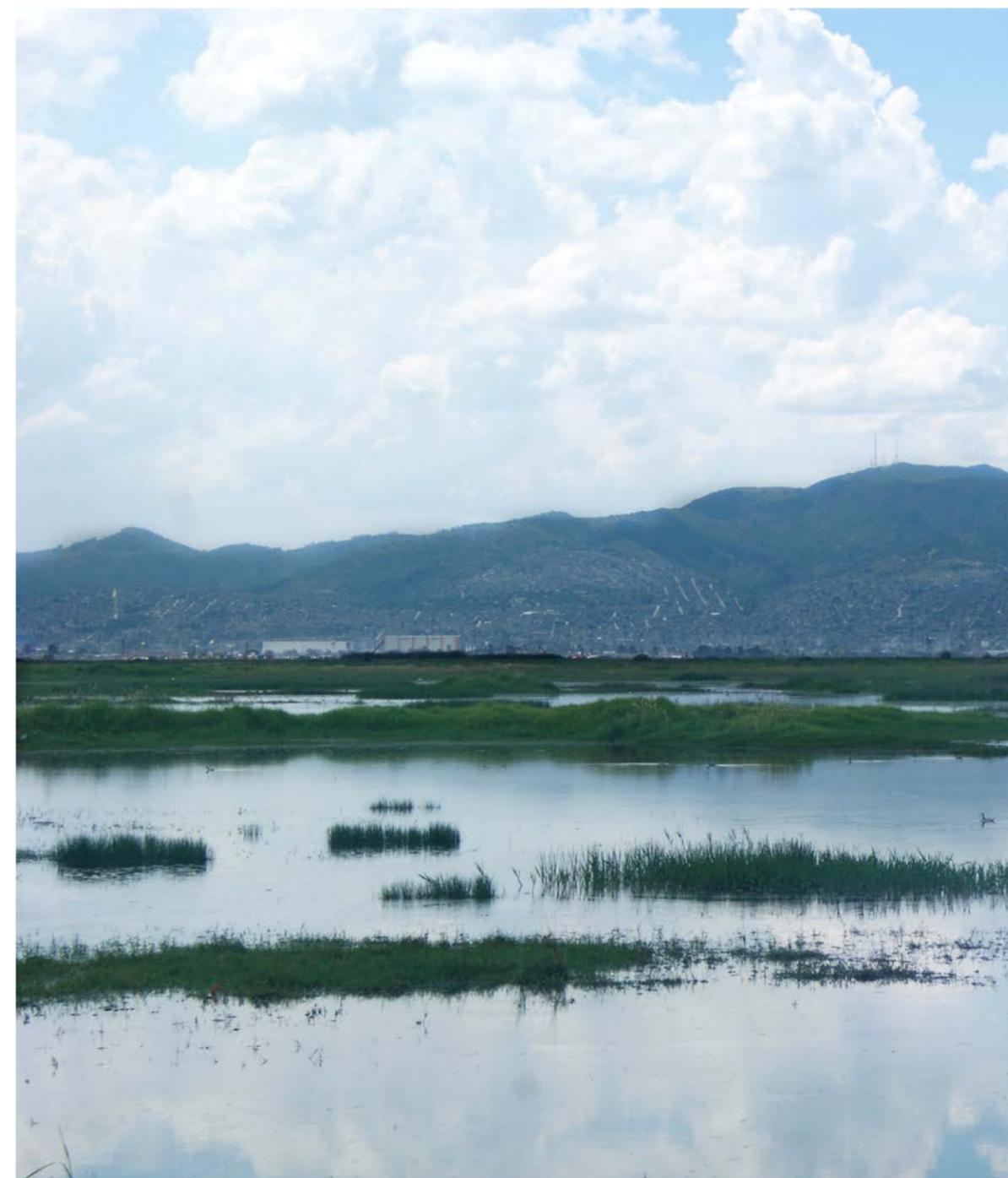
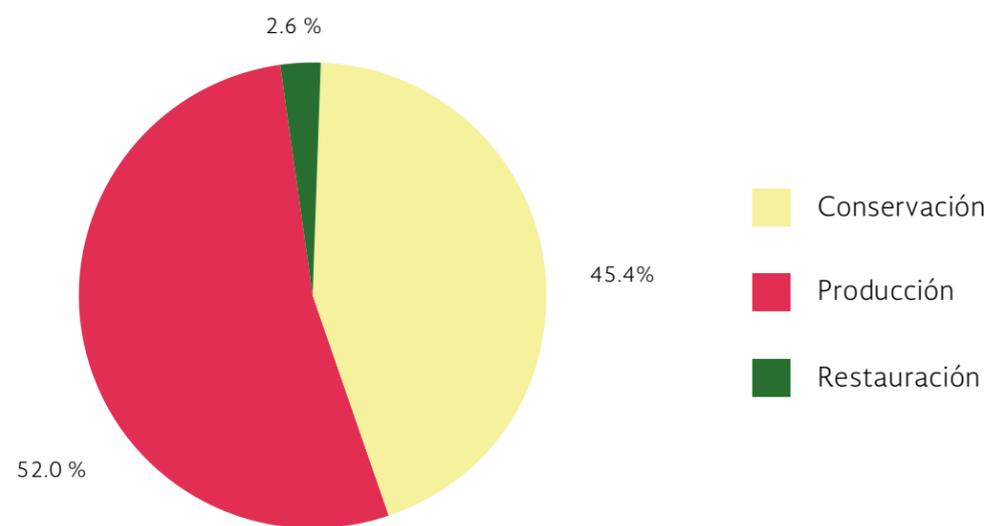


FIGURA 77: Distribución de categorías de zonificación para latifoliadas



Vegetación halófila en el Lago de Texcoco

FIGURA 78: Distribución de categorías de zonificación para selvas bajas

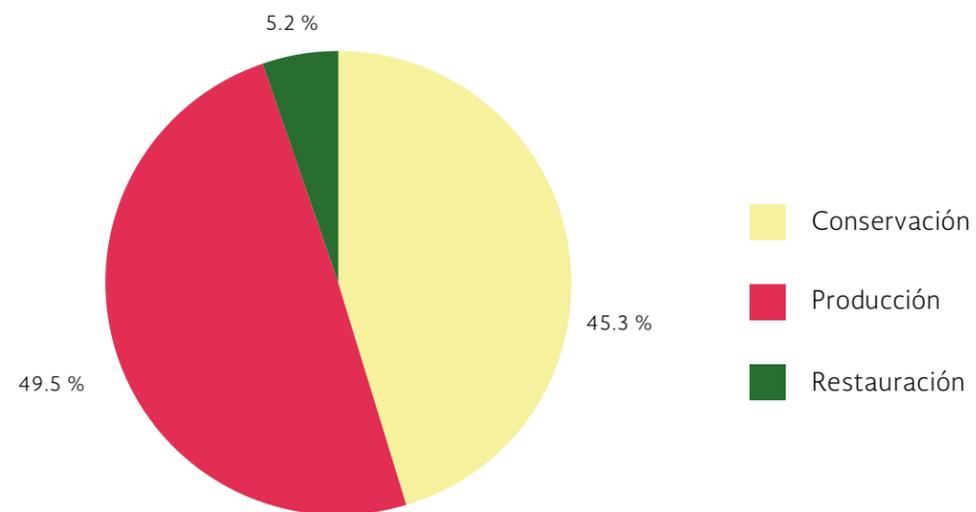


FIGURA 80: Distribución de categorías de zonificación para zonas áridas

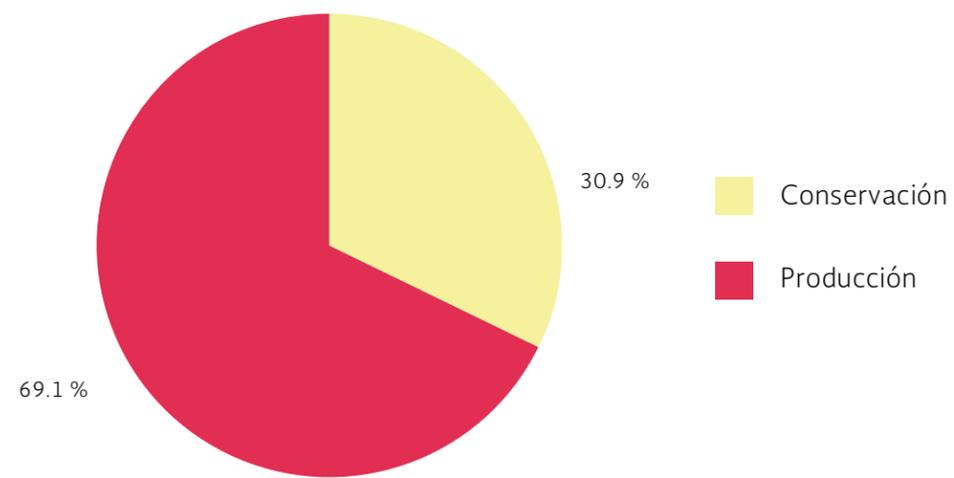


FIGURA 79: Distribución de categorías de zonificación para otras asociaciones

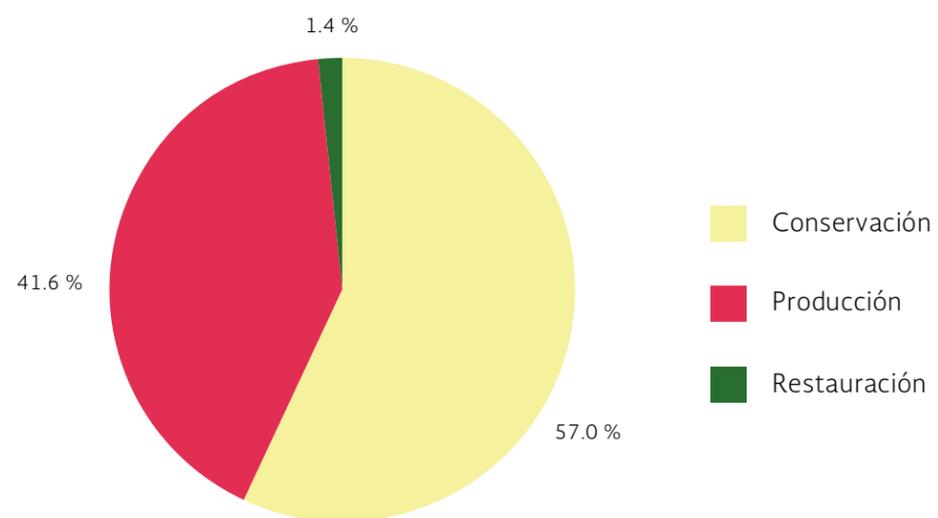
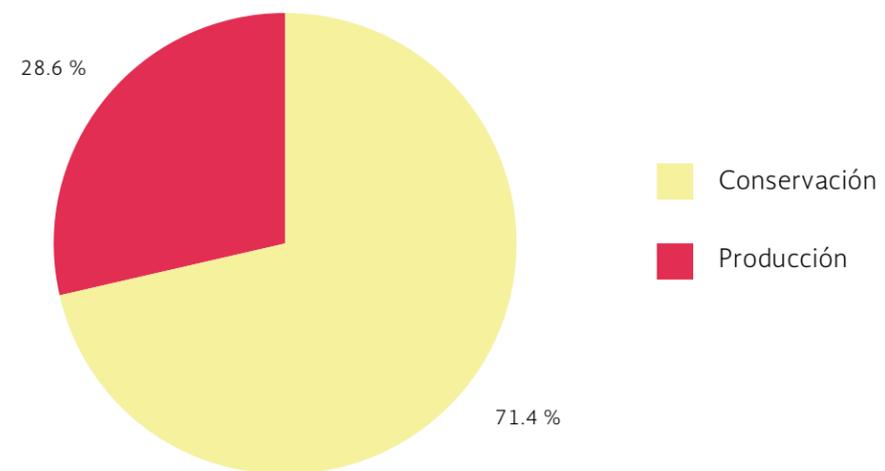


FIGURA 81: Distribución de categorías de zonificación para áreas no forestales





Laguna de la Luna en el Nevado de Toluca



Bosque de coníferas en la Sierra Nevada

CONCLUSIONES

Los recursos forestales juegan un papel importante en el desarrollo sustentable de un estado o región, tanto por las funciones ecológicas y servicios ambientales que desempeña, como por los bienes y productos maderables y no maderables que genera para la sociedad en general. Sin embargo, para establecer el balance adecuado del aprovechamiento de los recursos forestales que asegure su manejo sustentable a mediano y largo plazo, es necesario contar con información precisa, confiable y actualizada de dichos recursos para orientar y fortalecer las políticas públicas que regulen las actividades productivas en los ecosistemas forestales y promuevan su conservación. La realización de inventarios forestales periódicos con una metodología estandarizada y sistematizada permite cumplir con el propósito de obtener información actualizada en relación con la distribución espacial de las áreas forestales a nivel regional, estatal o nacional y de las características cualitativas y cuantitativas de los recursos naturales existentes en esas áreas.

De acuerdo a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se homologaron las metodologías del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS) y de los Inventarios Estatales Forestales y de Suelos (IEFYS) para permitir la integración, procesamiento e interpretación de la información derivada de ambos procesos y garantizar su continuidad a mediano y largo plazo.

En este informe se presentan los resultados del análisis estadístico, descriptivo e inferencial, a partir de la medición de variables dasométricas del arbolado levantadas en campo de 2009 a 2013 para el INFYS y el IEFYS e información de 334 conglomerados del inventario forestal y de suelos del Estado de México 2010. Como parte de los productos del IEFYS, también se generaron 43 Cartas de Recursos Forestales, escala 1:50,000 con los estándares establecidos por INEGI; la metodología utilizada en este proceso incluyó la interpretación, categorización y vectorización de imágenes satelitales, la generación de bases de datos, y la elaboración del mosaico de imágenes y mapas temáticos.

El Estado de México presenta un complejo mosaico de condiciones ecológicas y fisiográficas, lo cual le permite la presencia de una amplia diversidad biológica y abundancia de recursos naturales asociados a los ecosistemas forestales. El estado tiene una extensión total de 2,222,657.8 hectáreas, de las cuales 1,065,366.9 (47.9 %) son áreas forestales. Esta superficie es similar a la que se ha estimado en inventarios realizados en años recientes, aunque no es posible hacer una comparación rigurosa debido a que se utilizaron diferentes tipos de imágenes.

En las áreas consideradas como forestales se encuentran 17 tipos de vegetación, agrupados en ocho formaciones y cinco ecosistemas. Entre otros tipos de vegetación, se encuentran bosques de clima templado frío en las partes montañosas del Eje Neovolcánico Transversal, selvas bajas caducifolias en la región de la Depresión del Balsas y vegetación xerófila en las partes más secas al noreste del estado. Por la superficie que ocupan, destacan los bosques de pino encino (BPQ) que cubren 13.4 % de la superficie forestal en el estado; los bosques de coníferas son los más extensos a nivel de formación forestal al ocupar 21.2 % de la superficie forestal. Las áreas no forestales representan 52.1 % de la superficie total, en las que se incluyen terrenos destinados a la agricultura de temporal, zonas urbanas, áreas sin vegetación y cuerpos de agua.

En general, las áreas forestales del Estado de México presentan una condición aceptable de conservación, con casi 50 % de la superficie con vegetación primaria. Sin embargo, destacan los bosques de coníferas, el bosque mesófilo, la vegetación de zonas áridas, la vegetación de otras asociaciones y otras áreas forestales que mantienen más de 70 % de su superficie con la vegetación original. En cambio, las selvas bajas y los bosques de latifoliadas presentan un fuerte grado de alteración en su vegetación original, con menos de 30 % de su superficie ocupada por vegetación primaria. El estrato arbustivo representa la mayor proporción de la superficie ocupada por vegetación secundaria, por lo que es posible recuperar la vegetación arbórea original si se reduce la presencia de los factores de disturbio y se establecen medidas adecuadas de manejo forestal para reorientar el proceso de sucesión que se ha iniciado en esas áreas.

Los bosques templados representan las principales formaciones forestales existentes en el estado, tanto por su superficie total y ubicación geográfica, como por la magnitud de los bienes y servicios que proporciona a la población rural y urbana del estado. En orden de extensión y productividad se ubican primero los bosques de coníferas, seguidos de los bosques mixtos (coníferas y latifoliadas), los bosques de latifoliadas y los bosques mesófilos de montaña.

Aunque en estos bosques dominan las especies de coníferas y del género *Quercus*, existe en ellos una amplia diversidad arbórea, con la presencia de más de 125 especies distintas. Además, se encontró una densidad adecuada de renuevos, lo cual sugiere que existen condiciones ambientales favorables para mantener estables las comunidades vegetales; sin embargo, los géneros de porte arbustivo son los más abundantes en la regeneración natural, por lo que se requiere establecer medidas de control para reducir la competencia y favorecer el establecimiento y recuperación de las especies arbóreas representativas de cada formación.

También es importante fortalecer las medidas de prevención y control de incendios y las acciones fitosanitarias con respecto a plagas y enfermedades, para reducir el efecto de los principales agentes de daño encontrados y mejorar el estado de salud del arbolado.

La formación de selvas bajas, representada en el Estado de México por las selvas bajas caducifolias, ocupa una superficie importante que equivale a 12.3 % de la superficie forestal en la entidad y mantiene una amplia diversidad biológica, con la presencia de más de 130 especies de árboles. Sin embargo, es la formación forestal más perturbada en la entidad, con solo 15.2 % de superficie con vegetación primaria, por lo que requiere de medidas urgentes para la conservación y recuperación de la vegetación original en las áreas donde aún existe este tipo de vegetación.

En el Estado de México la formación forestal otras asociaciones ocupa una superficie equivalente a 4.6 % de la superficie forestal de la entidad; está representada en mayor grado por bosques cultivados (BC) y una pequeña extensión de palmar natural (VPN) que se localiza en el municipio de Tlataya. Los bosques cultivados tienen una función muy importante para complementar el abasto de productos forestales maderables y no maderables en el estado y reducir la presión de aprovechamiento de los bosques naturales, al mismo tiempo que permiten una reconversión productiva de los terrenos con vocación forestal y proporcionan valiosos servicios ambientales a la población. Por lo anterior, es importante promover el establecimiento de mayor superficie de plantaciones forestales, de preferencia con especies nativas, adaptadas a las condiciones ambientales locales. También es importante fortalecer las medidas de aprovechamiento de los recursos en el palmar natural, para asegurar su permanencia con un manejo sustentable, así como reducir la ocurrencia de los incendios forestales para mejorar las condiciones de salud del arbolado.

La vegetación de zonas áridas ocupa una superficie de 25,463.6 hectáreas, equivalente a 2.4 % de la superficie forestal en el estado, e incluye al matorral crasicaule (MC) y al matorral desértico rosetófilo (MDR). Esta formación muestra un alto grado de conservación en su estructura, ya que más de 90.0 % de su superficie mantiene vegetación primaria, posiblemente porque no hay mucha presión social en el aprovechamiento de los recursos naturales existentes en estas zonas o en el cambio de uso del suelo, por las características de la vegetación y las condiciones ambientales en que se ubican. Aunque los géneros más abundantes son *Opuntia* y *Acacia*, en los renuevos dominan las especies arbustivas, por lo que la formación podría estar en un proceso de modificación en su estructura y composición florística.

Es importante establecer medidas para el manejo y conservación de la vegetación de zonas áridas, ya que a pesar de la baja productividad que existe en ellas, desempeñan múltiples funciones ecológicas y contienen una diversidad biológica importante.

En el Estado de México existen 24,148.6 hectáreas de otras áreas forestales (2.3 % de la superficie forestal) en donde se encuentra pastizal halófilo (PH), pradera de alta montaña (VW), tular (VT) y vegetación halófila hidrófila (VHH), que ocupan áreas con condiciones ambientales específicas, en las que no prospera otro tipo de vegetación. Aunque estas áreas tienen un bajo potencial de aprovechamiento forestal, cumplen una función ecológica importante y son relativamente sensibles a los disturbios naturales o antrópicos, por lo que es necesario mantener las políticas adecuadas para su protección, manejo y conservación.

En la estimación del volumen de madera VTA en este Inventario Forestal se utilizaron las tablas de volumen generadas como parte del Segundo Estudio Dasonómico del Estado de México (SEDEMEX), en las que se incluyen a las principales especies arbóreas de los bosques y selvas en grupos de acuerdo a su afinidad taxonómica, hábito de crecimiento y forma del tronco. Con estos insumos y procedimientos, se estimó que en las principales formaciones arboladas del estado (ecosistemas de bosques y selvas) existe un volumen maderable VTA de 130,282,368.0 m³, cifra cercana a la que se obtuvo en el Inventario Forestal y de Suelos del Estado de México 2010, lo cual muestra la consistencia de los resultados en ambos procesos.

Los indicadores dasométricos estimados para las diferentes formaciones forestales muestran que en el Estado de México existen condiciones ambientales que favorecen el crecimiento y productividad de las comunidades forestales arboladas; los bosques de coníferas, en particular, tienen el mayor potencial forestal de aprovechamiento maderable, tanto por su extensión como por los valores de densidad, cobertura de copa, área basal y existencias maderables por hectárea, que son mayores a los respectivos valores promedio que se han reportado en otras regiones del país, pero consistentes con los resultados registrados en el Inventario Forestal y de Suelos del Estado de México 2010.

De la misma manera, el IMA de 5.9 m³/ha/año estimado para los bosques de coníferas es más del doble con respecto al promedio nacional, lo que demuestra el potencial productivo forestal del Estado de México. Estos datos indican que existe la posibilidad de aumentar la producción maderable del país si se implementan las políticas adecuadas para incorporar mayor superficie forestal al aprovechamiento maderable en las áreas que cumplan con las características de la zonas de producción identificadas en el Estado de México, con programas de manejo sustentable que sean compatibles con los importantes servicios ambientales que estos bosques proporcionan a la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Caballero, D. M. (1998). *El inventario forestal en México: evolución y perspectivas*. North American Science Symposium. Guadalajara, México.
- Challenger, A. y Soberón, J. (2008). *Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 87-108.
- CONABIO. (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. México. 197 pp.
- CONABIO. (2012). *Selvas secas*. [En línea]. Fecha de consulta: 5 de marzo de 2015.
- CONAFOR. (2012 a). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009*.
- CONAFOR. (2012 b). *Programa de Plantaciones Forestales Comerciales, A 15 años de su creación*. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 198 pp.
- CONAFOR. (2015 a). *Reporte de resultados de incendios forestales 2014*. Comisión Nacional Forestal, México. 21p.
- CONAFOR. (2015 b). *Gerencia de Incendios Forestales, Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. [En línea]. Fecha de consulta: Enero de 2015. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index.html
- CONAGUA. (2007). *Regiones Hidrológicas. Escala 1:250,000*
- CONAGUA. (2012). *Subdirección General de Programación. Elaborado a partir de datos de la Subdirección General Técnica. Atlas Digital del Agua México 2012 Sistema Nacional de Información del Agua*.
- CONAPO. (2013). *Proyecciones de la Población de México 2010-2030*. [En línea]. Fecha de consulta: 20 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx>
- CONAZA-UACH. (2004). *Escenarios climatológicos de la República Mexicana ante el cambio climático*. Comisión Nacional de Zonas Áridas–Universidad Autónoma Chapingo. México. 89 pp.
- 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
- Enciclopedia de México. (1994). México. Sabeca Internacional Investment Corporation c/o Encyclopaedia Britannica de México, S.A. de C.V. Volumen 4. Pág. 2,293-2,310.
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Food and Agriculture Organization, Roma.
- García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. (5ª ed). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- GEM. (2006). *Programa de desarrollo forestal sustentable del Estado de México 2005-2025*. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Agropecuario Estado de México, México. 100 pp.
- GEM. (2007). *Situación de la flora y fauna del Estado de México respecto a la NOM-059-Semarnat -2001*. Gobierno del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente. México. 39 pp.
- González M., F. (2012). *Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F., México. 145 pp.
- INIF-FAO. (1961-1964). *Inventario Forestal de México. Informe técnico: Trabajos realizados*. Vol. I.

- INEGI. (1998). Conjunto de datos vectoriales. Edafología. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000.
- INEGI. (2000). Conjunto de datos vectoriales. Climas. (Unidades climáticas) Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000.
- INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000.
- INEGI. (2002). Conjunto de datos vectoriales geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000.
- INEGI. (2004). Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- 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). Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación: escala 1:250 000, Serie III. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 73 pp.
- INEGI. (2011). Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Censo de Población y Vivienda 2010.
- INEGI. (2013 a). Dirección General de Estadísticas Económicas. Producto interno bruto por entidad federativa, anual. [En línea]. Fecha de consulta: 2 de agosto de 2013. Disponible en: www.inegi.org.mx
- INEGI. (2013 b). Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2013. IndicadoresEstratégicos. [En línea]. Fecha de consulta: 12 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. (2014). Anuario estadístico y geográfico de México 2013. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 811 pp.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- PROBOSQUE. (2011). Programa de plantaciones Forestales Comerciales. [En línea]. Fecha de consulta: 19 de marzo de 2015. Disponible en: <http://portal2.edomex.gob.mx/probosque/desarrolloforestal/plantacionescomerciales/plantacionescomerciales/index.html>
- Red de Monitoreo de Políticas Públicas. (2006). *Indicadores forestales: superficie forestal*. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Nota informativa No. 5, mayo.
- Rivera H., J. A. y Espinosa H., A. (2007). *Flora y vegetación del Distrito Federal*. En: Luna, I., Morrone J. J. y Espinosa D. (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. UNAM, México, D.F. pp: 231-253.
- Rodríguez Y., G. A. (2013). Selección de los tamaños de muestra para la elaboración de los Inventarios Forestales Estatales. Documento inédito.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. (1a. edición digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- SAGARPA. (2013). Anuario estadístico de la producción agrícola 2011.
- SARH. (1994). Inventario Nacional Periódico, Memoria Nacional, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 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.html
- SEMARNAT. (2005). Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Edición 2005.
- SEMARNAT. (2012). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación en el Estado. Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales. Producción forestal.

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. EDGAR CONZUELO CONTRERAS
Gerente Estatal de la CONAFOR en Estado de México

DR. ERUVIEL ÁVILA VILLEGAS
Gobernador del Estado de México

Se terminó de imprimir en julio de 2015 con un tiraje
de 1,000 ejemplares en los talleres gráficos Impresos Yossant S.A. de C.V
Trigo 80A, Granjas Esmeralda, C.P. 56168,
México D.F.