

# INVENTARIO MUNICIPAL FORESTAL Y DE SUELOS

MUNICIPIO DE QUERÉTARO 2015



QUERÉTARO  
MUNICIPIO



QUERÉTARO  
CIUDAD DE TODOS

# INVENTARIO MUNICIPAL FORESTAL Y DE SUELOS - QUERÉTARO 2015

## MUNICIPIO DE QUERÉTARO

Centro Cívico de Querétaro  
Blvd. Bernardo Quintana 10000  
Fraccionamiento Centro Sur  
C.P. 76090, Querétaro, Querétaro.

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

Primera edición 2015

ISBN. Pendiente en Trámite

La cartografía presentada en forma digital en el disco anexo cumple con los estándares establecidos por el INEGI en materia de especificaciones técnicas, diccionarios de datos que rigen la representación de los elementos de la Carta de Recursos Forestales 1:20.000; así mismo, los metadatos presentados están apegados a la Norma Técnica Mexicana desarrollada para este tema.

Ésta (obra, programa o acción) es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los ingresos que aportan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de ésta (obra, programa o acción) con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de ésta (obra, programa o acción) deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente”.

# Contenido

## Presentación

- Comisión Nacional Forestal 08
- Presidente Municipal de Querétaro 09

## Capítulo 1: Marco Conceptual

### 1.1. ANTECEDENTES 13

- Inventarios Forestales en México 14
- Consideraciones de un Inventario Forestal y de Suelos 16

### 1.2. MARCO JURÍDICO 17

- Atribuciones a nivel municipal 18

### 1.3. METODOLOGÍA 19

- Integración de la cartografía forestal básica a escala 1:20,000 19
- Obtención de la información de campo 21
- Procesamiento y análisis de la información 21
- Base de datos 22
- Indicador de valor de importancia ecológico 23

### 1.4. OBJETIVOS 24

- Objetivo general 24
- Objetivos particulares 24
- Metas del Inventario Forestal y de Suelos del Municipio de Querétaro 25

## Capítulo 2: Marco Geográfico

### 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA 30

### 2.2 FISIOGRAFÍA 31

### 2.3 TOPOGRAFÍA 33

### 2.4 GEOLOGÍA 34

### 2.5 CLIMA 35

### 2.6 HIDROLOGÍA 38

### 2.7 SUELOS 39

### 2.8 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 40

### 2.9 FLORA 42

### 2.10 FAUNA 43

### 2.11 POBLACIÓN Y ECONOMÍA 44

## Capítulo 3: Resultados

		• Índice de Valor de Importancia Ecológico	74
		• Suelos	75
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS FORESTALES	49		
• Superficie forestal municipal	50		
• Estructura de los tipos de vegetación en el Municipio de Querétaro	51		
3.1.2 TIPOS DE VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO	53		
BOSQUE DE QUERCUS			
• Caracterización de la vegetación	53		
• Superficie	54		
• Estructura de la vegetación	55		
• Registro de especies	55		
• Uso de la vegetación	57		
• Regeneración de la masa forestal	58		
• Parámetros dasométricos	58		
• Estado de salud del arbolado	61		
• Índice de Valor de Importancia Ecológico	62		
• Suelos	62		
SELVA BAJA CADUCIFOLIA			
• Caracterización de la vegetación	64		
• Superficie	65		
• Estructura de la vegetación	66		
• Registro de especies	67		
• Uso de la vegetación	69		
• Regeneración de la masa forestal	70		
• Parámetros dasométricos	70		
• Estado de salud del arbolado	73		
		MATORRAL CRASICAULE	
		• Caracterización de la vegetación	77
		• Superficie	78
		• Estructura de la vegetación	79
		• Registro de especies	79
		• Uso de la vegetación	80
		• Regeneración de la masa forestal	81
		• Parámetros dasométricos	82
		• Estado de Salud del Arbolado	85
		• Índice de Valor de Importancia Ecológico	87
		• Suelos	87
		3.1.3 ZONAS NO FORESTALES	89
		• Caracterización	89
		• Superficie	90
		• Distribución en microcuencas	90
		3.2 MICROCUENCAS	91
		3.3 ZONIFICACIÓN FORESTAL	108
		• Metodología	108
		• Categorías	109
		• Zonificación forestal del Municipio de Querétaro	110

3.3.1 ZONAS DE CONSERVACIÓN	111	3.4.3 ZONAS DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	124
3.3.2 ZONAS DE PRODUCCIÓN	112	• Escenarios del Cambio Climático para el Estado de Querétaro	124
3.3.3 ZONAS DE RESTAURACIÓN	114	• Municipio de Querétaro: Cambio Climático y la Importancia de la Vegetación	125
3.4 SERVICIOS AMBIENTALES	115	<b>Capítulo 4 Conclusiones</b>	128
• Metodología	116	4.1 CONCLUSIONES	130
3.4.1 ZONAS DE SERVICIOS HIDROLÓGICOS	117	4.2 ANEXOS	134
3.4.2 ZONAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA Y BIODIVERSIDAD	118	4.2.1 USOS DE LAS ESPECIES	134
BOSQUE DE QUERCUS		4.2.2 ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO	140
• Índice de Shannon Wiener	118	4.2.3 CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	141
• Índice de Similitud de Sorensen	119	4.2.4 SUELOS	143
SELVA BAJA CADUCIFOLIA		Glosario	144
• Índice de Shannon Wiener	119	Bibliografía	146
• Índice de Similitud de Sorensen	119	Directorio	148
MATORRAL CRASICAULE			
• Índice de Shannon Wiener	120		
• Índice de Similitud de Sorensen	120		
• Zonas de Alta Biodiversidad	121		
• Captura de Carbono	122		

## Índice de Mapas

MAPA 1: MUNICIPIO DE QUERÉTARO	30
MAPA 2: FISIOGRAFÍA	31
MAPA 3: GEOLOGÍA	34
MAPA 4: CLIMAS	35
MAPA 5: HIDROLOGÍA DEL MUNICIPIO	38
MAPA 6: TIPOS DE SUELO EN EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	39
MAPA 7: ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	41
MAPA 8: TIPOS DE VEGETACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	51
MAPA 9: MICROCUENCAS EN EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	52
MAPA 10: DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN BOSQUE DE QUERCUS EN EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	54
MAPA 11: DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	65
MAPA 12: DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN MATORRAL CRASICAULE EN EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	78
MAPA 13: ZONAS NO FORESTALES PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	90
MAPA 14: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA 12HXCEK	91
MAPA 15: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA LA GOTERA	92
MAPA 16: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA EL NABO	93
MAPA 17: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA EL POTRERO	94
MAPA 18: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA TLACOTE EL BAJO	95
MAPA 19: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA SANTA MARÍA EL ZAPOTE	96
MAPA 20: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA SANTIAGO DE QUERÉTARO	97
MAPA 21: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA SANTA ROSA JAUREGUI	98
MAPA 22: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA SAN JOSÉ EL ALTO	99
MAPA 23: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA RANCHO MENCHACA	100
MAPA 24: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA LOS OLVERA	101
MAPA 25: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA LA SOLANA	102
MAPA 26: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA COLINAS DE SANTA CRUZ	103
MAPA 27: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA BUENAVISTA	104
MAPA 28: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA LA ESTACADA	105
MAPA 29: TIPO DE VEGETACIÓN PARA LA MICROCUENCA LA CAÑADA	106
MAPA 30: ZONIFICACIÓN FORESTAL DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	109
MAPA 31: ZONAS DE CONSERVACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	111
MAPA 32: ZONAS DE PRODUCCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	112
MAPA 33: ZONAS DE REFORESTACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	113
MAPA 34: SERVICIOS HIDROLÓGICOS PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	116
MAPA 35: ZONAS DE ALTA BIODIVERSIDAD PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	120
MAPA 36: DEGRADACIÓN DEL SUELO	141

## Índice de Figuras

FIGURA 1.1: FORMA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO SECUNDARIAS (UMS) O SITIOS DENTRO DE LA UNIDAD PRIMARIA (UPM) O CONGLOMERADO	21
FIGURA 1.2: CLIENTE DE CAPTURA	22

FIGURA 3.1: PROPORCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN EN LA SUPERFICIE FORESTAL	52
FIGURA 3.2: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO ARBOLADO	56
FIGURA 3.3: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO ARBUSTIVO	56
FIGURA 3.4: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO HERBÁCEO	56
FIGURA 3.5: NÚMERO DE ESPECIES POR TIPO DE USO	57
FIGURA 3.6: FRECUENCIA POR CLASE DE ALTURA EN EL REPOBLADO	58
FIGURA 3.7: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA POR CLASE DE ALTURA	58
FIGURA 3.8: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS POR CLASE DIAMÉTRICA	59
FIGURA 3.9: PROPORCIÓN DE DAÑO POR AGENTE CAUSAL	61
FIGURA 3.10: INTENSIDAD DE DAÑO POR AGENTE CAUSAL	61
FIGURA 3.11: CATEGORÍAS DE USO DEL SUELO	62
FIGURA 3.12: TIPOS DE DEGRADACIÓN	63
FIGURA 3.13: IMPACTOS AMBIENTALES	63
FIGURA 3.14: SUPERFICIE DE VEGETACIÓN POR ESTRATO	66
FIGURA 3.15: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO ARBÓREO	67
FIGURA 3.16: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO ARBUSTIVO	68
FIGURA 3.17: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO HERBÁCEO	68
FIGURA 3.18: NÚMERO DE ESPECIES POR TIPO DE USO	69
FIGURA 3.19: DISTRIBUCIÓN DE INDIVIDUOS POR CLASES DE ALTURA EN EL REPOBLADO	70
FIGURA 3.20: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS CLASES DE ALTURA (METROS)	70
FIGURA 3.21: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CLASES DIAMÉTRICAS (CENTÍMETROS)	71
FIGURA 3.22: PROPORCIÓN DE DAÑO POR TIPO DE AGENTE	73
FIGURA 3.23: INTENSIDAD DE DAÑO POR TIPO DE AGENTE	74
FIGURA 3.24: CATEGORÍAS DE USO DEL SUELO	75
FIGURA 3.25: TIPOS DE DEGRADACIÓN	76
FIGURA 3.26: IMPACTOS AMBIENTALES	76
FIGURA 3.27: SUPERFICIES DE VEGETACIÓN POR ESTRATO	79
FIGURA 3.28: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO ARBÓREO	79
FIGURA 3.29: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO ARBUSTIVO	80
FIGURA 3.30: ESPECIES REPRESENTATIVAS DEL ESTRATO HERBÁCEO	80
FIGURA 3.31: PRINCIPALES USOS DE PLANTAS EN MATORRAL	81
FIGURA 3.32: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS POR CLASES DE ALTURA EN REPOBLADO	81
FIGURA 3.33: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS POR CLASE DE ALTURA (METROS)	83
FIGURA 3.34: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS POR CLASE DIAMÉTRICA (CENTÍMETROS)	83
FIGURA 3.35: PROPORCIÓN DE DAÑOS POR TIPO DE AGENTE	86
FIGURA 3.36: INTENSIDAD DE DAÑO POR TIPO DE AGENTE	86
FIGURA 3.37: CATEGORÍAS DE USO DEL SUELO	87
FIGURA 3.38: TIPOS DE DEGRADACIÓN	88
FIGURA 3.39: IMPACTOS AMBIENTALES	88
FIGURA 3.40: PROPORCIÓN DE DAÑOS EN VEGETACIÓN, SUELO Y AGUA POR AGENTE CAUSAL	121

## Índice de Tablas

TABLA 1.1: LEYENDA UTILIZADA EN CARTOGRAFÍA	20	TABLA 3.39: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA RANCHO MENCHACA	100
TABLA 2.1: COLINDANCIAS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	30	TABLA 3.40: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA LOS OLVERA	101
TABLA 2.2: FISIOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	31	TABLA 3.41: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA LOS OLVERA	101
TABLA 2.3: PRINCIPALES ELEVACIONES DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	32	TABLA 3.42: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA LA SOLANA	102
TABLA 2.4: HIDROGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	38	TABLA 3.43: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA LA SOLANA	102
TABLA 3.1: SUPERFICIE (HA) DE ÁREAS FORESTALES Y NO FORESTALES	50	TABLA 3.44: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA COLINAS DE SANTA CRUZ	103
TABLA 3.2: DESCRIPCIÓN DE ALTURA (METROS)	51	TABLA 3.45: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA COLINAS DE SANTA CRUZ	103
TABLA 3.3: DESCRIPCIÓN DE DIÁMETROS (CENTÍMETROS)	59	TABLA 3.46: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA BUENAVISTA	104
TABLA 3.4: INDICADORES DASOMÉTRICOS (NÚMERO DE ÁRBOLES, ÁREA BASAL, VOLUMEN Y COBERTURA DE COPA POR HA)	59	TABLA 3.47: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA BUENAVISTA	104
TABLA 3.5: ESTIMADORES PUNTUALES	60	TABLA 3.48: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA LA ESTACADA	105
TABLA 3.6: EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS (m <sup>3</sup> ) POR ESPECIE	60	TABLA 3.49: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA LA ESTACADA	105
TABLA 3.7: ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN BQ	62	TABLA 3.50: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA LA CAÑADA	106
TABLA 3.8: DISTRIBUCIÓN DE ALTURAS EN METROS	70	TABLA 3.51: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA LA CAÑADA	106
TABLA 3.9: DISTRIBUCIÓN DE DIÁMETROS (CENTÍMETROS)	71	TABLA 3.52: SUPERFICIES DE ZONIFICACIÓN FORESTAL PARA EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO	109
TABLA 3.10: INDICADORES DASOMÉTRICOS (NÚMERO DE ÁRBOLES, ÁREA BASAL, VOLUMEN Y COBERTURA DE COPA POR HA)	71	TABLA 3.53: ZONIFICACIÓN FORESTAL POR TIPOS DE VEGETACIÓN	110
TABLA 3.11: ESTIMADORES PUNTUALES	72	TABLA 3.54: SIMBOLOGÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN FORESTAL –CONSERVACIÓN	110
TABLA 3.12: EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS (m <sup>3</sup> ) POR GÉNERO	72	TABLA 3.55: SIMBOLOGÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN FORESTAL –PRODUCCIÓN	111
TABLA 3.13: ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN SBC	75	TABLA 3.56: SIMBOLOGÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN FORESTAL –RESTAURACIÓN	113
TABLA 3.14: DESCRIPCIÓN DE ALTURAS (METROS)	82	TABLA 3.57: CLASIFICACIÓN Y TASA DE INFILTRACIÓN	117
TABLA 3.15: DESCRIPCIÓN DE DIÁMETROS (METROS)	83	TABLA 3.58: SIMILITUD DE ESPECIES ENTRE MICROCUENCAS DE BOSQUE DE <i>QUERCUS</i>	118
TABLA 3.16: INDICADORES DASOMÉTRICOS (NÚMERO DE ÁRBOLES, ÁREA BASAL, VOLUMEN Y COBERTURA DE COPA POR HA)	83	TABLA 3.59: SIMILITUD DE ESPECIES ENTRE MICROCUENCAS DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	119
TABLA 3.17: ESTIMADORES PUNTUALES	84	TABLA 3.60: SIMILITUD DE ESPECIES ENTRE MICROCUENCAS DE MATORRAL CRASICAULE	119
TABLA 3.18: EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS (m <sup>3</sup> ) POR GÉNERO	85	TABLA 4.1: USO DE LAS ESPECIES	132
TABLA 3.19: ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN MC	87	TABLA 4.2: ESPECIES EN CATEGORÍA DE RIESGO	138
		TABLA 4.3: DEGRADACIÓN DEL SUELO	141
TABLA 3.20: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA 12HxCEK	91		
TABLA 3.21: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA 12HxCEK	91		
TABLA 3.22: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA LA GOTERA	92		
TABLA 3.23: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA LA GOTERA	92		
TABLA 3.24: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA EL NABO	93		
TABLA 3.25: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA EL NABO	93		
TABLA 3.26: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA EL POTRERO	94		
TABLA 3.27: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA EL POTRERO	94		
TABLA 3.28: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA TLACOTE EL BAJO	95		
TABLA 3.29: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA TLACOTE EL BAJO	95		
TABLA 3.30: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SANTA MARÍA EL ZAPOTE	96		
TABLA 3.31: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA SANTA MARÍA EL ZAPOTE	96		
TABLA 3.32: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SANTIAGO DE QUERÉTARO	97		
TABLA 3.33: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA SANTIAGO DE QUERÉTARO	97		
TABLA 3.34: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SANTA ROSA JÁUREGUI	98		
TABLA 3.35: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA SANTA ROSA JÁUREGUI	98		
TABLA 3.36: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA SAN JOSÉ EL ALTO	99		
TABLA 3.37: INDICADORES DASOMÉTRICOS EN LA MICROCUENCA SAN JOSÉ EL ALTO	99		
TABLA 3.38: SUPERFICIE DE LOS USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA MICROCUENCA RANCHO MENCHACA	100		

## Comisión Nacional Forestal

---

De conformidad con lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los Inventarios Municipales Forestales se deben de elaborar de acuerdo con la metodología de los Inventarios Estatales, y estos a su vez, con base en la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

El Inventario Municipal Forestal y de Suelos del municipio de Querétaro, que hoy se presenta es el primero a una escala 1:20,000 que cumple con esta característica. Este inventario además de ser un activo de información para la gestión de los recursos forestales del municipio, representa el último eslabón de tres niveles de Inventarios Forestales en México, lo que permite hacer realidad la aspiración de contar en el sector forestal con inventarios multiescalables, complementarios y compatibles.

Este esfuerzo se suma a la voluntad del Gobierno Federal para integrar los treinta y dos Inventarios Estatales, mismos que fueron concluidos en los primeros dos años de la presente administración y ahora, como elemento adicional, se cuenta con el primer inventario forestal de escala municipal.

La relevancia de esta complementariedad radica en que la información de cada inventario utiliza la colectada en los niveles previos, lo que representa una mejora significativa en la precisión y en la escala de los resultados.

La aportación más significativa de este esfuerzo es que constituye un ejemplo de coordinación y suma de los tres niveles de gobierno en el compromiso de proveer al país de mayor y mejor información para la toma de decisiones, considerando que el sector forestal juega un papel cada vez más importante en la mejora de la calidad de vida de la población a través de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos.

**Jorge Rescala Pérez**  
Director General de la CONAFOR

## Municipio de Querétaro

---

Estimados ciudadanos de Querétaro.

El Municipio de Querétaro está viviendo un amplio y profundo proceso de transformación y crecimiento, que si bien ha detonado una mejora económica de su población, también nos presenta el reto de llevar a cabo prácticas sostenibles, que nos permitan disfrutar de esta prosperidad no solo a nosotros, sino a las generaciones por venir.

Para mi gobierno, la protección del ambiente y la planeación a largo plazo, son dos elementos vitales para una ciudad sustentable, por eso como claramente lo establece el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 en su eje 3, denominado “Ciudad Compacta”, en mi administración tenemos como objetivo sentar las bases normativas de planeación y ordenamiento territorial, para lograr un modelo de ciudad compacta y sustentable con un enfoque metropolitano.

Por esta razón considero de gran importancia contar con un inventario forestal, que sea punta de lanza en la planeación de nuestras políticas públicas, encaminadas a la protección del ambiente y a la lucha en contra del fenómeno del cambio climático.

Este Inventario Municipal Forestal y de Suelos del Municipio de Querétaro, es el primero en su tipo a nivel nacional y constituye un instrumento de suma importancia, para ubicar de manera sistemática los bienes y servicios forestales con los que contamos. Con esto tendremos mayor certidumbre

sobre las tendencias y los cambios en los principales parámetros dasonómicos y ambientales de los ecosistemas forestales locales, estableciendo la línea base para otros estudios vinculados con el medio ambiente, como por ejemplo la adaptación y mitigación del cambio climático.

Me permito expresar nuestra gratitud hacia la CONAFOR, por apostar a que el municipio de Querétaro fuera el primero a nivel nacional en tener un Inventario Municipal Forestal. También agradezco de manera especial a la Universidad Autónoma de Querétaro, por aportar su invaluable conocimiento y experiencia técnica, en la elaboración de este documento.

Estamos seguros que este Primer Inventario Municipal Forestal, contribuirá a mejorar nuestra gestión ambiental, como un instrumento de política pública que soporte la toma de las mejores decisiones para proteger, restaurar, conservar y aprovechar de manera ordenada y sostenida, los ecosistemas forestales municipales en bien del medio ambiente, pero sobre todo, de los habitantes de Querétaro, para que nuestra ciudad siga siendo la “Ciudad de Todos”.

**Atentamente**

**“Ciudad de Todos”**

**Lic. Marcos Aguilar Vega**  
Presidente Municipal

N



E

S

20°35'15.8"N 100°45'30.2"W



# CAPÍTULO I

## Marco Conceptual

---

EL INVENTARIO MUNICIPAL FORESTAL Y DE SUELOS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO (IMFSMQ), ES UN INSTRUMENTO DE POLÍTICA EN MATERIA FORESTAL QUE CONTIENE INFORMACIÓN SOBRE LA CUANTIFICACIÓN, UBICACIÓN, CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RECURSOS FORESTALES EN EL MUNICIPIO.

---

20°35'15.8"N 100°45'30.2"O

W

E

N

S

Lince (*Lynx rufus*) en el cerro El Cimatario

# 1.1 Antecedentes

**E**n México existen todos los tipos de vegetación terrestre conocidos y en conjunto ocupan una superficie cercana a 140 millones de hectáreas, que representan 73 % de la superficie total del país. De esta superficie, la vegetación más representativa por su extensión territorial son los matorrales xerófilos (41 %), los bosques templados (24 %) y los bosques tropicales (23 %) (INFyS, 2009). Estos recursos forestales nos brindan invaluables servicios ambientales como el almacenamiento de dióxido de carbono, filtración de agua hacia el subsuelo y la mitigación de los efectos del cambio climático.

Además dan sustento de manera directa a 13 millones de

mexicanos, la mayoría en condiciones de alta marginación (INFyS, 2009).

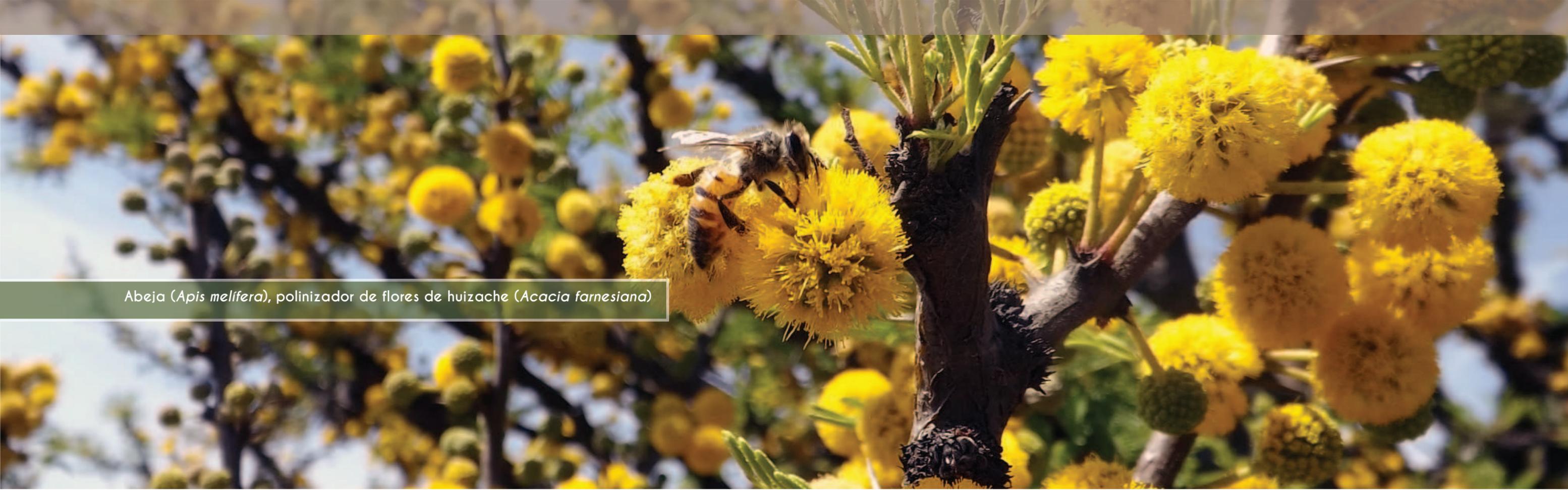
La preservación de nuestros recursos naturales, en especial de los bosques templados y tropicales, es requisito indispensable para el desarrollo forestal sustentable. La problemática es compleja porque se debe impulsar la productividad de las zonas forestales, a fin de elevar la calidad de vida de las poblaciones marginadas y al mismo tiempo preservar nuestro patrimonio natural para el usufructo de las generaciones venideras.

Ante esto, el Inventario Forestal y de Suelos es una herramienta técnica de invaluable utilidad, ya que provee información sobre la cantidad, ubicación y la calidad de los recursos forestales.

Lo anterior permite plantear estrategias concretas para el manejo, aprovechamiento, conservación y restauración forestal, así como la planeación urbanística.

## CAPÍTULO I

### Marco Conceptual



Abeja (*Apis mellifera*), polinizador de flores de huizache (*Acacia farnesiana*)



Ave rapaz queretana (*Caracara cheriwey*)



Fruto de Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)

## Inventarios Forestales en México

En México se tienen registros históricos 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 (1961- 1985)
2. Inventario Nacional Forestal de Gran Visión (1991)
3. Inventario Nacional Forestal Periódico (1992-1994)
4. Inventario Nacional Forestal (2000)
5. Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2004-2009)

El Primer Inventario Nacional Forestal (1961-1985) concentró el esfuerzo de muestreo en las zonas maderables del norte del país con mayor valor comercial (SARH, 1994; Caballero, 1998). Sin embargo, el inventario no reflejaba la realidad de los recursos forestales debido a este sesgo en el muestreo, lo cual se vio agravado por el tiempo que tardó en terminarse, sobre todo por que la transformación de los ecosistemas es muy dinámica (Caballero, 1998; SEMARNAT, 2002).

El Inventario Nacional Forestal de Gran Visión (1991) actualizó la información sobre los recursos forestales en el país (SARH, 1992; SEMARNAT, 2002; Red de Monitoreo y Políticas Públicas, 2006). En este inventario se integró la información de los recursos forestales a escala nacional, detallando vegetación forestal y vegetación no forestal (SEMARNAT, 2005).

El trabajo realizado en 1991 sirvió de base para el Inventario Nacional Forestal Periódico (1992-1994). La finalidad de este proyecto fue detallar y actualizar la información de forma permanente y zonificar las áreas forestales de acuerdo a su funcionalidad (SEMARNAT, 2005).

El cuarto Inventario Nacional Forestal (2000) se considera un inventario inconcluso, ya que sólo se completó la etapa relacionada con la elaboración de cartografía. La fase de trabajo en campo y las evaluaciones dasométricas no fueron realizadas (SEMARNAT, 2002). Se publicaron resultados parciales y se obtuvo la carta de vegetación y uso del suelo a escala 1:250,000, sin embargo no fue validada (Red de Monitoreo de Políticas Públicas, 2006).

Potencial de valor escénico de zonas forestales en el Municipio. "Parque Nacional El Cimatario"

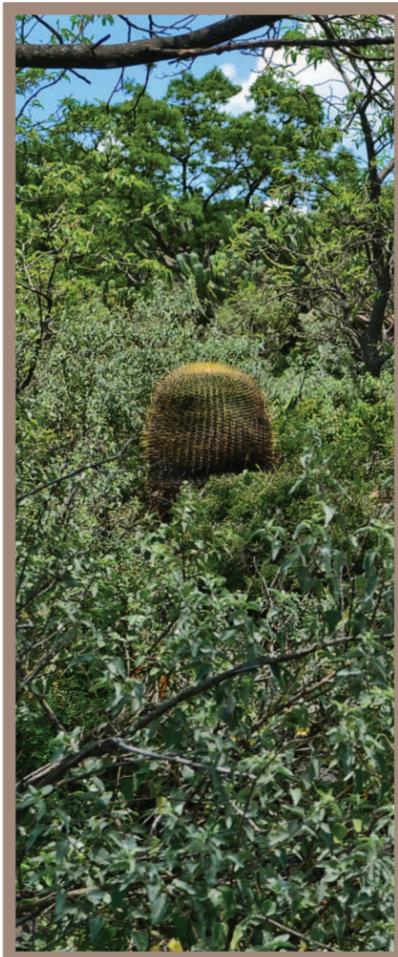


C-I

La necesidad de información sobre variables no maderables como suelo, estado de conservación y salud del bosque, recreación, vida silvestre, valores escénicos, entre otras, motivaron el impulso de inventarios integrados o multirecursos. Es así como surge el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2004–2009), el cual incluye dos componentes complementarios: el inventario de los recursos forestales como tal y el estudio satelital anual del Índice de Cobertura Forestal, enfocado a cuantificar los cambios en la cobertura forestal nacional (CONAFOR, 2012).

En general, los cambios en las metodologías, financiamiento y el desarrollo tecnológico en los sistemas de monitoreo que han existido entre inventarios, limita enormemente la comparación entre sus resultados y la actualización de la información. No obstante, las nuevas herramientas cartográficas, computacionales y estadísticas alcanzadas en la actualidad, han permitido la consolidación de una metodología estable validada, lo que permitirá la reducción de los errores de muestreo, mayor detalle y calidad de la información y la comparación entre los resultados de los inventarios futuros.

LA NECESIDAD DE OBTENER INFORMACIÓN SOBRE VARIABLES NO MADERABLES COMO SUELO, ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SALUD DEL BOSQUE, RECREACIÓN, VIDA SILVESTRE, VALORES ESCÉNICOS, ENTRE OTRAS, IMPULSA A REALIZAR INVENTARIOS INTEGRADOS O MULTIRECURSOS.



Inflorescencia de Palo de arco (*Lysiloma microphylla*)

## Consideraciones de un Inventario Municipal Forestal y de Suelos

El Inventario es un instrumento de planeación con una metodología para su elaboración establecida bajo criterios técnicos, que sirve de apoyo al municipio para la toma de decisiones, indicando las áreas sujetas a protección o restauración.

Se debe enfatizar que el Inventario Forestal se proyectó en el Municipio de Querétaro como un sistema de monitoreo y evaluación detallado con una escala adecuada. A la fecha existen estudios dasométricos para manejo forestal en el estado de Querétaro, donde se propone el muestreo por conglomerados (IEFySQ, 2009; INFyS, 2004–2009). Debido a la escala en que se realizaron estos estudios, el análisis se enfocó en zonas de mayor cobertura forestal como los Municipios que conforman la Sierra Gorda, por lo que no se obtuvo una resolución adecuada para aquellos que comprenden la zona metropolitana. Debido a lo anterior, se considera importante establecer un procedimiento de análisis de datos para estos Municipios, pues el uso incorrecto de los estimadores forestales puede producir subestimaciones o sobrestimaciones del área basal, volumen y demás variables, además de que agregan costos al trabajo de campo.

## 1.2 Marco Jurídico

**E**l Derecho Humano a un ambiente sano es de categoría universal. En consecuencia, se encuentra plasmado en el cuerpo normativo internacional y es vinculante al sistema jurídico mexicano. De manera jerárquica dentro de la normatividad del Derecho Mexicano, el Derecho Humano a un ambiente sano se encuentra en primer nivel en el artículo 4 y 27 de la Constitución. De forma general, en ambos artículos se advierte que el Estado es el garante de proveer, conservar, gestionar y proteger el ambiente, de manera que se logre una paridad entre el desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales de los cuales este mismo desarrollo depende.

En un segundo nivel se encuentra la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Esta ley reparte competencias entre la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios para que de esta manera se delimiten las atribuciones correspondientes a ejercer en materia de protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

En tercer nivel se encuentra la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la cual encuadra las competencias respecto a la regulación, aprovechamiento, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Así mismo considera la distribución de las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Derivado de esto se han creado dentro del marco normativo mexicano una serie de instrumentos de política ambiental que crean las bases para que converjan las tareas de conservación y desarrollo. En este mismo tenor se han creado diversos programas nacionales para la conservación y gestión de estos recursos tales como el Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018) o el Plan Estratégico Forestal para México 2025. De esta forma y de acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su artículo 35 fracción tercera, se cuenta con el Inventario Nacional Forestal y de Suelos como uno de los instrumentos de la política nacional en materia forestal.



Fraccionamiento Huertas la Joya, Tlacote el Bajo

---

EN MATERIA DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL, LA META ES LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN, LA PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN EL MUNICIPIO Y SU ENTORNO.

---

## Atribuciones a nivel municipal

El 20 de mayo del año 2013 la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable experimenta una reforma en su artículo 15 fracción V, en la cual se establece que es atribución de los Municipios: "Elaborar, monitorear y mantener actualizado el Inventario Municipal Forestal y de Suelos, bajo los principios, criterios y lineamientos que se establezcan para el Inventario Estatal Forestal y de Suelos e incorporar su contenido al Sistema Estatal de Información Forestal".

Además, el Plan Municipal de Desarrollo 2012-2015 en Querétaro establece cinco Ejes de Desarrollo que conducirán el quehacer de la administración municipal durante este período. La sustentabilidad ambiental es el segundo de esos cinco ejes, en donde la meta final es la de contribuir a la prevención, mitigación y control de la contaminación, así como a la protección y restauración del medio ambiente en el Municipio y su entorno.





## 1.3 Metodología

Para el levantamiento del Inventario Municipal Forestal y de Suelos del Municipio de Querétaro (IMFSMQ) se estableció un diseño de muestreo anidado con la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) y el Inventario Estatal Forestal y de Suelos (IEFyS), con la intención de homogenizar y hacer compatibles los datos nacionales y estatales con el nivel municipal, manteniendo la continuidad en el levantamiento, integración, sistematización y procesamiento de la información.

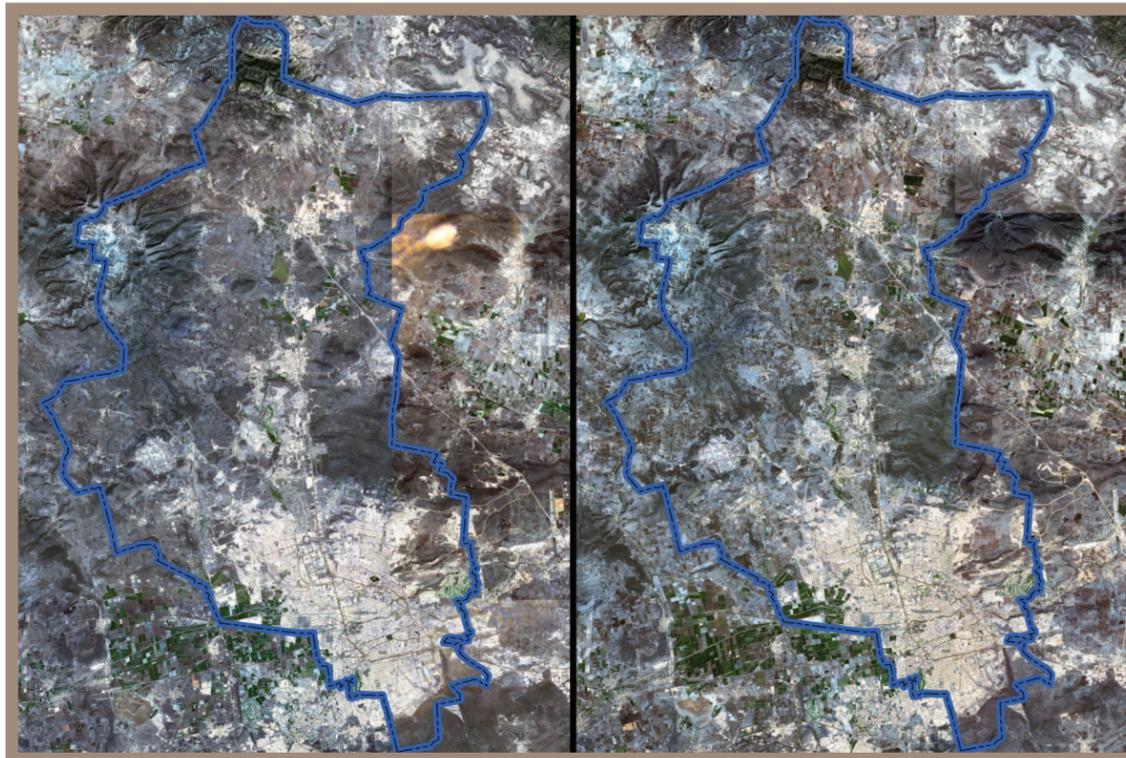
### Integración de la cartografía forestal básica a escala 1:20 000

Para la actualización de los recursos forestales se utilizaron imágenes de satélite con resolución espacial de 5 m, mismas que permitieron generar información sobre la cobertura del suelo a escala 1:20 000. Esta información se derivó de la metodología de clasificación supervisada en ArcGis, y se aplicó en imágenes de satélite de la constelación Rapid Eye obtenidas en los años 2013 y 2014. La metodología ofreció un detalle de resolución espacial de 0.05 hectáreas como unidad mínima cartografiada y una referencia de los recursos forestales con mayor detalle.

La información obtenida permitirá la planificación y manejo sustentable en cada microcuenca, para de esta forma evitar la sobreexplotación y la degradación de los ecosistemas. La cartografía presentada en este documento se realizó por el área cartográfica del proyecto en la Universidad Autónoma de Querétaro. La cartografía 1:20 000 cumple con los estándares establecidos por el INEGI.

Tabla 1.1 Leyenda utilizada en Cartografía

Ecosistema	Formación	Tipo de vegetación serie V	Clave serie V
<b>Bosque</b>	Latifoliadas	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i>	VSa/BQ
<b>Selvas</b>	Selvas bajas	Selva Baja Caducifolia	SBC
		Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	VSa/SBC
<b>Marorral xerófilo</b>	Zonas áridas	Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Crasicaule	VSa/MC
		Vegetación secundaria herbácea de Matorral Crasicaule	VSh/MC
<b>Áreas no forestales</b>		Desprovisto de vegetación	ADV
		Agricultura temporal	T
		Agricultura de riego	R
		Pastizal inducido	PI
		Bosque inducido	BI
		Asentamiento Humano	AH
		Cuerpo de agua	H <sub>2</sub> O



Imágenes Rapid Eye

2013

2014

EL MUESTREO DE CONGLOMERADOS, ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN SE REALIZÓ POR EL ÀREA DE CARTOGRAFÍA DEL PROYECTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

Información básica:

1. Imágenes Rapid Eye.
2. Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie V (2011) del INEGI.
3. Cartas topográficas F14C55b, F14C55c, F14C56a, F14C55d, F14C55e, F14C55f, F14C65a, F14C65b, F14C65c, F14C65e, F14C65f y F14C66d.
4. Información obtenida en campo del INFYS y del remuestreo del mismo. Información del IEFYS Querétaro y de los conglomerados del IMSFMQ levantados en campo.

En cuanto a la validación y precisión temática, la cartografía del IMFSMQ ofrece un grado de asertividad de 0.69 según el coeficiente kappa (medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos) lo cual significa que la fuerza de concordancia es buena e indica confianza en la información generada para el lector. Además, el modelo de representación temática con elementos adicionales tomados de la carta 1:20 000 pudieran considerarse para la toma de decisiones en materia jurídica ambiental.



## Obtención de la información de campo

En concordancia con el IEFySQ, se utilizó un muestreo estratificado sistemático por conglomerados. Dichos conglomerados consisten en una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio), con cuatro unidades de muestreo secundarias, dentro de las cuales se realizan las mediciones y observaciones (Figura 1.1). Para este inventario municipal se levantaron 126 conglomerados.

En el sitio de 400 m<sup>2</sup> se midió y registraron los árboles con diámetro normal igual o mayor a 7.5 cm. También se levantaron los datos del suelo. En el sitio de 12.56 m<sup>2</sup> se midió y registró, por género, la frecuencia y variables cualitativas del repoblado, cuyas plantas o árboles pequeños tuvieran como mínimo 25 cm de altura, pero con diámetro normal menor a 7.5 cm. También se registraron los arbustos representativos de comunidades áridas y semiáridas, e incluso especies invasoras. En el sitio de 1 m<sup>2</sup> se midieron las plantas herbáceas, helechos, musgos, líquenes y otras características de la superficie del suelo presentes en el substrato.

## Procesamiento y análisis de la información

El muestreo de conglomerados, análisis y procesamiento de la información se realizó por la Universidad Autónoma de Querétaro, contratada por la administración del Municipio de Querétaro (2012-2015), con personal calificado para integrar las cuadrillas de campo. Durante el procesamiento de la información se aplicaron procesos de depuración para reducir el error de estimación final. Consultar *anexo 3* para mayor información.

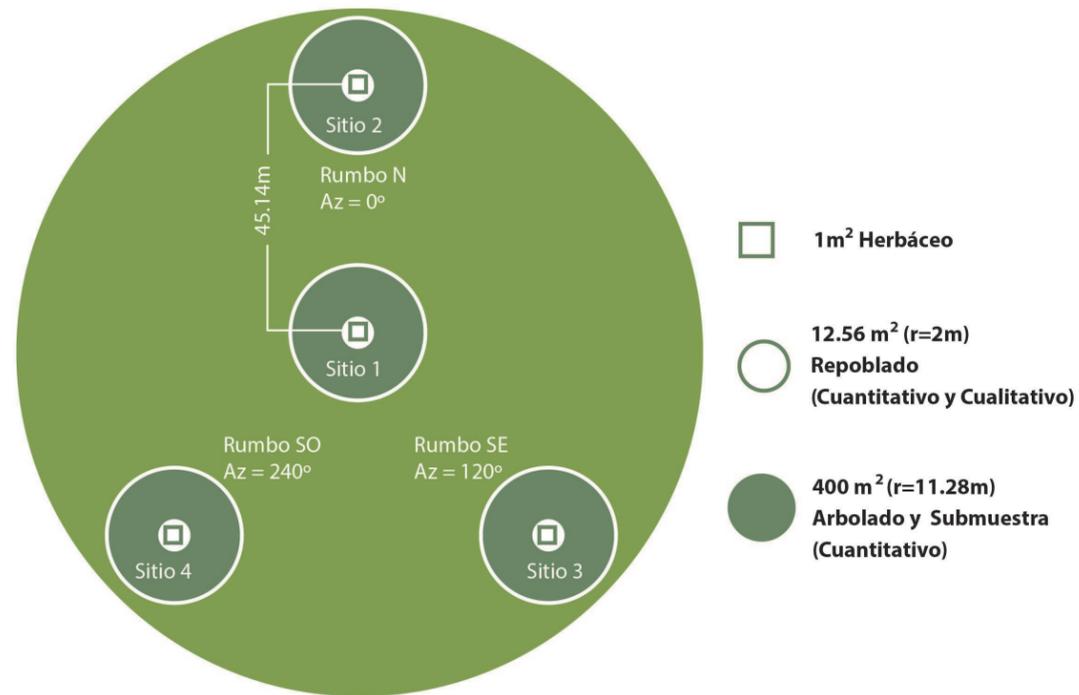


Figura 1.1 Forma y distribución de las unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios dentro de la unidad primaria (UPM) o conglomerado



## Base de datos

La base de datos del IMFSMQ es la fuente de información primaria para reportar estadísticas de la condición forestal de los ecosistemas del Municipio. Su diseño y estructura están basados en un modelo conceptual de Entidad-Relación, la cual permite mantener una independencia lógica y física de los datos. Además 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.

Los datos levantados en campo fueron capturados mediante una aplicación de Microsoft Access llamada "Cliente de captura" (Figura 1.2). Esta aplicación contiene un módulo de captura para el formato de diferentes tipos de vegetación que permite agregar la información de los conglomerados, editarlos o eliminarlos. Los formatos con la información capturada se pueden visualizar o imprimir.

Finalmente, la información de los conglomerados aprobados es enviada a un sistema de administración de bases de datos relacionales Microsoft SQL Server, donde se concentra, gestiona y almacena la base de datos del IMFSMQ, para su mantenimiento y explotación. Con el fin de filtrar los errores e inconsistencias que no se detectaron en la primera fase de revisión, esta aplicación realiza una auditoría de calidad a la información enviada.



FORMATOS DE CAMPO	CAPTURA EN ACCESS	CONTROL DE CALIDAD	BD IMFSMQ
			

Figura 1.2 Cliente de captura

## Indicador de valor de importancia ecológico

La diversidad y composición florística son de los atributos más importantes de una comunidad vegetal. Esta se detalla tomando en cuenta la densidad, dominancia y frecuencia de las especies (Loza *et al.*, 2010).

Para la vegetación del Municipio de Querétaro se propuso el análisis de Índice de Valor de Importancia (IVI).

Es un índice sintético estructural, desarrollado para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados (Zarco-Espinosa *et al.*, 2010), ya que permite comparar el peso ecológico de cada especie en una formación vegetal (Alvis-Gordo, 2009). El IVI sólo aplica a especies arbóreas o arbustivas cuyos individuos pueden ser contabilizados y que presentan un tronco definido (Ramírez, 2006).

Comprende las tres variables siguientes:

Densidad: se refiere al número de individuos por unidad de superficie. La densidad relativa corresponde a la porción de individuos de una especie respecto al total de la muestra.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Dominancia: es la suma de las áreas del tronco determinadas a la altura del pecho. Se expresa en unidad de superficie y refleja la biomasa (área basal, cobertura) o el volumen de madera.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Para obtener del área basal (AB) a partir de diámetro a la altura del pecho (DAP) se utiliza la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

Frecuencia: Es el número de parcelas en que aparece una especie, en relación al total de parcelas inventariadas.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

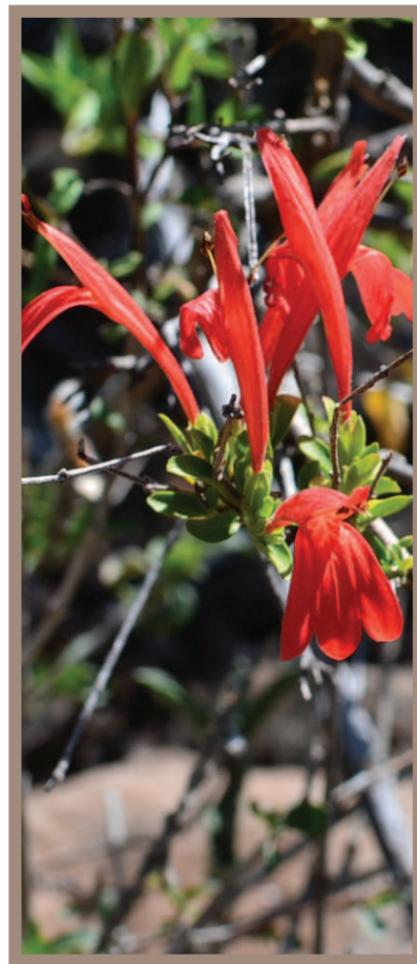
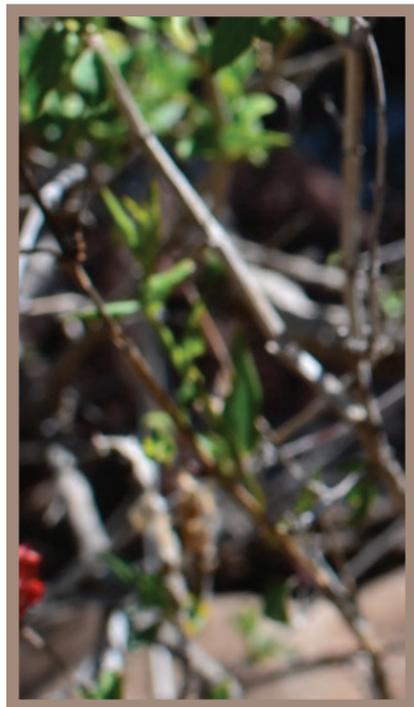
Donde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios donde se representa la especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}}$$

Durante el muestreo no se obtuvieron datos del DAP para todos los individuos de cactáceas, solo para aquellos con fuste definido a 1.3 m de altura. Debido a que en las vegetaciones del Municipio la mayoría de estas especies no presentan esta característica, se adaptó la metodología y a partir del diámetro de copa y la altura se obtuvo el área basal aproximada para calcular su dominancia absoluta.



C-1



## 1.4 Objetivos

**E**l Inventario Municipal Forestal y de Suelos del Municipio de Querétaro establece los siguientes objetivos:

### Objetivo General

Generar información cartográfica y estadística de calidad sobre los recursos forestales y los tipos de suelos del Municipio de Querétaro, para apoyar el diseño de políticas de desarrollo sustentable del Municipio.

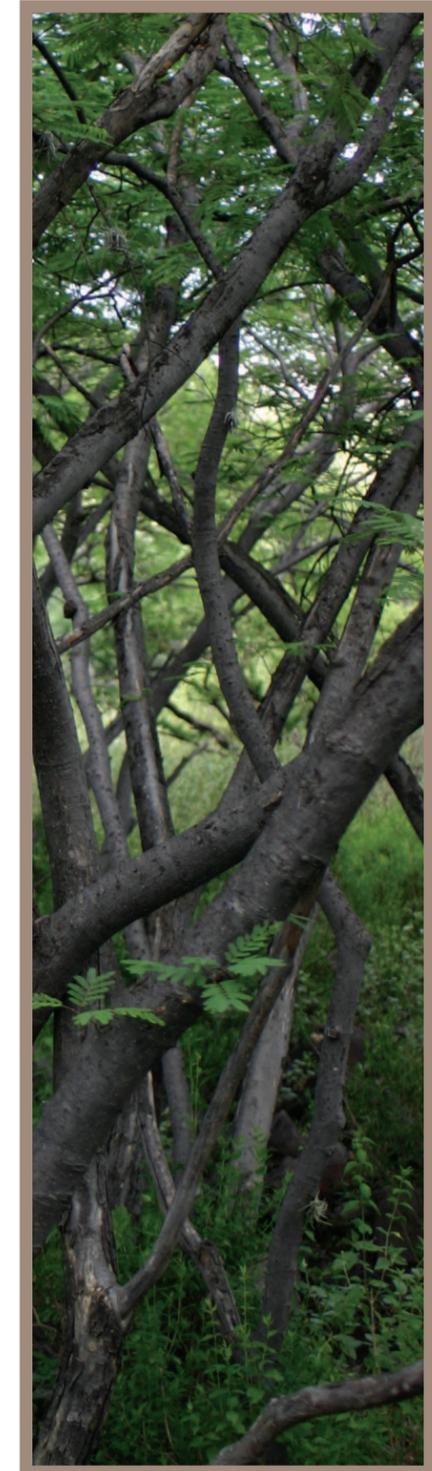
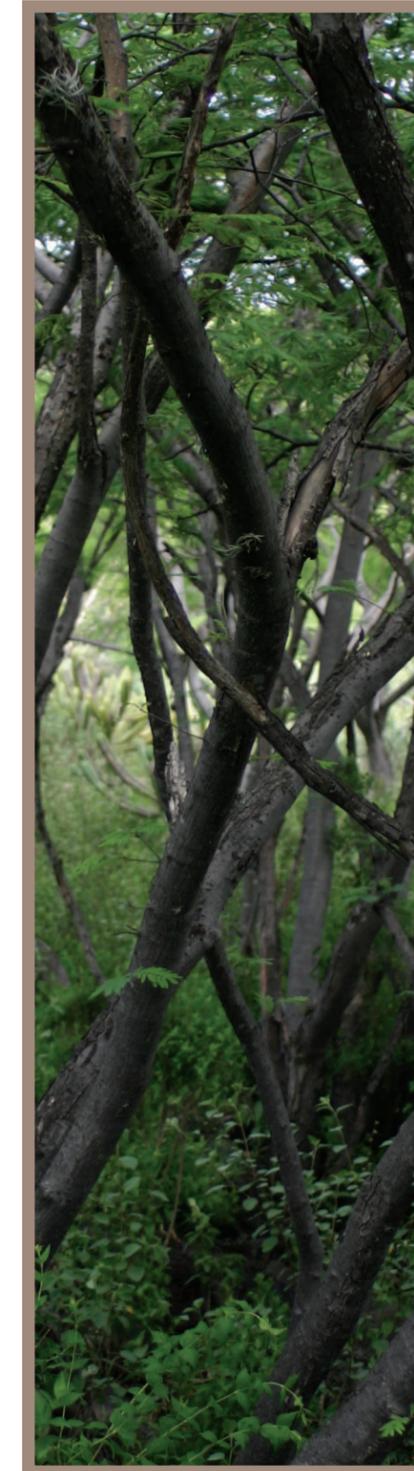
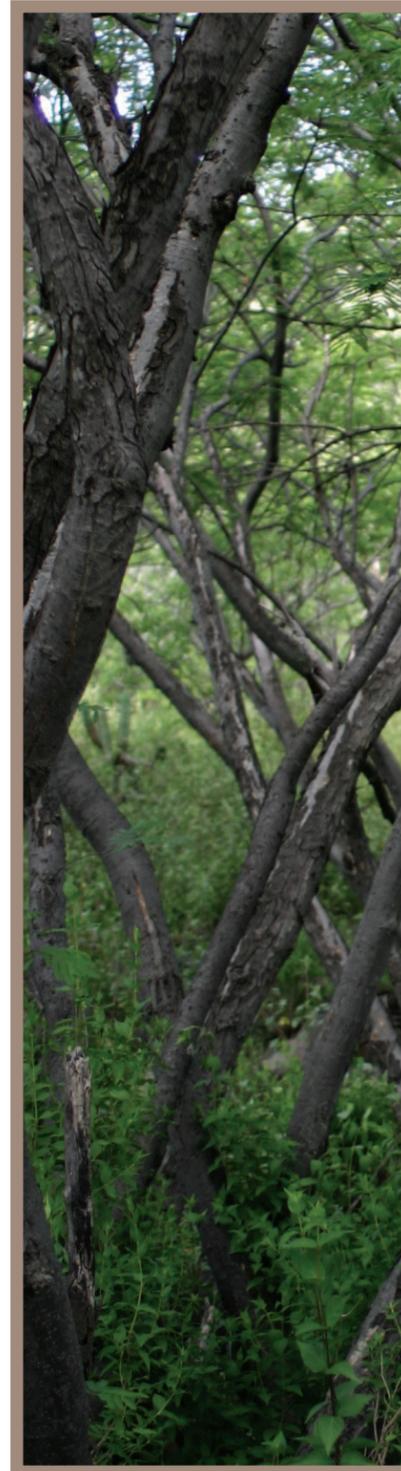
### Objetivos particulares

- Cuantificar los recursos forestales del Municipio.
- Estimar la dinámica de cambio de la vegetación forestal.
- Presentar los tipos de vegetación forestal y de suelos.
- Presentar indicadores de la degradación de los ecosistemas.
- Diseñar y ejecutar el muestreo dasonómico del Municipio para fortalecer a los Inventarios Estatales.
- Definir las zonas que generan servicios ambientales, tales como: servicios hidrológicos (captación, infiltración y provisión de agua); conservación ecológica y biodiversidad, y mitigación de los efectos del cambio climático.

## Metas del Inventario Municipal Forestal y de Suelos del Municipio de Querétaro

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

- Contar con información confiable para la elaboración y seguimiento de los programas municipales forestales.
- Establecer políticas y acciones que permitan conservar y aumentar la cantidad y calidad de los recursos forestales.
- Satisfacer las necesidades de información de organismos municipales, estatales, nacionales e internacionales.
- Conocer la existencia actual de madera en los bosques y selvas, sus tasas de crecimiento e incremento, situación de salud y tendencias futuras.
- 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 microcuencas hidrográficas y regulación del uso del suelo.



## Flores de membrillo (*Amelanchier denticulata*)

APOYAR EL ESTABLECIMIENTO Y EL MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES, YA SEAN PROTEGIDAS O NO, QUE REQUIEREN ATENCIÓN ESPECIAL.

- 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.
- Establecer un registro de datos históricos de la vegetación para la toma de decisiones futuras.
- Contribuir al fortalecimiento de los Inventarios Estatales y el Inventario Nacional Forestal.



20°35'15.8"N 100°45'30.2"O

N 20°35'15.8"N 100°45'30.2"O



# CAPÍTULO II

## Marco Geográfico

---

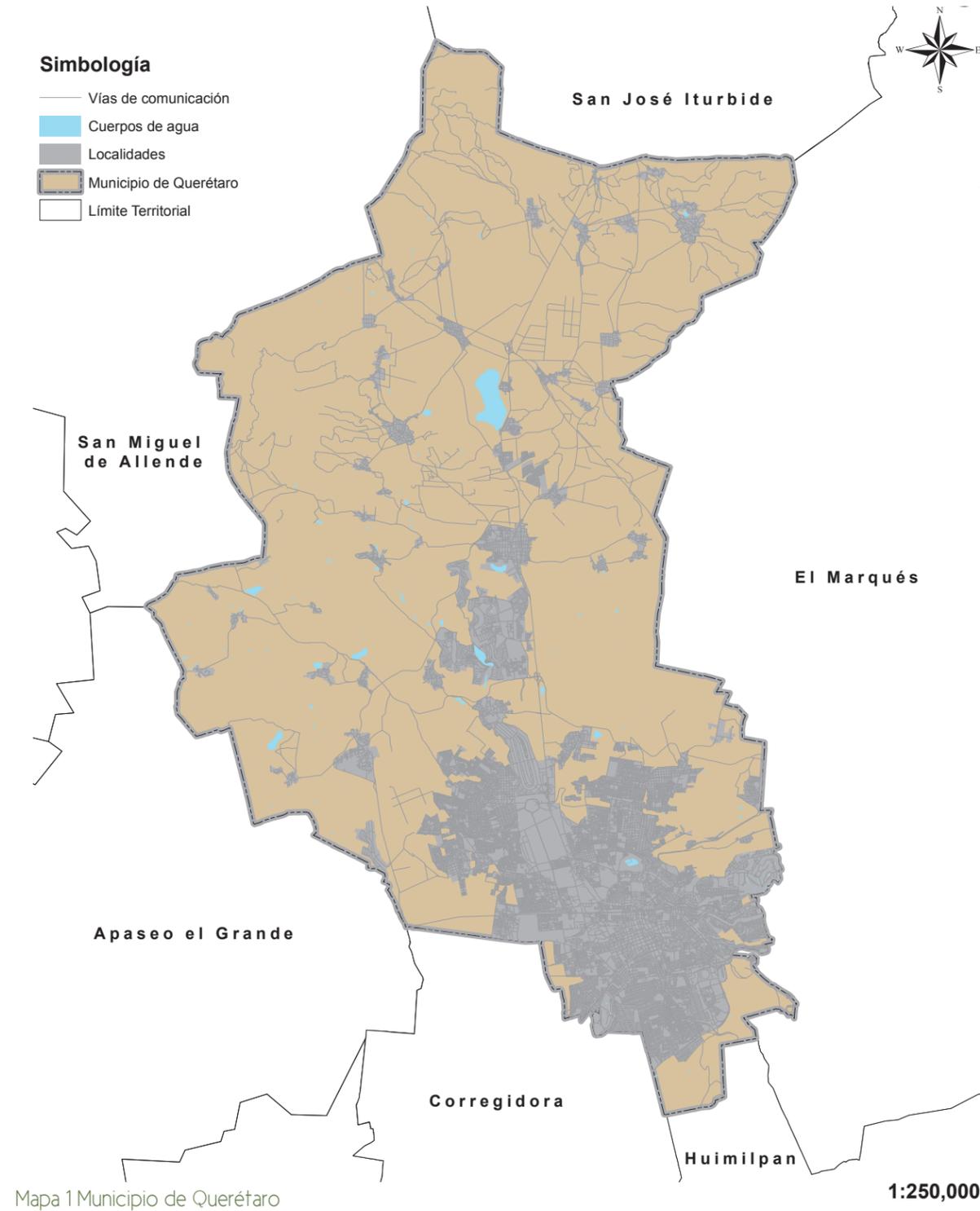
LA TOPOGRAFÍA DEL MUNICIPIO CONSISTE EN UN RELIEVE MIXTO  
DE NATURALEZA VOLCÁNICA GENERAL

---



*Yucas (Yucca filifera) en Peña Colorada*

## UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO

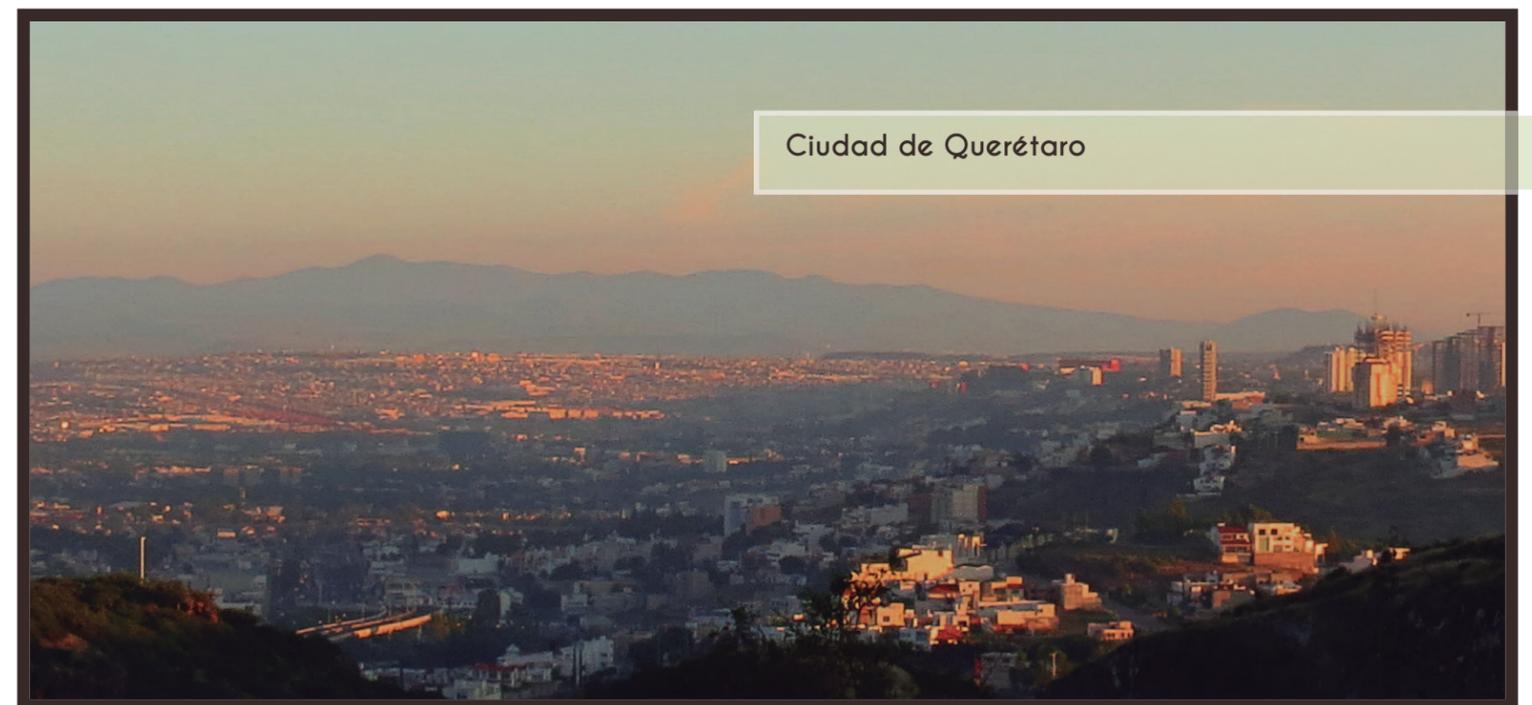


## 2.1 Ubicación Geográfica

Tabla 2.1 Colindancias del Municipio de Querétaro

Latitudes Externas	Nombre	Coordenadas
<b>Norte</b>	San José Iturbide, Gto.	20°59'56"N 100°23'14"O
<b>Al Sur</b>	Municipios de Corregidora y Huimilpan, Qro.	20°31'52"N 100°26'31"O 20°22'31"N 100°16'27"O
<b>Al Este</b>	Municipio El Marqués, Qro.	16°47'44"N 99°49'14"O
<b>Al Oeste</b>	Municipios Apaseo el Grande y San Miguel de Allende, Gto.	20°32'49"N 100°41'12"O 20°54'55"N 100°44'38"O
<b>Superficie territorial (km²)</b>	Municipio de Querétaro	690.077

Fuente: INEGI, 2010; POEL, 2014



## 2.2 Fisiografía

El territorio del Municipio de Querétaro se localiza en las provincias fisiográficas de Mesa del Centro y del Eje Neovolcánico. La primera está representada en el Municipio por la subprovincia de Sierras y llanuras del Norte de Guanajuato, mientras que la segunda se representa por la subprovincia de Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

En esta fisiografía se encuentran las topoformas de: llanuras aluviales, sierras, escudo volcanes y lomeríos (POEL, 2014; CQRN) (Mapa 2).

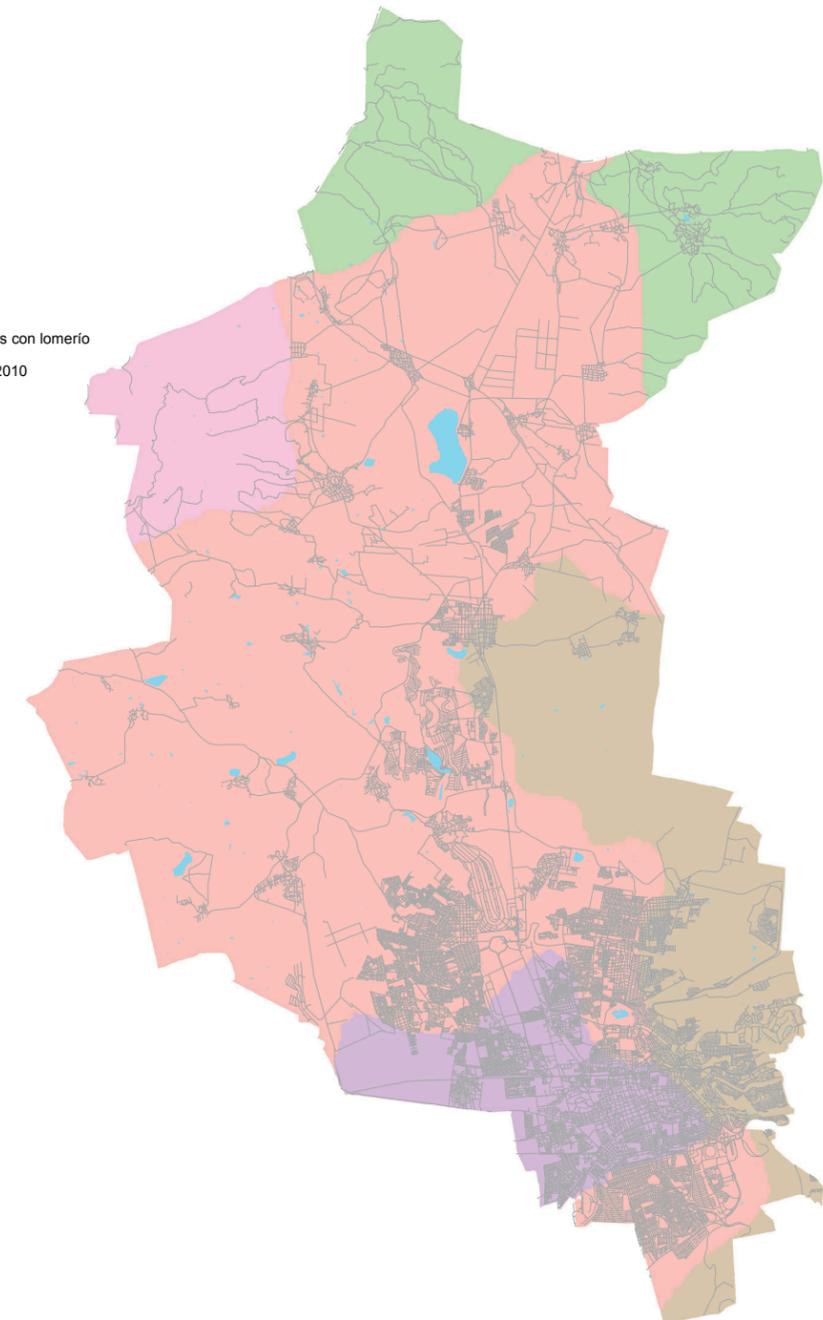
Tabla 2.2 Fisiografía del Municipio de Querétaro

Topoformas	Superficie Ha	Superficie %
Sierra alta escarpada	7,444.030	10.79
Lomerío de basalto con llanuras	42,004.39	60.87
Escudo Volcanes	4,133.140	05.99
Sierra volcánica de laderas tendidas con lomería	10,365.80	15.02
Llanura aluvial	5,054.870	07.33
<b>Total</b>	<b>69,007.77</b>	<b>100</b>

### Simbología

- Vías de comunicación
- Cuerpos de agua
- Topoformas
- Escudo volcanes
- Llanura aluvial
- Lomerío de basalto con llanuras
- Sierra alta escarpada
- Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío

Fuente: POEL con información de INEGI 2010



Mapa 2 Fisiografía del Municipio de Querétaro

1:250,000



SÓLO EL 7.93 % DEL TERRITORIO DEL MUNICIPIO SE CONSIDERA  
CON PENDIENTES ABRUPTAS.

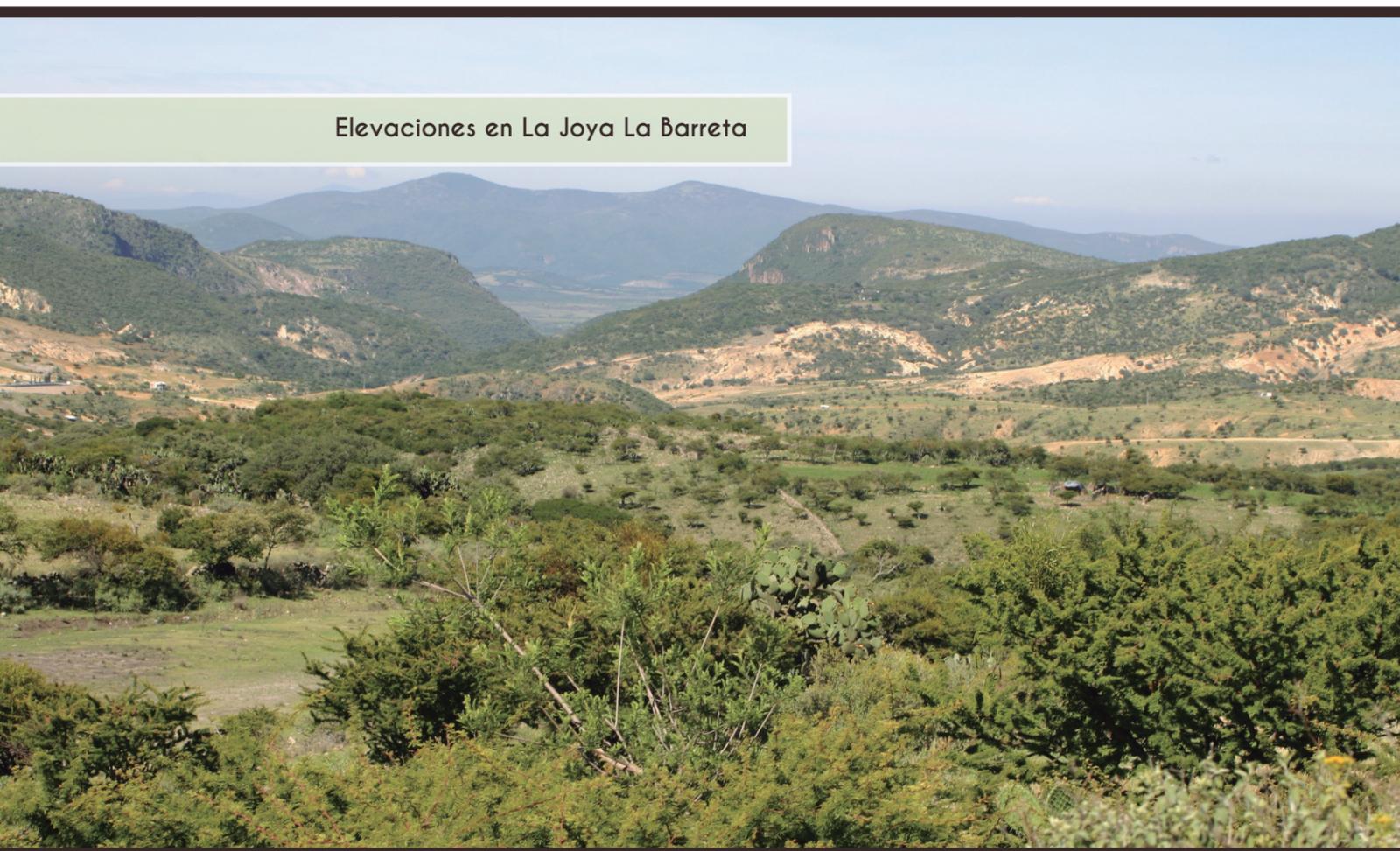


Tabla 2.3 Principales elevaciones del Municipio de Querétaro

Nombre	Latitud Norte	Latitud Oeste	Altitud (msnm)
Cerro Grande	20°50'19.00"N	100°22'16.00"O	2,761
Cerro La Rochera	20°46'47.06"N	100°33'01.25"O	2,720
Cerro Támbula	20°49'45.06"N	100°33'33.19"O	2,704
Cerro El Cimatario	20°31'45.60"N	100°21'40.51"O	2,393
Cerro Colorado	20°45'36.23"N	100°22'49.09"O	2,370
Cerro Rueda de Panales	20°43'46.33"N	100°23'20.65"O	2,340
Cerro Pie de Gallo	20°41'41.48"N	100°28'33.96"O	2,340
Cerro El Chato	20°43'18.09"N	100°23'14.66"O	2,290
Cerro Prieto	20°41'45.46"N	100°23'32.88"O	2,270
Cerro Las Tetillas	20°43'40.79"N	100°34'58.85"O	2,270
Cerro La Media Luna	20°42'21.79"N	100°25'38.57"O	2,270
Cerro el Buey	20°47'53.18"N	100°26'14.11"O	2,220
Cerro El Tángano	20°33'49.79"N	100°21'04.34"O	2,170
Cerro E Perrito	20°48'18.81"N	100°25'28.62"O	2,160
Cerro El Divisadero	20°45'26.16"N	100°24'07.62"O	2,110
Cerro El Paisano	20°43'41.73"N	100°28'34.46"O	2,080
Cerro La Chata	20°46'53.18"N	100°25'51.36"O	2,080
Cerro El Puenteillo	20°42'04.47"N	100°31'45.81"O	2,055
Cerro El Borrego	20°42'17.20"N	100°30'38.07"O	2,040
Cerro el Nabo	20°41'40.59"N	100°28'32.82"O	2,020
Cerro La Gallina	20°40'58.13"N	100°30'49.25"O	1,950
Cerro de las Campanas	20°35'35.87"N	100°24'34.34"O	1,835

Fuente: POEL, 2014; Anuario Económico Municipal INEGI, 2014)

## 2.3 Topografía

La topografía del Municipio consiste en un relieve mixto de naturaleza volcánica. Cuenta con dos valles y pequeñas serranías en el Norte y Sur. Las elevaciones van desde los 1,800 msnm en la zona agrícola al poniente de la Ciudad de Querétaro, hasta los 2,760 msnm en el extremo nororiente municipal, teniendo 2,490 msnm como valor medio. En el lado oeste, las principales elevaciones van de 2,020 a 2,460 msnm. Al este y sureste se tienen sierras bajas de laderas tendidas con lomeríos que inician en el poblado de San Pedrito, para continuar con una formación de cañadas en Menchaca, Bolaños y Villa Cayetano Rubio. El Cimatarío es una sierra volcánica de importancia de 2,395 msnm que se localiza al sur del Municipio (POEL, 2014). El 21.32 % del Municipio tiene pendiente muy baja sobre todo en la zona sur donde incluso se encuentran algunas zonas de inundación. Alrededor del 22.31 % del territorio son pendientes bajas, mientras que las pendientes medias ocupan el 31.61% y las altas un 16.83 %. Sólo el 7.93 % del territorio del Municipio se considera con pendientes abruptas. Las pendientes altas y abruptas se localizan en el Norte, Noreste y Noroeste del Municipio, así como en los cerros La Rochera, Támbula y Pie de Gallo (POEL, 2014).

---

LAS PENDIENTES ALTAS Y ABRUPTAS SE LOCALIZAN EN EL NORTE, NORESTE Y NOROESTE DEL MUNICIPIO, ASÍ COMO EN LOS CERROS LA ROCHERA, TÁMBULA Y PIE DE GALLO

---



Parque La Joya La Barreta



## 2.4 Geología

En el Municipio convergen las manifestaciones más septentrionales de la Faja Volcánica Transmexicana representadas por rocas volcánicas del neógeno-cuaternario (INEGI, 2010; CQRN).

El 25.6 % de la superficie se compone por rocas ígneas extrusivas como andesitas, basaltos, riolitas y toba-ácida. En el 9.0 % del área predominan rocas sedimentarias como arenisca-conglomerado, y sólo con un 0.1 % de las superficie del Municipio se compone por areniscas (Mapa 3).

### Simbología

- Vías de comunicación
- Cuerpos de agua

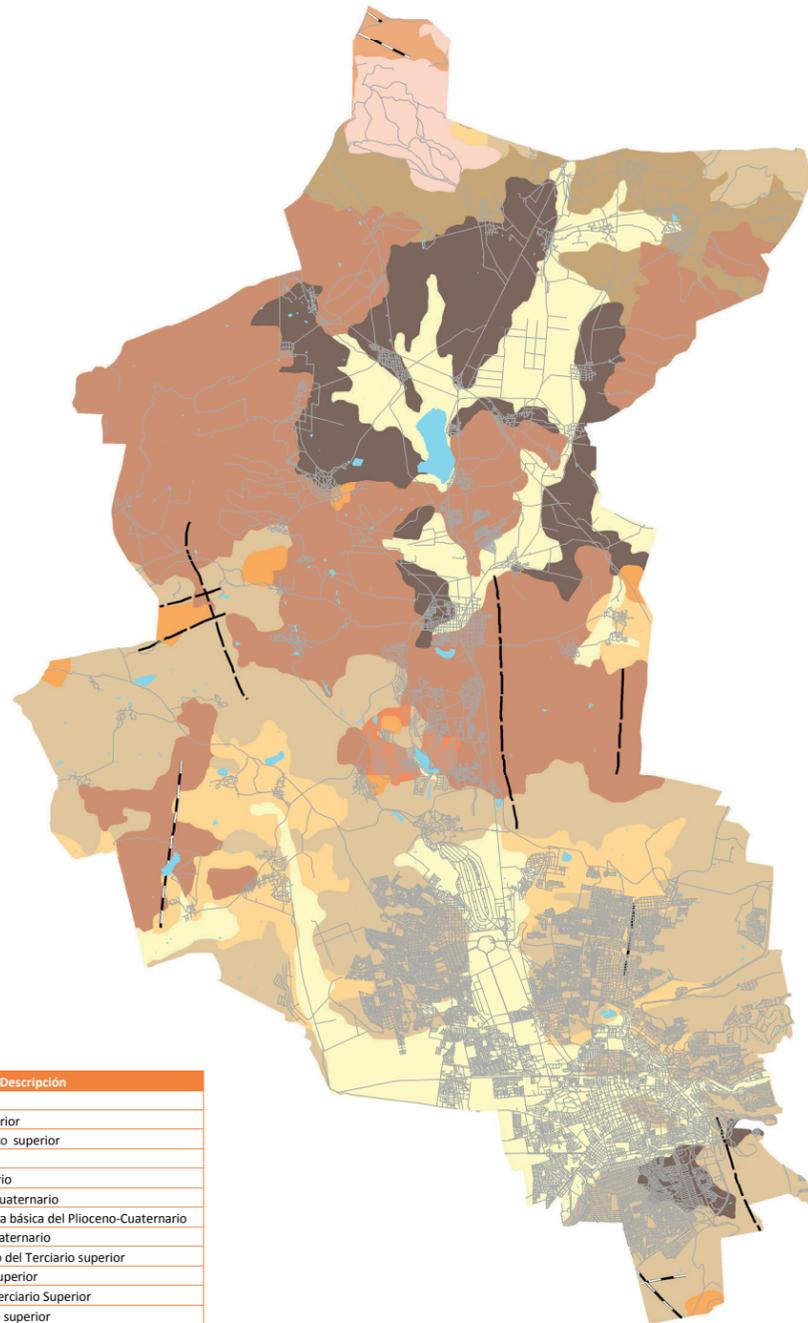
### Geología

#### Estructuras geológicas

- Falla
- Fractura

#### Litoestratigrafía

- K(E)
- K(cz)
- Ks(cz-lu)
- Q(al)
- T(Gd)
- Tpl-Q(A)
- Tpl-Q(B)
- Tpl-Q(B-Bvb)
- Ts(R-Ta)
- Ts(Ta)
- Ts(ar)
- Ts(ar-cg)



Clave	Descripción
K(E)	Esquisto del Cretácico
K(cz)	Caliza del Cretácico inferior
Ks(cz-lu)	Caliza-Lutta del Cretácico superior
Q(al)	Aluvial del cuaternario
T(Gd)	Granodiorita del Terciario
Tpl-Q(A)	Andesita del Plioceno-Cuaternario
Tpl-Q(B-Bvb)	Basalto-Brecha volcánica básica del Plioceno-Cuaternario
Tpl-Q(B)	Basalto del Plioceno-Cuaternario
Ts(ar-cg)	Arenisca-Conglomerado del Terciario superior
Ts(ar)	Arenisca del Terciario superior
Ts(R-Ta)	Riolita-Toba ácida del Terciario Superior
Ts(Ta)	Toba ácida del Terciario superior

Fuente: CQRN con información de INEGI 2010

Mapa 3 Geología del Municipio de Querétaro

1:250,000

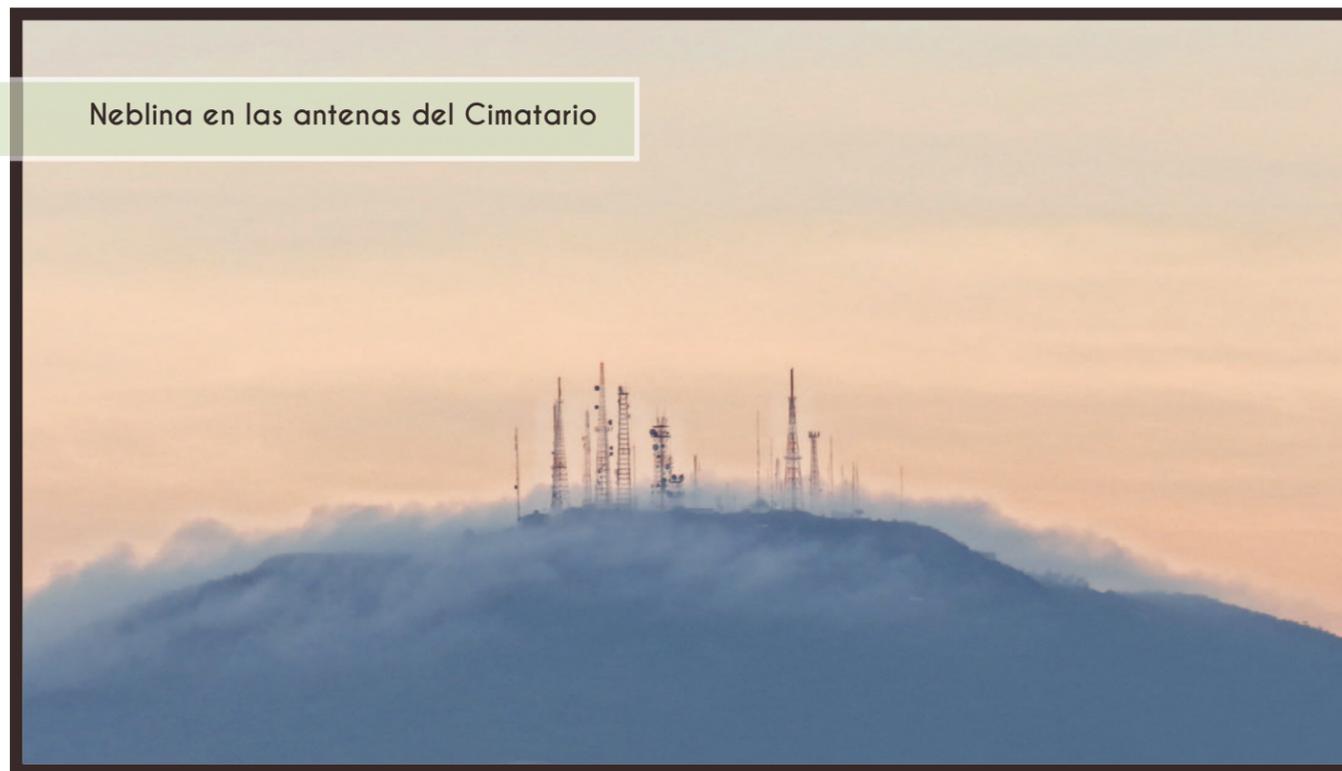


Perfil de suelo presentando capas de basalto en Tlacote el Bajo

## 2.5 Clima

En el Municipio se presentan 3 climas predominantes (Mapa 4):

1. El clima templado subhúmedo C (wo), con temperatura media anual de 12 a 18° y precipitación entre 630 y 860 mm, siendo las más abundantes en verano.
2. El clima semiseco semicálido (BS1hw), con temperatura media anual entre 18 y 19°C, precipitación alrededor de 550 mm.
3. El clima semiseco templado (BS1kw), con temperatura media anual entre 16 a 18°C y precipitación total anual entre los 450 y 630 mm.



### CLIMAS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO



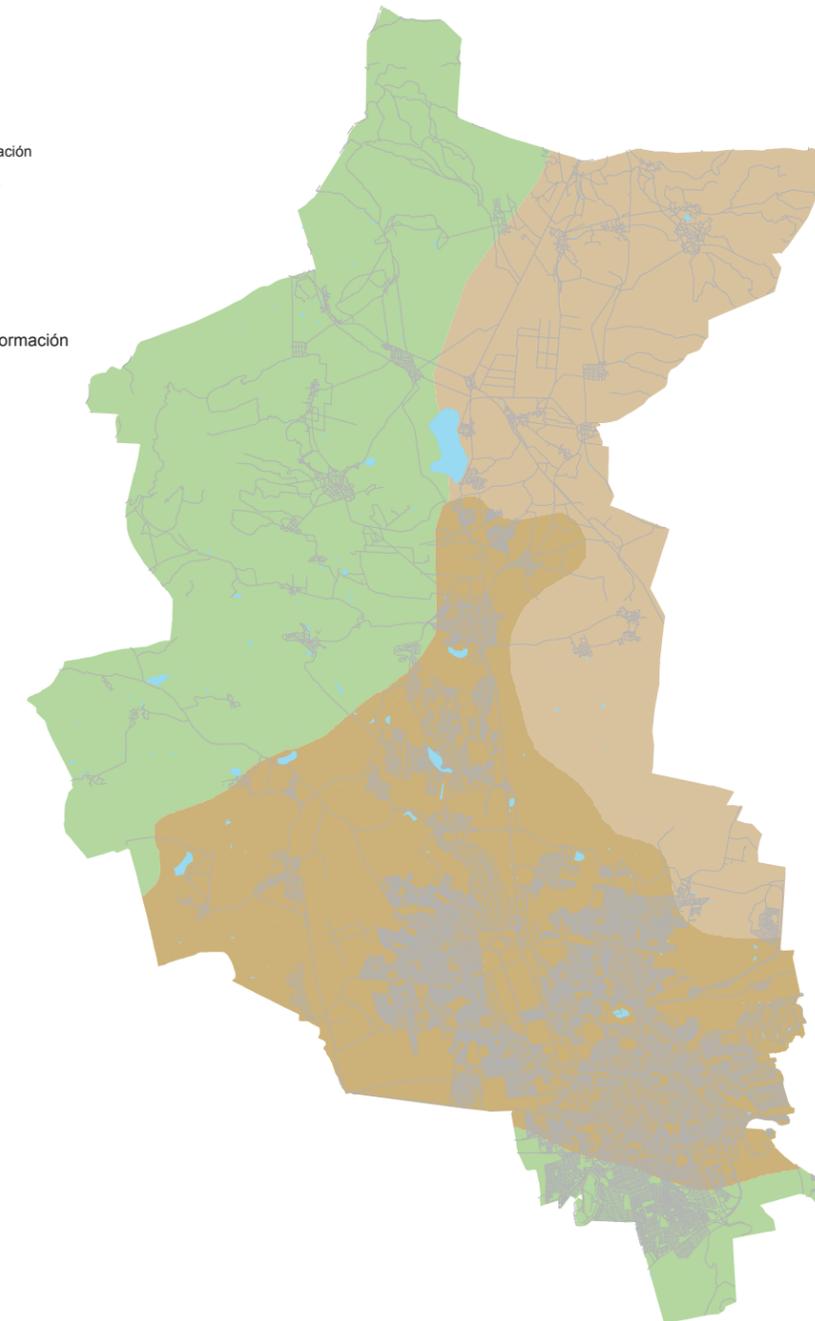
#### Simbología

- Vías de comunicación
- Cuerpos de agua

#### Clave

- BS1hw
- BS1kw
- C(wo)

Fuente: POEL con información de INEGI 2010



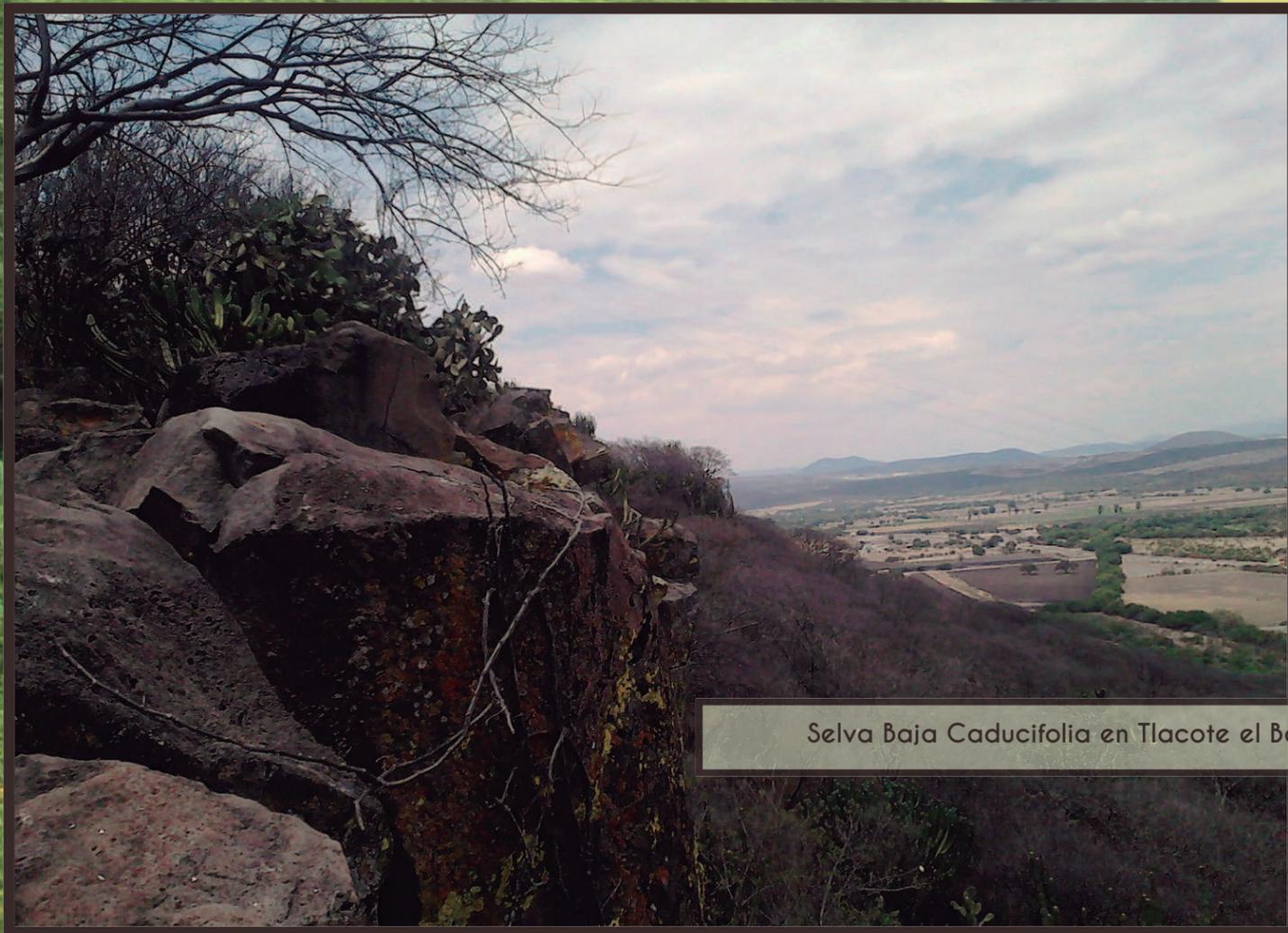
Mapa 4 Categorías climáticas en el Municipio de Querétaro

1:250,000

C-II

Selva Baja Caducifolia en Tlacote el Bajo (época de lluvia)

20°35'15.8"N 100°45'30.2"O



Selva Baja Caducifolia en Tlacote el Bajo (época de estiaje)



## 2.6 Hidrología

El Municipio de Querétaro forma parte de la región hidrológica No. 12 Lerma-Santiago y Cuenca Río la Laja, e incluye como afluente principal al Río Querétaro que cruza la ciudad en dirección Oriente-Poniente. El Río Querétaro recibe los escurrimientos de arroyos intermitentes como lo son el arroyo Jurica y otros que se transforman en drenes al entrar a la ciudad, tales como los arroyos Mompaní, Tlacote, Peñuelas, Bolaños y Cimatario. Al salir de la zona urbana, en la zona de las Adjuntas, el Río Querétaro se une con el Río El Pueblito para continuar

hacia el estado de Guanajuato convertido ya en el Río Apaseo, y después unirse al Río Laja, luego al Río Lerma para desembocar en el Océano Pacífico.

Entre los cuerpos de agua más sobresalientes se encuentran las presas Santa Catarina, Dolores, Ángeles, El Zapote, El Cajón y el bordo Benito Juárez (POEREQ, 2009).

En el territorio municipal se ubican 6 acuíferos: Valle de Querétaro, Valle de Buenavista, Valle Amazcala, Celaya, Dr. Mora-San José de Iturbide y San Miguel de Allende (Mapa 5).

Los acuíferos más importantes son Valle de Querétaro y Valle de Buenavista. El primero está considerado como sobreexplotado y ocupa una extensión de 484 km<sup>2</sup>.

El acuífero Valle de Buenavista es otro acuífero de importancia que conforma la hidrología subterránea del Municipio, se localiza al norte y tiene una extensión de 350 km<sup>2</sup>. Este acuífero alimenta por flujo subterráneo a los acuíferos de Amazcala y de Querétaro (POEL, 2014).

### Simbología

- Escurrimientos
- Corriente de agua intermitente
- Corriente de agua perene
- Cuerpos de agua
- Canal
- En operación

### Hidrología

- Acuíferos
  - Miguel de Allende
  - San Jose Iturbide
  - Valle Buenavista
  - Valle Amazcala
  - Valle Celaya
  - Valle de Querétaro
- Fuente: POEL 2014

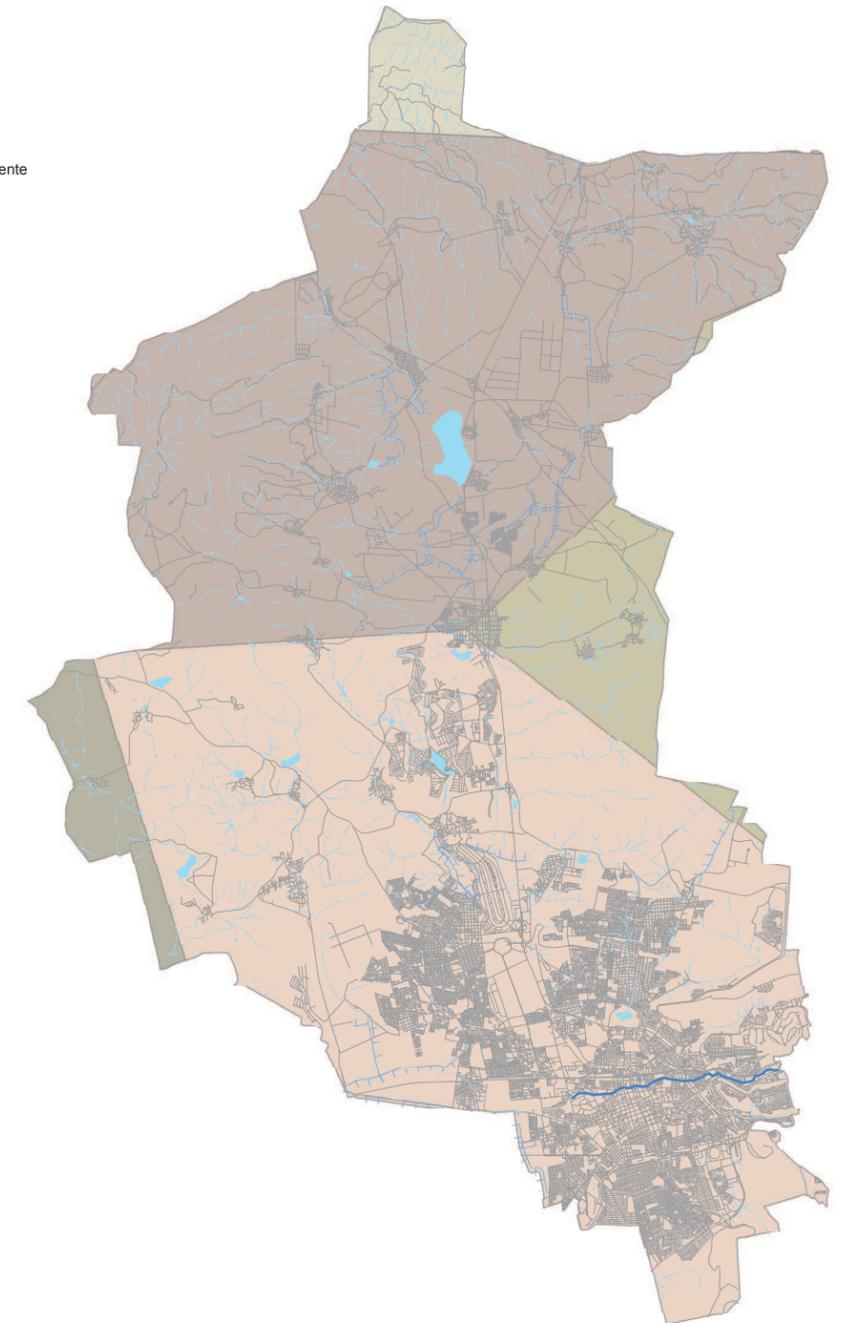


Tabla 2.4 Hidrografía del Municipio de Querétaro

Región	Cuenca	Subcuenca	Superficie en km <sup>2</sup>	% de la Superficie
Lerma - Santiago (RH 12)	Río Laja	Río Laja - Celaya	17.60	2.55
		Río Apaseo	672.47	97.45
Total			690.07	100

Mapa 5 Hidrología del Municipio de Querétaro

1:250,000



**Simbología**

- Vías de comunicación
- Cuerpos de agua

**Suelos**

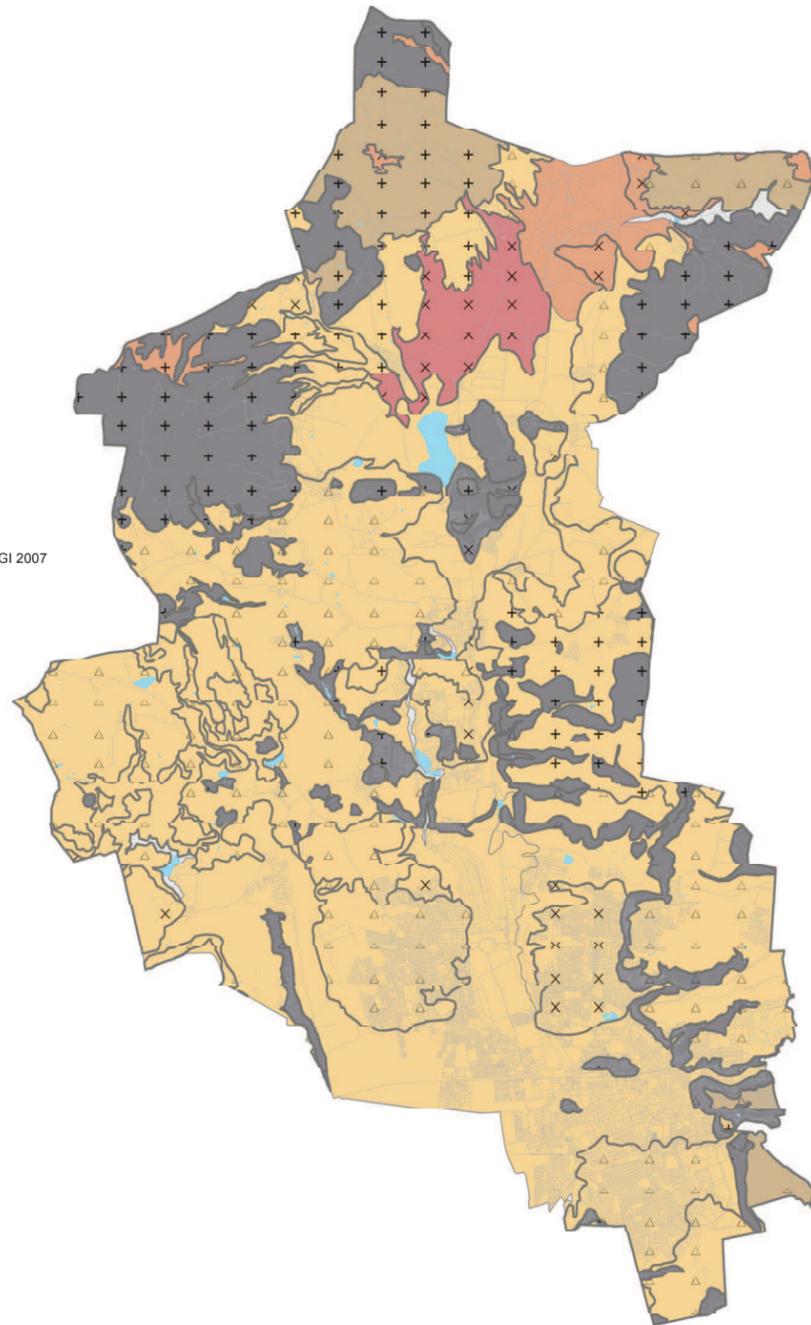
**Fases físicas**

- LITICA
- ⊞ LITICA PROFUNDA
- △ PEDREGOSA

**Suelo primario**

- Hh Feozem haplico
- Hl Feozem luvico
- Je Fluvisol eutrico
- Kk Castañozem calcico
- Vp Vertisol pelico
- I Litosol

Fuente: POEL con información de INEGI 2007 clasificación FAO/UNESCO



Mapa 6 Tipos de suelo en el Municipio de Querétaro

1:250,000

## 2.7 Suelos

De acuerdo a la clasificación de la FAO/UNESCO (1970) los suelos que predominan en el Municipio son: Vertisol, Litosol, Faeozems, Fluvisol y Castañozems (**Mapa 6**). Los Vertisoles cubren un 61.9 % de la superficie municipal, seguido de Litosoles con un 14.6 %, Faeozems con un 11.1 %, y Castañozem con un 2.6 %. Una porción muy pequeña está ocupada por suelos del tipo Fluvisol (POEL,2014).



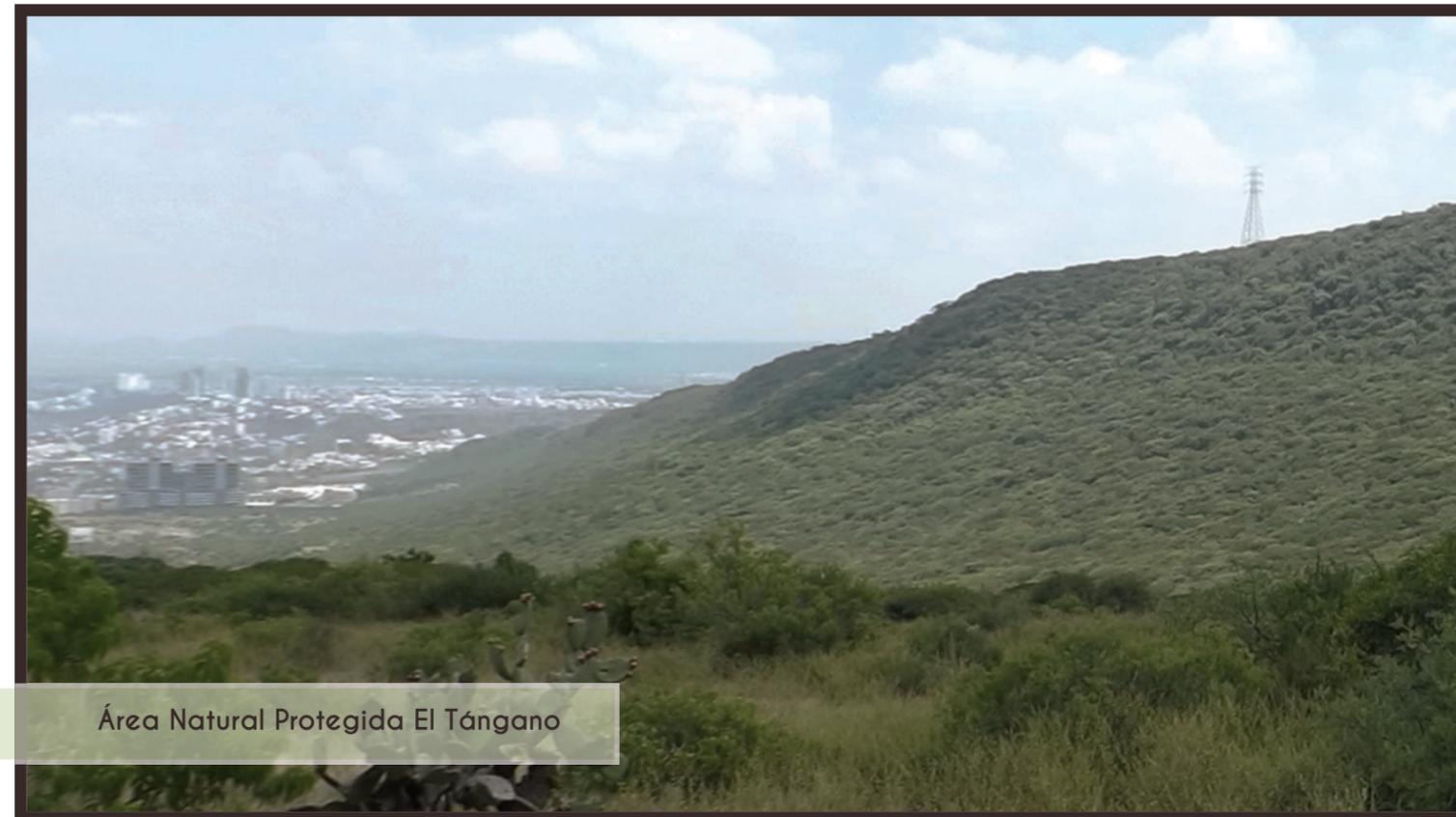
Suelo con ceniza volcánica en Parque la Joya la Barreta



Parque Nacional El Cimatario

## 2.8 Áreas Naturales Protegidas

El Municipio de Querétaro cuenta con diez Áreas Naturales Protegidas, dos de las cuales son Federales: Parque Nacional el Cimatario (2,447.37 ha) y Parque Nacional Cerro de las Campanas (58 ha), tres son Estatales: Montenegro (546 ha), Bordo Benito Juárez (276 ha) y El Tángano (717 has), y cinco son Municipales: Jurica Poniente (224 ha), Zona Occidental de Microcuencas (11,136 ha), Cañada Juriquilla (22 ha), Sierra del Raspiño (4,104.17 ha) y Cerro Grande (2,989.18 ha) (POEL, 2014; Municipio de Querétaro, 2014).



Área Natural Protegida El Tángano



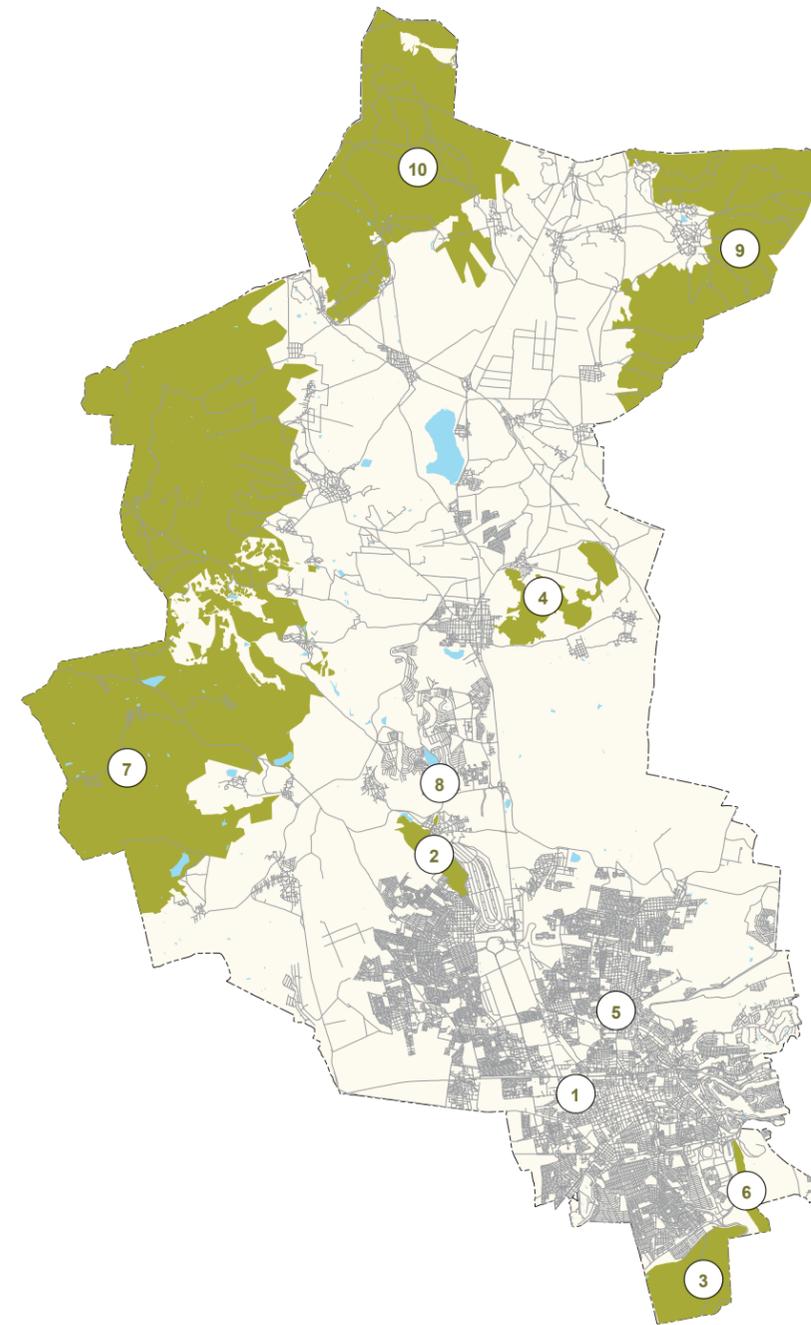
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO



**Simbología**

- Vías de comunicación
  - Cuerpos de agua
  - Áreas Naturales Protegidas
- ① Cerro de las Campanas
  - ② Jurica Poniente
  - ③ Parque Nacional el Cimatario
  - ④ Montenegro
  - ⑤ Bordo Benito Juárez
  - ⑥ Tangano
  - ⑦ Zona Occidental de Microcuencas
  - ⑧ Cañada Juriquilla
  - ⑨ Cerro Grande
  - ⑩ Sierra Raspiño

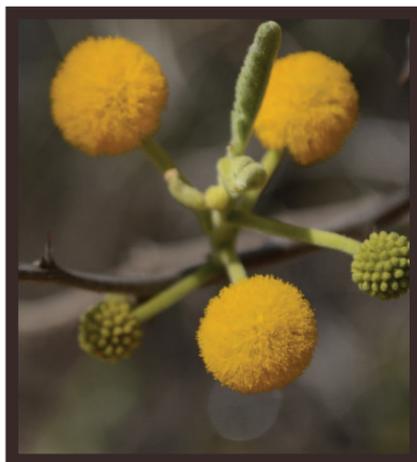
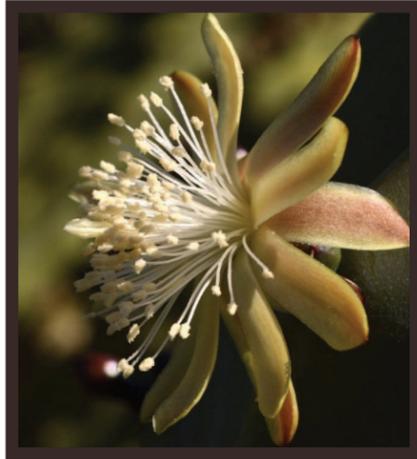
Fuente: POEL 2014



Mapa 7 Áreas Naturales Protegidas en el Municipio de Querétaro

1:250,000





## 2.9 Flora

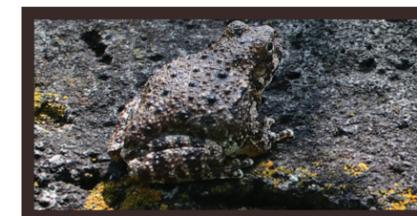
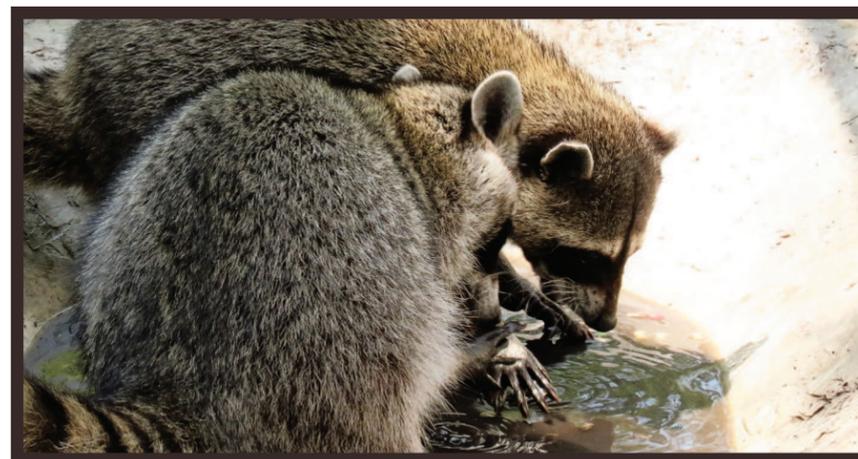
En el Municipio se reportan 468 especies de flora fanerogama, que representan el 20.6 % del total reportado para el estado de Querétaro (POEL, 2014). Del total de especies, 39 son endémicas a México y 3 son microendémicas. En cuanto a las raras o en peligro de extinción, sólo 5 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero hay 10 más que no se han vuelto a coleccionar en mucho tiempo y que probablemente ya desaparecieron de la zona. En cuanto a los usos, hay 155 especies de usos múltiples (Martínez et al. 2008). Las gimnospermas son el grupo menos diverso, ya que solo se encuentra *Taxodium mucronatum*. De las angiospermas las familias con mayor número de especies son las Asteraceae (130 especies), Poaceae (85 especies), Fabaceae (64 especies), Cactaceae (38 especies), Solanaceae (34 especies), Euphorbiaceae (24 especies). En cuanto a los géneros con más especies, destacan *Euphorbia* (17), *Solanum* (14), *Salvia* (13), *Physalis* (11), *Opuntia* (11), *Ipomoea* y *Cyperus* (10 cada uno) (POEL, 2014).

Los principales tipos de vegetación que se desarrollan en el Municipio son: bosque tropical caducifolio, matorral crasicaule, pastizal y bosque de encino. El tipo de vegetación más extendida en el Municipio es el bosque tropical caducifolio que tiene como especies representativas a *Calliandra eriophylla*, *Senna polyantha*, *Lysiloma microphylla* y *Forestiera phyllireoides*, aunque cabe decir que la mayoría de las zonas cubiertas por este tipo de vegetación en el territorio municipal presentan perturbación debido a cambios de uso de suelo, incendios o sobrepastoreo, adquiriendo una fisionomía parecida a la de un matorral espinoso, conocida también como matorral subtropical. Aquí las especies dominantes son *Jatropha dioica*, *Mimosa aculeticarpa*, *Dodonea viscosa*, *Zaluzania augusta*, *Karwinskia humboldtiana* (Martínez, 2008); además de *Acacia Pennatula*, *A. farnesiana*, *Eysenhardtia polystachya* e *Ipomoea murucoides* (Zacarias-Eslava et al., 2011).

## 2.10 Fauna

En el Municipio se tienen registradas 92 especies de insectos, 4 especies de peces, 16 especies de anfibios, 30 especies de reptiles, 99 especies de aves, y 64 especies de mamíferos. En total, hay 305 especies de fauna registradas para el Municipio (POEL, 2014). Se encuentran 27 especies bajo alguno de los estatus ecológicos de conservación según la NOM-059-ECOL-2010. De estas los reptiles representan el 55.5 % con 15 especies.

El centro y sur del Municipio de Querétaro registran un alto número de mamíferos, precisamente en la región de la mancha urbana (Pineda et al, 2009). Algunas especies de mamíferos que podemos encontrar son: gato montés (*Lynx rufus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorrillo (*Spilogale putorius*), ardillón (*Spermophilus variegatus*) y tlacuache (*Didelphis virginiana*) (POEL, 2014).



C-II

## 2.11 Población y Economía

El Municipio tiene una población total de 801,940 habitantes y una densidad poblacional de 1,162.22 hab/km<sup>2</sup>. La mayor parte de la población se concentra en la cabecera municipal, la cual alberga 626,495 habitantes. Se tiene pronosticado que para el 2020 la población total del Municipio ascenderá a 1,002,684 (INEGI, 2011). La población económicamente activa (PEA) que mantiene el Municipio según el

XIII Censo de Población y Vivienda de 2010 es de 362,595 habitantes, lo que corresponden al 45 % de la población total municipal. Las principales cuatro unidades económicas del Municipio son la industrial, servicios, comercio y las actividades agropecuarias. El sector industrial es el que genera la mayor producción bruta. Las actividades industriales que sobresalen son las siguientes: autopartes, metal-

mecánica, electrodomésticos, papel y cartón, textiles y químicas. En el sector agropecuario destaca la producción de ganado lechero y la crianza de reses bravas para la lidia; sin embargo este sector es el de menor relevancia en el Municipio. El 0.01 % PEA se ocupa en el sector agropecuario, para la industria el 29.19 %, para el comercio el 26.25 % y el 44.55 % para servicios (INEGI, 2009).





---

SE PRONOSTICA QUE PARA EL 2020 LA POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO ASCENDERÁ A 1,002,684 HABITANTES

---



C-II

N 20°43'17.13"N 100°23'14.87"O





# CAPÍTULO III

## Resultados

---

ORGANO ( *Stenocereus dumortieri* )

EN CAÑADA CERRO DE LA MEDIA LUNA

---

N 20°44'17.13"N 100°25'38.58"O



## 3.1 Caracterización de las Zonas Forestales

La información que se presenta a continuación, es resultado del análisis de los datos recopilados en campo dentro de 128 conglomerados, y de la cartografía de recursos forestales escala 1:20,000 generada específicamente para el Inventario Municipal Forestal y de Suelos del Municipio de Querétaro.

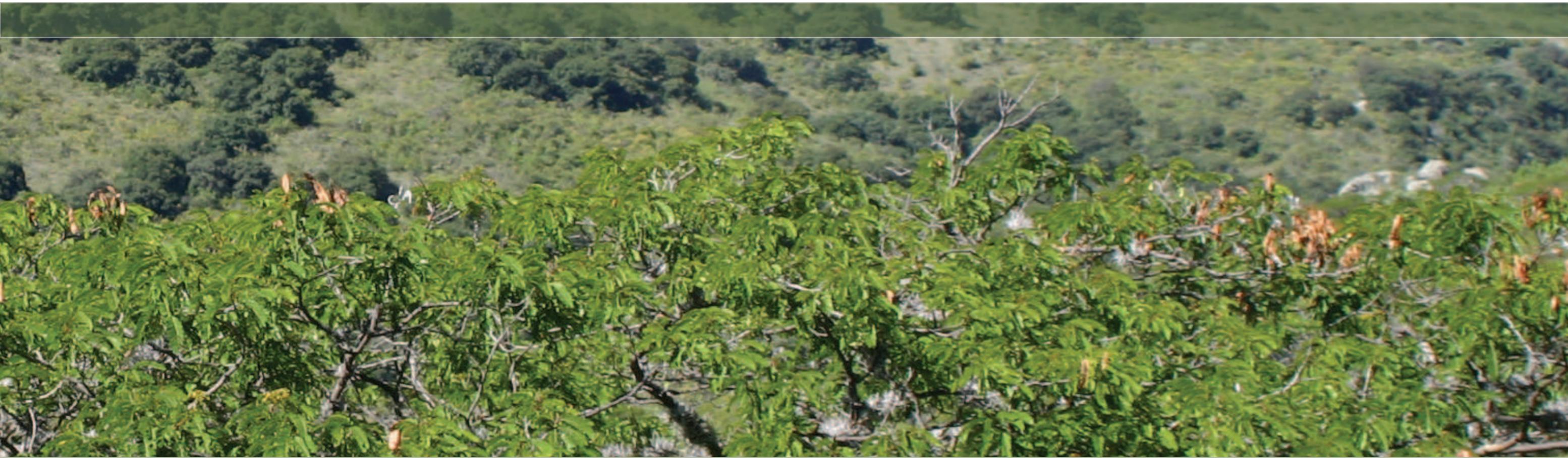
A pesar de que el Municipio de Querétaro cuenta con una de las ciudades más grandes y la zona industrial más importante del estado, todavía alberga grandes extensiones de comunida-

des vegetales. Esto es debido a las provincias fisiográficas que convergen en el territorio, que lo dotan de diversos gradientes altitudinales y topofomas, generando diferencias climáticas que determinan el establecimiento de una u otra vegetación.

Los ecosistemas que se registran para el Municipio de Querétaro son bosques, selvas y matorrales que integran formaciones de latifoliadas, selvas bajas y matorrales con arbustos. Los tipos de vegetaciones reportados para el Municipio son Bosques de

# CAPÍTULO III

## Resultados



*Quercus*, característicos de climas húmedos y subhúmedos, Selva Baja Caducifolia, típica de climas cálidos y secos. También presenta una comunidad vegetal cuya estructura es similar a Matorral Crasicaule, la cual se deriva, en su mayor parte, de cambios en las dinámicas ecológicas de las comunidades donde originalmente existía Selva Baja Caducifolia. Tal variedad de vegetación se manifiesta con una notable riqueza de especies de animales y plantas. Las áreas no forestales también se reportan en este trabajo.



Colorín (*Erythrina coralloides*)

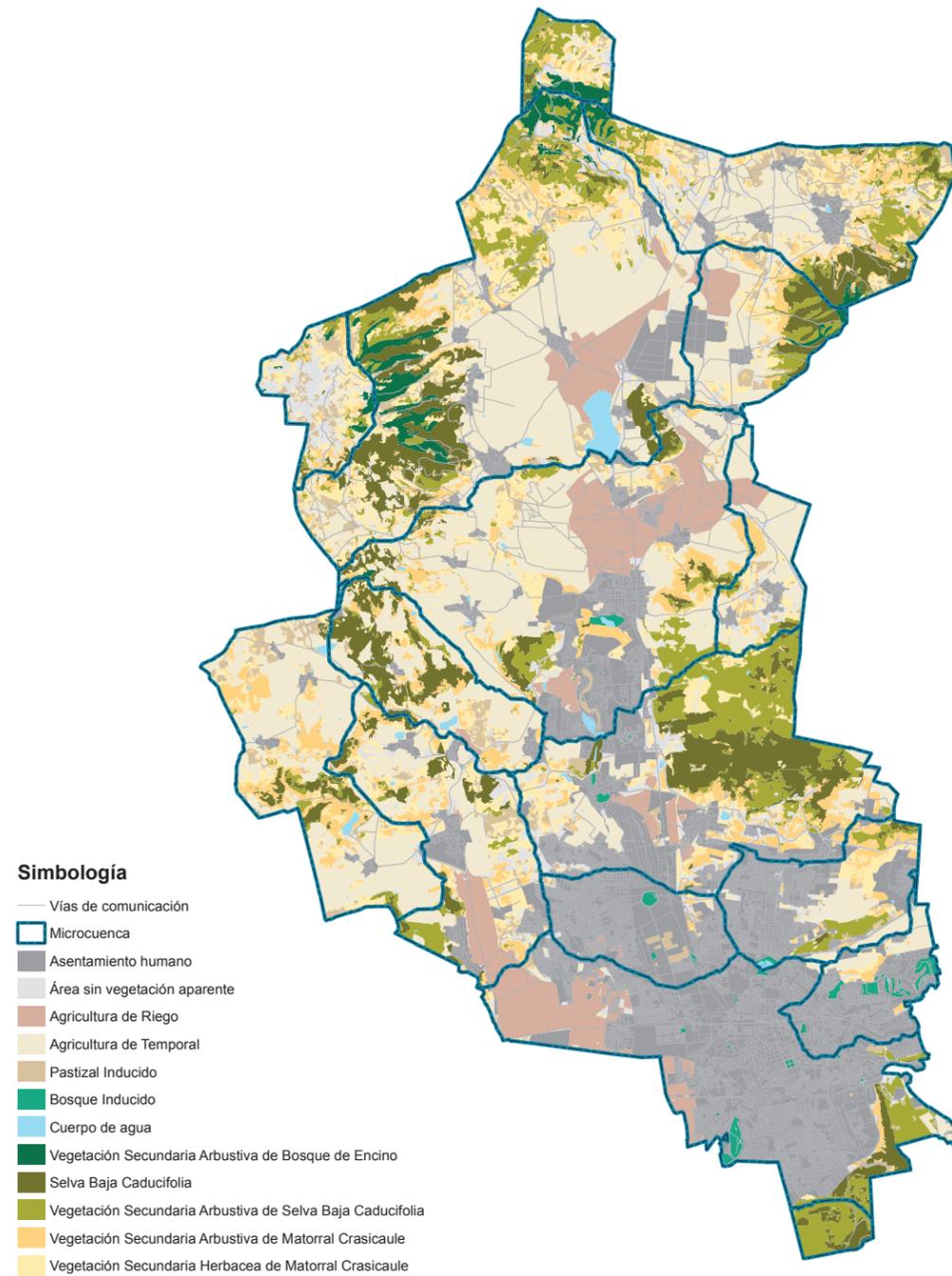
## Superficie Forestal Municipal

La superficie del Municipio de Querétaro es de 69,007.75 ha, de los cuales 24,898.59 ha corresponden a la superficie forestal, es decir, un 36 %. El resto del territorio tiene usos no forestales, entre los que destacan: áreas urbanas, áreas agrícolas y pastizales.

El tipo de vegetación más abundante es el Matorral, el cual abarca el 17.3 % del territorio municipal (Mapa 8). Sin embargo, las áreas no forestales como las urbanas y las agrícolas, son más extensas que cualquier tipo de vegetación (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Superficie (ha) de áreas forestales y no forestales

Descripción	Clave	Superficie ha	Superficie %
Agricultura de Riego	R	4,398.07	6.37
Agricultura de Temporal	T	16,275.03	23.58
Área sin vegetación aparente	ADV	3,359.78	4.87
Asentamiento humano	AH	16,293.45	23.61
Bosque Inducido	BI	337.05	0.49
Cuerpo de agua	H <sub>2</sub> O	482.95	0.70
Pastizal Inducido	PI	2,962.48	4.29
Selva Baja Caducifolia	SBC	5,896.30	8.54
Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	Vsa/SBC	5,993.82	8.69
Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule	Vsa/MC	5,536.33	8.02
Veg. Sec. Herbacea de Matorral Crasicaule	VSh/MC	6,396.07	9.27
Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i>	Vsa/BQ	1,076.42	1.56
<b>Total</b>		<b>69,007.75</b>	<b>100</b>



Mapa 8. Tipos de vegetación para el Municipio de Querétaro

1:250,000

## Estructura de los Tipos de Vegetación en el Municipio de Querétaro

El fenómeno de sucesión ecológica puede determinar si la estructura de la vegetación es primaria o secundaria, ya que modifica la composición y la capacidad de regeneración de las comunidades vegetales.

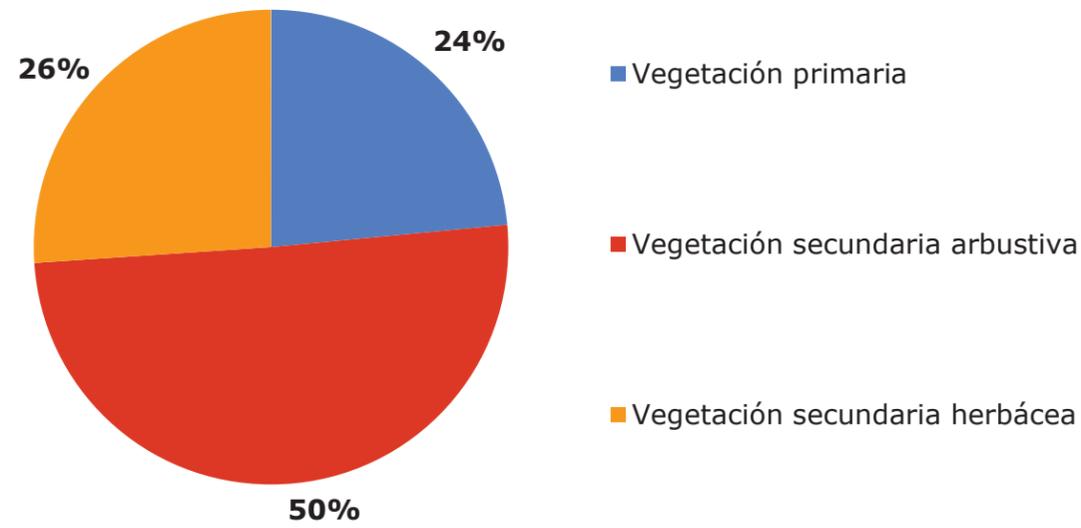
Se considera que la estructura de la vegetación arbórea primaria y arbórea secundaria, conforman los macizos forestales del Municipio, los cuales presentan mayor cobertura, disturbios mínimos y una alta capacidad de resiliencia, manteniendo el equilibrio ecológico del ecosistema. La vegetación secundaria arbustiva y herbácea permite observar varios procesos sucesionales, entre ellos el recambio de especies y la intensidad de perturbación y fragmentación.

A pesar de lo anterior, la vegetación de estos estados sucesionales es plenamente funcional, ya que se conserva un porcentaje importante de su estructura original. Se sabe que cuando no hay remoción de la vegetación ni del suelo, estos pueden actuar como importantes reservorios de carbono y materia orgánica, lo que evidencia la contribución en los servicios ambientales.

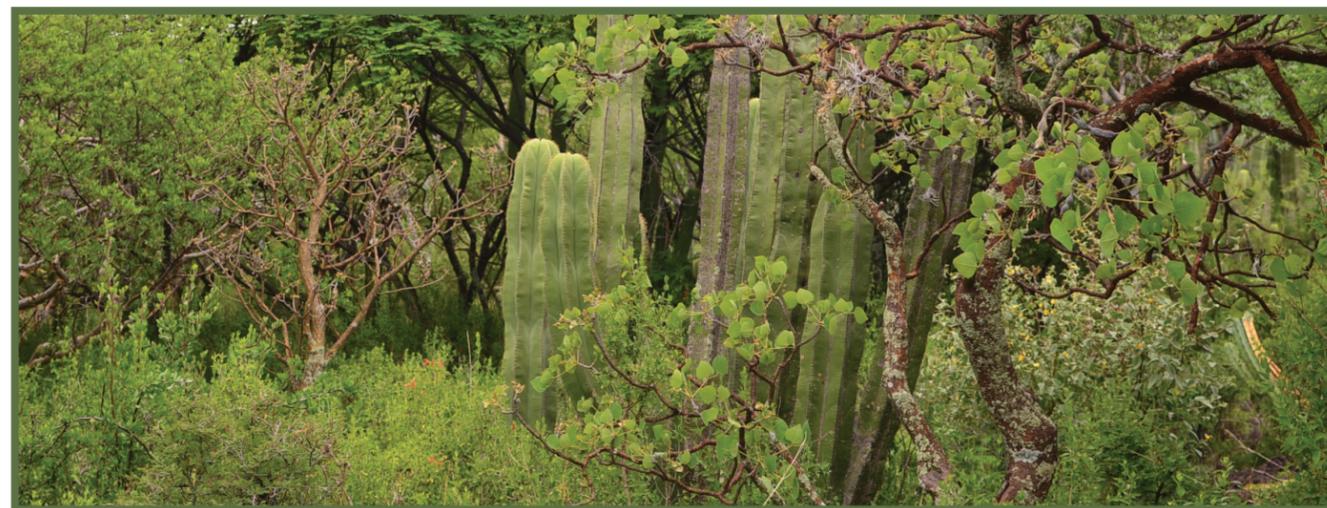
La superficie total del Municipio reporta un 8.5 % de vegetación primaria (5,896.30 ha), la cual corresponde al tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia. Mientras que el 27.5 % restante (19,002.64 ha) corresponde a vegetaciones secundarias de diferentes categorías sucesionales. De estas, la vegetación secundaria arbustiva es la mejor representada en todos los tipos de vegetación (Figura 3.1).



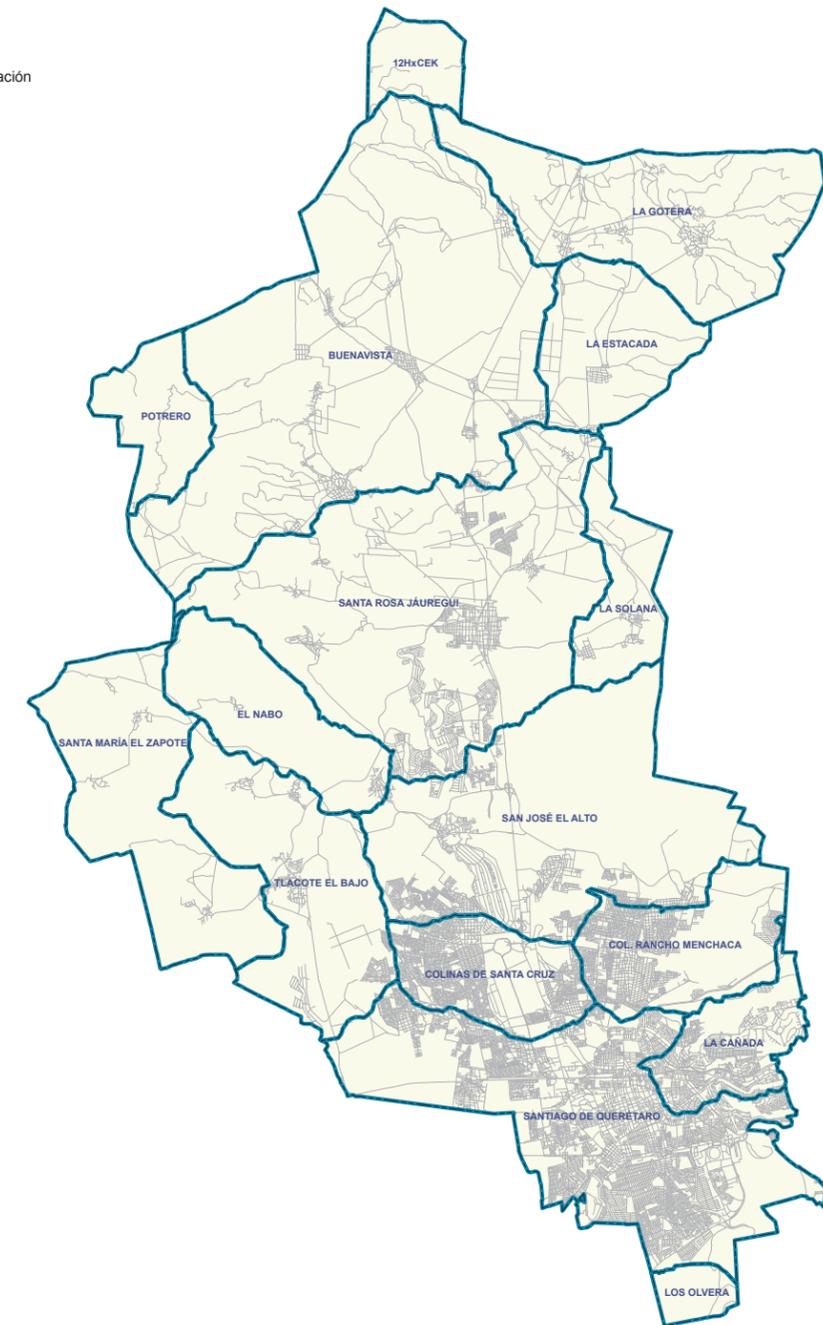
Figura 3.1 Proporción de la estructura de la vegetación en la superficie forestal



Para generar e indicar las zonas de mayor interés forestal y biológico-ecológico en el Municipio de Querétaro, se considera a la microcuenca (**Mapa 9**) como unidad de reporte. En este apartado se muestran las superficies de los tipos de vegetaciones por microcuenca.



**Simbología**  
 — Vías de comunicación  
 □ Microcuenca  
 Fuente: POEL, 2014



Mapa 9. Microcuencas en el Municipio de Querétaro

1:250,000

## 3.1.2 Tipos de Vegetación y Usos de suelo

### BOSQUE DE QUERCUS

#### Caracterización de la vegetación

Los bosques de *Quercus* o encinares, son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México donde, como su nombre lo indica, dominan las especies del género *Quercus*, cuyas alturas varían entre los 2 y 30 m, presentando diversas fisonomías que van desde matorrales hasta arbolados altos, medianos o bajos. Algunos son perennes, aunque también los hay total o parcialmente caducifolios.

La presencia de plantas epífitas, así como la dominancia del estrato arbustivo o herbáceo, se ve influenciado por la temperatura y la humedad, así como de la densidad del arbolado.

Algunas especies de árboles y arbustos que conviven en estos encinares son: *Buddleia cordata*, *Cercocarpus macrophyllus*, *Litsea glaucescens*, *Rhus virens*, *Lantana involucrata*, *Amelanchier denticulata* y *Bouvardia longiflora*. En las comunidades secundarias derivadas dominan especies como *Acacia farnesiana*, *Dodonaea viscosa*, *Baccharis conferta* y *B. heterophylla* (Zamudio, 1992).

En las colindancias con los Municipios de Huimilpan y Amealco dominan las especies de *Quercus depressipes*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*; y en el norte del Municipio de Querétaro y el Marqués se pueden encontrar *Q. eduardii*, *Q. grisea* y *Q. potosina* (Zamudio, 1992; CONCYTEQ, 2001).

Esta vegetación se localiza en altitudes que varían de 800 a 3,150 msnm, sobre suelos bien drenados y en terrenos rocosos e inclinados con abundante hojarasca en el horizonte superficial. Suelen presentarse en climas semiáridos y templados con estación invernal seca, con temperaturas medias anuales de 10 a 26°C y precipitación de 600 a 1,200 mm (Rzedowski, 2006).



Fruto de Membrillo (*Amelanchier denticulata*)

C-III

## Superficie

En el estado de Querétaro los bosques de *Quercus* representan una superficie de 122,285 ha (IEFySQ, 2009), mientras que para el Municipio de Querétaro sólo constituyen 1076.42 ha.

Los encinares se distribuyen en la parte norte, en las microcuencas de la Gotera, Buenavista y 12HxCEK, pertenecientes a la delegación Santa Rosa Jáuregui. La Gotera tiene una extensión de 4,996.91 ha, de las cuales 119.97 ha corresponde a Bosque de *Quercus*. En la microcuenca Buenavista los encinares ocupan mayor extensión con 679 ha, de las 13,299.84 ha totales; y en 12HxCEK 150.64 ha, de las 926.16 que comprende esta microcuenca en el municipio de Querétaro. La vegetación circundante corresponde a Selva Baja Caducifolia y Matorral Crasicale.



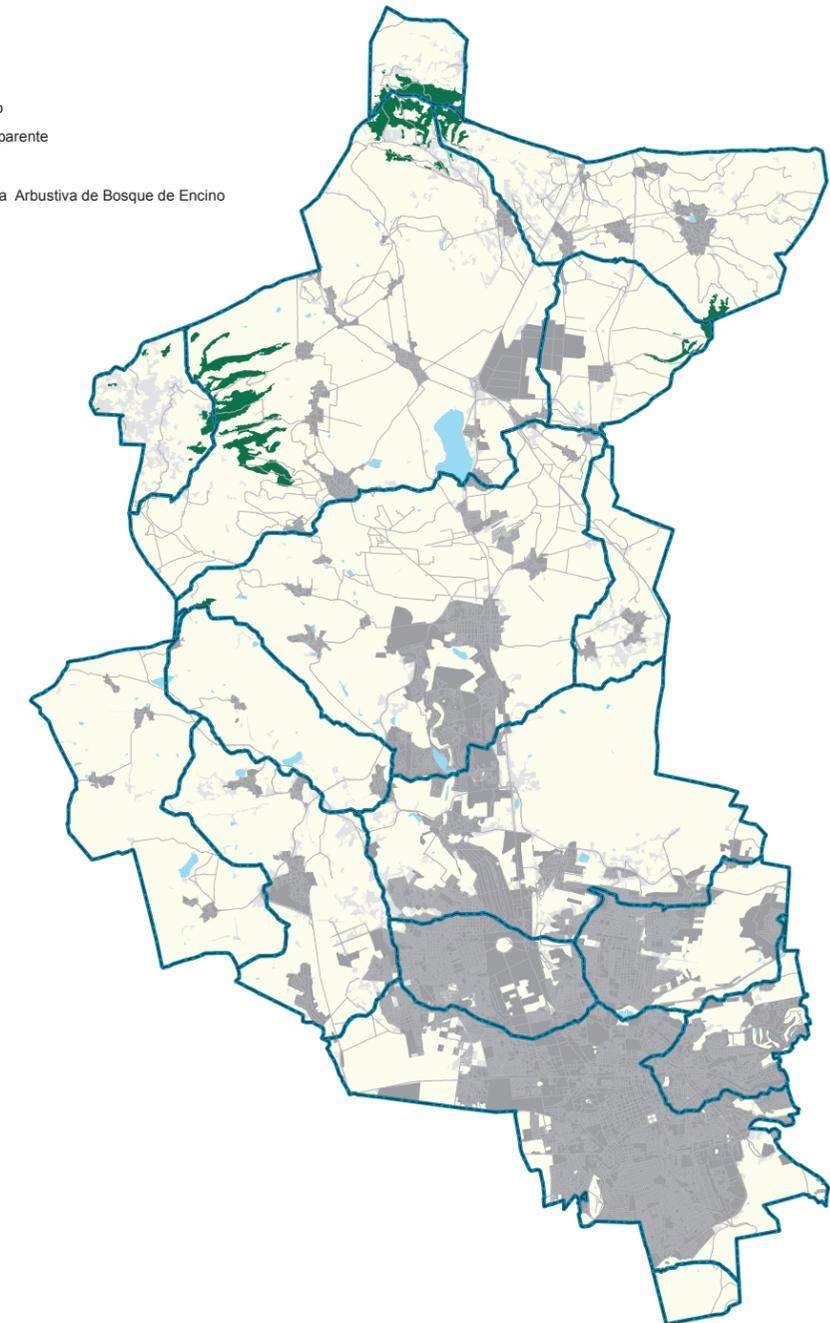
Encinares en Cerro de la Rochera

## VEGETACION DE BOSQUE DE ENCINO



### Simbología

- Vías de comunicación
- Microcuenca
- Asentamiento humano
- Área sin vegetación aparente
- Cuerpo de agua
- Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino



Mapa 10. Distribución de la vegetación bosque de *Quercus* en el Municipio de Querétaro

1:250,000

## Estructura de la Vegetación

La estructura del Bosque de *Quercus*, se determinó como vegetación sucesional arbustiva con base a los datos recopilados para esta vegetación en el territorio municipal. Aunque se detectaron encinares con un estrato arbóreo dominante en laderas cercanas a las comunidades Pie de Gallo, La Carbonera y Joya La Barreta, donde no cayeron puntos de muestreo. Dichas áreas con densas coberturas arbóreas, se asientan sobre los 2,300 msnm y en laderas con pendientes pronunciadas, que en promedio son mayores al 50 % y con exposición Norte.

## Registro de especies

Se registraron 28 géneros y 34 especies distintas en las zonas muestreadas. Las especies más representativas en el estrato arbóreo por su densidad de individuos son *Ipomoea murucoides*, *Acacia schaffneri*, *Quercus sp.*, *Senna polyantha* y *Q. mexicana* (Figura 3.2). En el estrato arbustivo, las especies más abundantes son *Dodonaea viscosa*, *Rhus virens* y *Anisacanthus sp.* (Figura 3.3). Para el estrato herbáceo se registraron 6 especies, donde el *Cheilanthes sp.* mostró mayor abundancia con 145 individuos (Figura 3.4). Es importante señalar que en los conglomerados muestreados se registraron *Ferocactus histrix* y *Dasyllirion acrotrichum*, especies en riesgo acorde a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo 2).

Encinares en Parque Joya La Barreta



Figura 3.2 Especies representativas del estrato arbolado

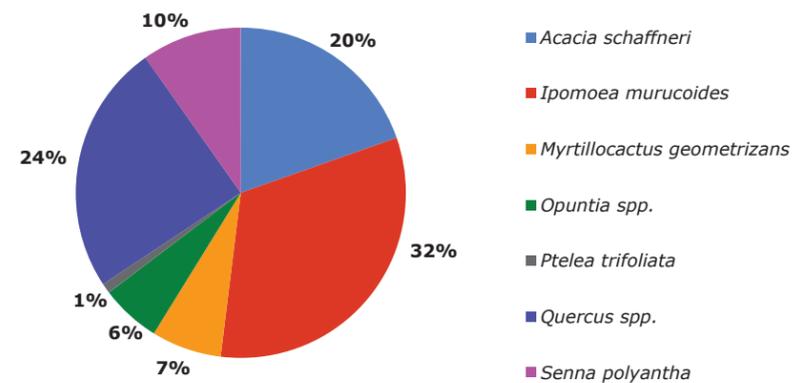


Figura 3.3 Especies representativas del estrato arbustivo

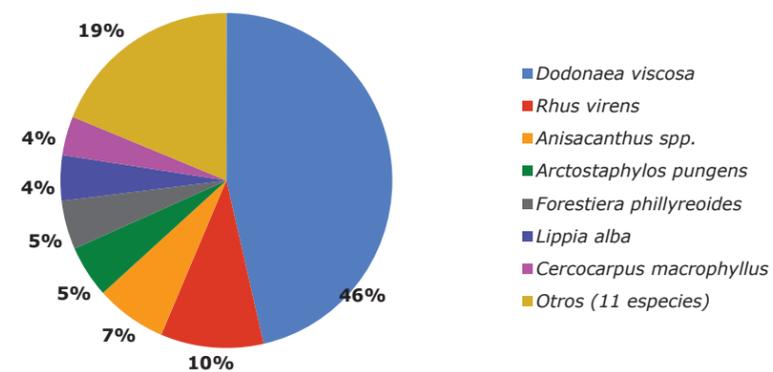
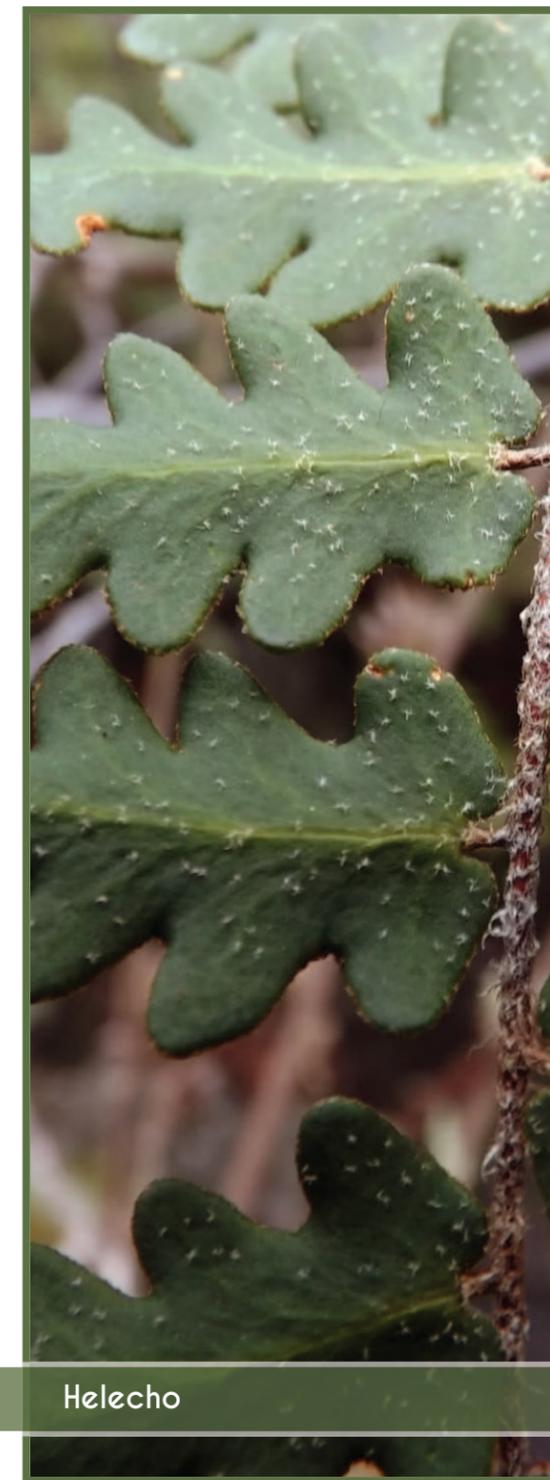
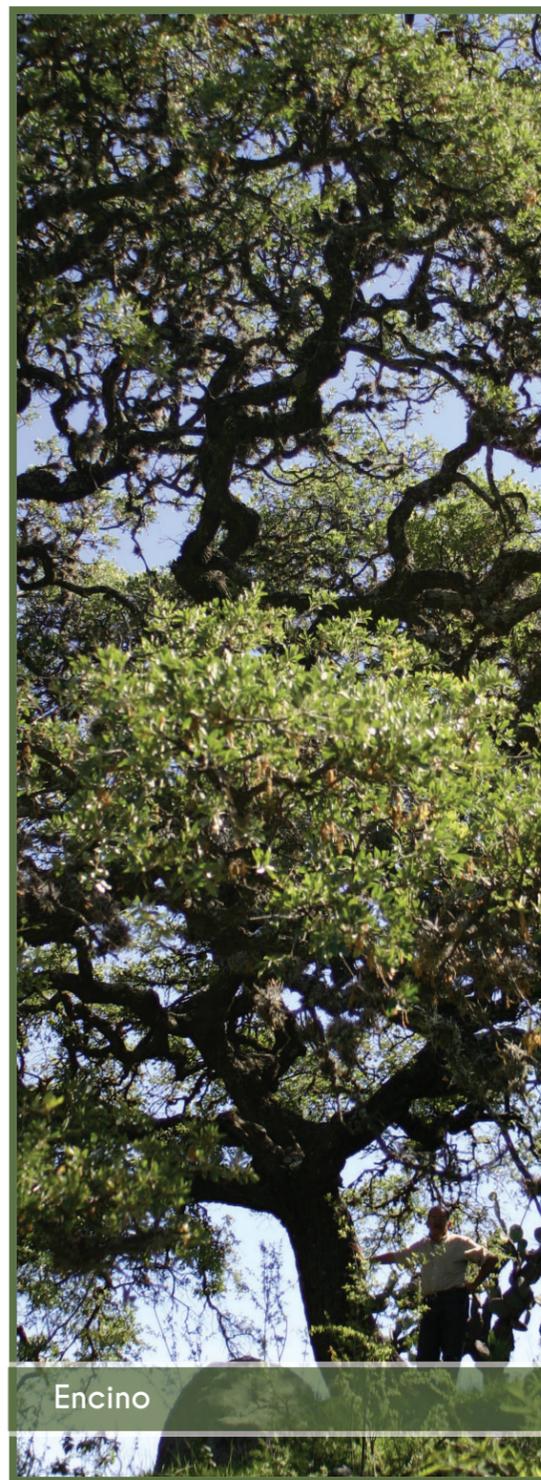
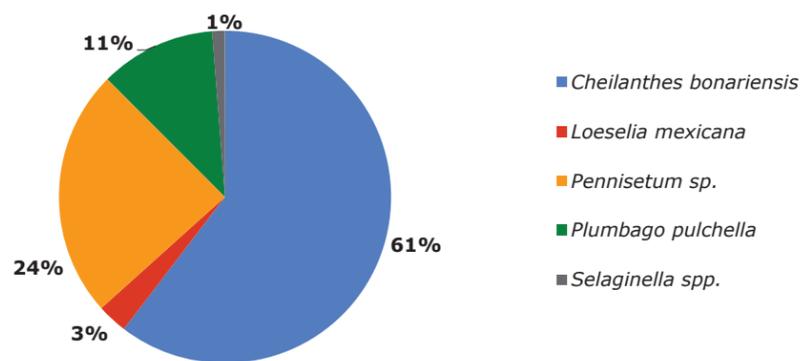


Figura 3.4 Especies representativas del estrato herbáceo



## Usos de la Vegetación

En el Bosque de *Quercus*, 33 de las 34 especies registradas poseen al menos un uso. Únicamente *Ptelea trifoliata* no tiene usos registrados en la literatura para Querétaro y no se refirió alguno por pobladores de las zonas muestreadas.

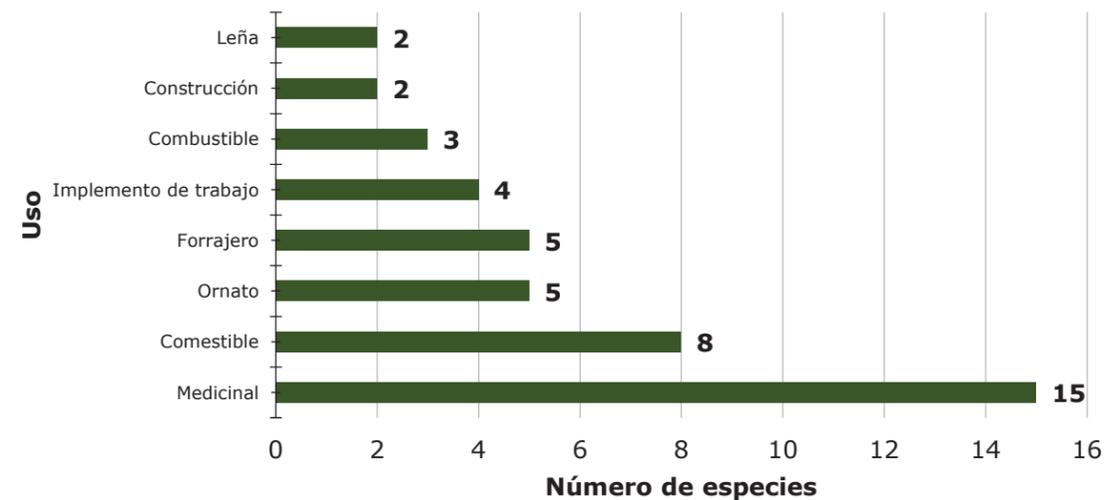
Muchas de las especies registradas pueden ser medicinales, comestibles, combustible o de ornato, entre otros usos (Figura 3.5).

Algunos de los usos reportados son:

- **Medicinales:** *Dodonaea viscosa* es tradicionalmente utilizada para tratar fiebre, cólicos y reumatismo; *Arctostaphylos pungens* es utilizada para curar tos y bronquitis; *Croton ciliatoglandulifer* se usa para tratar fiebres intestinales o para heridas; *Zaluzania augusta* que se usa en té para dolores de estómago.
- **Entre las especies comestibles,** se incluyen las cactáceas *Opuntia robusta* y *Opuntia Streptacantha*, de las cuales se consumen las pencas y los frutos maduros, llamados tunas. Lo mismo con *Myrtillocactus geometrizans* cuyo fruto es llamado garambullo.
- **Para combustible, construcción, postes de cercos ganaderos y leña** se utilizan sobre todo, especies del género *Quercus*, *Condalia velutina*, *Acacia schaffneri*, *Forestiera phillyreoides* y *Senna polyantha*. Sin embargo, al ser zonas circundantes de ganadería o de poblaciones, muchas de las especies son aprovechables como forraje para el ganado o de ornato en las casas (Consultar el Anexo 1 para más información de los usos de las especies registradas).



Figura 3.5 Número de especies por tipo de uso

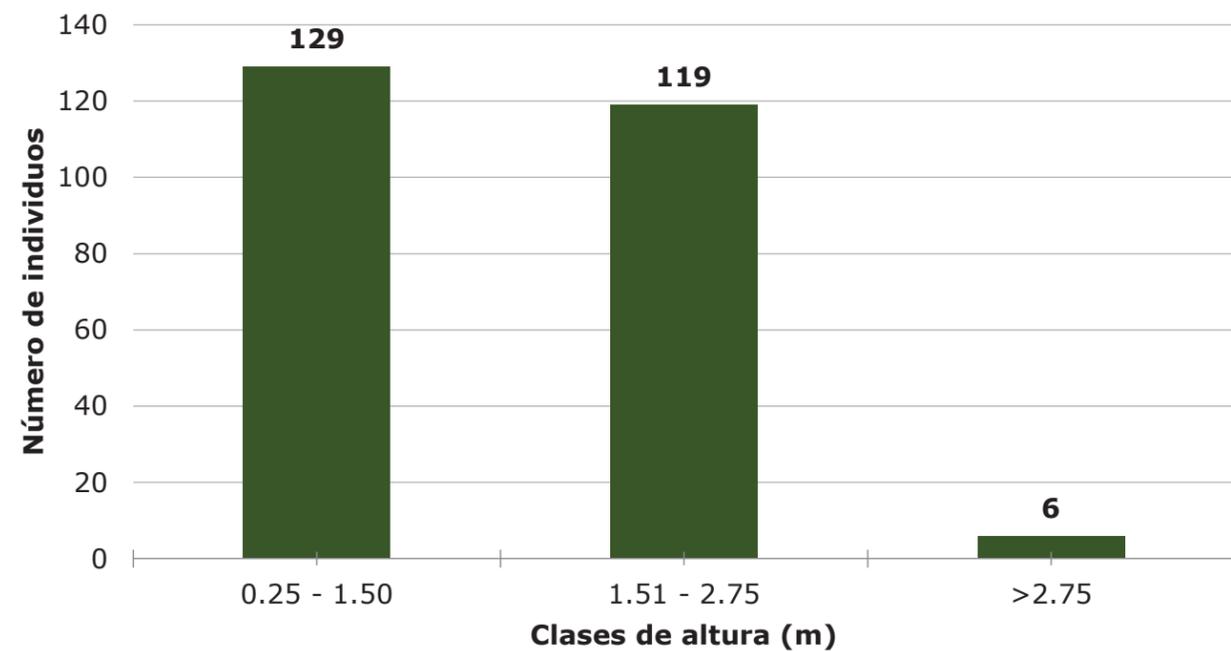


## Regeneración de la Masa Forestal

La regeneración de la masa forestal es un proceso clave para el mantenimiento de la vegetación. El éxito de este proceso, ya sea natural o artificial, está determinado por una serie de factores interactuantes entre los que se incluye el clima, las condiciones edáficas y topográficas, los procesos de competencia y los antrópicos como la ganadería (Klepac, 1983).

En los bosques de *Quercus* del Municipio, la regeneración de la masa forestal del repoblado está entre los 0.25 a 1.5 m y los 1.51-2.75 m de altura (Figura 3.6). Esto indica un proceso de regeneración joven. Las especies con mayor representación son *Dodonaea viscosa* con 58.26 % de individuos, seguido de *Rhus sp.* con 12.59 % y *Quercus sp.* que representa el 7.48 %.

Figura 3.6 Frecuencia por clase de altura en el repoblado



## Parámetros Dasométricos

La superficie total de la vegetación de Bosque de *Quercus* del Municipio de Querétaro es de 1,076.42 ha, donde se muestrearon 5 conglomerados. Las características dasométricas corresponden al arbolado mayor o igual a 7.5 cm de DAP. En los sitios de muestreo se registraron alturas de 1.5 a 6 m (Figura 3.7), donde *Quercus mexicana* y *Senna polyantha* poseen a los individuos más altos.

Tabla 3.2 Descripción de altura (metros)

Comparación	Valor Medio	Lim. Inf.	Lim. Sup.	E.E
Límites de confianza	4.03	3.57	4.49	0.22
Rango de alturas	NA	1.50	6.00	NA

Figura 3.7. Distribución de frecuencia por clase de altura

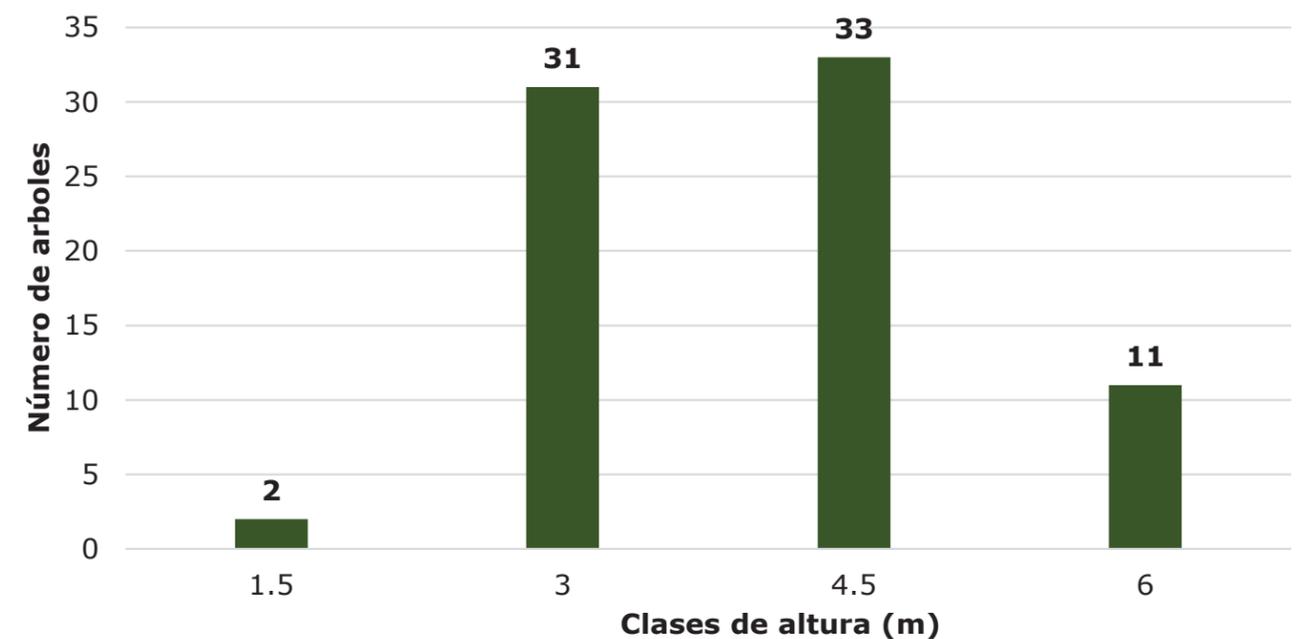


Tabla 3.3 Descripción de diámetros (centímetros)

Comparación	Valor Medio	Lim. Inf.	Lim. Sup.	E.E
Límites de confianza	13.44	10.37	16.51	1.49
Rango de diámetros	NA	10.00	50.00	NA

En las unidades de muestreo se encontraron diámetros entre 10 a 50 cm, con un promedio 13.44 cm (límite de confianza entre 10.37 a 16.51 cm). La mayoría de los individuos registrados se encuentran en el rango de 10 cm y el resto se encuentra en la clase diamétrica de 15 cm a 50 cm (Figura 3.8).

Figura 3.8. Distribución de frecuencias por clase diamétrica

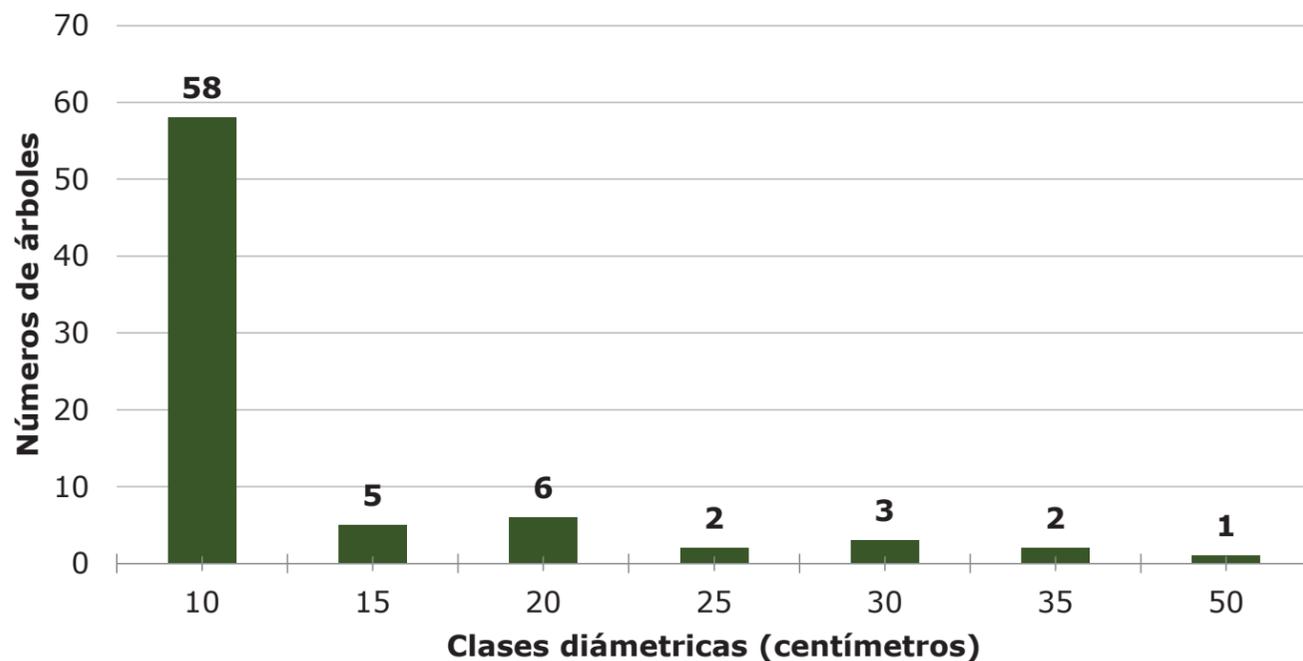


Tabla 3.4 Indicadores dasométricos. Número de árboles (árboles/ha), área basal (m<sup>2</sup>/ha), volumen (m<sup>3</sup>/ha) y cobertura de copa (%/ha)

Variable	Densidad de árboles	Área basal	Volumen	Cobertura de copa
	(árboles/ ha)	(m <sup>2</sup> / ha)	(m <sup>3</sup> / ha)	(%/ha)
Estimador puntual	128	2.39	10.19	10.89
Varianza del Estimador	548	0.79	16.60	4.64
Límite Inferior (95)	114	1.83	7.66	9.55
Límite Superior (95)	143	2.94	12.72	12.22
Error relativo de muestreo	4	8.35	8.94	4.43

De acuerdo con los sitios de muestreo del inventario, el número de individuos por sitio es de 3 a 6 árboles, con una densidad total de 128 árboles por hectárea y 4 % de precisión (intervalos de confianza entre 114 y 143 árboles por hectárea). En promedio se obtuvo un área basal de 2.39 m<sup>2</sup> por hectárea con una precisión de 8.35 % (intervalos de confianza entre 1.83 y 2.94 m<sup>2</sup> por hectárea). El volumen promedio obtenido es de 10.19 m<sup>3</sup>

por hectárea con una precisión de 8.94 % (intervalos de confianza entre 7.66 y 12.72 m<sup>3</sup> por hectárea). Finalmente, la cobertura de copa promedio es de 10.89 % por hectárea con precisión de 4.43 % (intervalos de confianza entre 9.55 % y 12.22 % por hectárea) (Tabla 3.4). De acuerdo a estos resultados, el Bosque de *Quercus* se considera de productividad baja por tener una cobertura de copa inferior al veinte por ciento.

Tabla 3.5 Estimadores puntuales. Existencias maderables (m<sup>3</sup>), área basal (m<sup>2</sup>) y densidad de árboles (número de árboles)

Superficie total vegetación de BQ (ha)	Existencias maderables m <sup>3</sup>			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf	Lim. Sup	Núm. árboles	Lim. Inf	Lim.sup
<b>1,076.42</b>	10,968.72	8,244.42	13,692.06	2,572.64	1,969.85	3,164.67	137,782	122,712	153,928
<b>Estimador puntual</b>	10.19	7.66	12.72	2.39	1.83	2.94	128	114	143

### Existencias volumétricas

Tabla 3.6 Existencias volumétricas (m<sup>3</sup>) por especie

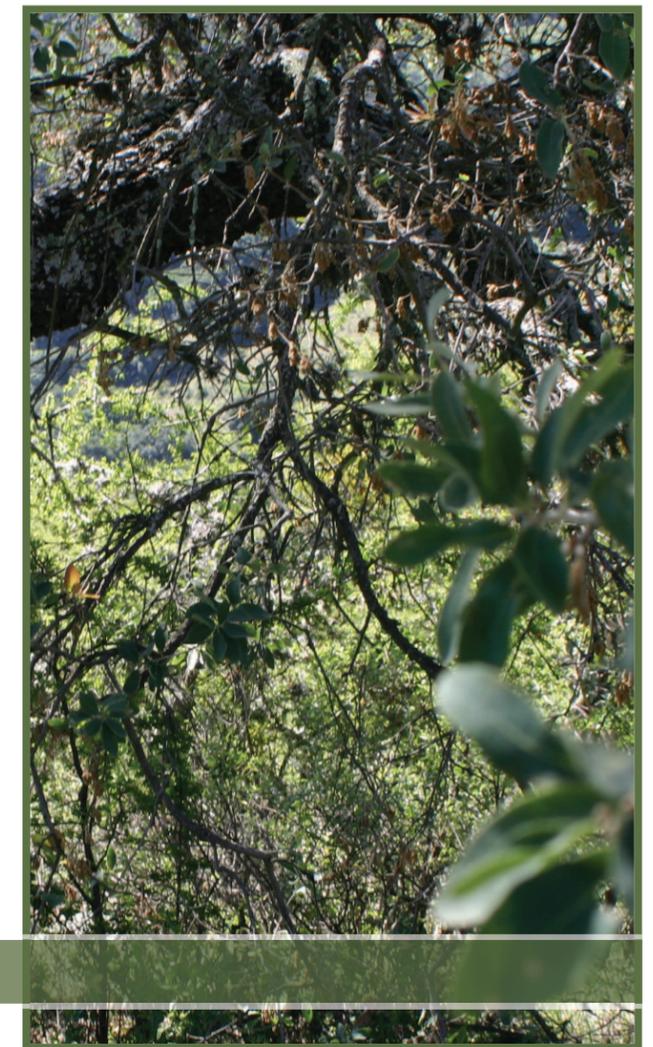
Especie	Existencia Real	
	(m <sup>3</sup> / ha)	m <sup>3</sup> /superficie total
<i>Acacia schaffneri</i>	0.74	791.36
<i>Arctostaphylos pungens</i>	0.05	49.41
<i>Forestiera phillyreoides</i>	0.16	172.87
<i>Ipomoea murucoides</i>	1.85	1,988.47
<i>Quercus sp.</i>	3.33	3,585.56
<i>Quercus mexicana</i>	3.46	3,720.22
<i>Senna polyantha</i>	0.61	660.84
<b>Total</b>	<b>10.19</b>	<b>10,968.72</b>

En la **tabla 3.6** se muestra las especies de carácter maderable. Se estimó un volumen total de 10,968.72 m<sup>3</sup> de la superficie total, donde las especies que representan mayor volumen son *Quercus mexicana* (3,720.22 m<sup>3</sup> de la superficie total) y *Quercus sp.* (3,585.56 m<sup>3</sup> de la superficie total). *Quercus mexicana* tiene la madera

dura y puede ser destinada para productos de clasificación primaria como madera en rollo. En cambio, la madera de *Ipomea murucoides* es blanda y de rápido crecimiento, por lo que puede ser destinada para elaboración de tableros de aglomerado y para celulosa.



*Quercus sp.*



## Estado de Salud del Arbolado

El 49% del arbolado del bosque de *Quercus* en el Municipio no presentan daño, sin embargo, el resto exhibe algún tipo de daño, principalmente por plantas parásitas del género *Phoradendron* y plantas epífitas del género *Tillandsia*, que representan el mayor porcentaje de individuos dañados por agente causal (Figura 3.9). Existen también daños por el viento y otros agentes bióticos como insectos y plantas parásitas

diferentes de las mencionadas, así como daños desconocidos en menor medida. En la Figura 3.10 se observa que aunque la mayoría de los individuos se ven afectados por plantas epífitas y/o parásitas, la intensidad con la que se presenta el daño es leve o moderada, por lo que no compromete la salud del estrato.

Figura 3.9 Proporción de daño por agente causal

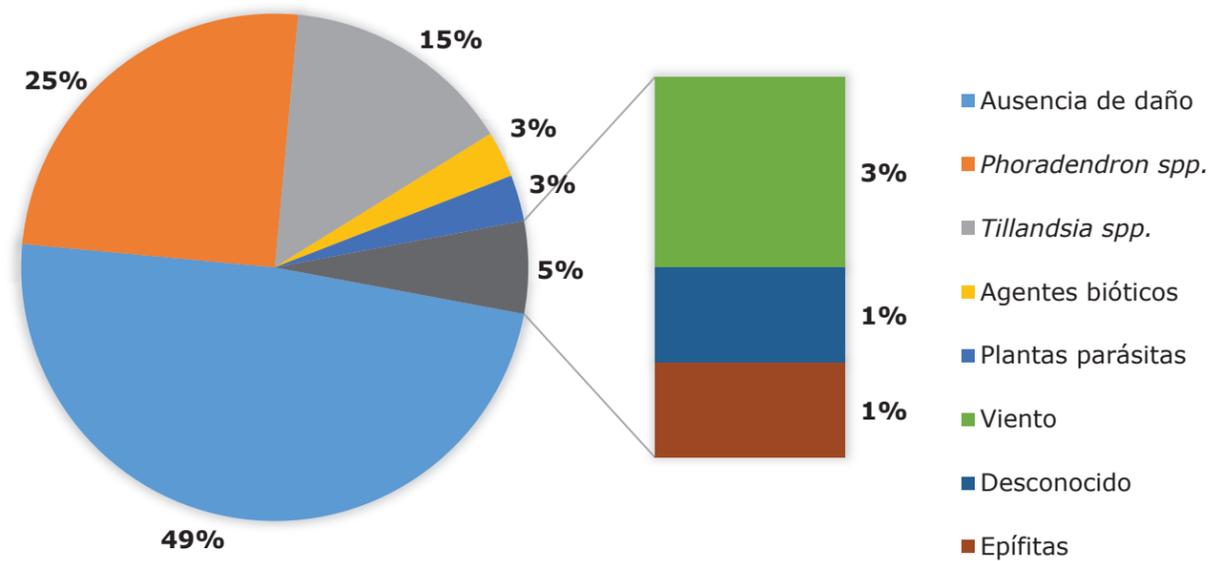
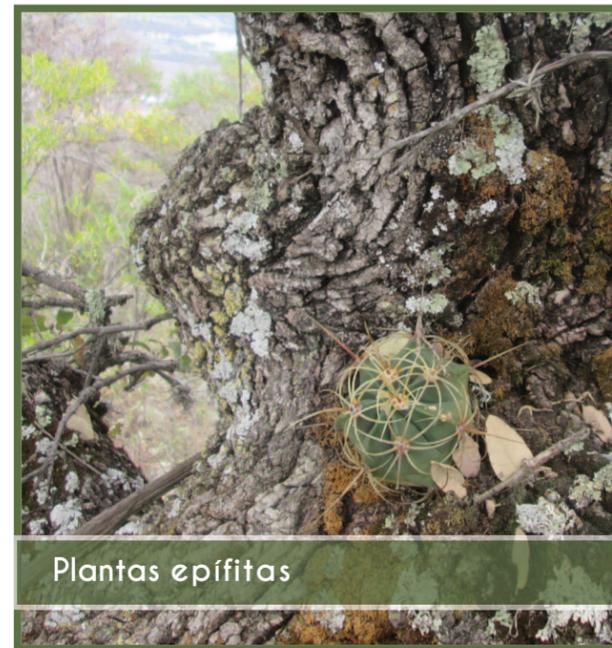
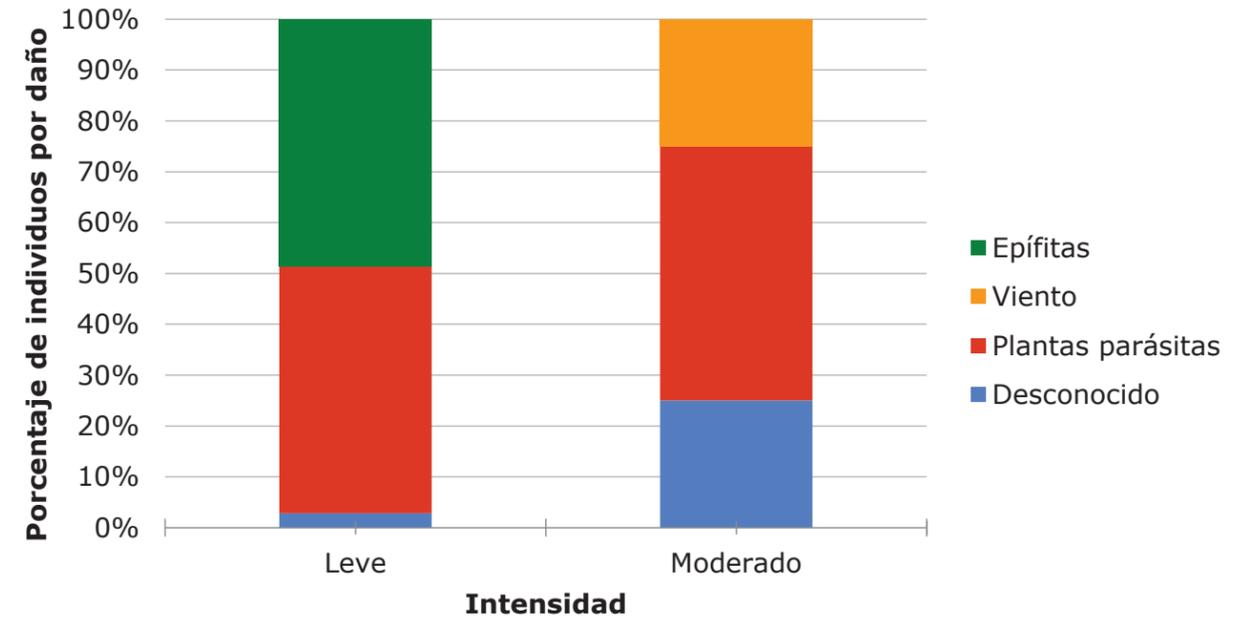


Figura 3.10 Intensidad de daño por agente causal



## Índice de Valor de Importancia Ecológica

Las especies con mayor IVI en los bosques de *Quercus* del Municipio de Querétaro son *Ipomoea murucoides*, *Quercus sp.* y *Quercus mexicana*; es decir, estas especies determinan la estructura de la vegetación tomando en cuenta la suma de sus valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa. Las especies con mayor número de individuos en la masa forestal total son *Ipomoea murucoides* y *Acacia schaffneri*; las de mayor ocurrencia en los sitios de muestreo son *Ipomoea murucoides* y *Quercus sp.*; y las de mayor biomasa de acuerdo al área basal y cobertura, son *Quercus mexicana*, *Quercus sp.* e *Ipomoea murucoides*, posiblemente por ser las que están mejor adaptadas a los factores físicos y ecológicos del hábitat (Tabla 3.7).

Tabla 3.7 Índice de valor de importancia en BQ

Especie	Frecuencia relativa		IVI (300%)	IVI (100%)
<i>Ipomoea murucoides</i>	15.80	19.40	31.90	67.10
<i>Quercus sp</i>	15.80	22.60	8.300	46.70
<i>Quercus mexicana</i>	5.300	28.40	9.700	43.40
<i>Acacia schaffneri</i>	10.50	8.700	19.40	38.70
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	10.50	12.80	8.300	31.70
<i>Senna polyantha</i>	10.50	4.300	8.300	23.20
<i>Opuntia streptacantha</i>	10.50	0.400	2.800	13.80
<i>Forestiera phillyreoides</i>	5.300	1.100	5.600	11.90
<i>Opuntia robusta</i>	5.300	1.700	2.800	9.700
<i>Arctostaphylos pungens</i>	5.300	0.300	1.400	7.000
<i>Ptelea trifoliata</i>	5.300	0.200	1.400	6.900

## Suelos

Los suelos donde se asienta el Bosque de *Quercus* son en su mayoría medianamente profundos con un espesor promedio de 26 cm, delimitados por roca o por afloramientos rocosos. Se clasifican como Litosol (l) y Faeozem Háptico (Hh) con dominancia de uno y otro en 426 y 554 ha, respectivamente, según la clasificación de FAO-UNESCO (1970). En menor superficie, se encuentran Vertisol pélico (Vp), Faeozem lúvico-Litosol (Hl-l) y el Litosol-Redzina (l-Re) (POEL, 2014).

El 66.7 % del suelo es de uso forestal, mientras que el 33.3 % es de uso forestal con ganadería extensiva y cobertura arbustiva (Figura 3.11). En el 83.3 % de los conglomerados muestreados para este tipo de vegetación se observó degradación y afectación del suelo por erosión hídrica, de ligera a severa, con pérdida de suelo superficial; mientras que en el resto se observó degradación física (Figura 3.12). Es importante mencionar que estos datos sólo representan la condición de las áreas muestreadas; los resultados no pueden generalizarse para el tipo de vegetación debido a que el tamaño de muestra para Bosque de *Quercus* no fue representativa.

Figura 3.11 Categorías de uso del suelo

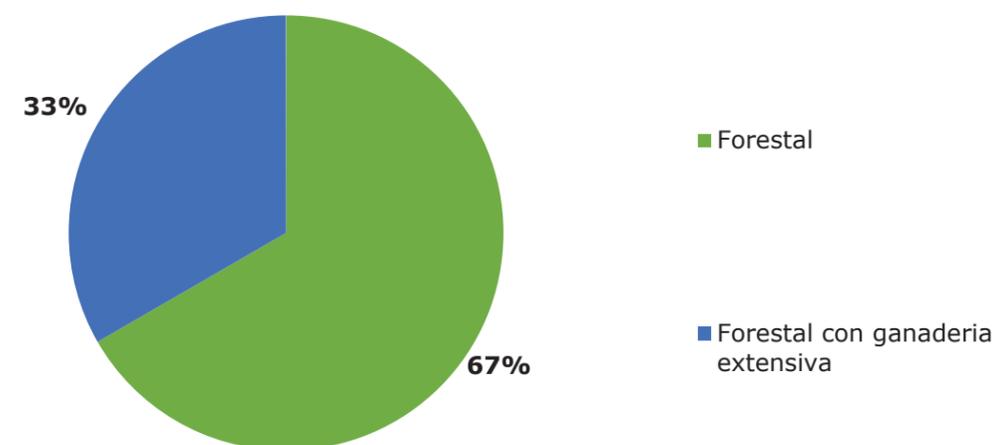
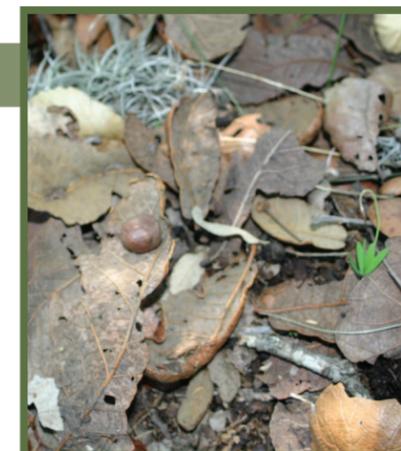
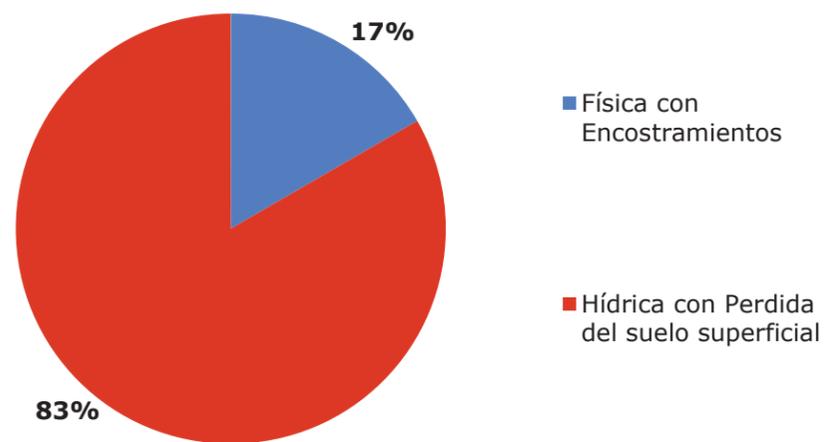


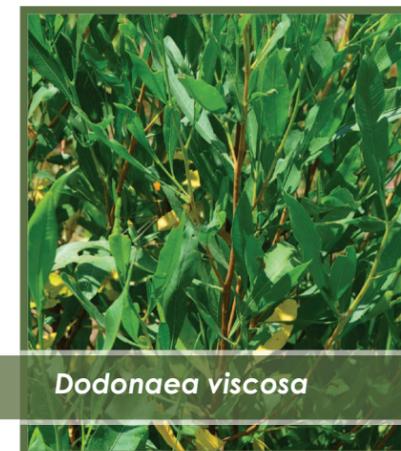
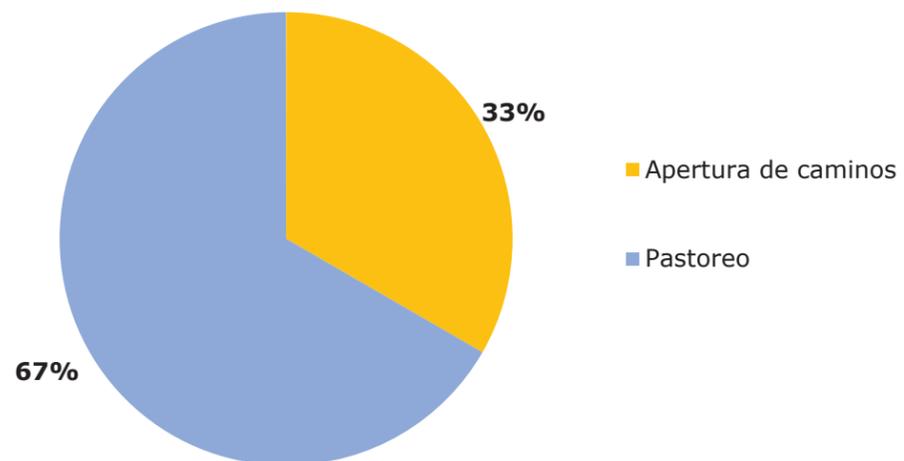
Figura 3.12 Tipos de degradación



### Impactos ambientales

Los impactos ambientales registrados fueron aperturas de caminos y pastoreo (Figura 3.13), dado que los sitios de muestreo se localizan cercanos a asentamientos humanos, donde una de las actividades que se desempeña es la cría y pastoreo de ganado ovino y bovino.

Figura 3.13 Impactos ambientales

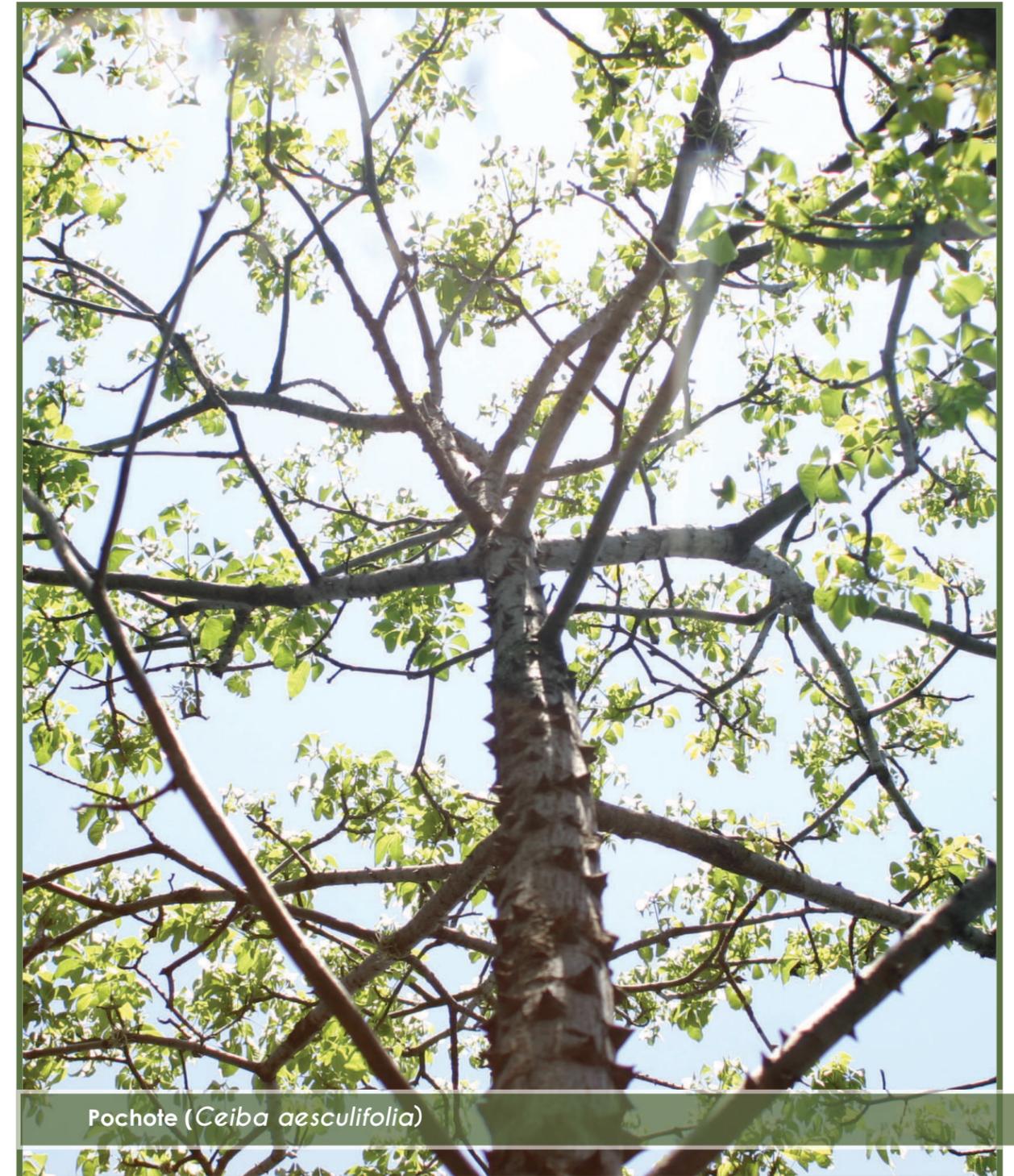


## SELVA BAJA CADUCIFOLIA

### Caracterización de la vegetación

La Selva Baja Caducifolia, también denominada como Bosque Tropical Caducifolio, se caracteriza por la dominancia fisonómica de un estrato arbóreo compuesto por especies con afinidad tropical que no sobrepasan los 10 m de altura; en ocasiones pueden existir dos estratos, mismos que en temporada seca pierden su follaje (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978). Los árboles presentan hojas compuestas con folíolos pequeños y su corteza se caracteriza por ser exfoliante o de colores vivos (Zamudio, et al, 1992). Constituye el ecosistema terrestre más complejo del área y el tipo de vegetación con mayor biodiversidad. En este ecosistema es común la abundancia de *Lysiloma microphylla*, aunque también se encuentra ampliamente representado por especies del género *Bursera*. En sitios conservados, el estrato herbáceo está poco desarrollado e incluso totalmente ausente (Rzedowski, 1978). A comunidades sucesionales arbustivas que presentan esta estructura sin cambios después de muchos años, algunos autores lo denominan como Matorral Subtropical, en donde aumenta la densidad de especies como *Ipomoea murucoides*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Eysenhardtia polystachya*, *Acacia farnesiana*, *Acacia schaffneri* y especies del género *Opuntia* (Pineda et al, 2007 y Zacarias-Eslava et al, 2011).

La Selva Baja Caducifolia, se desarrolla a una altitud que va desde los 0 hasta los 1900 msnm, sobre suelos delgados, pedregosos, con buen drenaje y comúnmente en laderas. Se encuentran en climas de tipo Aw (tropical con invierno seco) de la clasificación de Köppen, aunque también se encuentra en Bs y Cw en la clasificación de García (1973), y generalmente con precipitaciones que varían entre los 500 a los 1200 mm y temperatura media anual superior a 20 °C. En algunos lugares del norte del país se han llegado a registrar en temperaturas inferiores a 0 °C (Rzedowski, 1978; Zamudio et al, 1992).



## Superficie

La Selva Baja Caducifolia se desarrolla en manchones densos de vegetación y posee una extensión total de 84,131 ha para el estado, de los cuales 11,890.12 ha se encuentran en el Municipio de Querétaro.



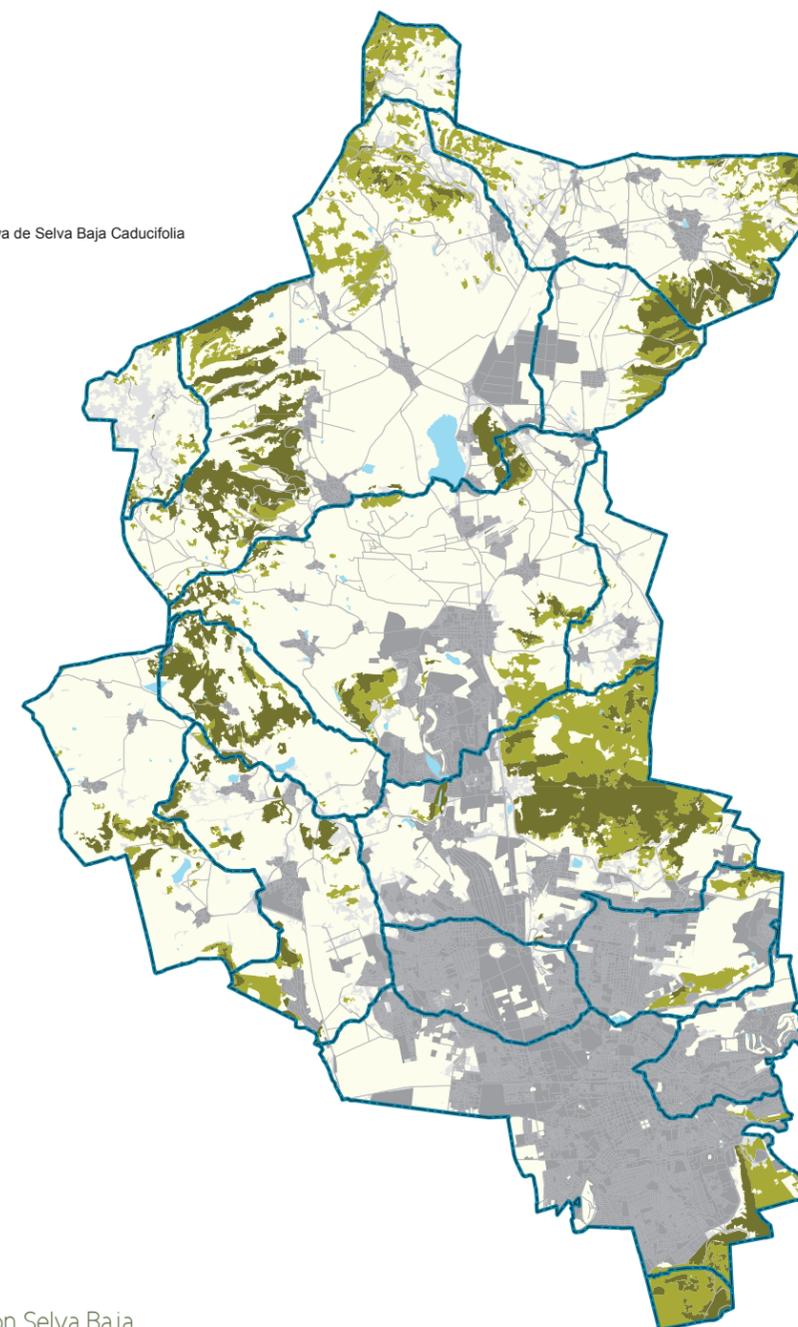
Selva Baja Caducifolia (Carretera a San Isidro el Alto)

## VEGETACIÓN DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA



### Simbología

- Vías de comunicación
- Microcuenca
- Selva Baja Caducifolia**
  - Asentamiento humano
  - Área sin vegetación aparente
  - Cuerpo de agua
  - Selva Baja Caducifolia
  - Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia



Mapa 11. Distribución de la vegetación Selva Baja Caducifolia en el Municipio de Querétaro

1:250,000



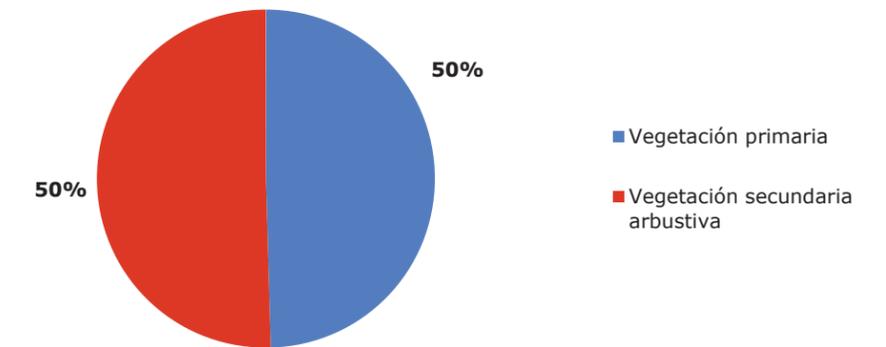
Dentro del Municipio, este tipo de vegetación se localiza en las siguientes microcuencas: Buenavista, Colonia Rancho Menchaca, El Nabo, La Estacada, La Gotera, Los Olvera, El Potrero, San José el Alto, Santa María del Zapote, Santa Rosa Jáuregui, Santiago de Querétaro y Tlacote el Bajo. Sin embargo, a pesar de que se distribuye con más unifor-

midad en todo el Municipio, representa menor superficie que los matorrales. San José el Alto es la microcuenca que posee mayor extensión de Selva Baja Caducifolia primaria y sucesional con 2,783.94 ha totales y le sigue Buenavista con 1,524.54 ha de vegetación primaria y 1,197.31 ha de vegetación sucesional.

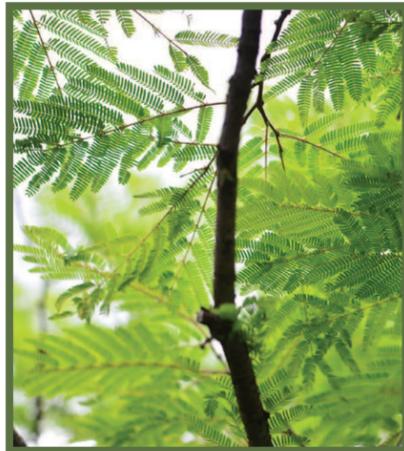
## Estructura de la vegetación

Esta vegetación, en total está representada por 61.8 % de los conglomerados, y se compone en un 50 % de vegetación primaria, es decir, 5,896.30 ha y el otro 50 % en fase sucesional arbustiva (Figura 3.14).

Figura 3.14 Superficie de vegetación por estrato



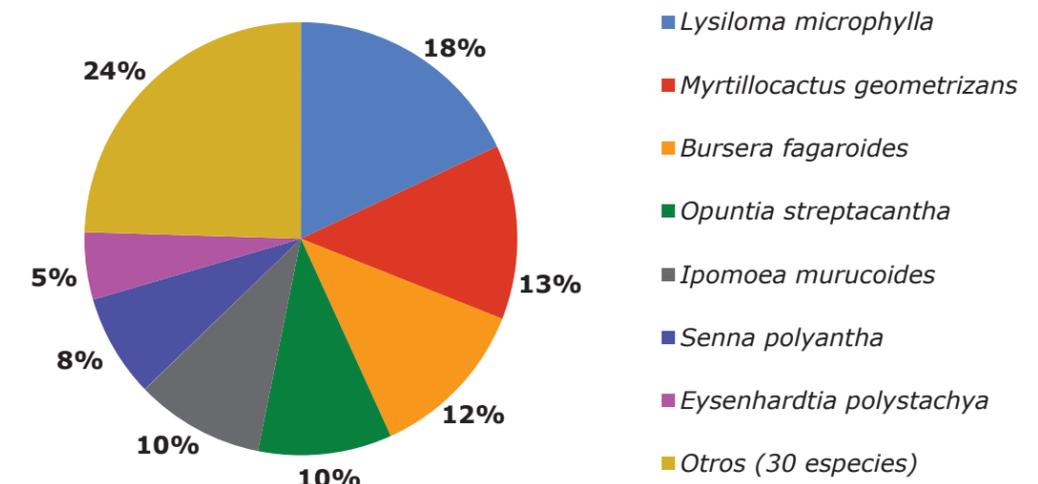
Palo blanco (*Hesperalbizia occidentalis*)



## Registro de especies

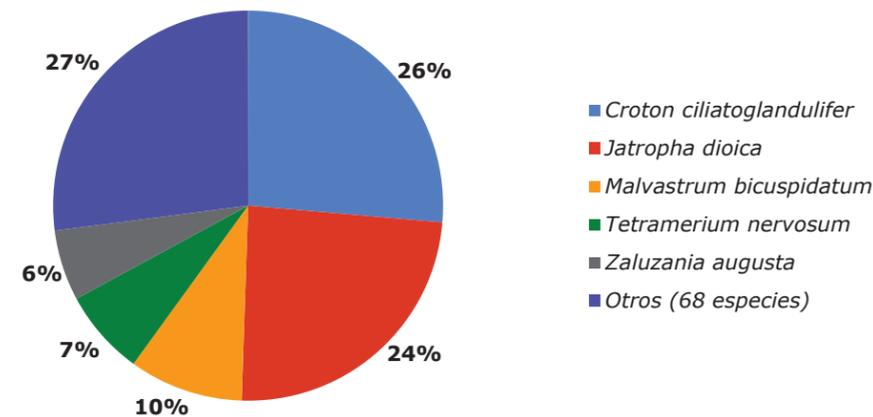
En el estrato arbóreo se registraron un total de 36 especies, donde abundan características de este tipo de vegetación como son *Lysiloma microphylla*, *Bursera fagaroides*, *Senna polyantha* y *Eysenhardtia polystachya* (Figura 3.15) a la par con especies pertenecientes a la familia Cactaceae como son; *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia hyptiacantha* y *Opuntia streptacantha*. La especie dominante en términos forestales, es decir, que poseen los individuos con mayor altura, es *Lysiloma microphylla* y los codominantes sin considerar a las cactáceas son *Cedrela dugesii*, *Ceiba aesculifolia* y *Senna polyantha*.

Figura 3.15 Especies representativas del estrato arbóreo



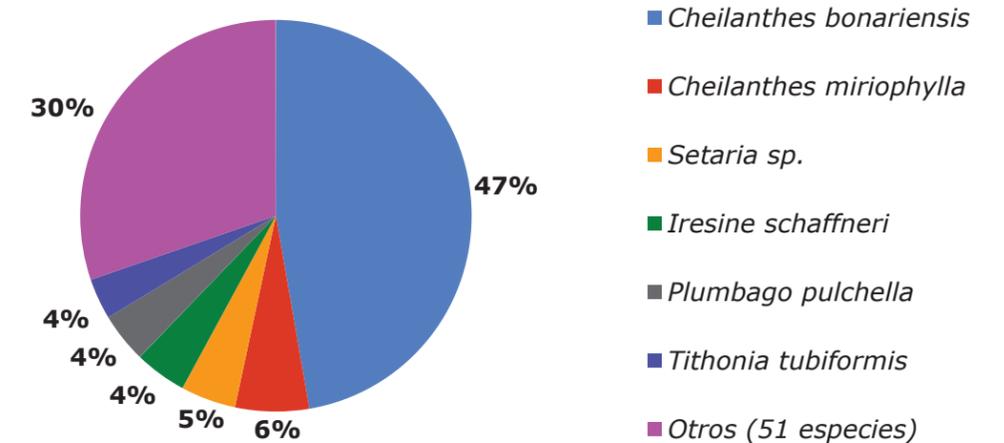
El estrato arbustivo está constituido por 49 géneros y 73 especies. Las más abundantes son *Croton ciliatoglandulifer*, *Jatropha dioica*, *Malvastrum bicuspidatum* y *Tetramerium nervosum* (Figura 3.16). Además se observa en gran cantidad *Dodonaea viscosa* en zonas altas y cercanas a Bosque de *Quercus*, cuyo estrato arbóreo fue menor.

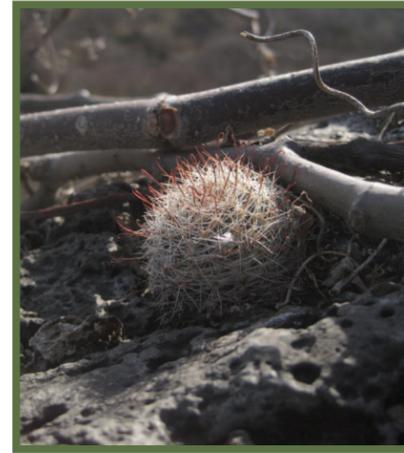
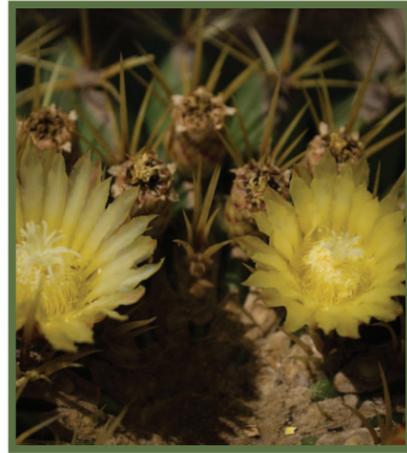
Figura 3.16. Especies representativas del estrato arbustivo



El estrato herbáceo cuenta con 59 especies. Las más abundantes fueron helechos como *Cheilanthes bonariensis*, *Cheilanthes myriophylla*, y otras hierbas estacionales como *Setaria sp.*, *Iresine schaffneri* y *Plumbago pulchella* entre otras (Figura 3.17). También se registraron abundantes pastos invasivos, como *Poa sp.*, *Bouteloa sp.* y *Melinis repens*, los cuales son frecuentes, ya que su dispersión es muy exitosa.

Figura 3.17 Especies representativas del estrato herbáceo



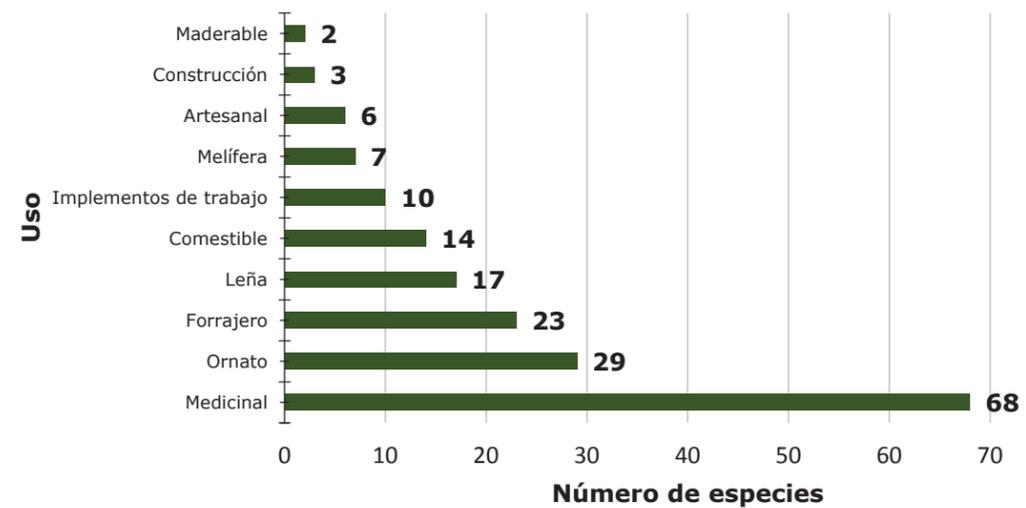


## Usos de la vegetación

En la Selva Baja Caducifolia, 124 de las 168 especies totales poseen algún tipo de uso. Únicamente las especies *Verbesina serrata*, *Viguiera linearis*, *Tetramerium aureum* y *T. glutinosum* no tienen uso conocido. Como se observa en la **Figura 3.18**, 68 especies son aprovechables por sus propiedades medicinales. Por mencionar algunas, las hojas de *Lantana involucrata* se colocan en los oídos para curar la sordera, mientras que *Croton ciliatoglandulifer* se utiliza para curar fiebres intestinales y para picaduras de alacranes. La mayoría de las especies ostenta más de un uso; ejemplo de ello son *Bursera palmeri*, que se utiliza para leña y como ornamental y *Jatropha dioica* cuyos tallos se usan para la elaboración de canastas y otras artesanías, para curtir pieles y como medicinal para cicatrización de heridas, dolor de muelas, disentería y hemorroides. Seguido del medicinal, gran cantidad de especies reportan usos para ornato, como forraje, leña y en menor medida como curtiente, colorante y para bebidas alcohólicas. Estos datos evidencian la gran riqueza de servicios culturales que ofrece la vegetación del municipio.

Consultar **Anexo 1** para más información de los usos de las especies registradas.

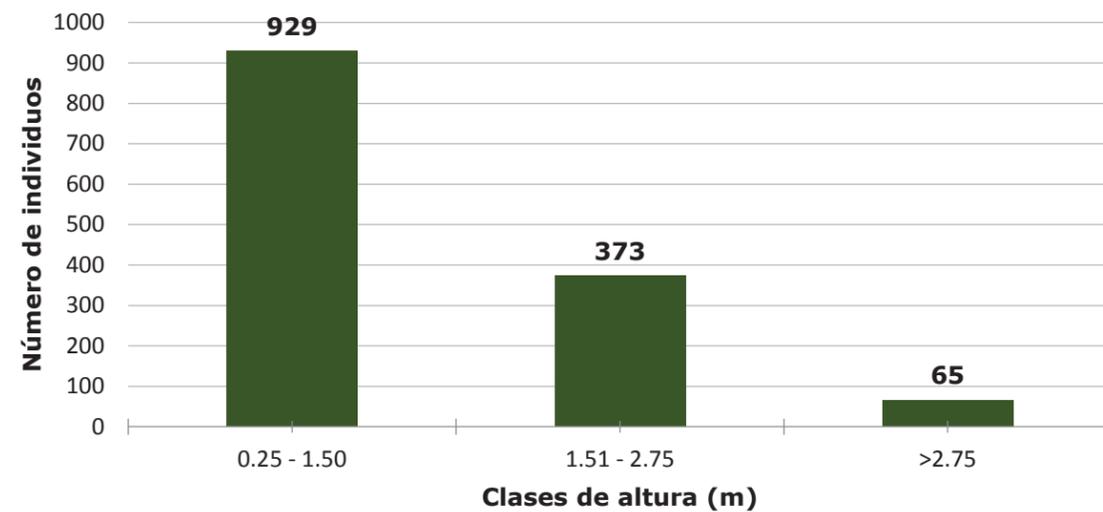
Figura 3.18 Número de especies por tipo de uso



## Regeneración de masa forestal

La regeneración en el repoblado está determinada por individuos que van desde los 0.25 m hasta los 1.5 m de altura, lo que asume que la regeneración se encuentra en etapa juvenil (Figura 3.19). También se incluyeron arbustos juveniles e individuos arbóreos que no alcanzaron los 7.5 cm de diámetro a la altura del pecho.

Figura 3.19 Distribución de individuos por clases de altura en el repoblado



## Parámetros dasométricos

Conocer la composición, estructura, distribución y desarrollo de la masa forestal es importante, ya que permite clasificar y entender la condición actual en que se encuentra la selva. El estudio de las características dasométricas de la vegetación de Selva Baja Caducifolia corresponde a los individuos mayor o igual a 7.5 cm de DAP.

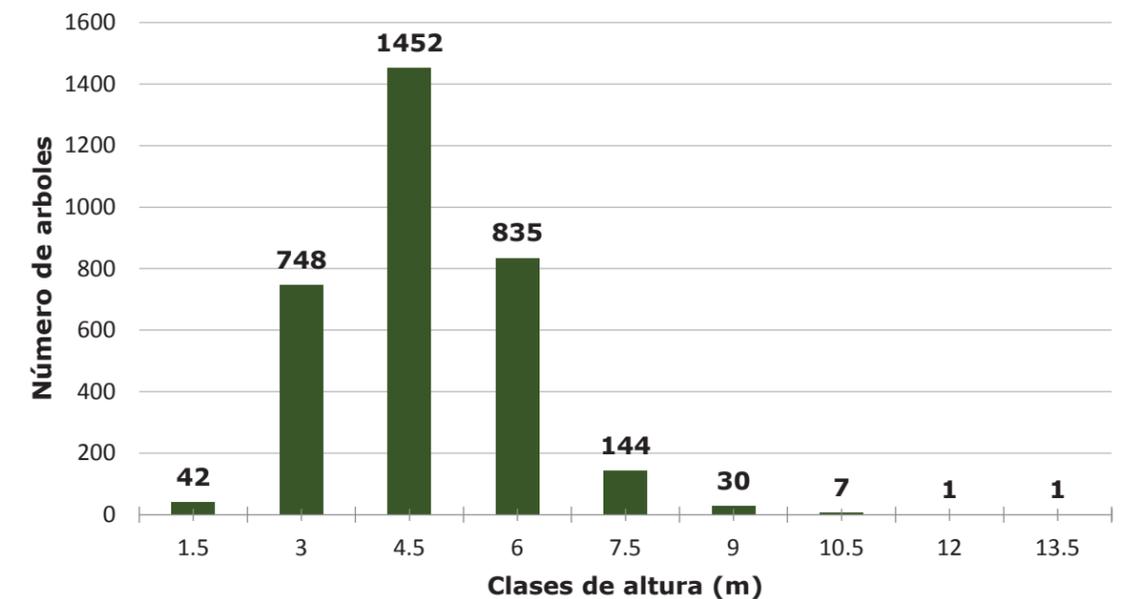
Tabla 3.8 Distribución de alturas (metros)

Comparación	Valor Medio	Lim. Inf.	Lim. Sup.	E.E
Límites de confianza	4.70	4.54	4.85	0.08
Rango de alturas	NA	1.50	13.50	NA

En los 77 conglomerados muestreados se registraron 3,260 árboles pertenecientes a 34 especies. Dentro de las especies representativas se encuentran *Cedrela dugesii*, *Bursera galeottiana* y *Ceiba aesculifolia*.

El arbolado se distribuye en los rangos de 1.5 a 13.5 m de altura; algunos individuos pertenecientes a las especies *Cedrela dugesii*, *Eysenhardtia polystachya* y *Lysiloma microphylla* poseen alturas entre los 8 m y 11.2 m (Figura 3.20).

Figura 3.20 Distribución de frecuencias de las clases de altura (metros)

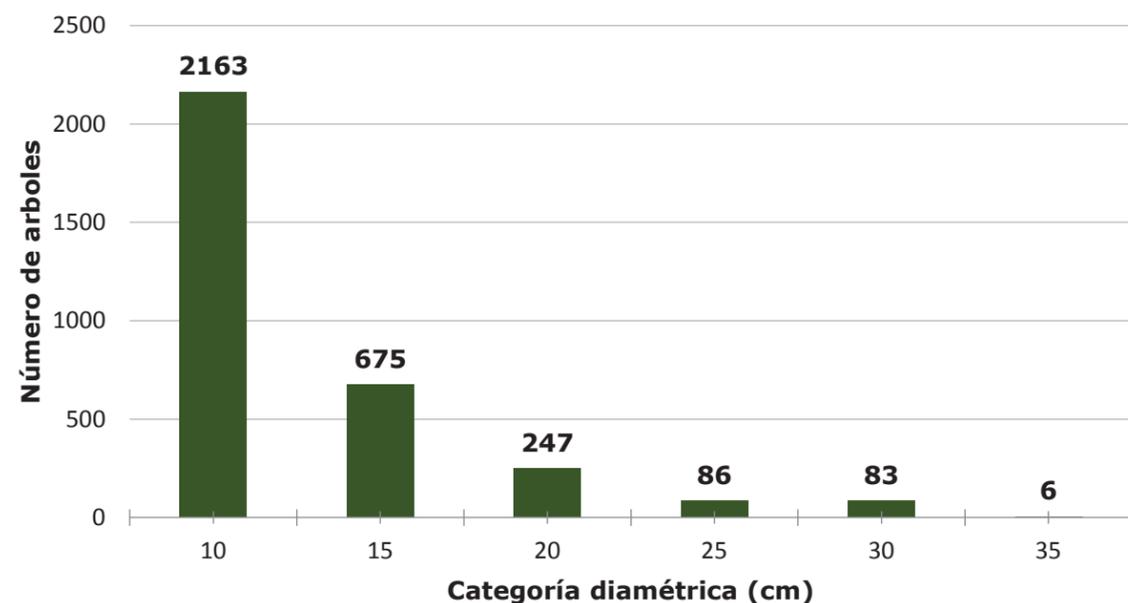


En la Selva Baja Caducifolia se registraron diámetros entre 10 cm a 35 cm, con un promedio de 12.74 cm (límite de confianza entre 12.22 a 13.27 cm) (Tabla 3.9). Como se observa en la Figura 3.21, el 75 % de los individuos registrados se encuentran en la categoría de 10 cm a 15 cm y el resto se encuentra en la clase diamétrica de 20 cm a 35 cm.

Tabla 3.9 Distribución de diámetros (centímetros)

Comparación	Valor Medio	Lim. Inf.	Lim. Sup.	E.E
Límites de confianza	12.74	12.22	13.27	0.27
Rango de diámetros	NA	10.00	35.00	NA

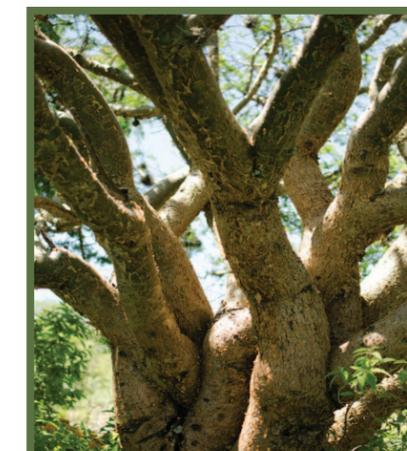
Figura 3.21. Distribución de frecuencias de clases diamétricas (centímetros)



La altura y el diámetro de los árboles registrados son mínimos, pero se pueden aprovechar para productos secundarios, tal es el caso de la especie *Lysiloma microphylla* cuya madera es utilizada en la fabricación de horcones, postes, mazos, y manufactura de pequeñas piezas de construcción.

Tabla 3.10 Indicadores dasométricos. Número de árboles (árboles/ha), área basal (m<sup>2</sup>/ha), volumen (m<sup>3</sup>/ha) y cobertura de copa (%/ha)

Variable	Densidad de árboles (árboles/ hectárea)	Área basal (m <sup>2</sup> / ha)	Volumen (m <sup>3</sup> / ha)	Cobertura de copa (% / ha)
Estimador puntual	290	4.21	18.64	43.52
Varianza del Estimador	615	0.25	4.838	24.12
Límite Inferior (95)	287	4.15	18.39	42.96
Límite Superior (95)	301	4.43	19.62	45.71
Error relativo de muestreo	1.91	2.63	2.638	2.524



La Selva Baja Caducifolia tiene una superficie de 11,890.12 ha. En las unidades de muestreo se obtuvieron en promedio 11 árboles por sitio. El promedio de individuos por ha es de 290 con una precisión de 1.91 % (intervalo de confianza de 287 a 301 árboles por hectárea); mientras que el volumen promedio es de 18.64 m<sup>3</sup> por hectárea, con una precisión de 2.64 % (intervalos de confianza entre 18.39 y 19.62 m<sup>3</sup>/ha).

La vegetación estudiada corresponde a terrenos forestales de productividad media, caracterizados por tener una cobertura de copa de 43.52 % por hectárea y una altura promedio de los árboles dominantes menor a 16 metros.

De acuerdo con los resultados, la zona de estudio se considera con productividad baja en términos de aprovechamiento maderero. Las especies registradas pueden ser consideradas para productos no maderables, es decir, aprovechar tallos, raíces, hojas etc. Dentro de los géneros más importantes de esta vegetación se encuentra *Bursera* y *Acacia*, las cuales pueden utilizarse para la extracción de taninos y resinas aromática como productos no maderables.

### Existencias volumétricas

El volumen total para el tipo de vegetación es de 221,631.84 m<sup>3</sup> y los géneros que exhiben mayor volumen por hectárea son *Lysiloma*, *Bursera*, *Ipomoea* y *Senna* (Tabla 3.12).

Tabla 3.12 Existencias volumétricas (m<sup>3</sup>) por género

Género	Existencia Real	
	(m <sup>3</sup> / ha)	m <sup>3</sup> /superficie total
<i>Acacia</i>	0.78	9,266.17
<i>Aralia</i>	0.01	72.39
<i>Buddleja</i>	0.07	854.34
<i>Bursera</i>	4.54	53,986.70
<i>Cedrela</i>	0.43	5,156.93
<i>Ceiba</i>	0.10	1,172.12
<i>Celtis</i>	0.24	2,855.35
<i>Condalia</i>	0.07	846.24
<i>Dodonaea</i>	0.01	63.73
<i>Erythrina</i>	0.35	4,171.82
<i>Eysenhardtia</i>	1.33	15,783.07
<i>Forestiera</i>	0.29	3,408.25
<i>Ipomoea</i>	2.97	35,361.02
<i>Karwinskia</i>	0.03	383.86
<i>Lysiloma</i>	4.85	57,669.10
<i>Mimosa</i>	0.01	135.21
<i>Prosopis</i>	0.79	9,411.28
<i>Quercus</i>	0.01	102.07
<i>Schinus</i>	0.03	379.28
<i>Senna</i>	1.73	20,552.92

Tabla 3.11 Estimadores puntuales. Existencias maderables (m<sup>3</sup>), área basal (m<sup>2</sup>) y densidad de árboles (número de árboles)

Superficie total vegetación de SBC (ha)	Existencias maderables m <sup>3</sup>			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim.inf	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf	Lim. Sup	Núm. árboles	Lim. Inf	Lim.sup
<b>11,890.12</b>	221,631.84	218,659.31	233,284.15	50,057.41	49,344.00	52,673.23	3,448,134.80	3,412,464.44	3,578,926.12
<b>Estimador puntual</b>	18.64	18.39	19.62	4.21	4.15	4.43	290	287	301

## Estado de salud del arbolado

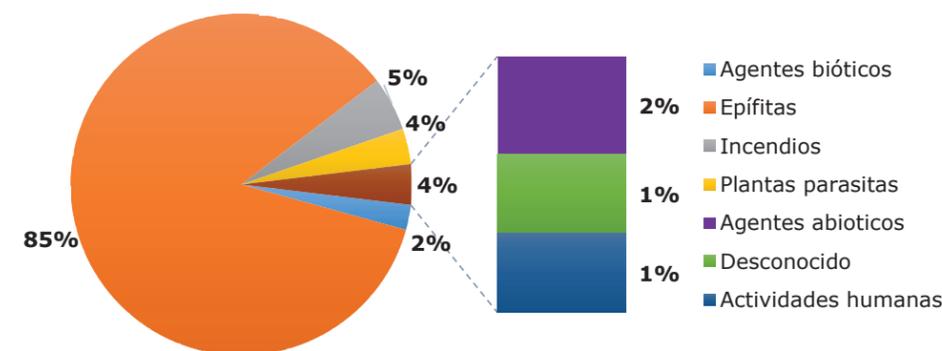
De los 3,343 individuos totales, 1,100 no presentaron daño alguno. Aproximadamente 1,000 individuos exhibieron algún tipo de daño por factores bióticos, en específico por plantas epífitas, de los cuales 937 individuos se encontraron dañados por *Tillandsia sp.* En menor cantidad se registraron individuos con afectaciones causadas por factores abióticos, actividades humanas, incendios, por otras plantas parásitas, entre otros. En individuos de la familia Cactaceae, aunque no todos los individuos tienen daño, se observaron afectaciones provocadas por hongos, daños humanos, factores abióticos y plantas epífitas.

De los individuos dañados, el 83.4 % es consecuencia de las plantas epífitas como la *Tillandsia sp.*, lo que la convierte en el agente causal de daño más importante en este tipo de vegetación. El resto de los individuos tiene afectaciones por otros tipos de agentes (Figura 3.22). Por lo general se subestima el impacto de las plantas epífitas, sin embargo, pueden provocar la muerte del arbolado dependiendo del tiempo de interacción epífita-planta y de la abundancia (Aguilar-Rodríguez et al, 2007).

En un estudio sobre establecimiento de *Tillandsia recurvata* en *Prosopis laevigata* se observó que la epífita provoca una respuesta en la estructura anatómica de la corteza del mezquite. Las raíces de las epífitas penetran en los tejidos del árbol causando atrofia, que a su vez generan deficiencias en la conducción hidráulica. Además mencionan que pueden producir fitotoxinas que incitan la defoliación, también que crean

las condiciones adecuadas para el ataque de patógenos y que probablemente actúen como reservorio de enfermedades infecciosas (Aguilar-Rodríguez et al, 2007; Sánchez et al, 2007).

Figura 3.22 Proporción de daño por tipo de agente





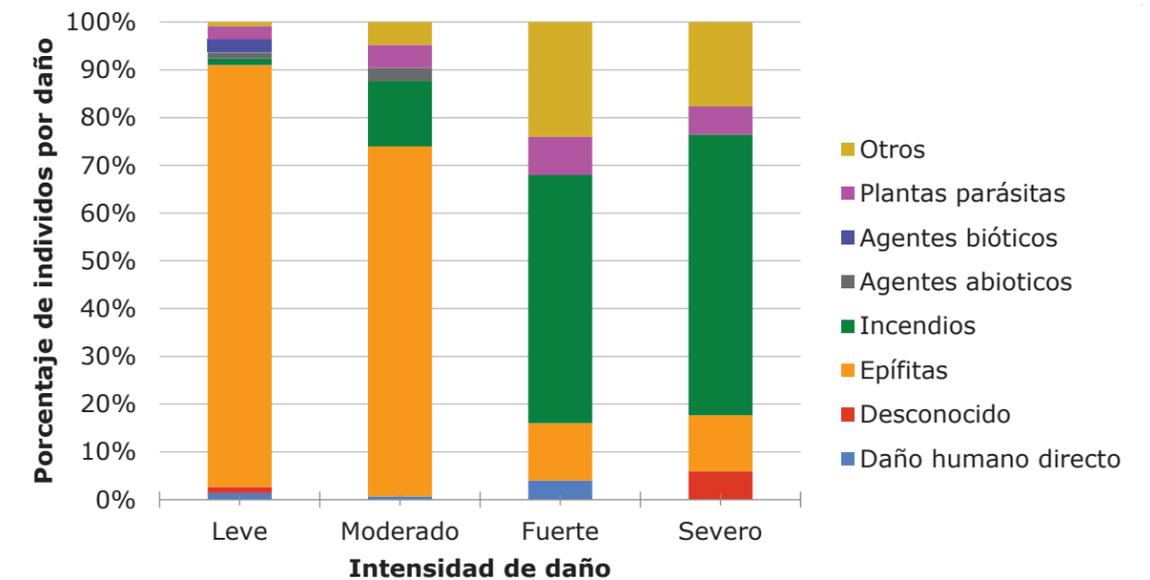
*Bursera galeottiana*



*Eysenhardtia polystachya*

Las plantas epífitas son el agente causal de daño más importante, sin embargo, como se observa en la **Figura 3.23**, su presencia se categoriza con un grado de intensidad "leve" y en menor porcentaje como "moderado", lo que podría sugerir, que no es un agente causal de muerte entre el arbolado, si no un agente que se involucra en la dinámica natural de la vegetación. Uno de los daños catalogados como "fuertes" e "intensos" más importante es el provocado por incendios y también se reportan daños en menor escala por actividades humanas, y diversos factores bióticos y abióticos entre otros.

Figura 3.23 Intensidad de daño por tipo de agente



## Índice de Valor de Importancia Ecológica

Tal como se muestra en la **Tabla 3.13**, las especies arbóreas de mayor IVI y que determinan la estructura de la vegetación son *Myrtillocactus geometrizans*, *Bursera fagaroides* y *Lysiloma microphylla*. Estas mismas representan la mayor biomasa de acuerdo a su área basal y cobertura. *Opuntia streptacantha* se encuentra entre las especies con mayor número de individuos e *Ipomoea murucoides* es de las más frecuentes.

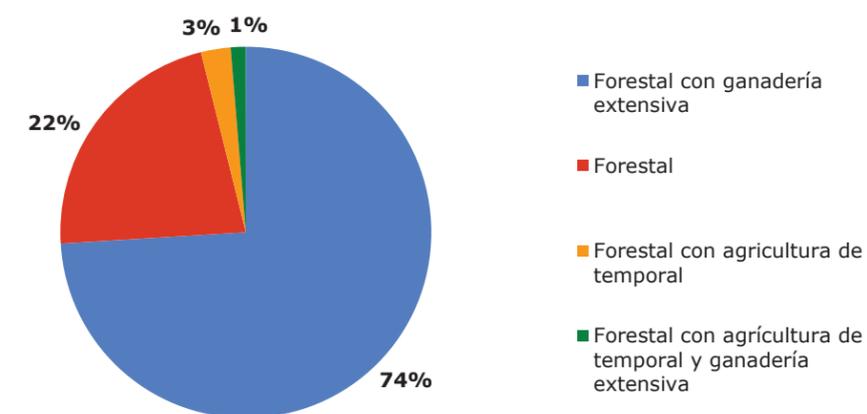
Tabla 3.13 Índice de valor de importancia en SBC

Especie	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	IVI (300%)	IVI (100%)
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	12.76	18.71	17.52	48.99	16.33
<i>Bursera fagaroides</i>	7.32	21.05	8.58	36.95	12.32
<i>Lysiloma microphylla</i>	4.50	14.44	15.76	34.70	11.57
<i>Ipomoea murucoides</i>	10.88	12.24	9.81	32.93	10.98
<i>Opuntia streptacantha</i>	9.94	4.85	13.01	27.80	9.27
<i>Senna polyantha</i>	7.88	5.92	6.58	20.38	6.79
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	6.00	4.84	5.74	16.58	5.53
<i>Acacia schaffneri</i>	6.00	3.07	3.05	12.13	4.04
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	3.75	1.95	3.68	9.38	3.13
<i>Prosopis laevigata</i>	3.19	3.32	2.33	8.84	2.95
<i>Opuntia robusta</i>	4.13	0.43	1.88	6.44	2.15
<i>Bursera palmeri</i>	2.06	2.07	1.23	5.36	1.79
<i>Forestiera phillyreoides</i>	2.81	0.74	1.50	5.04	1.68
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3.00	0.53	1.38	4.90	1.63
<i>Celtis caudata</i>	2.44	0.51	1.08	4.02	1.34
<i>Stenocereus dumortieri</i>	1.50	0.96	0.78	3.24	1.08
<i>Acacia farnesiana</i>	1.88	0.74	0.60	3.21	1.07
<i>Opuntia</i>	1.31	0.27	1.38	2.96	0.99
<i>Erythrina coralloides</i>	1.13	0.89	0.93	2.95	0.98
<i>Condalia velutina</i>	1.88	0.20	0.60	2.67	0.89
<i>Cedrela dugesii</i>	0.19	0.71	0.93	1.83	0.61
<i>Bursera galeottiana</i>	0.75	0.55	0.30	1.60	0.53
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.13	0.08	0.27	1.48	0.49
<i>Condalia mexicana</i>	0.94	0.08	0.18	1.20	0.40
<i>Celtis pallida</i>	0.56	0.07	0.21	0.85	0.28
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.19	0.19	0.18	0.56	0.19
<i>Buddleja cordata</i>	0.19	0.17	0.09	0.45	0.15
<i>Dodonaea viscosa</i>	0.38	0.01	0.06	0.45	0.15
<i>Quercus sp</i>	0.19	0.18	0.03	0.40	0.13
<i>Schinus molle</i>	0.19	0.11	0.09	0.38	0.13
<i>Acacia pennatula</i>	0.19	0.06	0.09	0.34	0.11
<i>Mimosa texana</i>	0.19	0.02	0.06	0.27	0.09
<i>Mimosa biuncifera</i>	0.19	0.01	0.06	0.26	0.09
<i>Manihot caudata</i>	0.19	0.02	0.03	0.24	0.08
<i>Opuntia stenopetala</i>	0.19	0.00	0.03	0.22	0.07

## Suelos

La mayoría de los sitios muestreados se categorizan como terrenos forestales con ganadería extensiva, y otros donde se mezcla con agricultura de temporal; mientras que solamente en el 21.8 % no se encontraron evidencias de esta actividad, por lo que se considera completamente forestal (Figura 3.24). La zonas donde se asienta la Selva Baja Caducifolia corresponden en su mayoría a suelos de tipo Litosol-Feozem háplico (I-Hh) con 3,332 ha, seguido de Vertisol pélico (Vp) con 2,491 ha, Vertisol pélico-Litosol con 2,061.20 ha y Feozem háplico-Litosol (Hh-I) con 1,058.36 ha. También se encuentra en suelos de tipo Litosol-Regosol Eútrico (Re), Litosol- Rendzina (I-E) y Castañozem Cálxico en menor medida (FAO/UNESCO 1970; POEL, 2014).

Figura 3.24 Categorías de uso del suelo



## Impactos ambientales

La mayoría de los sitios presentó degradación hídrica con pérdida de suelo superficial (42.6 %), que podría ser consecuencia del manejo inapropiado de las tierras forestales. El 32.6 % de los sitios tienen degradación física por compactación derivado del pastoreo y carga de animales por hectárea. El 10 % exhibió degradación química por polución debido a la presencia de basura y otros desechos (Figura 3.25).

Figura 3.25 Tipos de degradación

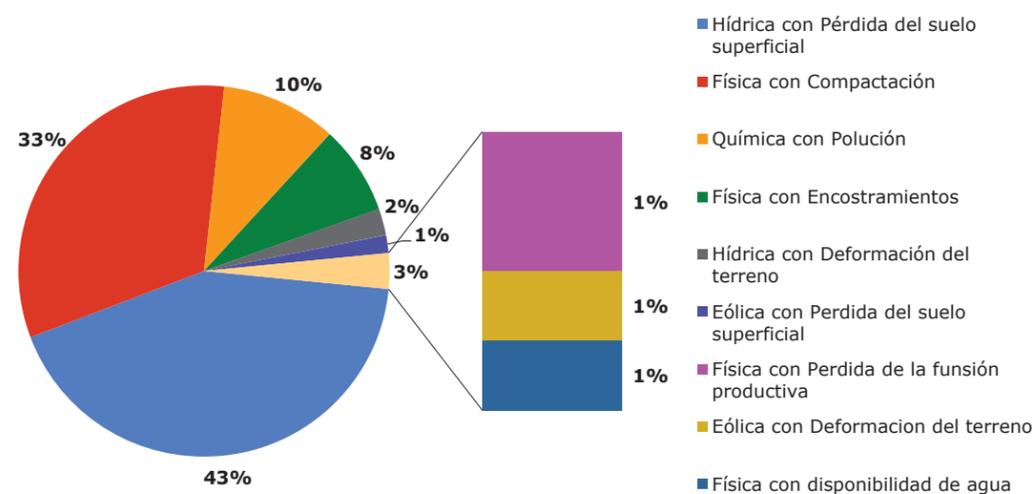
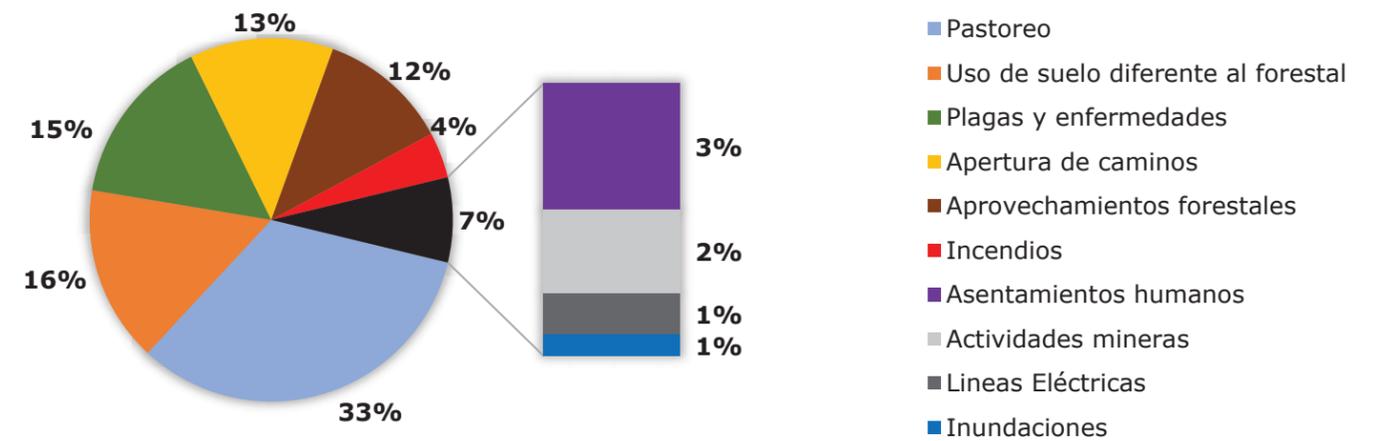


Figura 3.26 Impactos ambientales



En la Figura 3.26 se presenta el porcentaje de impactos ambientales registrados en los sitios de muestreo. El sobre pastoreo representa el mayor porcentaje de impacto con 33.1 % seguido por uso del suelo diferente al forestal, plagas y enfermedades. En menor porcentaje se reporta la apertura de camino y la extracción de leña o aprovechamientos forestales.



## MATORRAL CRASICAULE

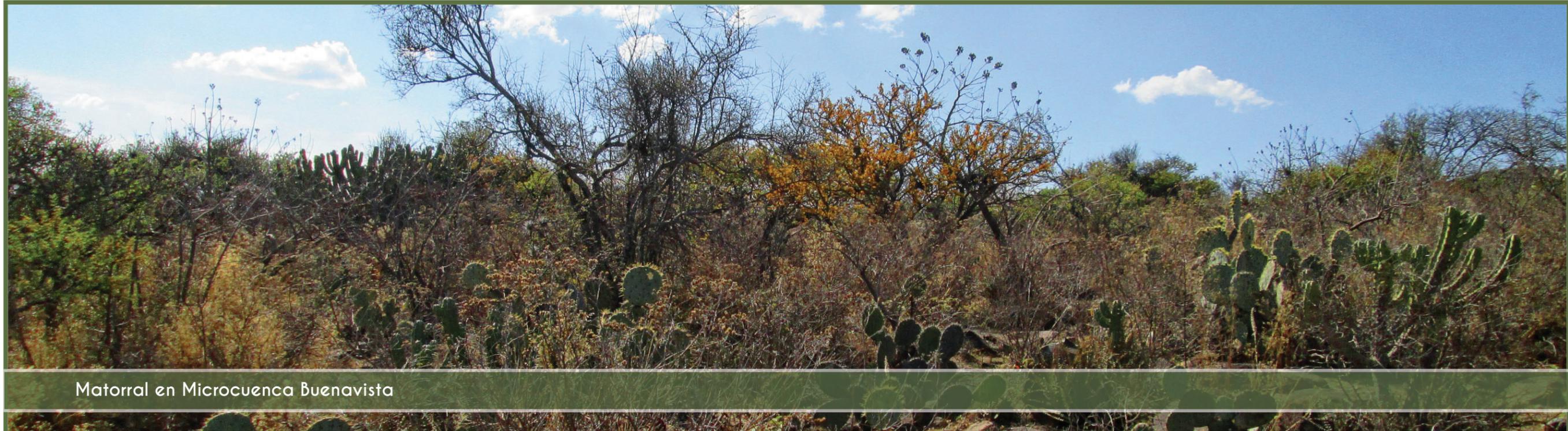
### Caracterización del tipo de vegetación

El matorral es un tipo de vegetación donde dominan las plantas de crecimiento arbustivo que ramifican desde la base del tallo. Incluye elementos tanto caducifolios como subcaducifolios, inermes, subinermes o espinosos. La cobertura vegetal de los matorrales tiende a ser abierta o semiabierta. Comúnmente existen gramíneas, hierbas, arbustos y plantas suculentas o semisuculentas que crecen a distintas alturas (Rzedowski, 2006).

La clasificación de los diferentes tipos de matorral resulta difícil debido a su variable fisonomía y características ecológicas. El Matorral Crasicaule, representa un tipo de matorral cuya fisonomía agrupa a todas aquellas comunidades donde dominan especies arbustivas como cactáceas arborescentes o columnares; sin embargo, presentan alta frecuencia de fabáceas arbustivas. Este tipo de vegetación posee

alturas que generalmente van de 2 a 4 m, pero pueden encontrarse individuos de hasta 5 m; la densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100 % de cobertura, pero admite la presencia de numerosas plantas herbáceas. Algunas de las especies que lo distinguen son: *Myrtillocactus geometrizans*, *Stenocereus spp.* y *Opuntia spp.* A nivel arbustivo suelen encontrarse *Mimosa spp.*, *Acacia spp.*, *Dalea spp.*, *Prosopis spp.*, *Rhus spp.*, *Larrea spp.*, *Brickellia spp.*, *Eupatorium spp.*, *Buddleia spp.*, *Celtis spp.*, *Ipomoea spp.*, *Bursera spp.*, entre otras. Por otro lado, *Yucca elephantipes*, *Y. filifera*, *Y. queretaroensis* y *Y. treculeana* pueden formar un estrato de eminencias (Rzedowski et al., 1964).

El Matorral Crasicaule se asienta preferentemente sobre suelos someros en laderas de cerros de naturaleza volcánica, a una altitud entre 1,400 a 2,500 msnm, aunque en ocasiones se pueden encontrar en suelos aluviales contiguos. Suelen presentarse en zonas de clima árido a semiárido, con precipitación media anual que varía entre 300 y 600 mm y una temperatura promedio anual de 16 a 22 °C, pero con mínimas de 10-12 °C (IFOSEQ, 2009).



Matorral en Microcuena Buenavista

C-III

## Superficie

En México los matorrales se distribuyen principalmente en las zonas áridas y semiáridas. Ocupan aproximadamente el 30 % de la superficie del país, siendo el más extenso de todos los tipos de vegetación de México (CONABIO, 2012), mientras que en el municipio de Querétaro, comprende una superficie de 11,932.40 ha (IEFyS, 2014).

El Matorral Crasicaule se presenta en todas las microcuencas del municipio, principalmente en zonas donde las condiciones fisiográficas, climáticas, demográficas y de uso de suelo acondicionan los terrenos para la permanencia y establecimiento de los matorrales. Su distribución no es uniforme, y la mayor concentración se encuentra en las microcuencas de Buenavista (2,612.32 ha), La Gotera (1,474.67 ha) y San José el Alto (1,280.52 ha). En menor superficie se encuentra en las microcuencas La Cañada (113.47 ha), Santa Cruz (34.47 ha) y Los Olvera (2.31 ha). La mayoría de los conglomerados con Matorral Crasicaule se presentan en lomeríos sobre terrenos con poca elevación.



## VEGETACION DE MATORRAL CRASICAULE



### Simbología

— Vías de comunicación

□ Microcuenca

### Vegetación

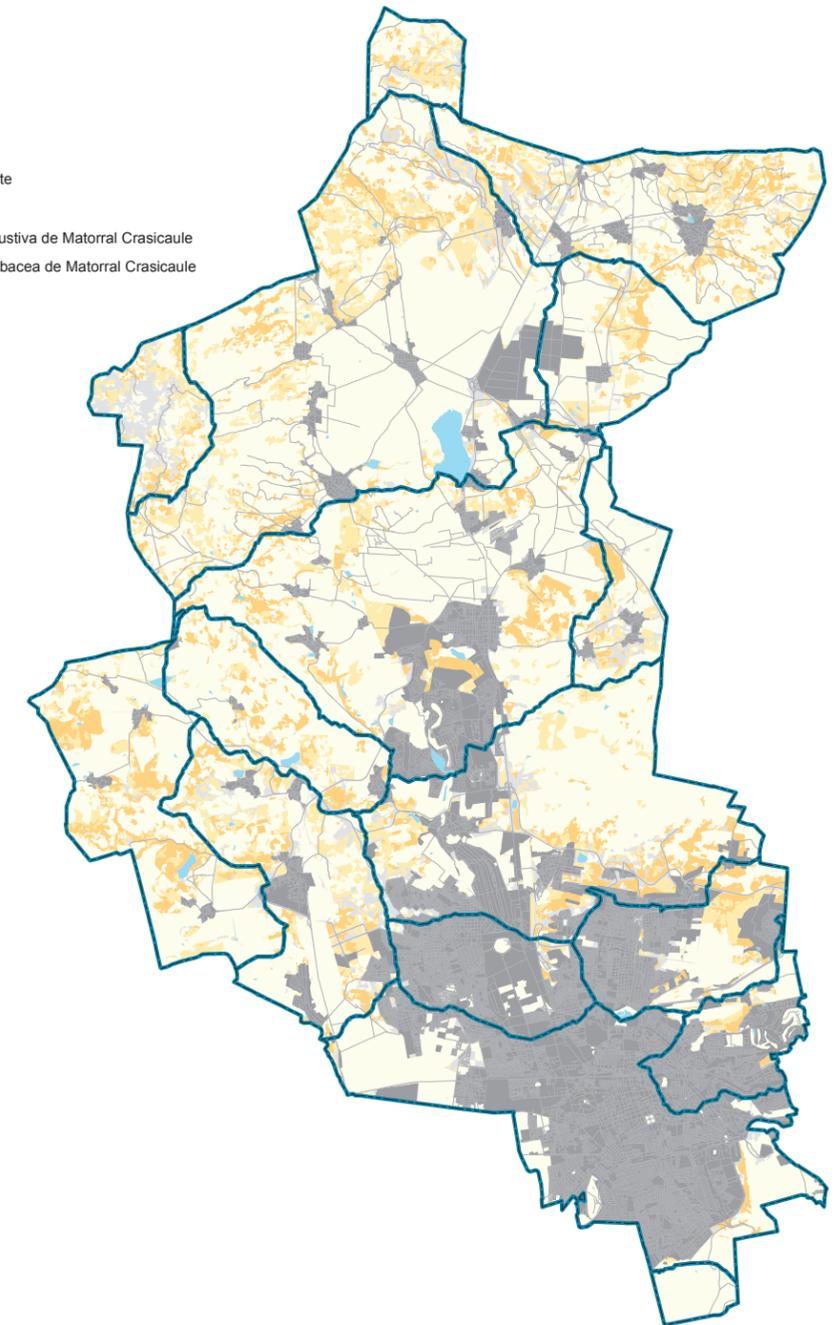
■ Asentamiento humano

■ Área sin vegetación aparente

■ Cuerpo de agua

■ Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule

■ Vegetación Secundaria Herbacea de Matorral Crasicaule



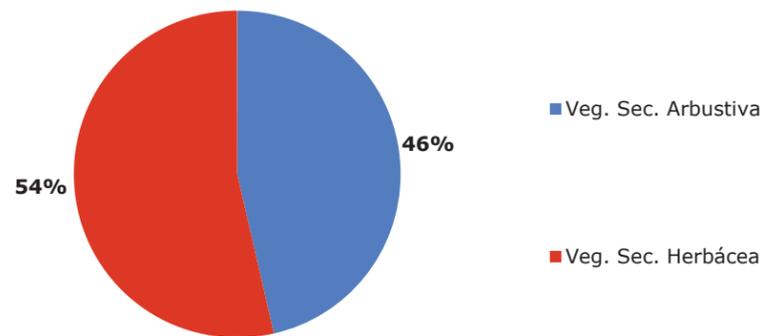
Mapa 12. Distribución de la vegetación Matorral Crasicaule

1:250,000

## Estructura de la vegetación

La estructura de vegetación del Matorral Crasicaule en el Municipio de Querétaro, se encuentra en fase sucesional arbustiva con 46 % de la superficie total (5,536.33 ha) y sucesión herbácea con 54 % (6,396.07 ha), donde abundan géneros de la familia Poaceae (Figura 3.27). En el estrato superior dominan las cactáceas arborescentes como *Opuntia spp.* acompañadas de *Myrtillocactus geometrizans* y pueden encontrarse elementos afines a vegetación arbustiva de Selva Baja Caducifolia y Bosque de *Quercus* como *Eysenhardtia polystachya* y *Rhus sp.* respectivamente.

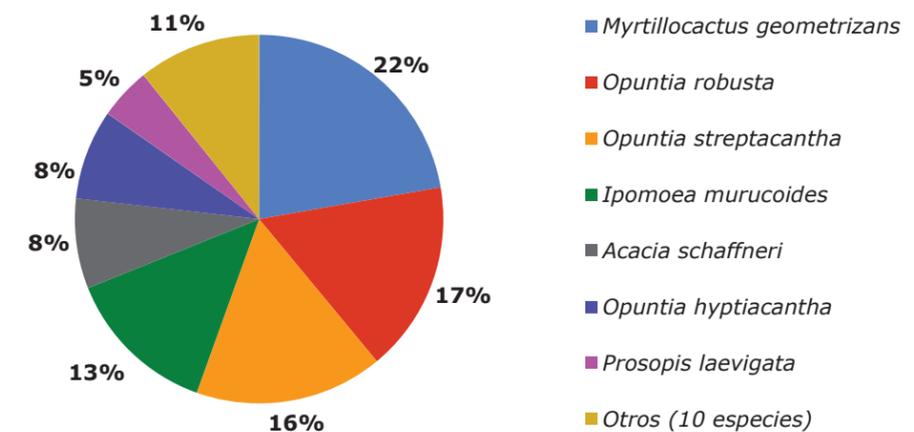
Figura 3.27 Superficies de vegetación por estrato



## Registro de especies

En el estrato arbóreo se registraron 18 especies pertenecientes a 13 géneros. Entre las principales especies se encuentran las cactáceas *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia robusta*, *Opuntia streptacantha* y otras especies como *Ipomoea murucoides*, *Acacia spp* y *Prosopis laevigata* (Figura 3.28).

Figura 3.28 Especies representativas del estrato arbóreo



En el estrato arbustivo se encontraron 16 especies donde destaca *Croton ciliatoglandulifer*, *Jatropha dioica* y *Zaluzania augusta* (Figura 3.29); En el estrato herbáceo hay 10 especies y dominan *Cheilanthes bonariensis*, *Tetramerium nervosum* y *Gymnosperma glutinosum* (Figura 3.30), además de diversas especies de gramíneas, cuyo uso forrajero y su dispersión las hace un elemento invasivo común. También se incluyen especies de plantas rosetófilas como *Agave spp.* y cactáceas globosas, tal es el caso de *Ferocactus spp.* y *Mammillaria spp.*

Figura 3.29 Especies representativas del estrato arbustivo

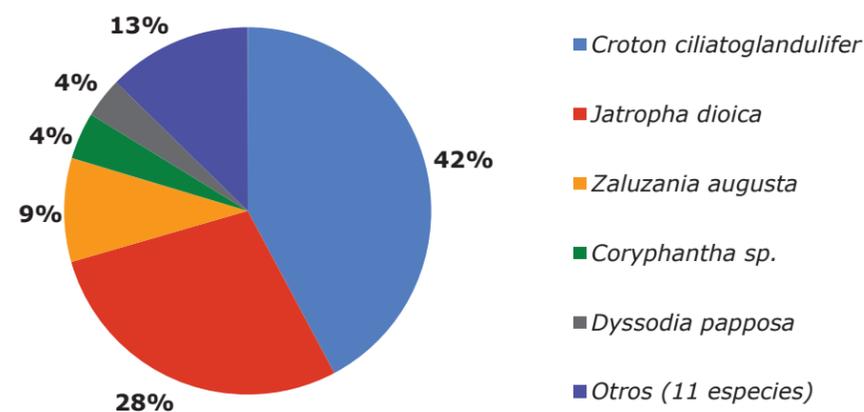
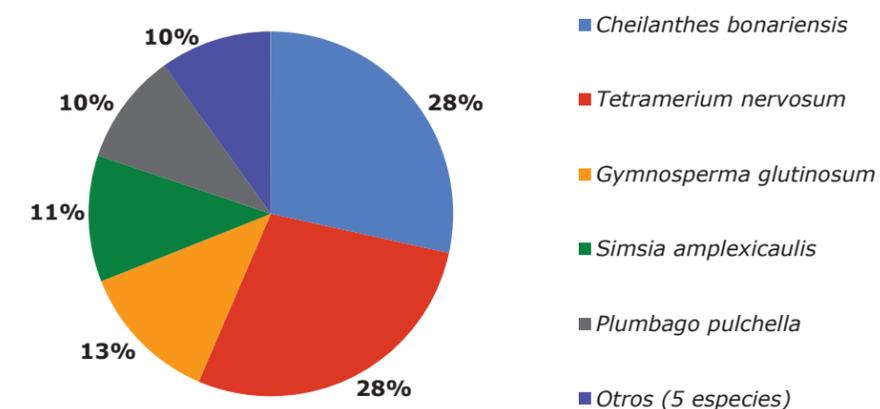


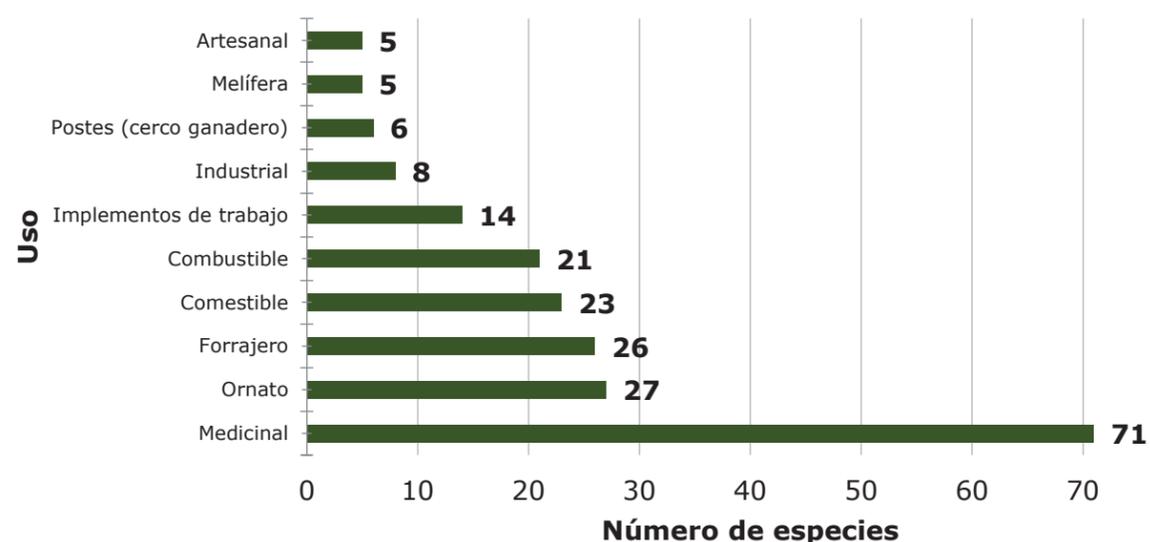
Figura 3.30 Especies representativas del estrato herbáceo



## Usos de la vegetación

La diversidad de especies del Matorral Crasicaule tiene múltiples usos. Existen varios listados florísticos que se han realizado para el estado, donde además de la distribución, especifican los usos por región, ya que pueden variar dentro del mismo estado. (Arreguín *et.al.*, 1997). En este matorral, se encuentran plantas cuyos usos a nivel internacional, nacional y regional son bien conocidos, sin embargo, los usos locales y de autoconsumo son menos conocidos (Figura 3.31).

Figura 3.31 Principales usos de plantas en Matorral



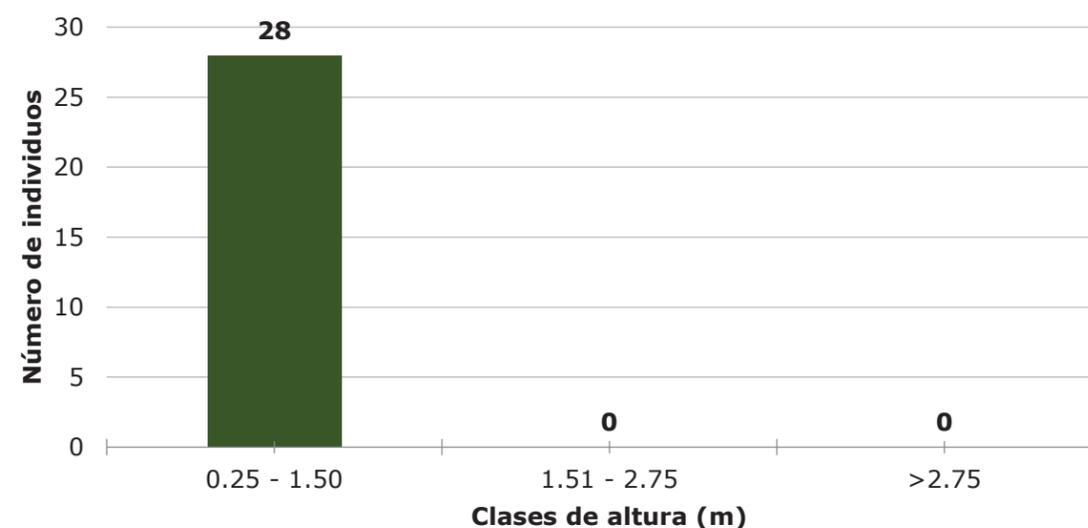
Se requieren de estudios particulares y difusión sobre este tema, para profundizar acerca del aprovechamiento no sólo de productos forestales maderables, sino también de los servicios ambientales que proveen diversidad de árboles, arbustos y hierbas del Municipio.

Claro ejemplo de lo anterior es el caso de *Prosopis laevigata* (mezquite), el cual se utilizó por mucho tiempo como carbón, colorante, comestible, curtiente e industrial, además de tener una de las mejores maderas de la región. Debido a la sobreexplotación y al lento crecimiento de la especie, terminó por desaparecer de la región que comprende la zona metropolitana, por lo tanto, se propone apoyar proyectos que propaguen esta y otras especies que además de tener usos ornamentales y medicinales, ofrezcan servicios ambientales y realce estético para la zona metropolitana. Consultar **Anexo 1** para mayor información.

## Regeneración de la masa forestal

Los procesos de regeneración de la masa forestal del Matorral Crasicaule, se han visto afectados debido a la constante explotación de la vegetación por diversos usos de suelo de alta intensidad. Solo se encontraron individuos en el rango entre los 0.25 a 1.50 m de altura (**Figura 3.32**), de algunas cactáceas como *Coryphantha sp.* y *Ferocactus histrix*.

Figura 3.32 Distribución de frecuencias por clases de altura en repoblado



C-III

Tabla 3.14 Descripción de alturas (metros)

Comparación	Valor Medio	Lim. Inf.	Lim. Sup.	E.E
Límites de confianza	3.77	3.51	4.03	0.13
Rango de alturas	NA	1.50	6.00	NA

## Parámetros dasométricos

Para la determinación de los estimadores dasométricos, las variables que se evaluaron en las unidades de muestreo fueron: diámetro normal, altura (m), especie y diámetro de copa. Los parámetros de interés forestal son: existencias maderables, área basal, densidad de árboles y porcentaje de cobertura de copa por hectárea.

*Acacia schaffneri*, *Forestiera phillyreoides*, *Ipomea murucoides*, *Senna polyantha*, *Prosopis laevigata*, *Eysenhardtia polystachya*, *Lysiloma microphylla* y *Bursera fagaroides* fueron las especies más representativas de la zona de estudio. Los individuos muestreados se encuentran en los rangos de altura de 1.5 a 6 m.



*Opuntia sp.*



*M. geometrizzans*



*Bursera fagaroides*

Figura 3.33. Distribución de frecuencias por clase de altura

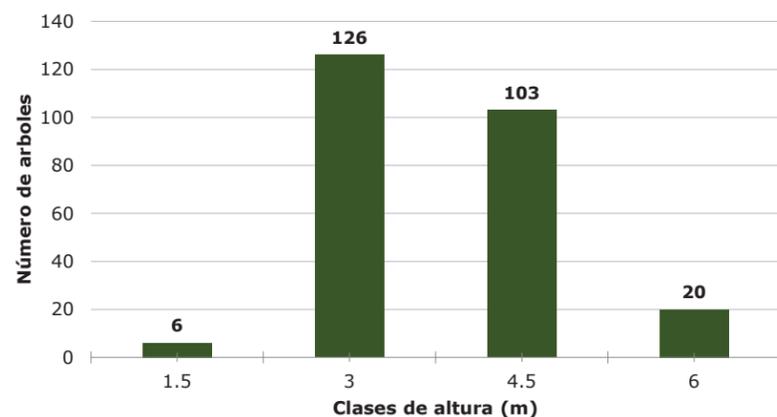
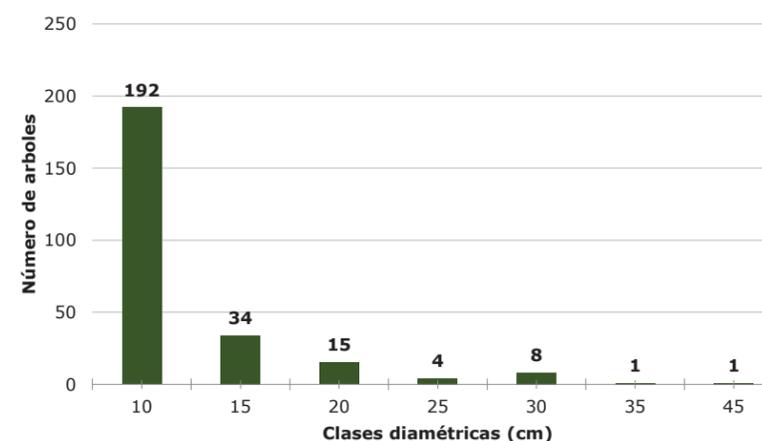


Figura 3.34. Distribución de frecuencias por clase diamétrica



En la zona de estudio se encontraron diámetros promedio de 12.17 cm, con rangos de 10 a 45 cm (tabla 3.15); y se distribuyen en las categorías diamétricas de 10 a 45 cm (Figura 3.34).

La vegetación de Matorral Crasicaule se encuentra presente en una superficie de 11,932.40 ha. Para la características dasométricas se registraron 20 conglomerados y se tomaron en cuenta arbolados mayor o igual a 7.5 cm de diámetro normal a una altura de 1.30 m.

Tabla 3.15 Descripción de diámetros (metros)

Comparación	Valor Medio	Lim. Inf.	Lim. Sup.	E.E
Límites de confianza	12.17	10.88	13.45	0.65
Rango de diámetros	NA	10.00	45.00	NA

Tabla 3.16 Indicadores dasométricos. Número de árboles (árboles/ha), área basal (m<sup>2</sup>/ha), volumen (m<sup>3</sup>/ha) y cobertura de copa (%/ha)

Variable	Densidad de árboles (árboles/ hectárea)	Área basal (m <sup>2</sup> / hectárea)	Volumen (m <sup>3</sup> / hectárea)	Cobertura de copa (%/hectárea)
Estimador puntual	127	1.75	6.17	14.98
Varianza del Estimador	343	0.15	2.14	4.588
Límite Inferior (95)	122	1.64	5.77	14.39
Límite Superior (95)	136	1.93	6.87	16.01
Error relativo de muestreo	3	5.04	5.30	3.196

Tabla 3.17 Estimadores puntuales. Existencias maderables (m<sup>3</sup>), área basal (m<sup>2</sup>) y densidad de árboles (número de árboles)

Superficie total vegetación de MC (ha)	Existencias maderables m <sup>3</sup>			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim.inf	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf	Lim. Sup	Núm. árboles	Lim. Inf	Lim. Sup
<b>11,932.40</b>	73,622.91	68,849.95	81,975.59	20,881.70	19,569.14	23,029.53	1,515,415	1,455,753	1,622,806
Estimador puntual	6.17	5.77	6.87	1.75	1.64	1.93	127	122	136

La estructura de la vegetación de Matorral comprende una densidad de 127 árboles por hectárea, con una precisión de 3 % (intervalo de confianza entre 122 y 136 árboles por ha). El área basal promedio es de 1.75 m<sup>2</sup> por ha, con una precisión de 5.04% (intervalo de confianza entre 1.64 y 1.93 m<sup>2</sup> por hectárea). La existencia de madera en pie por ha en promedio es de 6.17 m<sup>3</sup> y 73,644.80 m<sup>3</sup> de la superficie total.

En la zona de estudio se registraron un gran número de especies que pueden ser consideradas para conservación. Conservar las áreas de matorral permite la recarga de acuíferos y garantiza el suministro de agua. Es importante lograr que los ejidatarios y comuneros mantengan y aumenten la cobertura forestal natural.



*Stenocereus queretaroensis*

## Existencias volumétricas

Tabla 3.18 Existencias volumétricas (m<sup>3</sup>) especies

Especie	Existencia Real	
	(m <sup>3</sup> / ha)	m <sup>3</sup> /superficie total
<i>Acacia farnesiana</i>	0.24	2,838.13
<i>Acacia schaffneri</i>	0.86	10,278.50
<i>Bursera fagaroides</i>	0.10	1,194.09
<i>Condalia velutina</i>	0.05	620.34
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.53	6,281.96
<i>Ipomoea murucoides</i>	3.06	36,555.83
<i>Lysiloma microphylla</i>	0.08	963.79
<i>Prosopis laevigata</i>	0.77	9,138.72
<i>Senna polyantha</i>	0.48	5,773.44
<b>Total</b>	<b>6.17</b>	<b>73,644.80</b>

Las plantas parásitas como el muérdago (*Phoradendron sp.* y *Psittacanthus sp.*) se registraron en el 33.7 % de los daños al arbolado. Dentro de esta categoría, se contempla a la epífita *Tillandsia recurvata*, cuya fisiología no corresponde a las plantas parásitas, sin embargo, debido a su alta tasa de propagación puede llegar a cundir el total de la copa del árbol que la hospeda y propiciar su muerte a largo plazo, ya que no permite el crecimiento de las hojas que son fundamentales para la supervivencia de la planta (Aguilar-Rodríguez et al, 2007).

## Estado de salud del arbolado

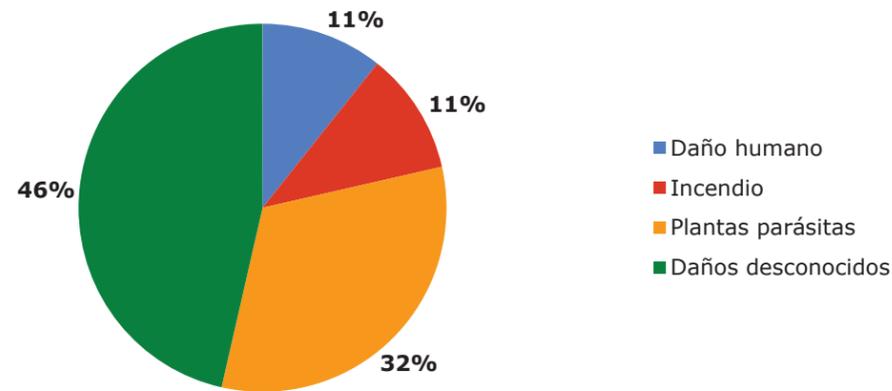
Un total de 309 individuos no presentan daño alguno (71 %), mientras que el 28 % restante tienen evidencia de daño. Entre estos se encuentran los causados por hongos u otros insectos barrenadores o defoliadores; plantas parásitas y epífitas que afectan una fracción o la totalidad del individuo, daños humanos directos, como tala o recolección de leña, daños por incendios, así como algunos daños desconocidos o no identificados (Figura 3.35). También se reportaron algunos individuos de la especie *Ipomoea murucoides*, que presentaron daños por viento, lo que es común debido a la fragilidad de su madera.



Daños en la vegetación

C-III

Figura 3.35. Proporción de daños por tipo de agente



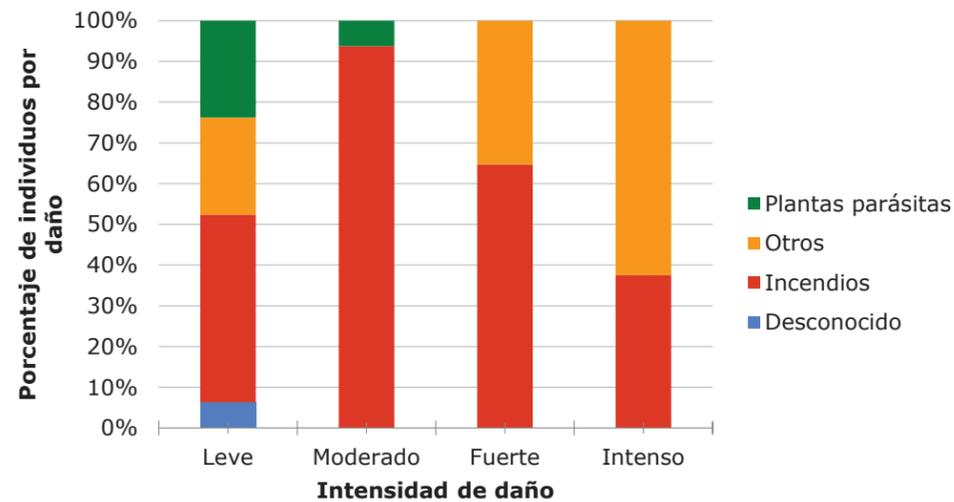
Adicionalmente, se identificaron daños causados por agentes bióticos desconocidos, sobretodo en cactáceas, donde se observaron signos de enfermedades causadas por algún agente patógeno. Se requiere de estudios para determinar el origen y el funcionamiento de estos agentes, que se registraron sobre todo en individuos adultos del género *Myrtillocactus*.

La intensidad de los daños causados por las plantas parásitas, se presentan como daños de niveles fuertes e intensos, que podrían comprometer la salud del arbolado a largo plazo. Se recomienda prestar especial atención en el manejo de esta plaga, ya que además de ser utilizada localmente como forraje, existen estudios que muestran sus propiedades curativas sobre

diversas enfermedades por los compuestos en sus frutos, hojas y tallos (Gómez-Sánchez, et.al., 2011).

Los daños humanos directos y por incendios son los más fuertes e intensos en Matorral Crasicaule, debido a la presión constante antropogénica de actividades que fomentan la quema de estos terrenos, como la agricultura y el desmonte para otorgar cambios de uso de suelo (Figura 3.36).

Figura 3.36 Intensidad de daño por tipo de agente



Los causados por otros agentes y los desconocidos corresponden en su mayoría a plagas no identificadas, que se presentaron particularmente sobre cactáceas como *Opuntia spp.* y *Myrtillocactus geometrizans* donde se encontraron algunas evidencias de daños posiblemente causados por insectos, gusanos y hongos; como pudriciones, ramas secas y manchas circulares pálidas.



## Índice de Valor de Importancia ecológico

Las especies de mayor IVI en el Matorral Crasicaule son *Myrtillocactus geometrizans*, *Ipomoea murucoides* y *Opuntia streptacantha*. *Myrtillocactus geometrizans* posee los valores más elevados en las tres variables consideradas, por lo que es la especie más abundante, más frecuente y la que representa mayor biomasa. Como se espera, la familia Cactaceae tiene algunas de las especies más importantes, pues son las que describen el tipo de vegetación (Tabla 3.19).

## Suelos

La mayor superficie de esta vegetación se encuentra en suelos tipo Vertisol pélico (5,182 ha), Vertisol pélico-Litosol (1,730 ha) y Faeozem Háplico-Litosol (1,292.5 ha). También se encuentra en suelos Fluvisol Eútrico, Feozem lúvico y Castañozem Cálculo en menor superficie (FAO/UNESCO, 1970; POEL, 2014). La mayoría de los sitios presentan compactación severa como consecuencia de la actividad ganadera de la zona. El grado de afectación podría depender de la intensidad del

desmonte o de la actividad ganadera, por lo tanto, en los terrenos con afectaciones de grado extremo se encontraron mayores evidencias de tales actividades.

El desmonte con fines de adaptación de terrenos para agricultura, ganadería o extracción de materiales, propicia la pérdida de la capa superficial de suelo por acción de las corrientes grandes o pequeñas que se forman con la lluvia, arrastrando el mantillo conformado por hojarasca y piedras o rocas, dejando suelo desnudo (Figura 3.37).

Figura 3.37 Categorías de uso del suelo

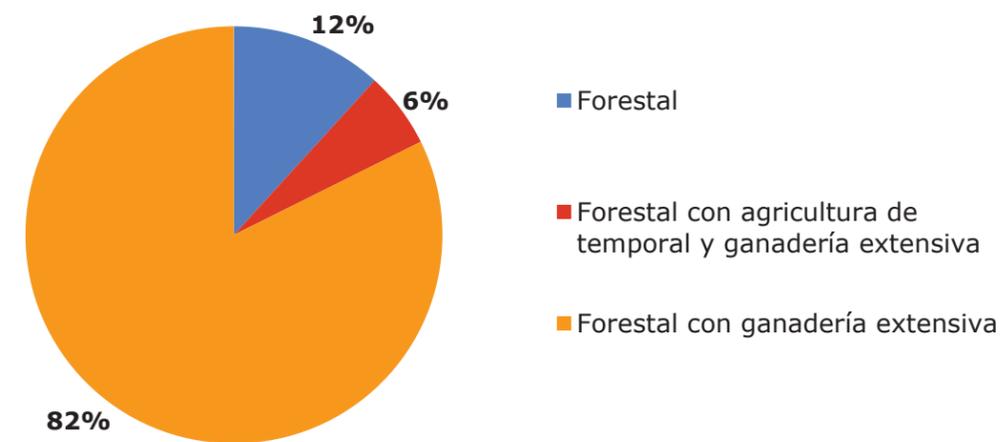
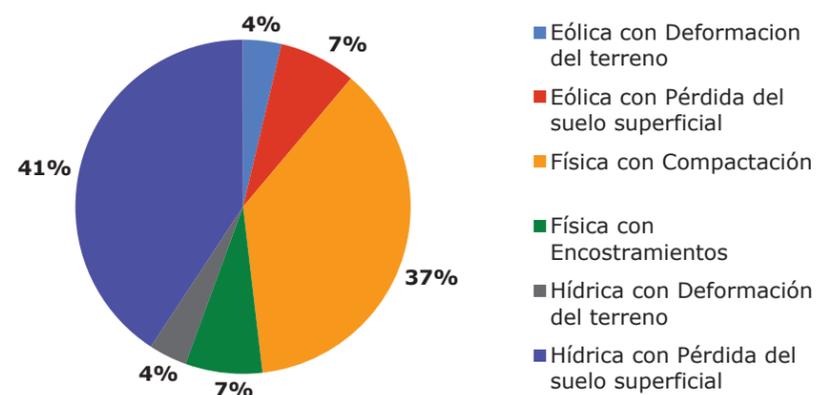


Tabla 3.19 Índice de valor de importancia ecológico en MC

Especie	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	IVI (300%)	IVI (100%)
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	22.25	19.15	35.64	77.04	25.68
<i>Ipomoea murucoides</i>	13.40	16.49	23.37	53.26	17.75
<i>Opuntia streptacantha</i>	16.51	14.89	5.46	36.86	12.29
<i>Opuntia robusta</i>	16.75	13.30	4.94	34.99	11.66
<i>Acacia schaffneri</i>	7.89	10.11	9.65	27.65	9.22
<i>Prosopis laevigata</i>	4.55	5.32	5.72	15.59	5.20
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	7.89	5.32	1.56	14.78	4.93
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	2.63	3.72	5.29	11.65	3.88
<i>Senna polyantha</i>	2.39	2.13	2.28	6.80	2.27
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	1.67	2.13	0.49	4.29	1.43
<i>Acacia farnesiana</i>	1.20	1.60	1.08	3.87	1.29
<i>Condalia mexicana</i>	1.20	2.13	0.52	3.84	1.28
<i>Bursera fagaroides</i>	0.72	1.60	0.98	3.29	1.10
<i>Celtis pallida</i>	0.48	1.06	1.30	2.84	0.95
<i>Lysiloma microphylla</i>	0.24	0.53	1.62	2.39	0.80
<i>Forestiera phillyreoides</i>	0.24	0.53	0.08	0.85	0.28

La mayoría de los terrenos muestreados presentan diferentes tipos de degradación. La más frecuente es la pérdida de suelo superficial por erosión hídrica en grado severo y extremo. También se observó en gran porcentaje la erosión física con compactación derivada de la ganadería y la tala, actividades que desencadenan los demás tipos de degradación (Figura 3.38).

Figura 3.38 Tipos de degradación

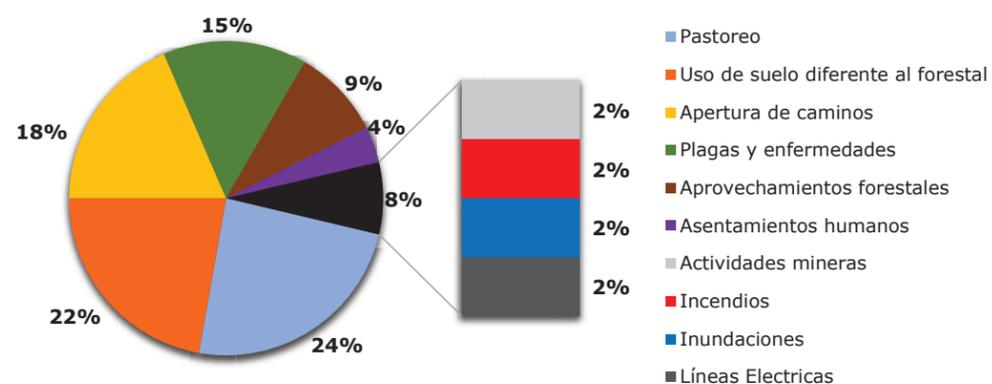


En general, se encontraron suelos de profundidad somera y mediana; y se observó que esta vegetación se presenta en casi todos los tipos de fisiografía, ya que cubre una parte significativa de la superficie municipal. Sin embargo, la mayoría de los terrenos se presentaron en lomeríos, cuya pendiente, aunada al uso poco sustentable de las tierras, promueve un grado de erosión más severo.

### Impactos ambientales

Los impactos ambientales registrados más significativos son el pastoreo, uso de suelo diferente al forestal como aprovechamiento agrícola o residencial y otras actividades como instalación de gasoductos. También se registró la apertura de caminos que incluye las brechas debajo de líneas de luz, y otras actividades más severas como las extractivas, que incluyen minas de tepetate y grava.

Figura 3.39 Impactos ambientales



### 3.1.3 Zonas no forestales

#### Caracterización

Las áreas no forestales son todas aquellas que no cuentan con vegetación forestal. El uso de suelo varía entre áreas con cubierta vegetal inducida, áreas agrícolas, zonas urbanas y cuerpos de agua (POEL, 2009). En el Municipio de Querétaro, la mayor concentración de las zonas urbanas está ubicada al sureste. En cuanto a las áreas agrícolas, estas divididas en agricultura temporal y de

riego. En la primera se produce principalmente maíz de grano, frijol, sorgo, cebada, avena, alfalfa, y de la agricultura de riego se cultivan espárragos, chile y ajo. (INEGI, 2009). Otras áreas no forestales son las usadas en actividades pecuarias, que cuentan con una producción de 37,559 toneladas de ganado en pie para para el 2009 según SAGARPA.



Zona agrícola en descanso

C-III



## Superficie

La superficie de áreas no forestales en el Municipio de Querétaro corresponde a 44,108.81 ha, distribuida como se muestra en el **Mapa 13**.

El sector agropecuario en el Municipio de Querétaro ha venido disminuyendo durante las últi-

mas cuatro décadas por el fraccionamiento de terrenos de labor para vivienda, urbanización e industria. De esta manera, se ve mermada la superficie agrícola y ganadera, a la vez que influye en el deterioro y perturbación de las zonas forestales. El Municipio de Querétaro es el de mayor concentración industrial, contando con el 64.3% del total del parque fabril del estado.

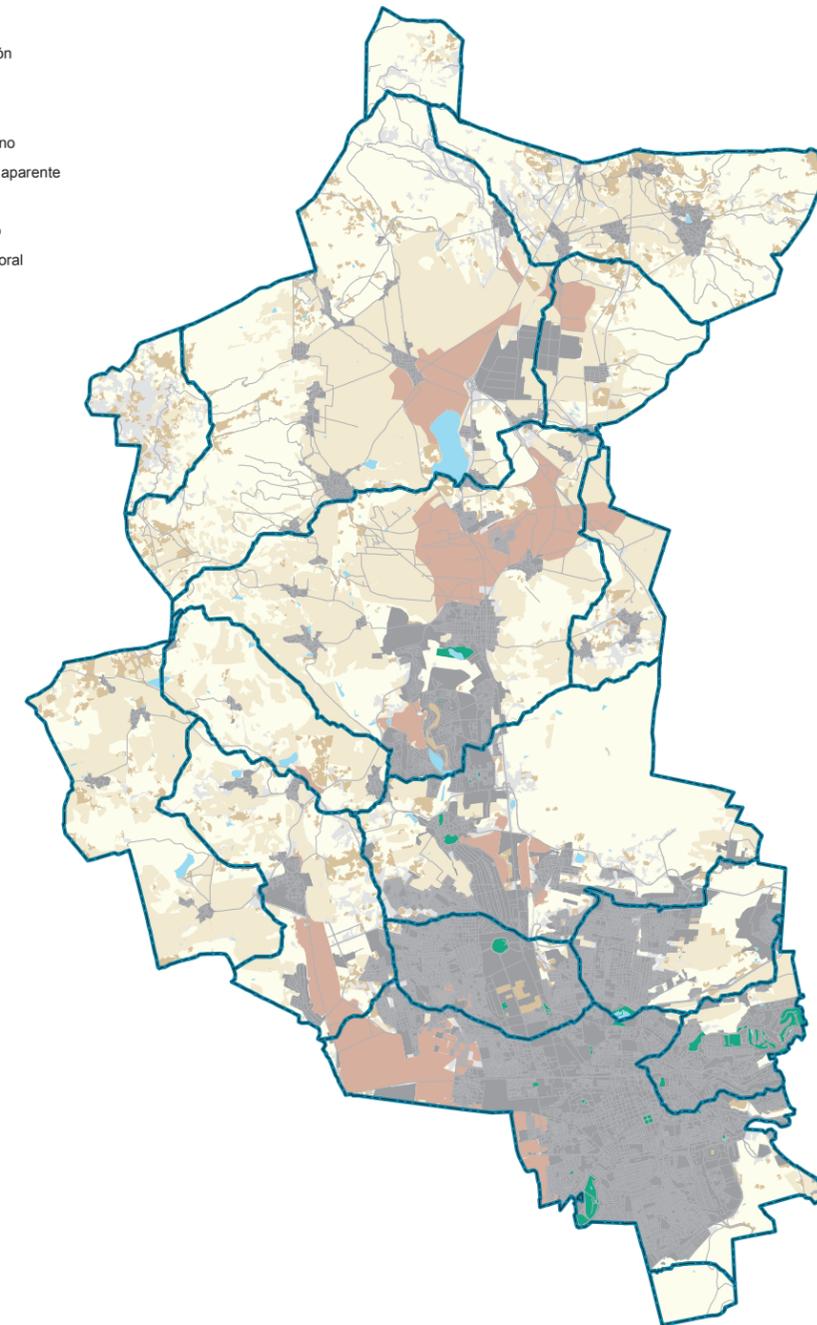
## Distribución en Microcuencas

Casi la totalidad de las microcuencas del Municipio de Querétaro, mantienen dentro de su superficie alguna zona no forestal. La microcuenca de Los Olvera es la que presenta menor afectación por parte de la mancha urbana del Municipio de Querétaro, toda vez que se comparte con el Municipio de Corregidora y Huimilpan. Por otro lado, las de Buenavista, Santa Rosa Jáuregui, Tlacote el Bajo, San José el Alto y por supuesto Santiago de Querétaro, son en las que se concentra la mayor superficie de zonas no forestales.

En el Municipio de Querétaro las áreas no forestales se distribuyen en planicies con pendientes moderadas y de fácil acceso. Las áreas urbanas representan el 38 % de superficie total de esta formación, mientras que las zonas dedicadas a la producción agrícola representan en conjunto 44.45 %, lo que se traduce en un rápido proceso de urbanización con alta densidad de población y dominio de actividades del sector terciario.

### Simbología

- Vías de comunicación
- Microcuenca
- No Forestal**
- Asentamiento humano
- Área sin vegetación aparente
- Cuerpo de agua
- Agricultura de Riego
- Agricultura de Temporal
- Pastizal Inducido
- Bosque Inducido



Mapa 13. Zonas No forestales para el Municipio de Querétaro

1:250,000

## 3.2 Microcuencas

Una cuenca hidrográfica es la unidad natural básica de gestión y planeación, caracterizada por ser un territorio con un drenaje natural, que permite la presencia de tipos particulares de comunidades vegetales y animales (Dourojeanni, 1994). Los resultados dasométricos de los tipos de vegetación se presentan por microcuencas, las cuales representan la extensión territorial más pequeña, que permite un análisis eficiente de los recursos naturales, lo cual se adapta y favorece a la escala 1:20 000 que el Inventario Municipal ofrece. Además de brindar el apoyo técnico a estos resultados, las microcuencas facilitan la comprensión de la problemática y las necesidades que pudieran presentarse, así como el seguimiento ambiental y gerencial efectivo y la compatibilidad entre estudios técnicos (Pineda, et. al., 2007)

Las dimensiones de una microcuenca deben estar en función de su estructura básica: parteaguas, corriente principal, corriente tributaria, área de capacidad y punto de salida (Alatorre, 2013)

### MICROCUENCAS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO

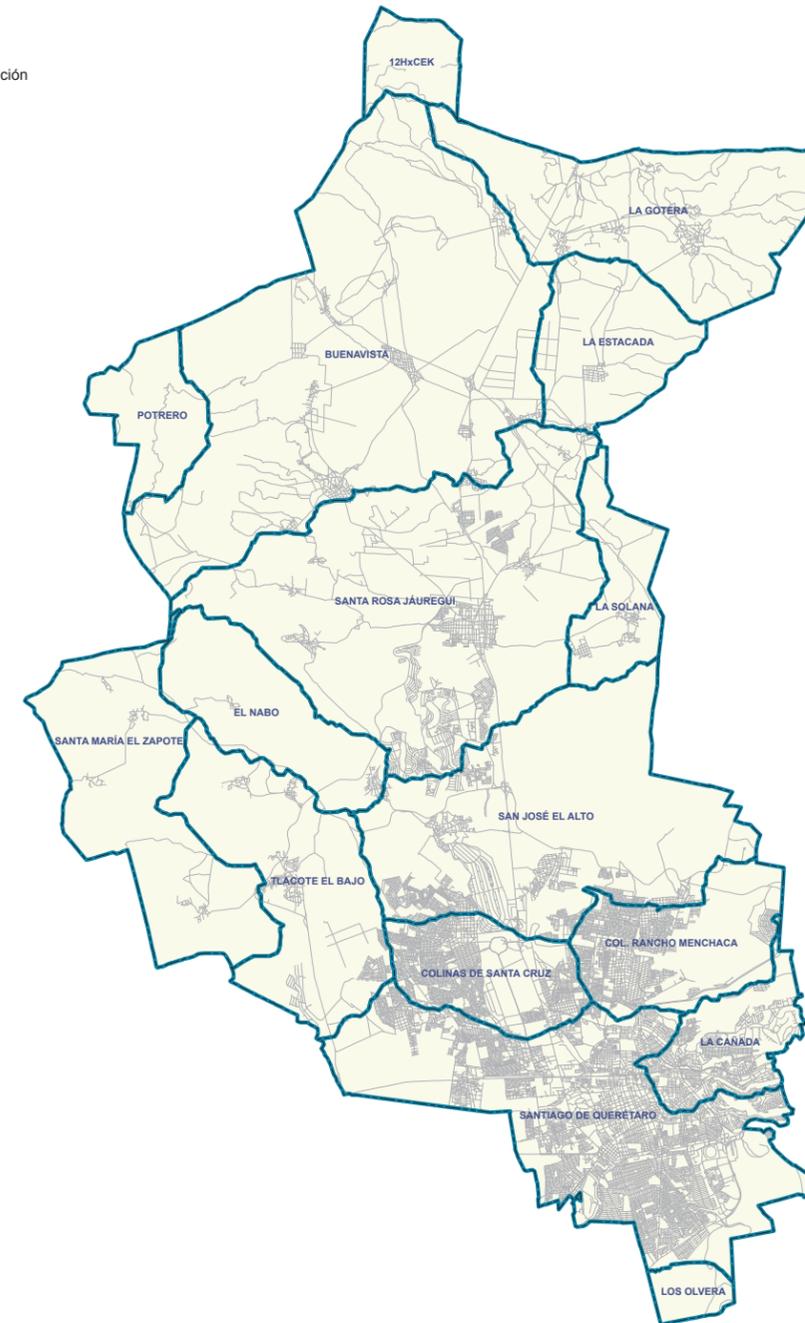


#### Simbología

— Vías de comunicación

□ Microcuenca

Fuente: POEL, 2014



1:250,000

C-III

## MICROCUENCA 12HxCEK



Tabla 3.20 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca 12HxCEK

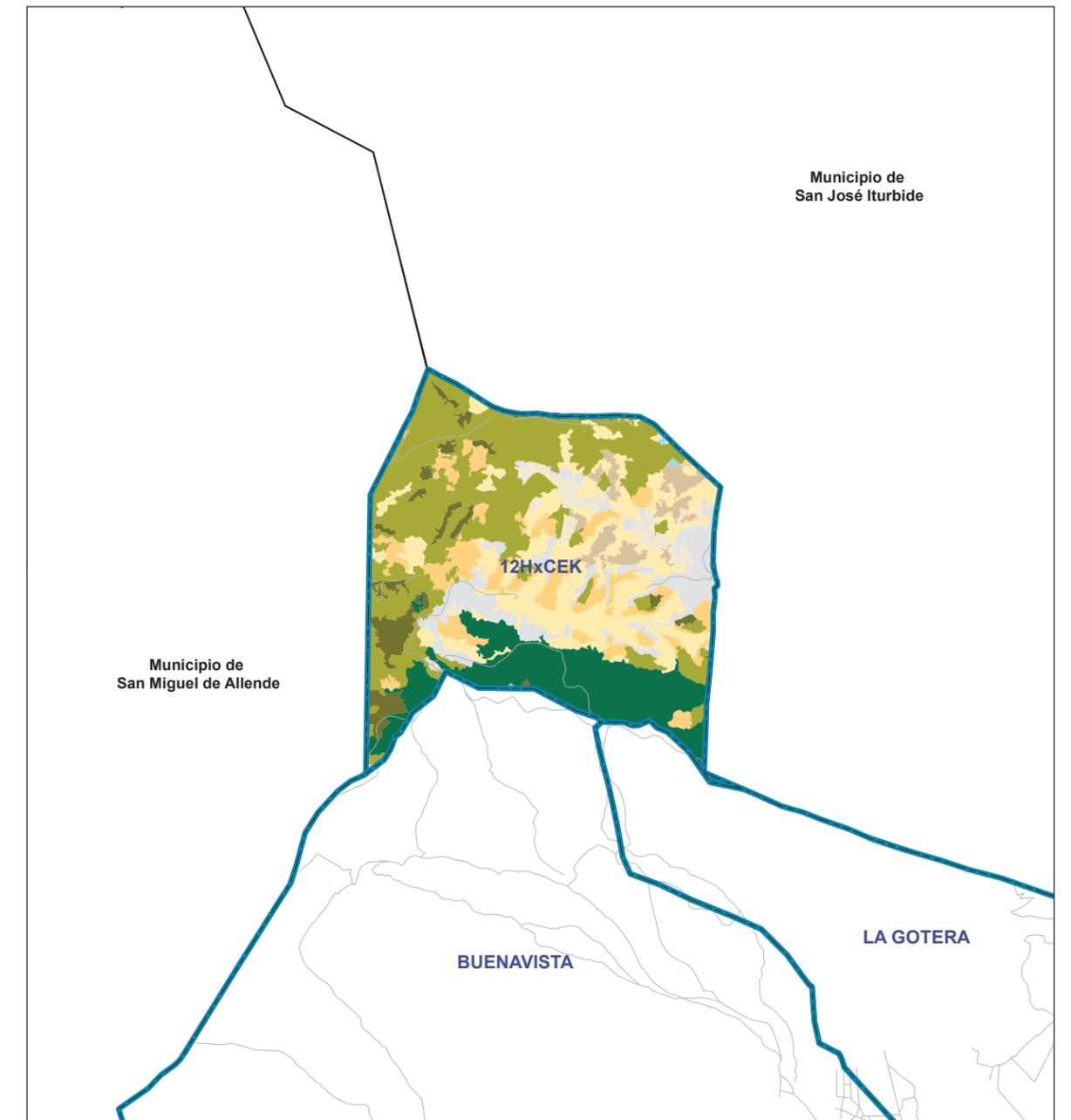
Descripción	Superficie ha
<b>Agricultura de Temporal</b>	28.45
<b>Área sin vegetación aparente</b>	88.47
<b>Cuerpo de agua</b>	1.25
<b>Pastizal Inducido</b>	32.03
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	45.86
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i></b>	150.64
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	96.76
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	300.70
<b>Veg. Sec. Herbacea de Matorral Crasicaule</b>	182.00
<b>Total</b>	926.16

Tabla 3.21 Indicadores dasométricos en la microcuenca 12HxCEK. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Bosque de <i>Quercus</i></b>	1,535.02	1,153.90	1,916.14	360.03	275.67	442.88	19,281.92	17,172.96	21,541.52
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	6,459.88	6,373.24	6,799.51	1,459.02	1,438.22	1,535.26	100,502.40	99,462.72	104,314.56
<b>Matorral Crasicaule</b>	1,122.94	1,050.14	1,250.34	318.50	298.48	351.26	23,114.00	22,204.00	24,752.00
<b>Total</b>	9,117.84	8,577.28	9,965.99	2,137.55	2,012.38	2,329.40	142,898.32	138,839.68	150,608.08

### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ Vsa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Limite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ Vsa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ Vsa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ Vsh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



1:60,000

Mapa 14. Tipos de vegetación en la microcuenca 12HxCEK

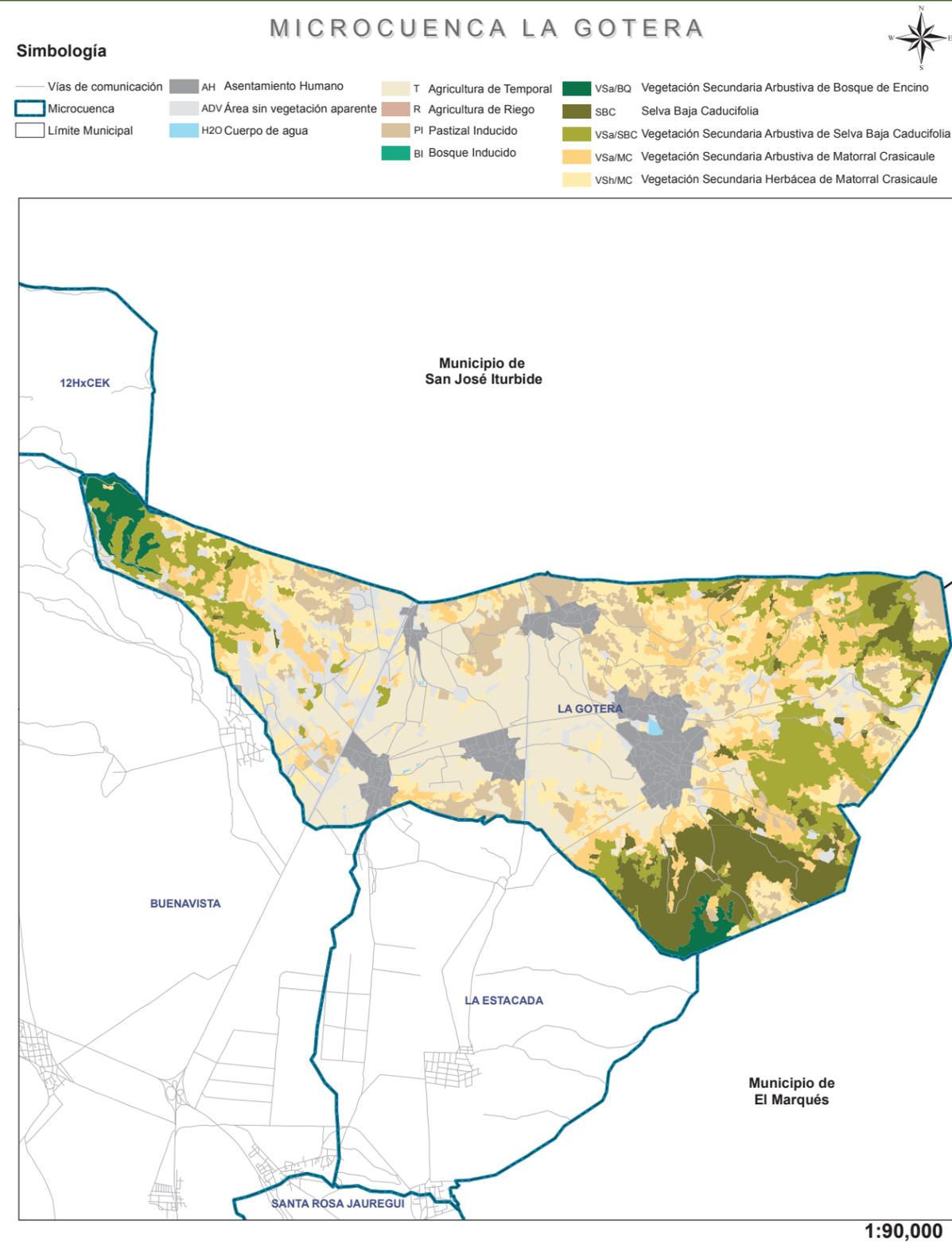
Tabla 3.22 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca La Gotera

Descripción	Superficie ha
<b>Agricultura de Temporal</b>	1,075.20
<b>Área sin vegetación aparente</b>	354.11
<b>Asentamiento humano</b>	336.89
<b>Cuerpo de agua</b>	6.21
<b>Pastizal Inducido</b>	465.18
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	470.59
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i></b>	119.97
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	652.21
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	694.10
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	822.45
<b>Total</b>	4,996.91

Tabla 3.23 Indicadores dasométricos en la microcuenca La Gotera. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Bosque de <i>Quercus</i></b>	1,222.49	918.97	1,526.02	286.73	219.55	352.71	15,356.16	13,676.58	17,155.71
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	21,709.82	21,418.65	22,851.22	4,903.34	4,833.46	5,159.58	337,760.10	334,266.03	350,571.69
<b>Matorral Crasicaule</b>	9,098.65	8,508.79	10,130.91	2,580.66	2,418.44	2,846.09	187,281.82	179,908.52	200,553.76
<b>Total</b>	32,030.97	30,846.41	34,508.15	7,770.73	7,471.45	8,358.38	540,398.08	527,851.13	568,281.16

Mapa 15. Tipos de vegetación en la microcuenca La Gotera

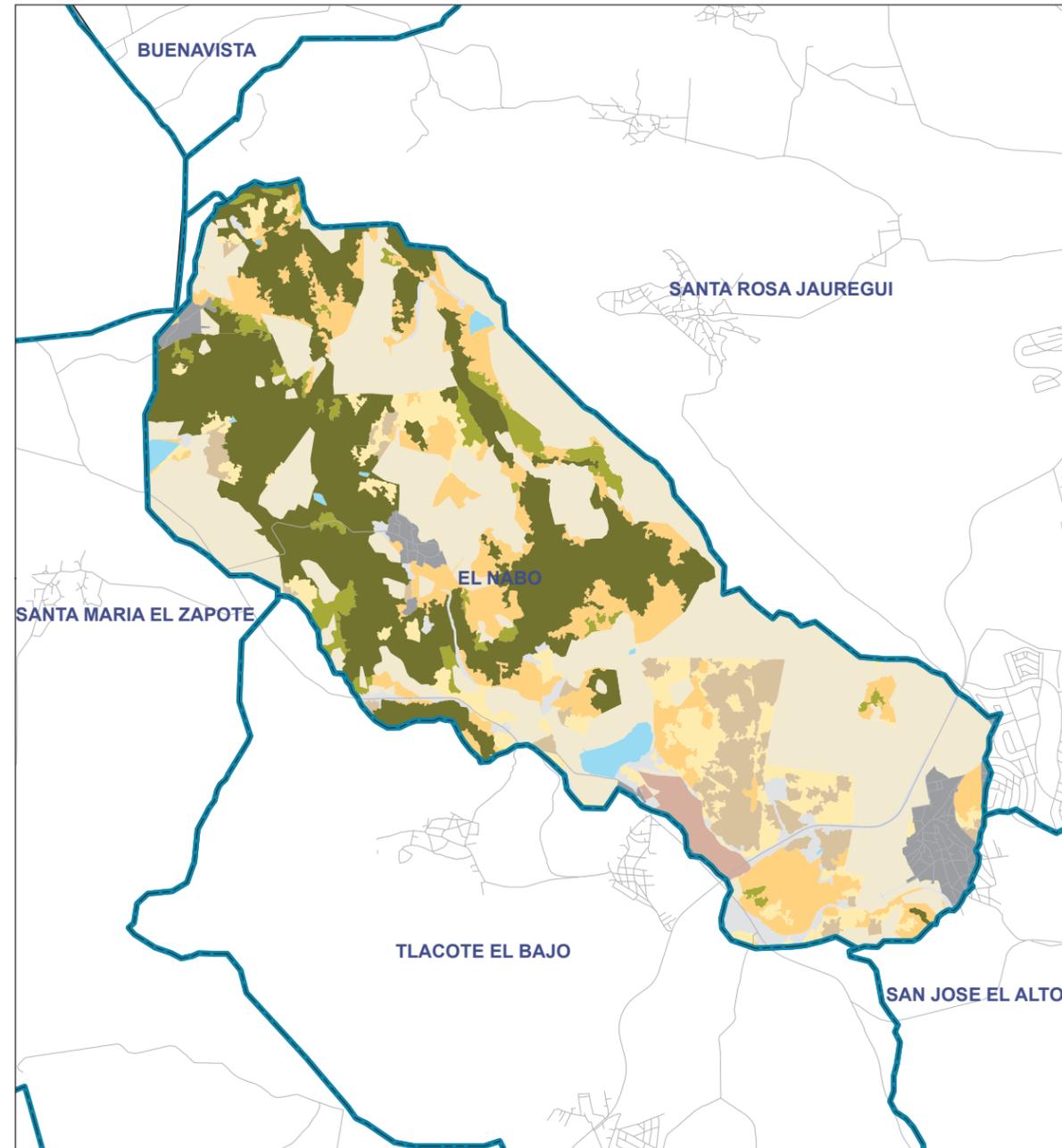


## MICROCUENCA EL NABO



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



1:60,000

Tabla 3.24 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca El Nabo

Descripción	Superficie ha
<b>Agricultura de Riego</b>	33.32
<b>Agricultura de Temporal</b>	997.27
<b>Área sin vegetación aparente</b>	76.33
<b>Asentamiento humano</b>	85.39
<b>Cuerpo de agua</b>	29.02
<b>Pastizal Inducido</b>	135.64
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	675.94
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i></b>	0.02
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	325.62
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	80.95
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	188.80
<b>Total</b>	2,628.29

Tabla 3.25 Indicadores dasométricos en la microcuenca El Nabo. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Bosque de <i>Quercus</i></b>	0.20	0.15	0.25	0.05	0.04	0.06	2.56	2.28	2.86
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	14,108.43	13,919.21	14,850.18	3,186.51	3,141.09	3,353.02	219,498.10	217,227.43	227,823.89
<b>Matorral Crasicaule</b>	3,180.76	2,974.55	3,541.62	902.16	845.45	994.95	65,471.04	62,893.44	70,110.72
<b>Total</b>	17,289.39	16,893.91	18,392.06	4,088.71	3,986.58	4,348.04	284,971.70	280,123.15	297,937.47

Mapa 16. Tipos de vegetación en la microcuenca El Nabo

## MICROCUCENCA POTRERO



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
■ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule

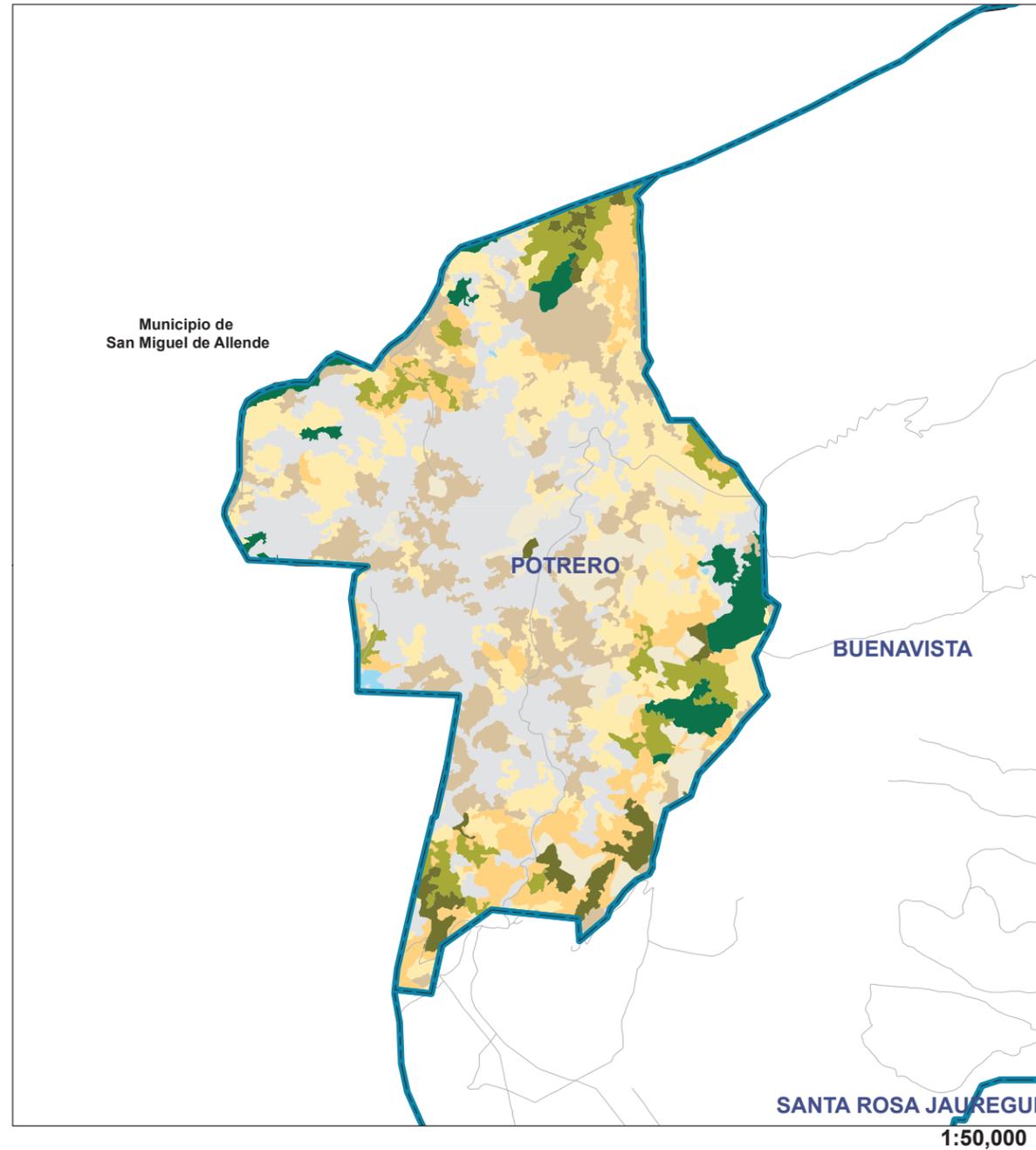


Tabla 3.26 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca El Potrero

Descripción	Superficie ha
<b>Agricultura de Temporal</b>	108.65
<b>Área sin vegetación aparente</b>	428.08
<b>Cuerpo de agua</b>	3.45
<b>Pastizal Inducido</b>	271.46
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	46.41
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i></b>	65.89
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	156.60
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	92.93
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	334.76
<b>Total</b>	1,508.22

Tabla 3.27 Indicadores dasométricos en la microcuenca El Potrero. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Bosque de <i>Quercus</i></b>	671.42	504.72	838.12	157.48	120.58	193.72	8,433.92	7,511.46	9,422.27
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	2,597.30	2,562.46	2,733.85	586.62	578.26	617.28	40,408.60	39,990.58	41,941.34
<b>Matorral Crasicaule</b>	3,031.69	2,835.15	3,375.64	859.88	805.83	948.32	62,402.72	59,945.92	66,824.96
<b>Total</b>	6,300.41	5,902.33	6,947.61	1,603.98	1,504.67	1,759.32	111,245.24	107,447.96	118,188.57

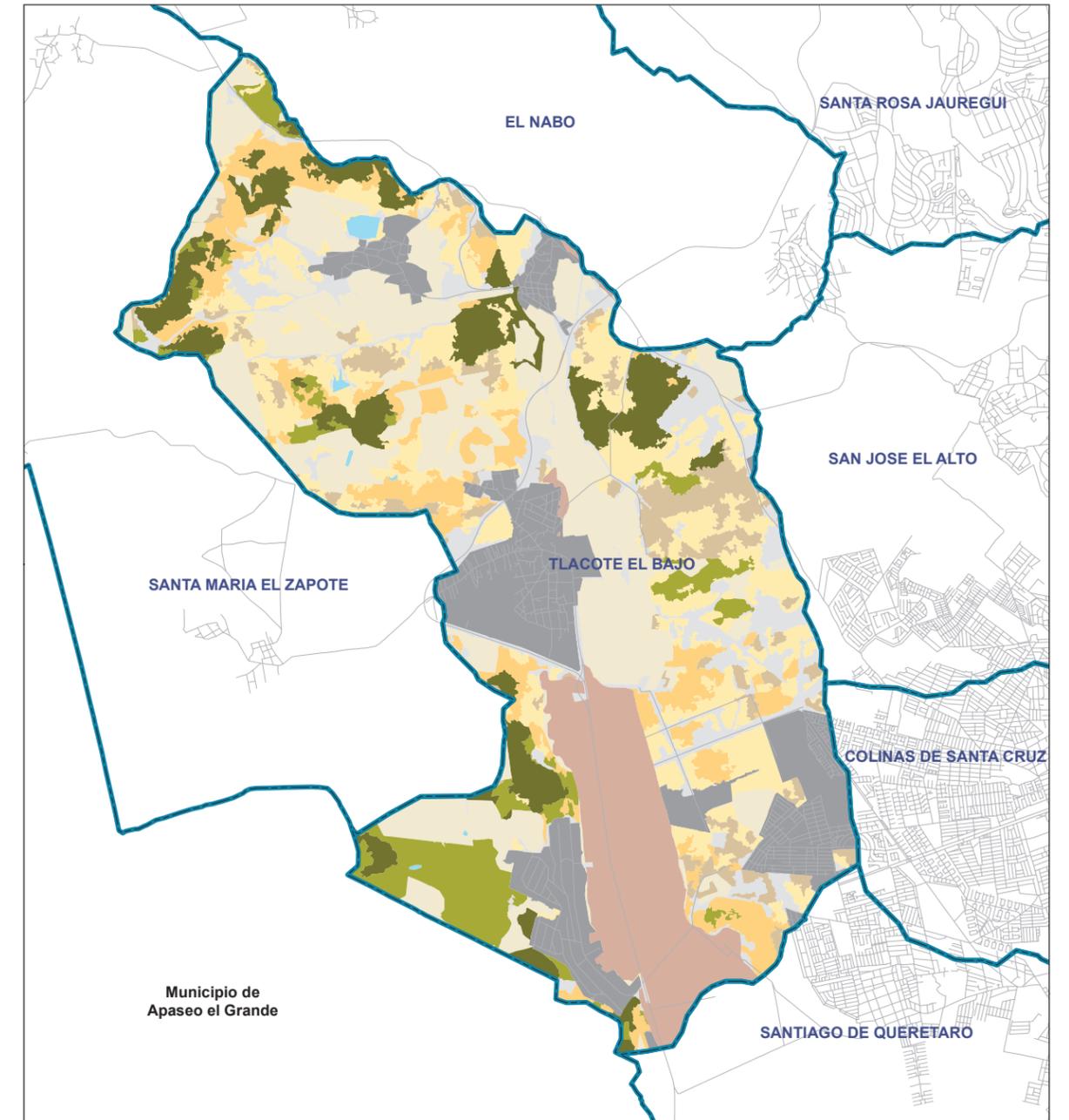
Mapa 17. Tipos de vegetación en la microcuenca El Potrero

## MICROCUENCA TLACOTE EL BAJO



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ Vsa/BO Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Limite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ Vsa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ Vsa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ Vsh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



1:70,000

Tabla 3.28 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Tlacote el Bajo

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Riego</b>	419.47
<b>Agricultura de Temporal</b>	925.10
<b>Área sin vegetación aparente</b>	394.24
<b>Asentamiento humano</b>	618.90
<b>Cuerpo de agua</b>	12.38
<b>Pastizal Inducido</b>	244.06
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	352.26
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	388.39
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	233.63
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	647.05
<b>Total</b>	4,235.49

Tabla 3.29 Indicadores dasométricos en la microcuenca Tlacote el Bajo. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	10,929.38	10,782.79	11,503.99	2,468.49	2,433.31	2,597.49	170,038.60	168,279.58	176,488.34
<b>Matorral Crasicaule</b>	6,537.86	6,114.01	7,279.59	1,854.34	1,737.78	2,045.07	134,571.74	129,273.64	144,108.32
<b>Total</b>	17,467.23	16,896.80	18,783.58	4,322.83	4,171.09	4,642.55	304,610.34	297,553.22	320,596.66

Mapa 18. Tipos de vegetación en la microcuenca Tlacote el Bajo

## MICROCUENCA SANTA MARÍA EL ZAPOTE



Tabla 3.30 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Santa María el Zapote

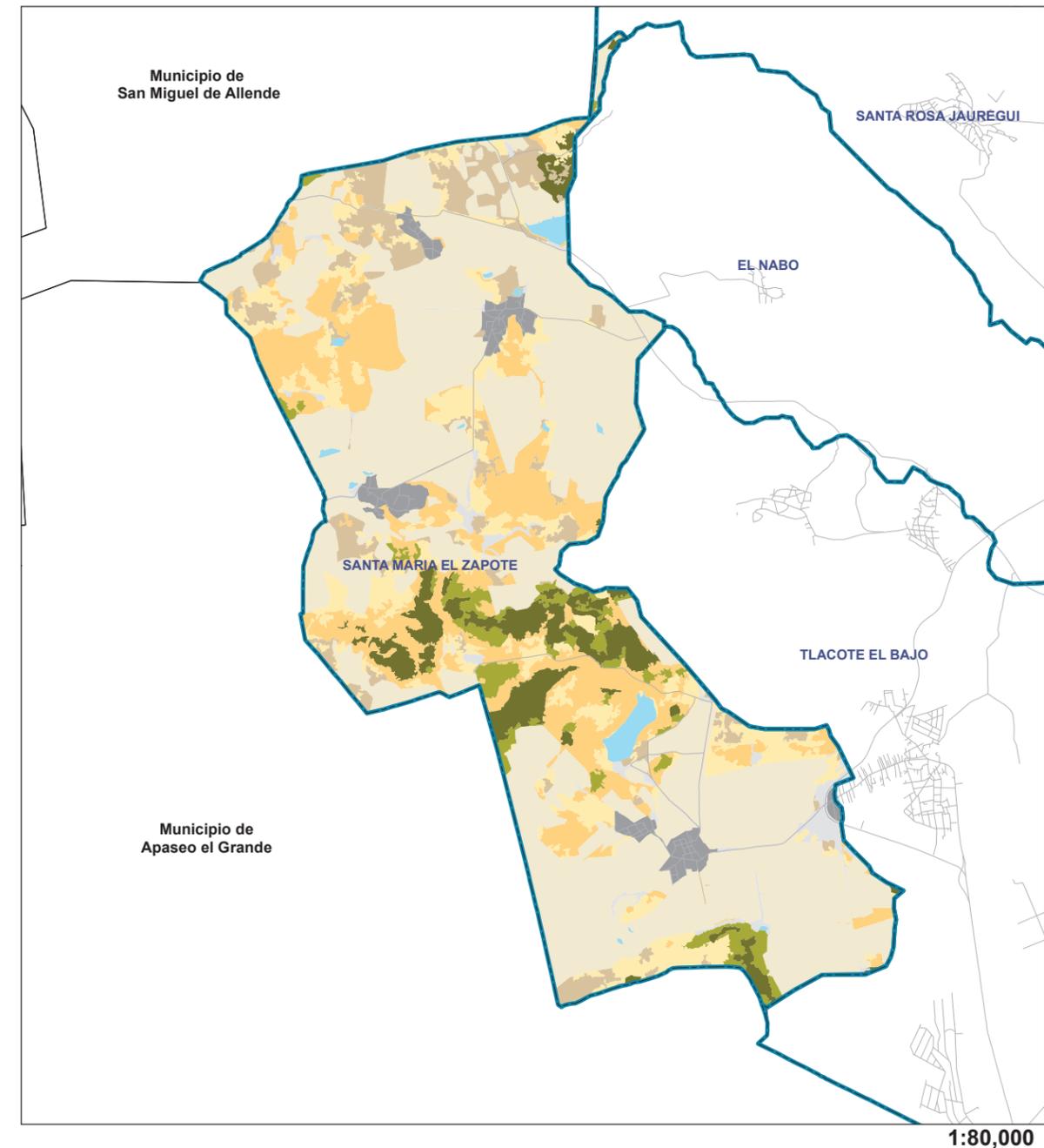
Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Temporal</b>	2,321.74
<b>Área sin vegetación aparente</b>	83.46
<b>Asentamiento humano</b>	119.07
<b>Cuerpo de agua</b>	47.93
<b>Pastizal Inducido</b>	317.51
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	234.52
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	727.56
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	146.20
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	517.33
<b>Total</b>	4,515.32

Tabla 3.31 Indicadores dasométricos en la microcuenca Santa María el Zapote. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
Selva Baja Caducifolia	7,096.62	7,001.44	7,469.73	1,602.83	1,579.99	1,686.59	110,408.80	109,266.64	114,596.72
Matorral Crasicaule	7,680.97	7,183.02	8,552.39	2,178.56	2,041.62	2,402.64	158,101.03	151,876.58	169,305.04
<b>Total</b>	14,777.59	14,184.46	16,022.12	3,781.39	3,621.61	4,089.23	268,509.83	261,143.22	283,901.76

### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
— Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule

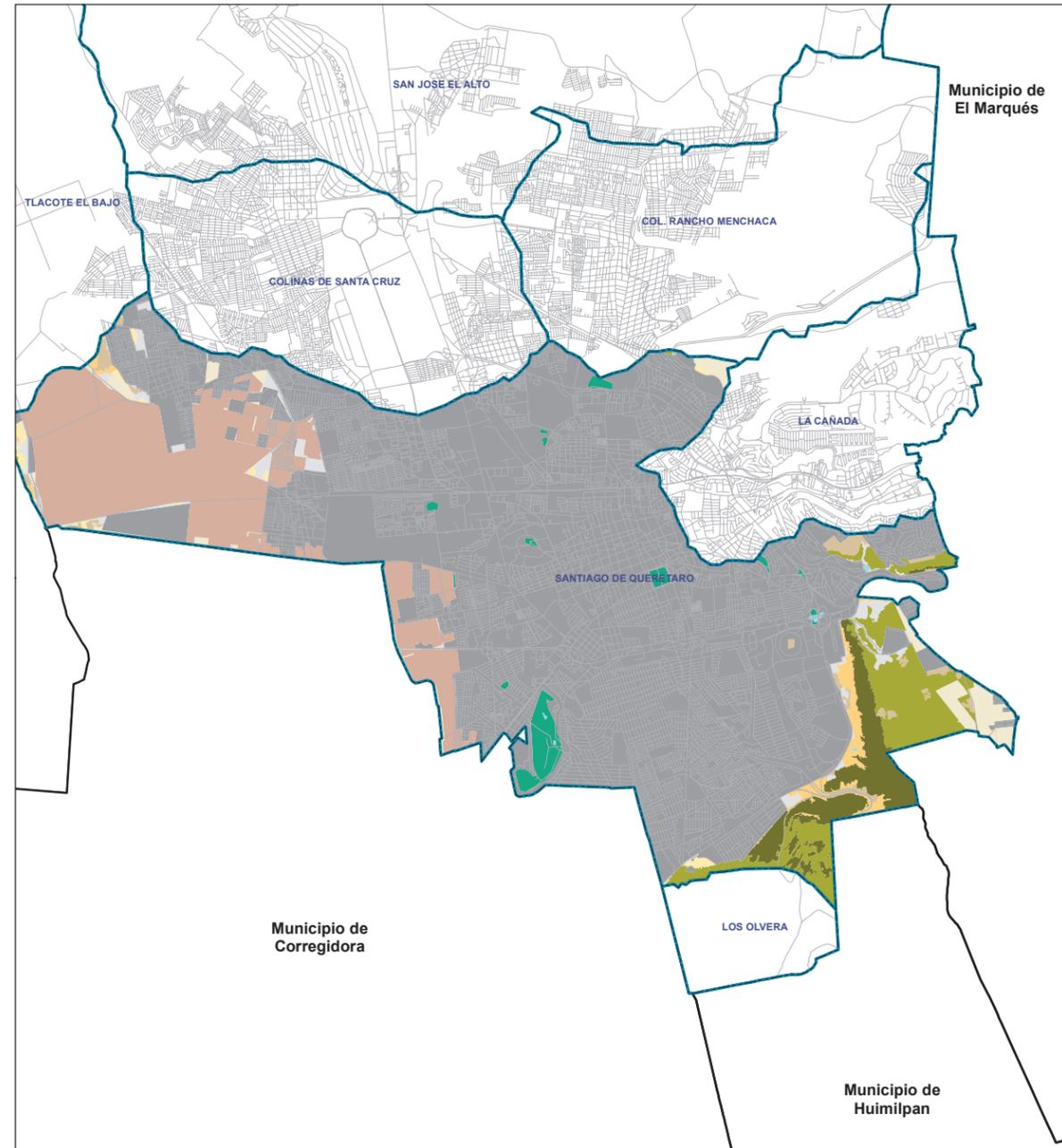


Mapa 19 Tipos de vegetación en la microcuenca Santa María el Zapote

# MICROCUENCA SANTIAGO DE QUERÉTARO

## Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ Vsa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
□ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ Vsa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ Vsa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



1:110,000

Tabla 3.32 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Santiago de Querétaro

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Riego</b>	1,120.23
<b>Agricultura de Temporal</b>	143.24
<b>Área sin vegetación aparente</b>	130.50
<b>Asentamiento humano</b>	5,521.89
<b>Bosque Inducido</b>	93.69
<b>Cuerpo de agua</b>	4.17
<b>Pastizal Inducido</b>	78.79
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	240.54
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	85.37
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	362.84
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	30.88
<b>Total</b>	7,812.14

Tabla 3.33 Indicadores dasométricos en la microcuenca Santiago de Querétaro. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	11,247.00	11,096.16	11,838.32	2,540.23	2,504.03	2,672.97	174,980.20	173,170.06	181,617.38
<b>Matorral Crasicaule</b>	878.18	821.24	977.81	249.08	233.42	274.70	18,075.91	17,364.26	19,356.88
<b>Total</b>	12,125.18	11,917.40	12,816.12	2,789.31	2,737.45	2,947.67	193,056.11	190,534.32	200,974.26

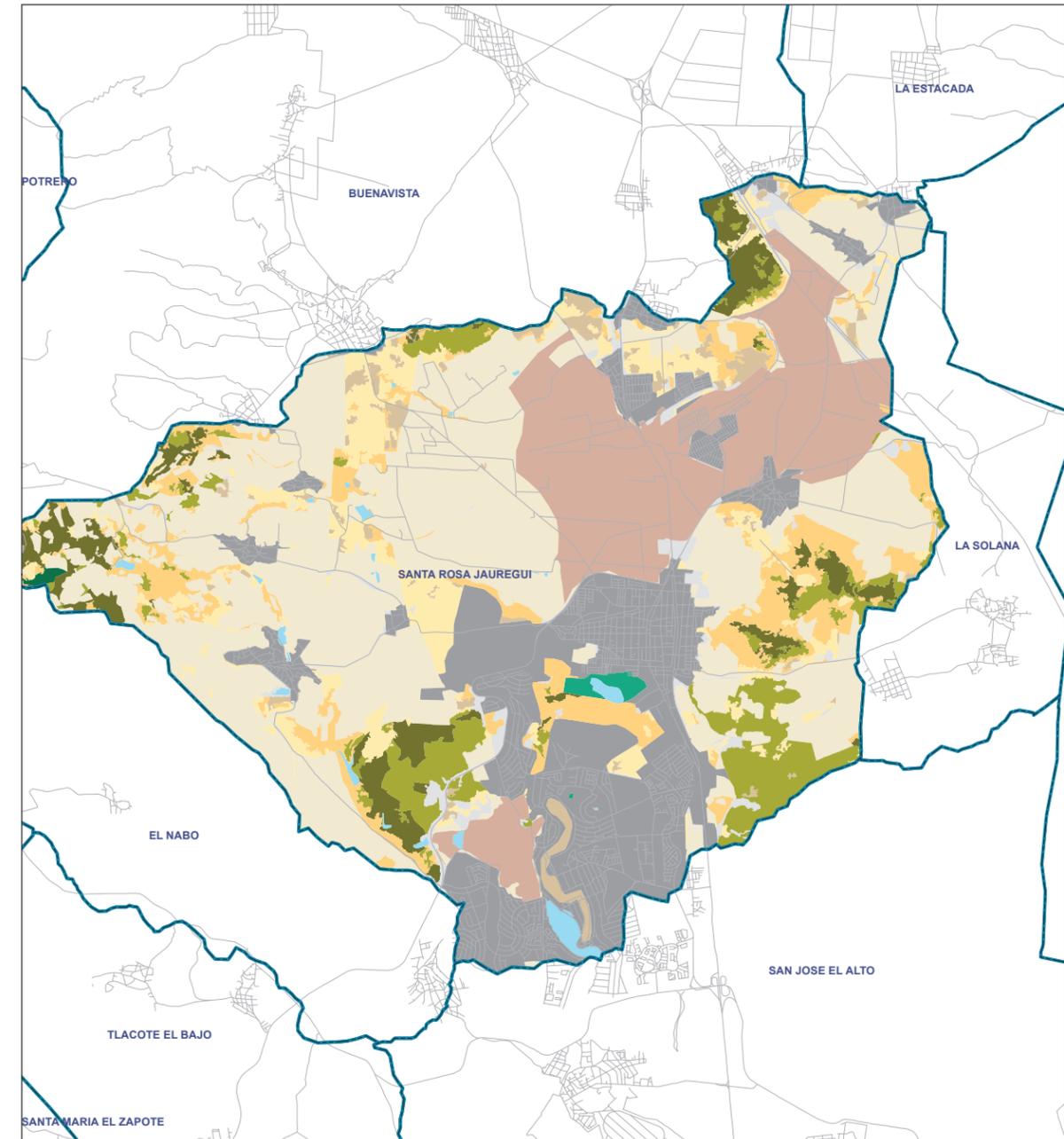
Mapa 20. Tipos de vegetación en la microcuenca Santiago de Querétaro

## MICROCUCENCA SANTA ROSA JÁUREGUI



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



1:100,000

Tabla 3.34 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Santa Rosa Jáuregui

Descripción	Superficie ha
<b>Agricultura de Riego</b>	1,479.88
<b>Agricultura de Temporal</b>	3,626.36
<b>Área sin vegetación aparente</b>	240.40
<b>Asentamiento humano</b>	1,940.44
<b>Bosque Inducido</b>	33.60
<b>Cuerpo de agua</b>	72.72
<b>Pastizal Inducido</b>	232.80
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	433.86
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i></b>	10.13
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	838.75
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	583.92
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	682.66
<b>Total</b>	10,175.52

Tabla 3.35 Indicadores dasométricos en la microcuenca Santa Rosa Jáuregui. Área basal (m²), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m³)

Comunidad vegetal	Área basal			Densidad de árboles			Cobertura de copa		
	m³	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.	% copa	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Bosque de <i>Quercus</i></b>	103.22	77.60	128.85	24.21	18.54	29.78	1,296.64	1,154.82	1,448.59
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	19,175.34	18,918.16	20,183.49	4,330.91	4,269.19	4,557.23	298,328.80	295,242.64	309,644.72
<b>Matorral Crasicaule</b>	6,537.86	6,114.01	7,279.59	1,854.34	1,737.78	2,045.07	134,571.74	129,273.64	144,108.32
<b>Total</b>	25,816.42	25,109.76	27,591.93	6,209.46	6,025.50	6,632.08	434,197.18	425,671.10	455,201.63

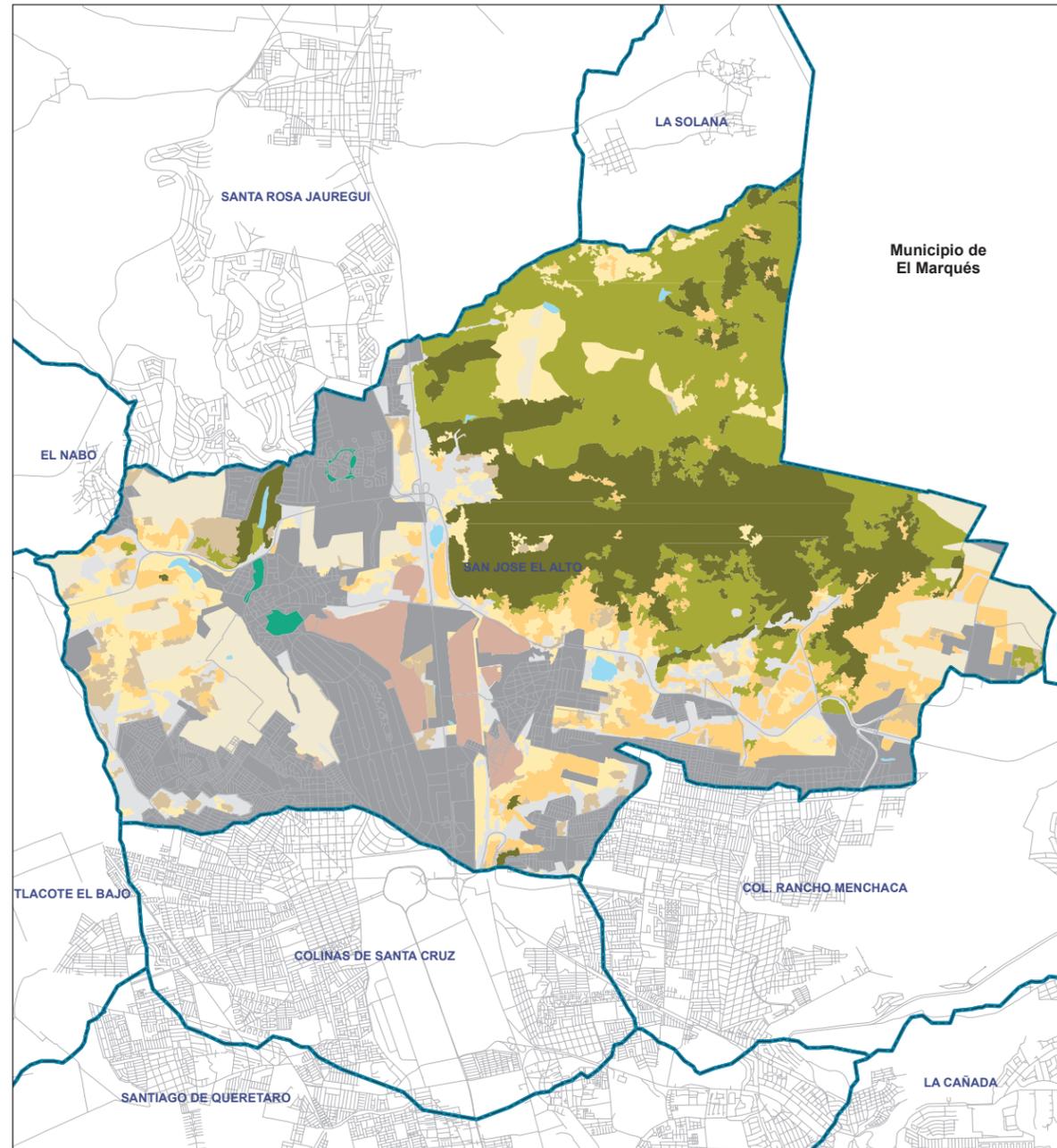
Mapa 21. Tipos de vegetación en la microcuenca Santa Rosa Jáuregui

## MICROCUENCA SAN JOSE EL ALTO



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
■ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



1:90,000

Tabla 3.36 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca San José el Alto

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Riego</b>	239.62
<b>Agricultura de Temporal</b>	696.90
<b>Area sin vegetación aparente</b>	568.37
<b>Asentamiento humano</b>	1,899.00
<b>Bosque Inducido</b>	26.83
<b>Cuerpo de agua</b>	31.87
<b>Pastizal Inducido</b>	250.75
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	1,346.85
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	638.45
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	1,437.09
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	642.07
<b>Total</b>	<b>7,777.80</b>

Tabla 3.37 Indicadores dasométricos en la microcuenca San José el Alto. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	51,892.64	51,196.66	54,620.90	11,720.39	11,553.35	12,332.85	807,342.60	798,990.78	837,965.94
<b>Matorral Crasicaule</b>	8,277.92	7,741.26	9,217.07	2,347.87	2,200.29	2,589.37	170,388.28	163,680.08	182,463.04
<b>Total</b>	60,170.56	58,937.92	63,837.97	14,068.26	13,753.64	14,922.22	977,730.88	962,670.86	1,020,428.98

Mapa 22. Tipos de vegetación en la microcuenca San José el Alto

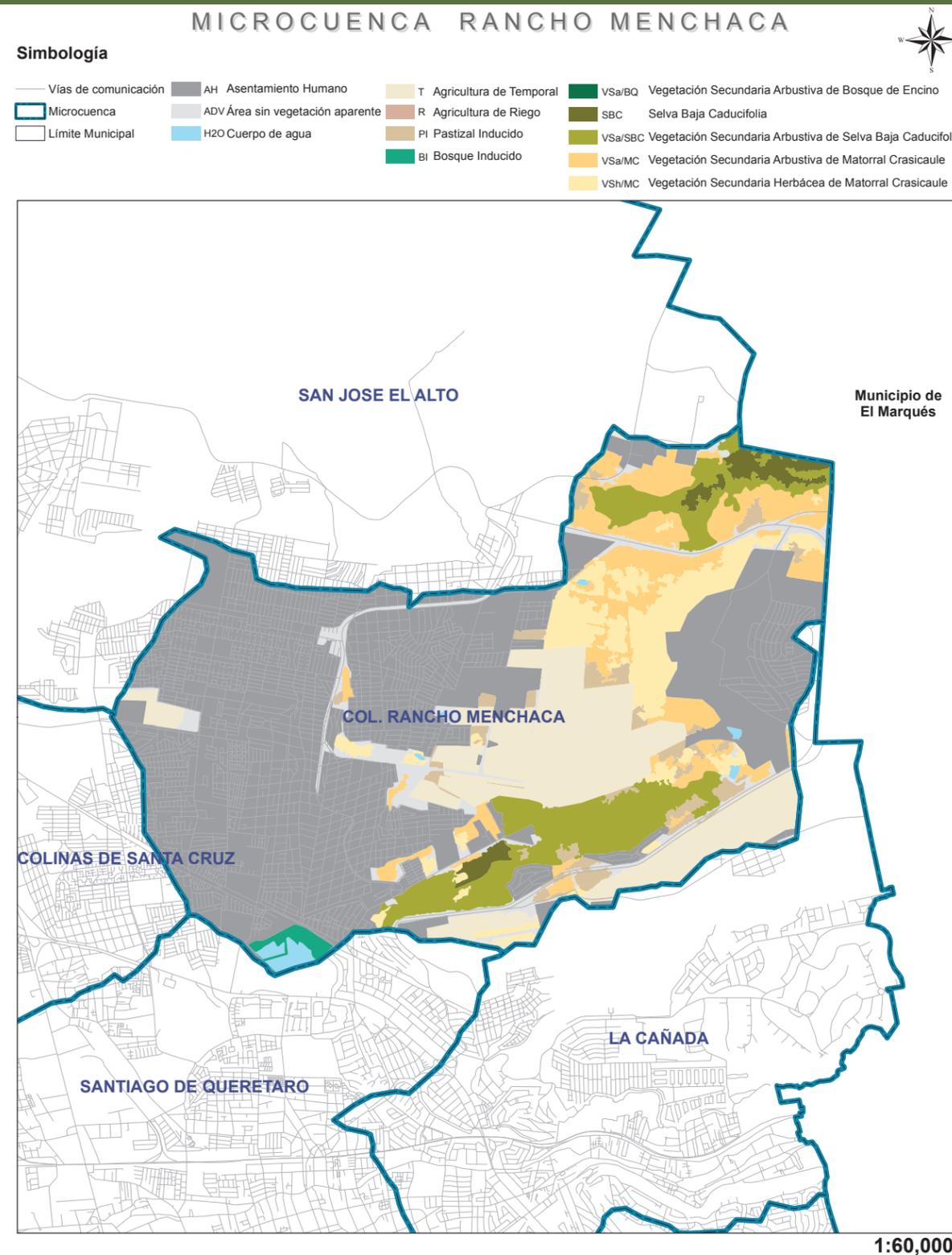
Tabla 3.38 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Rancho Menchaca

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Temporal</b>	376.15
<b>Area sin vegetación aparente</b>	132.06
<b>Asentamiento humano</b>	1,424.98
<b>Bosque Inducido</b>	13.23
<b>Cuerpo de agua</b>	16.01
<b>Pastizal Inducido</b>	78.10
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	40.39
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	232.31
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	225.78
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	183.53
<b>Total</b>	2,722.55

Tabla 3.39 Indicadores dasométricos en la microcuenca Rancho Menchaca. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	4,961.41	4,894.87	5,222.26	1,120.58	1,104.61	1,179.13	77,189.30	76,390.79	80,117.17
<b>Matorral Crasicaule</b>	2,565.73	2,399.40	2,856.82	727.72	681.98	802.57	52,811.68	50,732.48	56,554.24
<b>Total</b>	7,527.14	7,294.26	8,079.08	1,848.30	1,786.58	1,981.70	130,000.98	127,123.27	136,671.41

Mapa 23. Tipos de vegetación en la microcuenca Rancho Menchaca

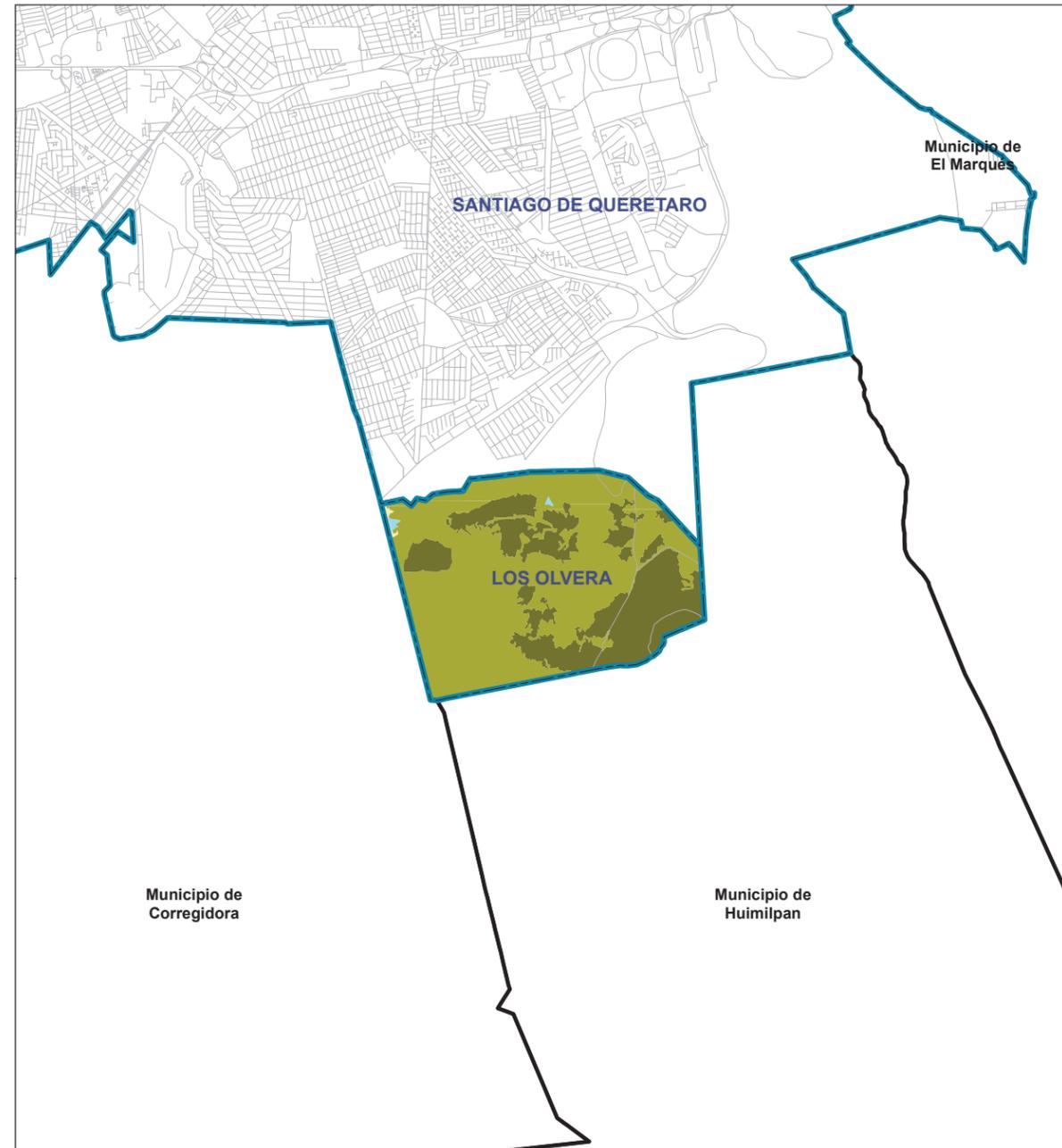


## MICROCUENCA LOS OLVERA



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
■ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



1:60,000

Tabla 3.40 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Los Olvera

Descripción	Superficie (ha)
<b>Asentamiento humano</b>	0.01
<b>Cuerpo de agua</b>	1.10
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	155.74
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	324.32
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	2.31
<b>Total</b>	483.48

Tabla 3.41 Indicadores dasométricos en la microcuenca Los Olvera. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	8,948.32	8,828.30	9,418.78	2,021.05	1,992.25	2,126.67	139,217.40	137,777.22	144,498.06
<b>Matorral Crasicaule</b>	14.25	13.33	15.87	4.04	3.79	4.46	293.37	281.82	314.16
<b>Total</b>	8,962.57	8,841.63	9,434.65	2,025.10	1,996.04	2,131.12	139,510.77	138,059.04	144,812.22

Mapa 24. Tipos de vegetación en la microcuenca Los Olvera

## MICROCUCENA LA SOLANA



Tabla 3.42 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca La Solana

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Riego</b>	120.82
<b>Agricultura de Temporal</b>	721.47
<b>Area sin vegetación aparente</b>	168.11
<b>Asentamiento humano</b>	91.64
<b>Cuerpo de agua</b>	1.45
<b>Pastizal Inducido</b>	84.26
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	18.92
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	116.42
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	87.54
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	197.42
<b>Total</b>	1,608.03

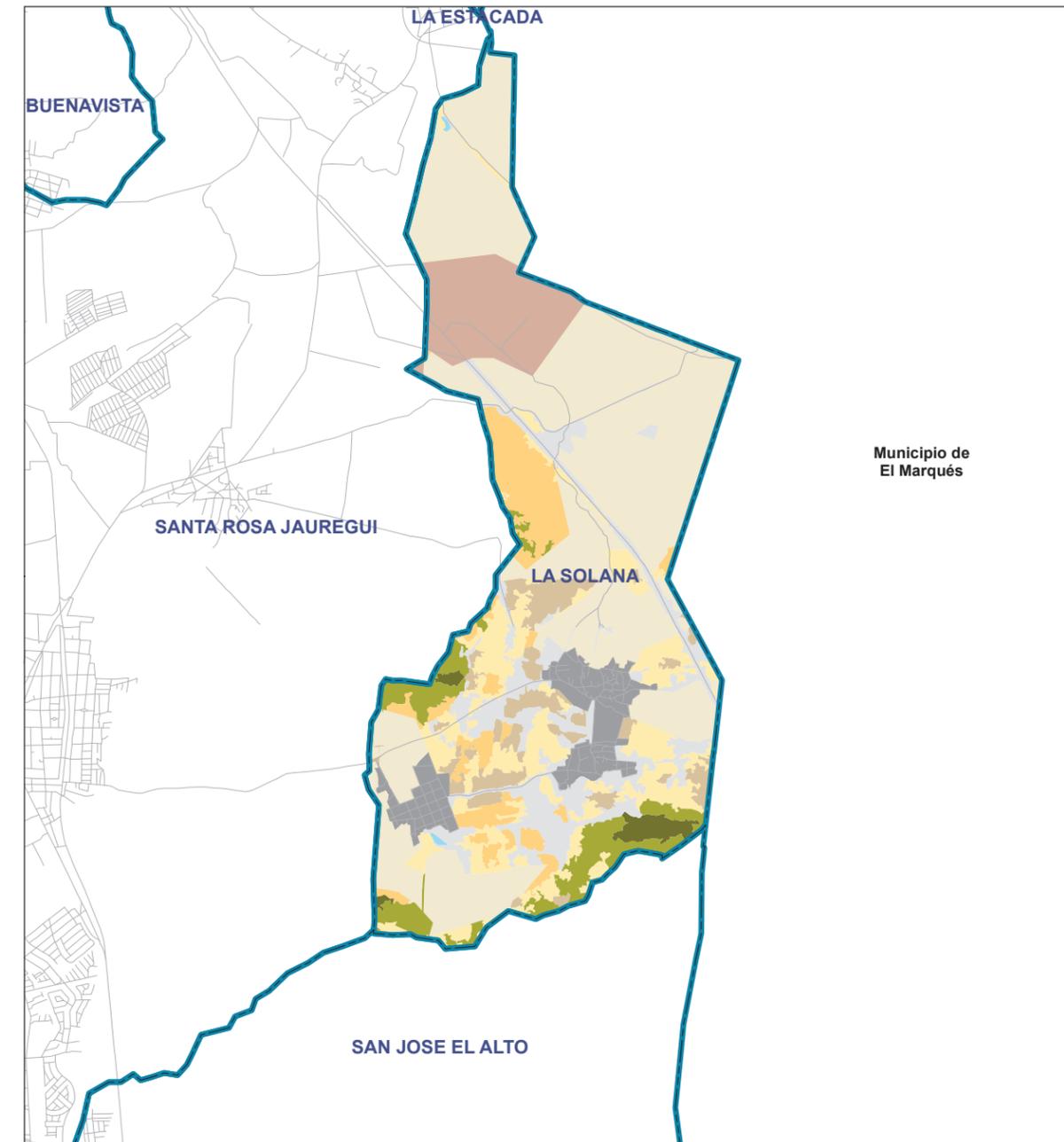
Tabla 3.43 Indicadores dasométricos en la microcuenca La Solana. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	1,996.53	1,969.75	2,101.50	450.93	444.51	474.50	31,061.90	30,740.57	32,240.11
<b>Matorral Crasicaule</b>	1,943.18	1,817.20	2,163.64	551.15	516.50	607.83	39,997.38	38,422.68	42,831.84
<b>Total</b>	3,939.71	3,786.96	4,265.14	1,002.08	961.01	1,082.33	71,059.28	69,163.25	75,071.95

Mapa 25. Tipos de vegetación en la microcuenca La Solana

### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSA/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
— Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSA/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSA/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSN/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule



## MICROCUENCA COLINAS DE SANTA CRUZ



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule

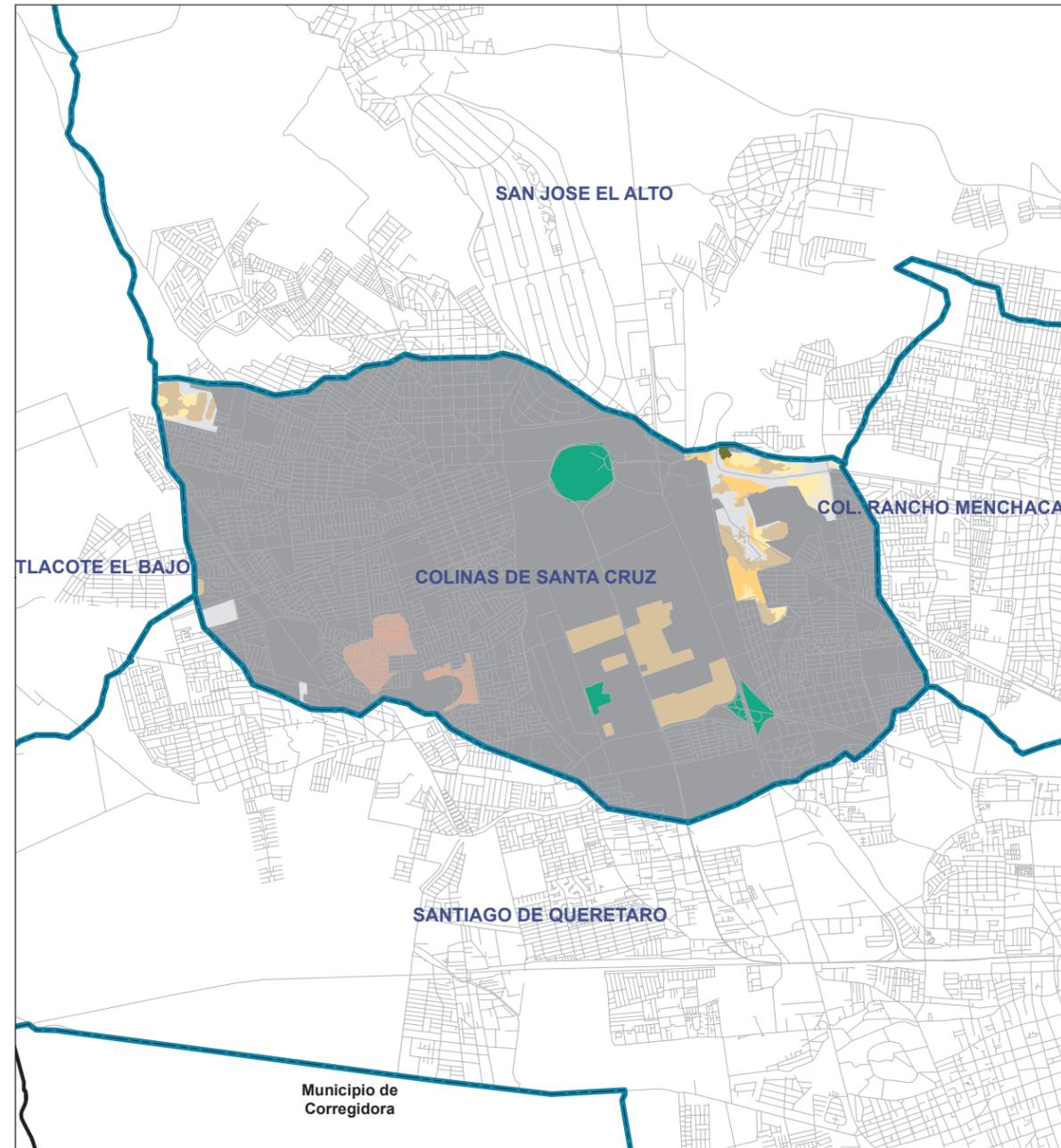


Tabla 3.44 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Colinas de Santa Cruz

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Riego</b>	35.07
<b>Agricultura de Temporal</b>	6.42
<b>Área sin vegetación aparente</b>	44.72
<b>Asentamiento humano</b>	1,869.49
<b>Bosque Inducido</b>	37.57
<b>Pastizal Inducido</b>	93.57
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	1.30
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	17.33
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	17.14
<b>Total</b>	2,122.59

Tabla 3.45 Indicadores dasométricos en la microcuenca Colinas de Santa Cruz. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
Selva Baja Caducifolia	24.23	23.91	25.51	5.47	5.40	5.76	377.00	373.10	391.30
Matorral Crasicaule	212.68	198.89	236.81	60.32	56.53	66.53	4,377.69	4,205.34	4,687.92
<b>Total</b>	236.91	222.80	262.31	65.80	61.93	72.29	4,754.69	4,578.44	5,079.22

Mapa 26. Tipos de vegetación en la microcuenca Colinas de Santa Cruz

## MICROCUCENCA BUENAVISTA



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ Vsa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ Vsa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
		■ BI Bosque Inducido	■ Vsa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
			■ VSn/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule

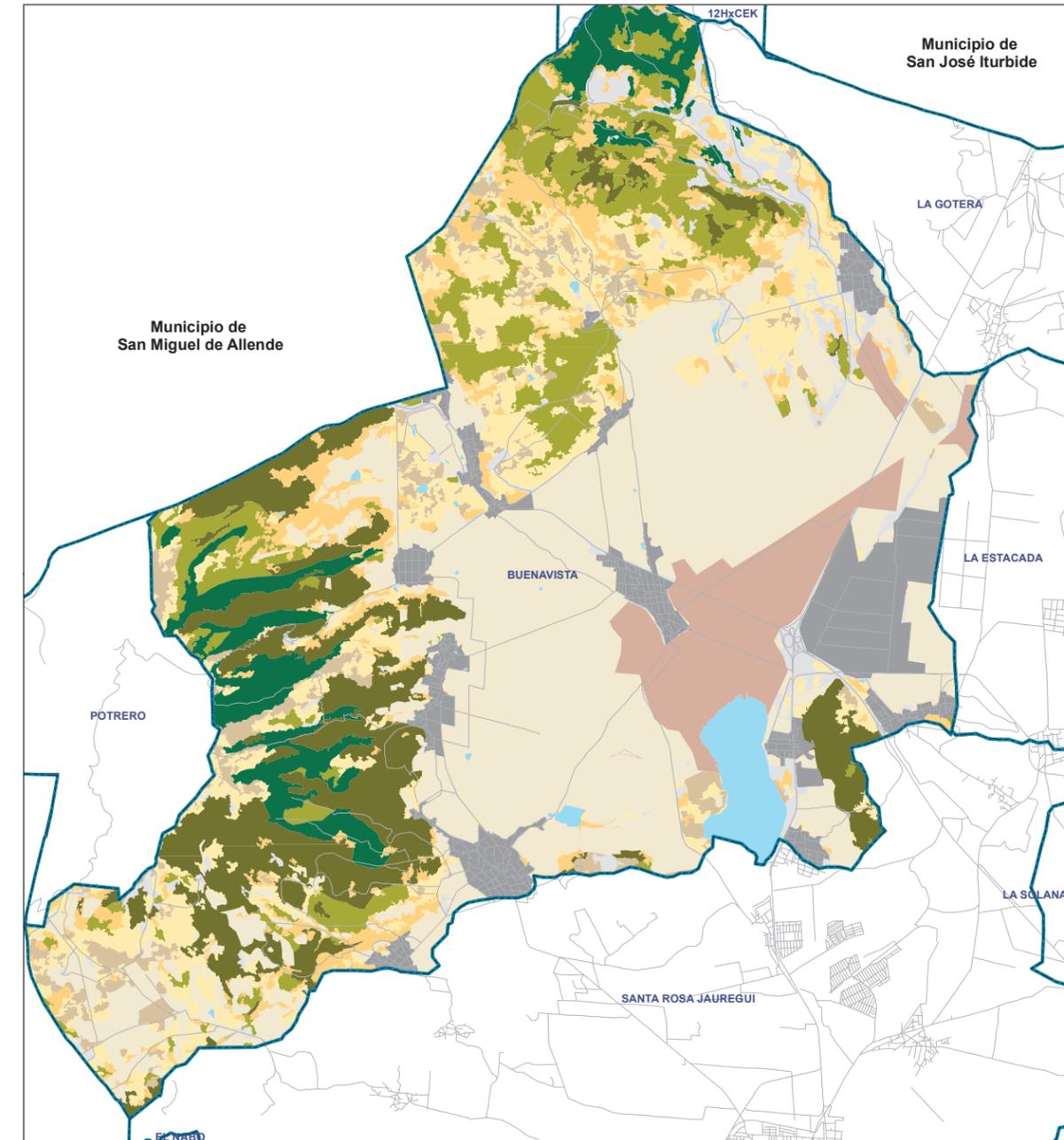


Tabla 3.46 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca Buenavista

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Riego</b>	751.56
<b>Agricultura de Temporal</b>	4,285.93
<b>Área sin vegetación aparente</b>	541.03
<b>Asentamiento humano</b>	938.58
<b>Cuerpo de agua</b>	246.83
<b>Pastizal Inducido</b>	522.71
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	1,524.54
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i></b>	679.02
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	993.70
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	1,197.31
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	1,618.63
<b>Total</b>	13,299.84

Tabla 3.47 Indicadores dasométricos en la microcuenca Buenavista. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Bosque de <i>Quercus</i></b>	6,919.21	5,201.29	8,637.13	1,622.86	1,242.61	1,996.32	86,914.56	77,408.28	97,099.86
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	50,743.67	50,063.10	53,411.53	11,460.88	11,297.55	12,059.79	789,467.00	781,300.10	819,412.30
<b>Matorral Crasicaule</b>	16,172.62	15,124.15	18,007.44	4,587.05	4,298.72	5,058.86	332,888.59	319,782.74	356,479.12
<b>Total</b>	73,835.50	70,388.54	80,056.10	17,670.79	16,838.87	19,114.97	1,209,270.15	1,178,491.12	1,272,991.28

Mapa 27. Tipos de vegetación en la microcuenca Buenavista

## MICROCUENCA LA ESTACADA



### Simbología

— Vías de comunicación	■ AH Asentamiento Humano	■ T Agricultura de Temporal	■ VSa/BQ Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
■ Microcuenca	■ ADV Área sin vegetación aparente	■ R Agricultura de Riego	■ SBC Selva Baja Caducifolia
□ Límite Municipal	■ H2O Cuerpo de agua	■ PI Pastizal Inducido	■ VSa/SBC Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia
	■ BI Bosque Inducido	■ VSa/MC Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	■ VSh/MC Vegetación Secundaria Herbácea de Matorral Crasicaule

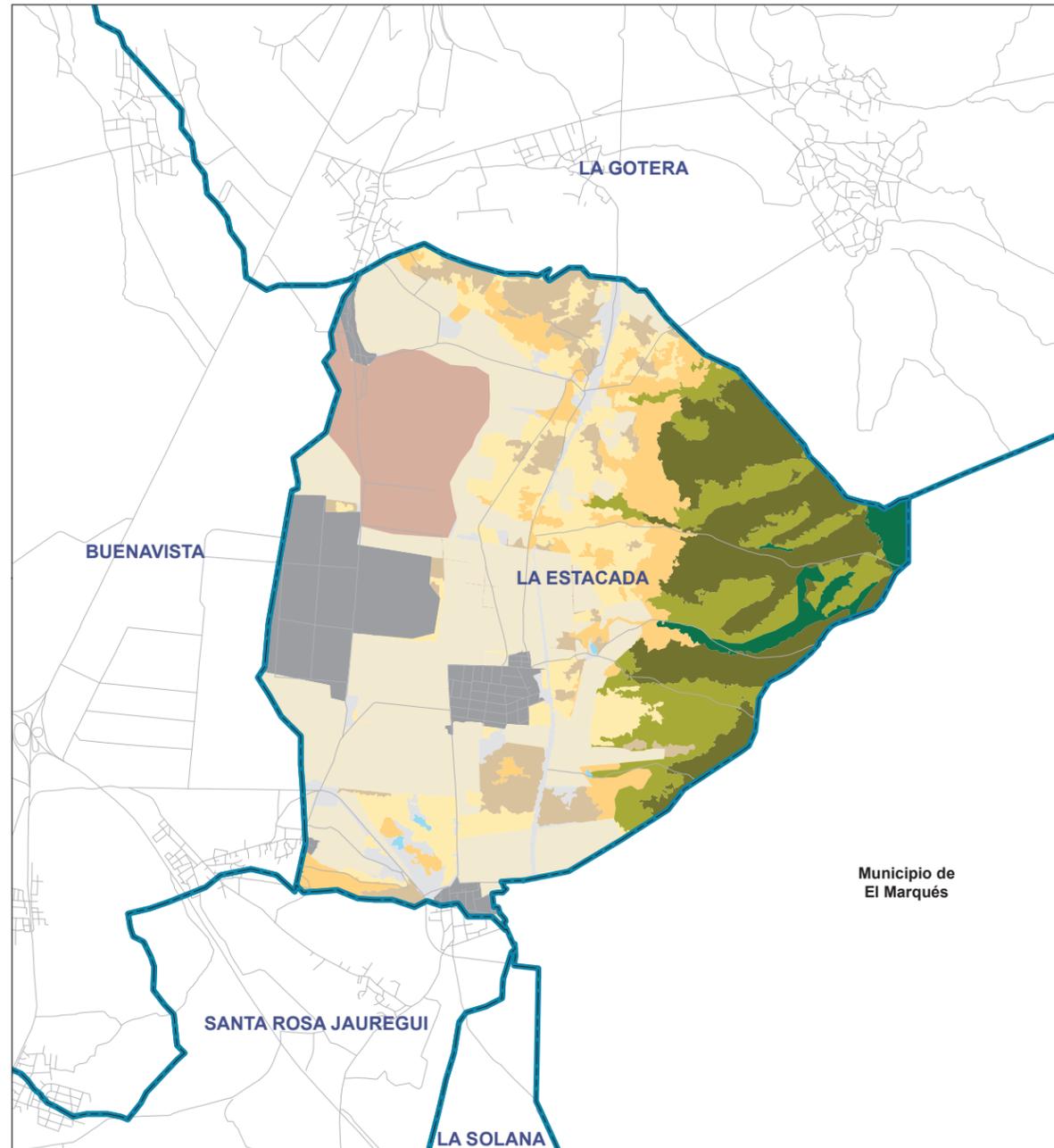


Tabla 3.48 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca La Estacada

Descripción	Superficie ha
<b>Agricultura de Riego</b>	198.12
<b>Agricultura de Temporal</b>	733.94
<b>Área sin vegetación aparente</b>	86.06
<b>Asentamiento humano</b>	256.59
<b>Cuerpo de agua</b>	2.87
<b>Pastizal Inducido</b>	153.10
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	308.58
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Bosque de <i>Quercus</i></b>	50.75
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	206.25
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Selva Baja Caducifolia</b>	226.52
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	276.19
<b>Total</b>	2,498.96

Tabla 3.49 Indicadores dasométricos en la microcuenca La Estacada. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Bosque de <i>Quercus</i></b>	517.14	388.75	645.54	121.29	92.87	149.21	6,496.00	5,785.50	7,257.25
<b>Selva Baja Caducifolia</b>	9,974.26	9,840.49	10,498.66	2,252.77	2,220.67	2,370.49	155,179.00	153,573.70	161,065.10
<b>Matorral Crasicaule</b>	2,976.65	2,783.68	3,314.36	844.27	791.20	931.11	61,269.88	58,857.68	65,611.84
<b>Total</b>	13,468.06	13,012.91	14,458.56	3,218.33	3,104.74	3,450.81	222,944.88	218,216.88	233,934.19

Mapa 28. Tipos de vegetación en la microcuenca La Estacada

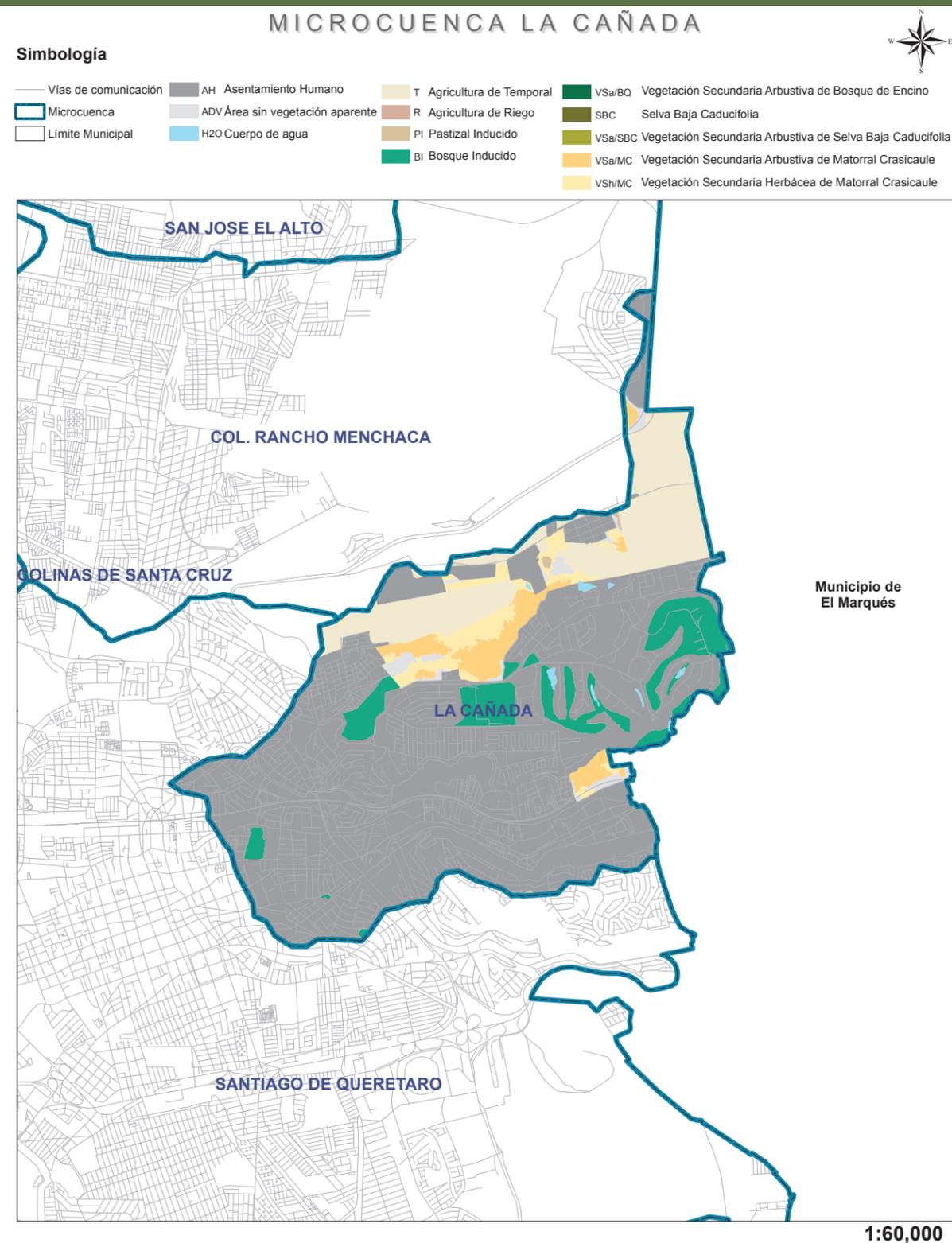
Tabla 3.50 Superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la microcuenca La Cañada

Descripción	Superficie (ha)
<b>Agricultura de Temporal</b>	228.21
<b>Area sin vegetación aparente</b>	23.83
<b>Asentamiento humano</b>	1,190.60
<b>Bosque Inducido</b>	132.13
<b>Cuerpo de agua</b>	5.68
<b>Pastizal Inducido</b>	2.52
<b>Veg. Sec. Arbustiva de Matorral Crasicaule</b>	60.61
<b>Veg. Sec. Herbácea de Matorral Crasicaule</b>	52.86
<b>Total</b>	1,696.45

Tabla 3.51 Indicadores dasométricos en la microcuenca La Cañada. Área basal (m<sup>2</sup>), densidad de árboles (número de árboles) y existencias maderables (m<sup>3</sup>)

Comunidad vegetal	Existencias Maderables			Área basal			Densidad de árboles		
	m <sup>3</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	m <sup>2</sup>	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Núm. de árboles	Lim. Inf.	Lim. Sup.
<b>Matorral Crasicaule</b>	700.11	654.72	779.54	198.57	186.09	219.00	14,410.69	13,843.34	15,431.92
<b>Total</b>	700.11	654.72	779.54	198.57	186.09	219.00	14,410.69	13,843.34	15,431.92

Mapa 29. Tipos de vegetación en la microcuenca La Cañada





## 3.3 Zonificación Forestal

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

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

### Metodología

Para la generación de Zonificación forestal se utilizan Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales permiten seleccionar coberturas temáticas digitales y sus valores que la integran, permitiendo generar nuevas coberturas de información integral. Tal es el caso de capas con información ambiental de distribución y clasificación de suelos, geología, hidrología, modelo de elevaciones y pendientes, climas, provincias fisiográficas, topografía y edafología; además de capas de información ecológicas y de tipos de vegetación.

La zonificación Forestal del IMFSMQ, basada en los criterios y procedimientos establecidos conjuntamente por la SEMARNAT y la CONAFOR, generó información que representa los indicadores determinados para cada categoría de zonificación basada en tres funciones:

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

## Categorías

Para la obtención de las categorías se realizó una sobreposición de capas de información, determinando su prioridad de acuerdo al orden especificado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

### *Zonas de conservación*

Se componen de Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y Municipales, como Parques Nacionales, áreas de protección de recursos naturales y áreas de protección de flora y fauna. Se incluyen las superficies con terrenos arriba de 2,000 msnm o con pendientes mayores a 100 %, con objeto de proteger las zonas con alto grado de riesgo de erosión.

### *Zonas de producción*

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



Mina de Tepetate en Tlacoapa, Tlacote el Bajo

C-III

## Zonas de restauración

Son todas aquellas áreas forestales que presentan cambios en la estructura de la vegetación y que muestran aptitudes para recuperación, con la finalidad de evitar la pérdida del recurso forestal.

## Zonificación forestal del Municipio de Querétaro

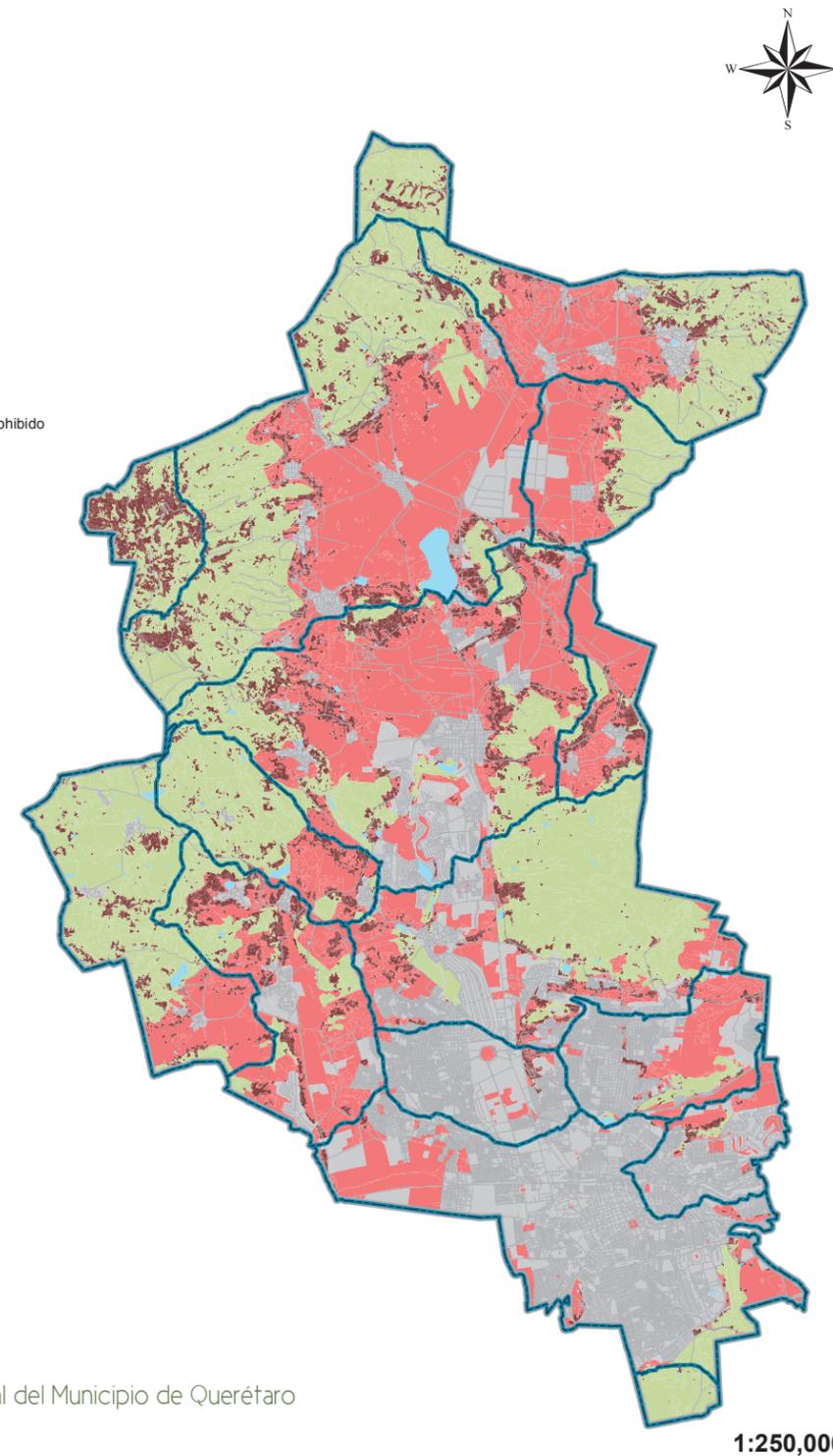
El diagnóstico de zonificación tiene como objetivo detectar las relaciones y procesos que determinan la existencia de conflictos territoriales, que justifican la conservación, protección y restauración de ciertas zonas que identifican las áreas de aptitud para el desarrollo de actividades productivas y su evaluación se enmarca en la estrategia de planificación del manejo de los recursos forestales, Áreas Naturales Protegidas, desarrollo de sistemas de productos sostenibles y la adecuación o recuperación de tierras.

La zonificación del Municipio de Querétaro se realizó con el traslape de dos capas de información; la zonificación propuesta por el Ordenamiento Ecológico Territorial para el Municipio (POEL), la clasificación de formaciones y tipos de vegetación resultado del IEFyS e información recabada en muestreos en campo mostrando los siguientes resultados:

Tabla 3.52 Superficies de Zonificación forestal para el Municipio de Querétaro

CATEGORIA DE ZONIFICACIÓN	SUPERFICIE (ha)
Conservación	23,401.40
Producción	22,096.99
Restauración	6,737.43
No Aplica	16,771.92
<b>Total</b>	<b>69,007.75</b>

## ZONIFICACIÓN FORESTAL EN EL MUNICIPIO DE QUERÉTARO



Mapa 30. Zonificación Forestal del Municipio de Querétaro

1:250,000

Tabla 3.53 Zonificación forestal por tipos de vegetación

SUBCATEGORÍA	BQ		SBC		MC		No Forestales	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
I A	1,010.81	93.80	6,636.55	55.78	4,771.19	40.02	4,503.13	10.21
I B	7.43		4,369.16	36.72	1,527.92	12.82	575.21	1.30
II B			747.46	6.28				
II C	4.00	0.37					262.41	0.59
II D					3,489.23	29.27		
II E							4,398.07	9.97
II F							13,195.81	29.91
III A	10.87	1.01	20.25	0.17	333.67	2.80	580.91	1.32
III B							149.65	0.34
III C	44.53	4.13	124.48	1.05	1,798.75	15.09	3,392.12	7.69
III D							282.20	0.64
No Aplica							16,771.92	38.02



Vegetación en microcuenca San José el Alto (Peña Colorada)

### 3.3.1 Zonas de conservación

#### Conservación

Las zonas de conservación en el Municipio abarcan 23,401.40 ha las cuales se reparten en casi su totalidad en las microcuencas: El Potrero, Santa María el Zapote, El Nabo, Buenavista, San José el Alto (Peña Colorada), La Gotera, La Estacada, 12HxCEK, Los Olvera y la parte sur de Santiago de Querétaro.

En cuanto a la distribución de la vegetación en las zonas de conservación, Bosque de *Quercus* se encuentra en casi su totalidad con 93.8 %, Selva Baja Caducifolia con 92.5%, Matorral Crasicaule cuenta con 52.84 % y para la vegetación no forestal solo el 11.51 %.

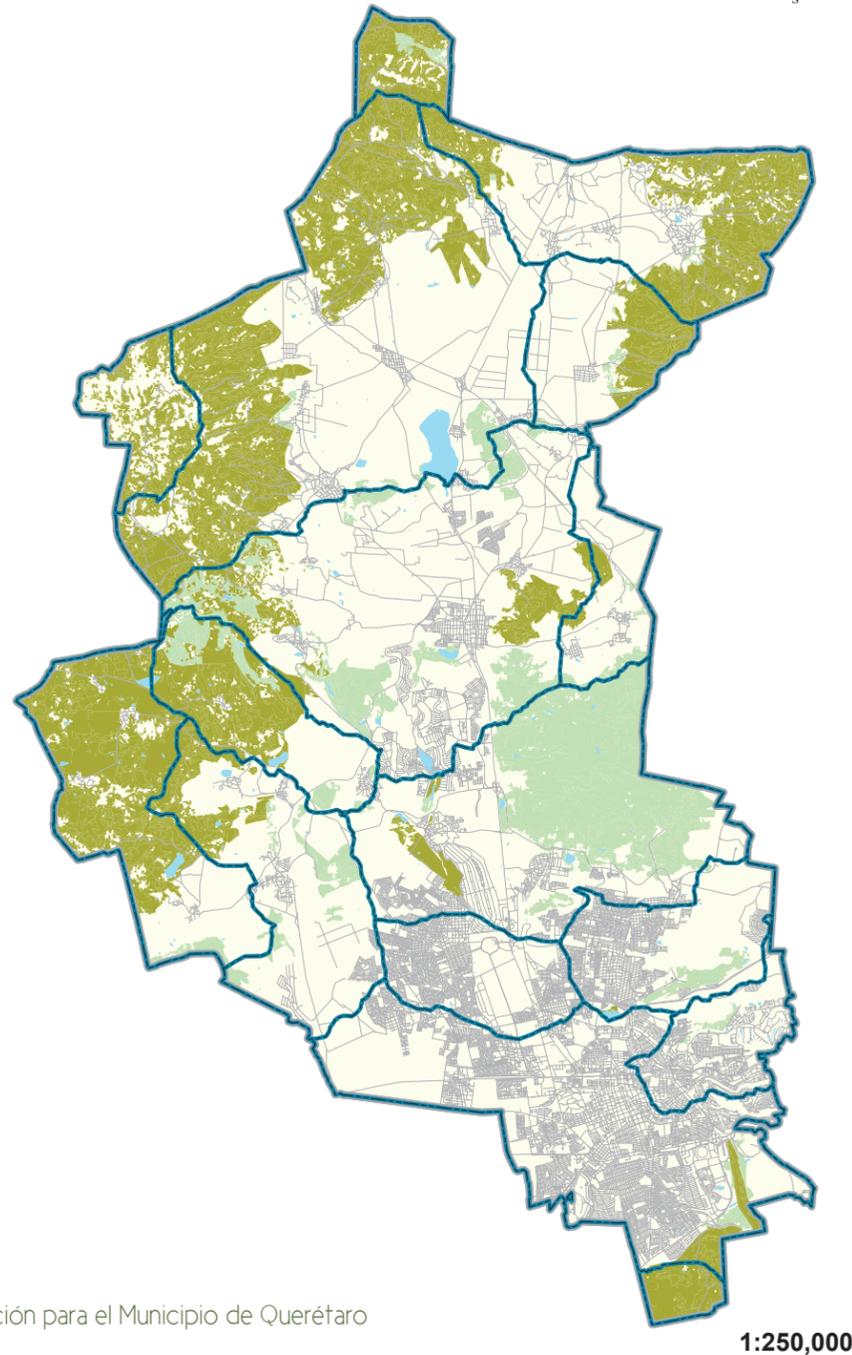
Tabla 3.54 Simbología para la interpretación de las categorías de la zonificación forestal

CLAVE	SUBCATEGORIA	SUPERFICIE (ha)	%
I A	Áreas Naturales Protegidas	16,921.68	72.31
I B	Áreas de Protección	6,479.72	27.69
<b>Total</b>		<b>23,401.40</b>	<b>100.00</b>

ZONAS DE CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO  
RESTRINGIDO O PROHIBIDO



- Simbología**
- Vías de comunicación
  - Cuerpo de agua
  - Microcuencas
  - Municipio de Querétaro
- Zonas de Conservación**
- CLAVE**
- IA
  - IB



Mapa 31. Zonas de conservación para el Municipio de Querétaro

### 3.3.2 Zonas de producción

#### Producción

De acuerdo con la Zonificación forestal las zonas de producción (**Mapa 32**), cuenta con 22,096.99 ha de terrenos forestales de productividad baja y media. Las microcuencas de Buenavista, Tlacote el Bajo, Rancho Menchaca, Santiago de Querétaro y Santa Rosa Jáuregui son representativas en cuanto a terrenos con vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas, siendo el Matorral Crasicaule y la vegetación no forestal las vegetaciones de mayor cobertura en zonas de producción con 3,489.23 ha. Sin embargo, presentan una productividad baja caracterizada por tener una cobertura de copa inferior a 20 %.

Tabla 3.55 Simbología para la interpretación de las categorías de la zonificación forestal

CLAVE	SUBCATEGORIA	SUPERFICIE (ha)	%
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	747.46	3.38
II C	Terrenos forestales de productividad baja, caracterizados por tener una cobertura de copa inferior a 20%	266.42	1.21
II D	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas y semiáridas	3,489.23	15.79
II E	Terrenos adecuados para realizar forestaciones	4,398.07	19.90
II F	Terrenos preferentemente forestales	13,195.81	59.72
<b>Total</b>		<b>22,096.99</b>	<b>100.00</b>



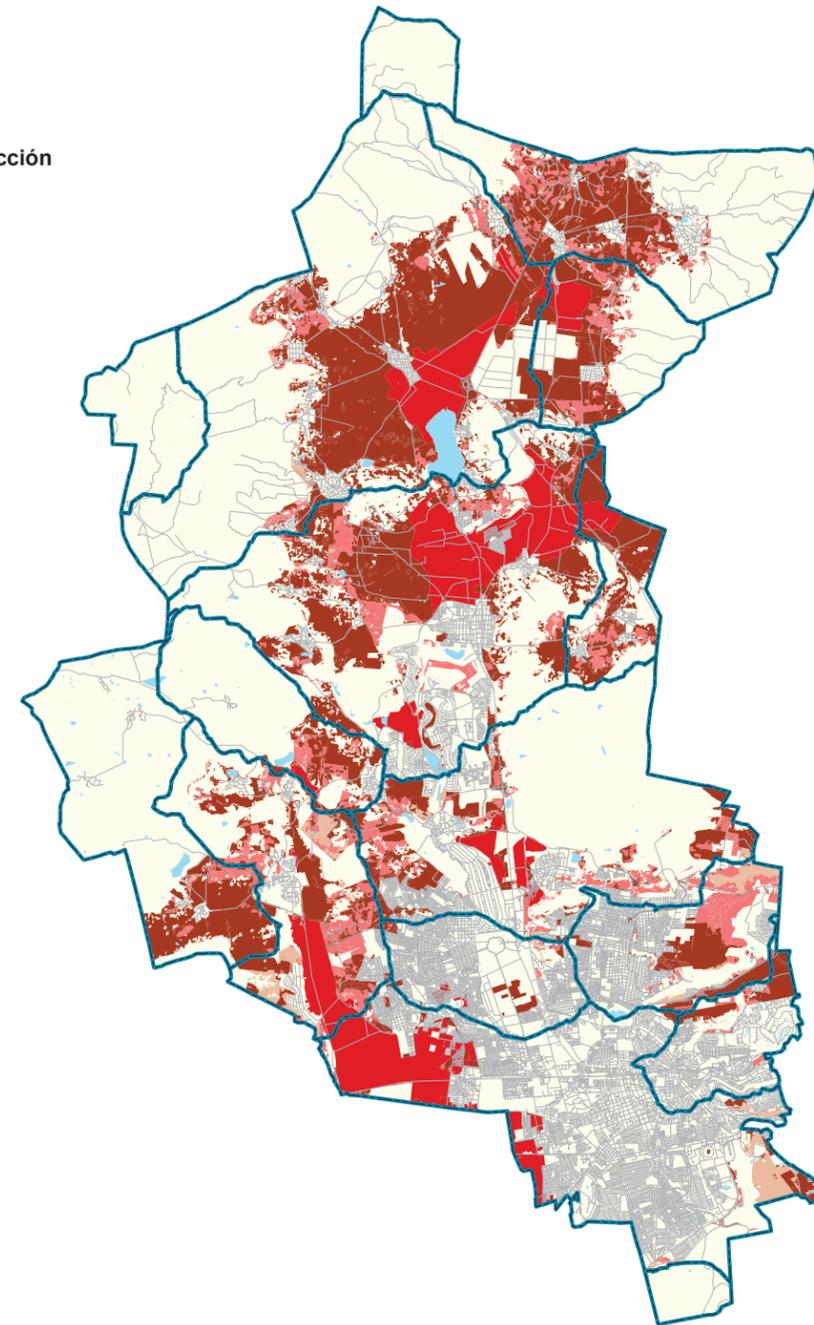
## ZONAS DE PRODUCCIÓN

### Simbología

- Vías de comunicación
- Cuerpo de agua
- Microcuencas

### Categorías de Producción

- II B
- II D
- II E
- II F



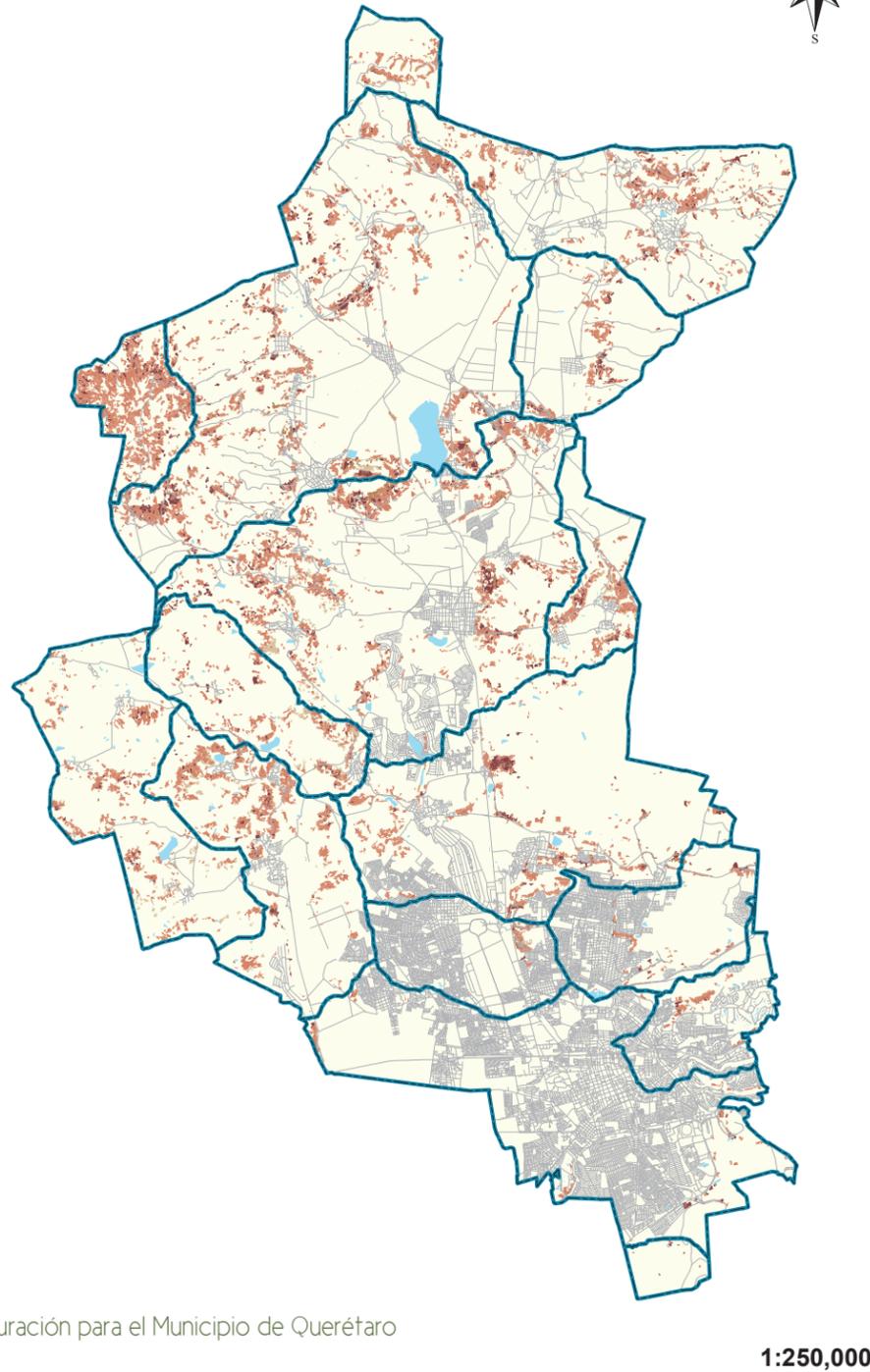
Mapa 32. Zonas de producción

1:250,000

C-III

## ZONAS DE RESTAURACIÓN

- Simbología**
- Vías de comunicación
  - Cuerpo de agua
  - Microcuencas
- Categorías Restauración**
- III A
  - III B
  - III C
  - III D



Mapa 33. Zonas de restauración para el Municipio de Querétaro

## 3.3.3 Zonas de restauración

### Restauración

Las Zonas de Restauración se presentan con mayor cobertura en las microcuencas: El Potrero, Buenavista, Tlacote el Bajo, El Nabo, La Gotera, La Solana y Santa Rosa Jáuregui.

La vegetación forestal que requiere mayor atención en restauración es Matorral Crasicaule con 1,832.42 ha, ya que Selva Baja caducifolia solo requiere 144.73 ha y Bosque de *Quercus* 55.41 ha. El Potrero es una microcuenca prioritaria para reforestación pues exhibe mayor cambio en la estructura de la vegetación con dominancia del estrato arbustivo. En Buenavista ya se están tomando medidas de recuperación, sin embargo, no se debe omitir ningún plan para reforestar.

Tabla 3.56 Simbología para la interpretación de las categorías de la zonificación forestal

CLAVE	SUBCATEGORIA	SUPERFICIE (ha)	%
III A	Terrenos forestales con degradación alta y que muestran evidencia de erosión severa con presencia de cárcavas.	945.70	14.04
III B	Terrenos preferentemente forestales, caracterizados por carecer de vegetación forestal y mostrar evidencia de erosión severa, con presencia de cárcavas.	149.65	2.22
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.	5,359.89	79.55
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.	282.20	4.19
<b>Total</b>		<b>6,737.43</b>	<b>100.00</b>

## 3.4 Servicios Ambientales

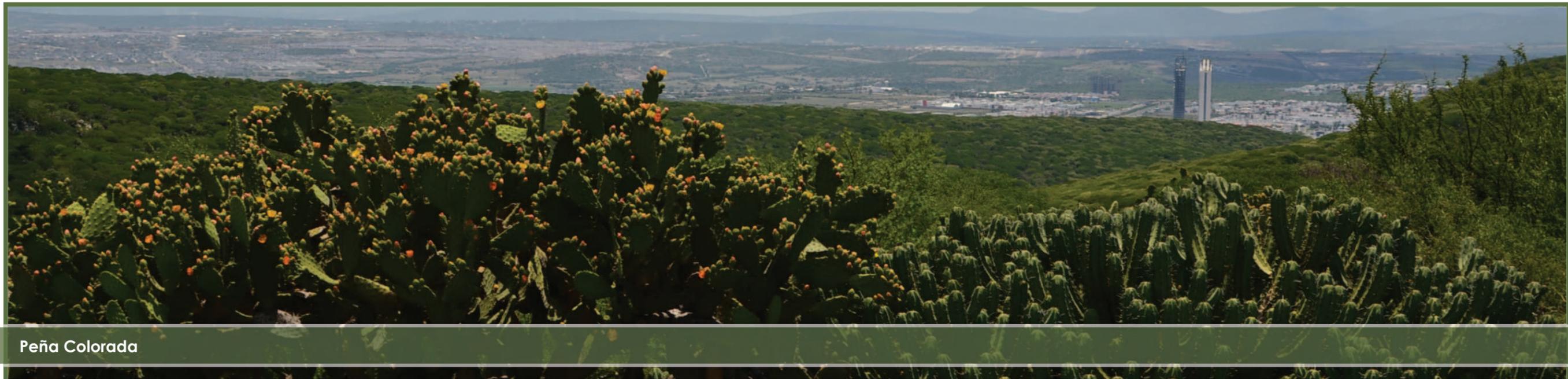
Los servicios ambientales se han presentado en los últimos años como actividades novedosas pues ofrecen un aporte para el manejo sustentable. Aunque el término se introdujo para valorar el medio natural, en un sentido económico no se lucra con estas áreas, ya que los servicios ambientales son gratuitos para la gente que disfruta de ellos. Estos servicios pueden apreciarse ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable, tanto a nivel local, regional como global.

Los servicios ambientales que pueden proveer cada uno de los tres tipos de vegetación en sus grandes o pequeños remanentes en el Municipio de Querétaro, son similares. La diferencia puede radicar en la superficie de cada una y la cercanía con los asentamientos humanos, ya que estos serán proporcionales a la rapidez con la que los servicios serán recibidos por la población.

Entre los servicios ambientales proporcionados por el bosque de *Quercus* y la Selva Baja Ca-

ducifolia se encuentra la producción de oxígeno, captura de bióxido de carbono, filtración de ruido, regulación de la temperatura atmosférica, filtración de agua del subsuelo y reducción de la erosión del suelo, además deel valor escenico que aporta (Arizaga et al, 2009; Zamudio, 1992; Rzedowski, 2006). Estos servicios brindan protección a las cuencas hidrológicas mediante la conservación de la calidad del agua, reducción de la salinidad y mantenimiento de los hábitats acuáticos así como para recreación y belleza del paisaje (Bishop y Landel-Mills, 2003). Esta vegetación actúa como refugio para la fauna silvestre al hospedar a mamíferos, y diversas especies de aves e insectos.

Por otro lado, el matorral crasicaule se involucra en la regulación y provisión de nutrientes, además de fomentar el mantenimiento de la polinización y el control biológico de plagas. También es proveedor de hábitat, refugio y criadero de especies endémicas resistentes a diversos impactos y contribuye a la producción de alimentos, plantas medicinales, textiles, combustibles y ornamentales. Las actividades que en ellos se pueden realizar pueden ser de índole cultural, científico, educativo y puede aprovecharse por su valor estético.



Peña Colorada

C-III

## Metodología

La determinación de las zonas que proveen servicios ambientales en el Municipio de Querétaro, se realizó bajo una modelación de aptitud con capas de información acerca de la distribución y superficie de elementos bióticos y abióticos como cobertura vegetal, representación de áreas con mayor biodiversidad, especies raras o poco frecuentes, zonas de infiltración, suelos, temperatura, etc. Este proceso permite representar las zonas que cumplen con las condiciones necesarias para brindar el servicio ambiental.

Capas de información utilizadas para los servicios Hidrológicos.

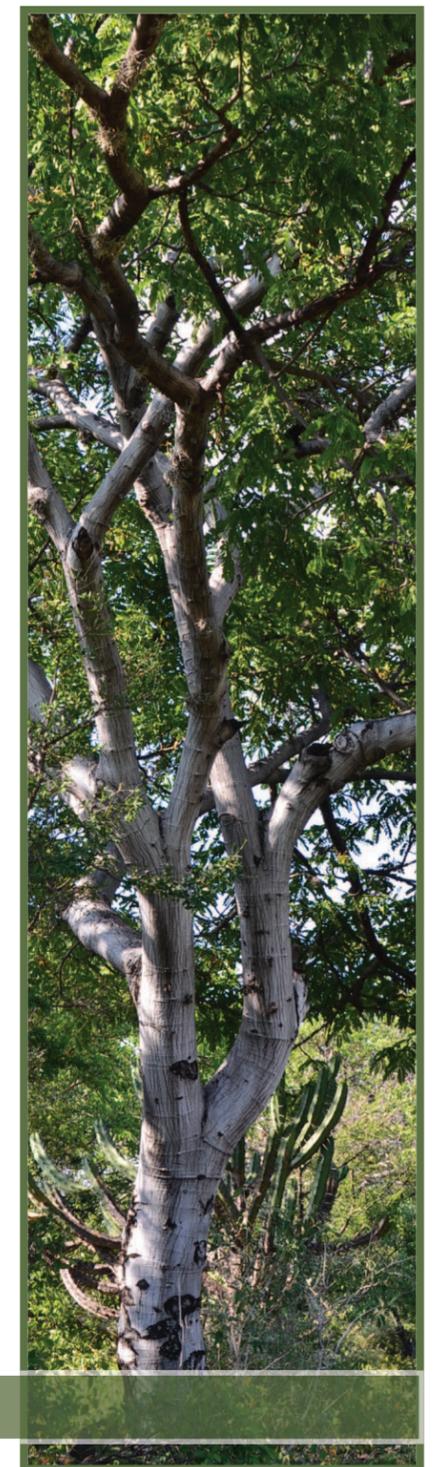
- Cobertura vegetal escala 1:20 000 (IMFSMQ, 2015)
- Zonas de alta infiltración escala 1:50 000 (POEL, 2014)
- Edafología escala 1:250 000 (INEGI, 2007; POEL, 2014)
- Hidrología (Escurremientos, Cuerpos de agua, canales) (PMPZMQ, 2008-2025)
- Áreas urbanas escala 1:50 000 (POEL, 2014)

Capas de información utilizadas para las zonas ecológicas y de biodiversidad.

- Cobertura vegetal escala 1:20 000 (IMFSMQ, 2015)
- Zonas de alta infiltración escala 1:50 000 (POEL, 2014)
- Edafología escala 1:250 000 (INEGI, 2007; POEL, 2014)
- Índice de Shannon (representación de zonas de mayor biodiversidad) (IMFSMQ, 2015)
- Zonas de especies raras o poco frecuentes (incluyen especies en algún estado de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010)
- Áreas urbanas escala 1:50 000 (POEL, 2014)



Vegetación en Peña Colorada



### 3.4.1 Zonas con servicios hidrológicos (Zonas de captación, infiltración y provisión de agua)

Las microcuencas del Municipio de Querétaro confluyen al río Querétaro, en donde el riesgo de inundación en las partes bajas está latente, además, se reportan grandes áreas con riesgo bajo de inundación, donde prevalecen encharcamientos temporales que afectan el tránsito en la zona urbana. La cobertura vegetal es un factor importante para la mitigación de impactos hídricos en el Municipio, por lo que las microcuencas con mayor superficie en cobertura vegetal en buen estado ayudan a la protección de las mismas, reduciendo los escurrimientos superficiales, previniendo riesgos erosivos y a su vez mejorando la absorción e infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo.

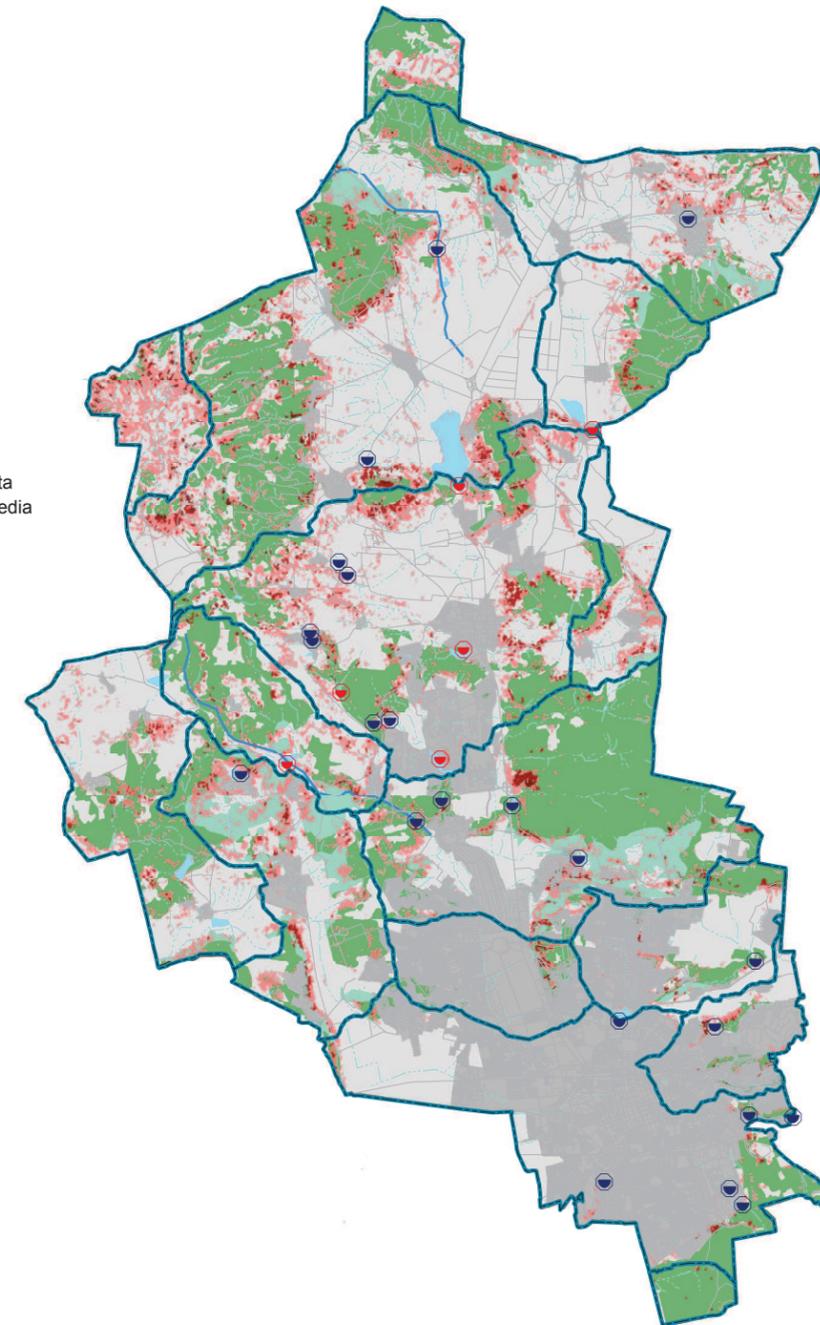
En conjunto con las condiciones de edafología y geología, la cobertura de vegetación es un factor importante en la definición de zonas con servicios hidrológicos. La vegetación de *Lysiloma microphylla* actúa en la interceptación de agua llevada a cabo por su copa, lo que contribuye a la regulación del ciclo hidrológico. De acuerdo a Prado et al. 2007, en promedio intercepta  $6.5 \times 10^9$  litros de agua por hectarea anualmente. Esta especie es representativa de la vegetación Selva Baja Caducifolia.



#### SERVICIOS HIDROLÓGICOS



- Simbología**
- Vías de comunicación
  - Microcuenca
  - Zona urbana
- Hidrología**
- Bordo
  - Presa
  - Corrientes Perenes
  - Escurrimientos
  - Cuerpos de agua
- Erosión Hídrica**
- Ligera
  - Moderada
  - Alta
  - Muy alta
- Potencial de Infiltración**
- Potencial de Infiltración Alta
  - Potencial de Infiltración Media
  - Potencial Infiltración Baja



Mapa 34. Servicios hidrológicos para el Municipio de Querétaro

1:250,000

C-III

Tabla 3.57 Clasificación y tasa de infiltración (USDA-NRCS-CED, 1986)

Infiltración	Superficie ha	Superficie %	Tasa
<b>Alta</b>	11,890.12	17.23	>10 mm/hr
<b>Media</b>	13,008.82	18.85	5 mm /hr
<b>Baja</b>	44,108.81	63.92	< 2 mm/hr

### 3.4.2 Zonas prioritarias de conservación ecológica y biodiversidad

Los tipos de vegetación presentes en el Municipio de Querétaro muestran diferencias cualitativas y cuantitativas en biodiversidad. Para determinar las zonas prioritarias de conservación de la biodiversidad se utilizó la información de los índices de biodiversidad a escala microcuenca. De tal forma que la biodiversidad acumulada de todos los tipos de vegetación puede compararse entre microcuencas y facilitar las decisiones.

Los indicadores que se emplean para determinar estas zonas prioritarias son: Índice de Shannon Wiener e Índice de similitud de Sorensen.

- \* El **índice de Shannon-Wiener**, se utiliza para determinar la diversidad de especies de plantas en las zonas forestales, tomando en cuenta la abundancia relativa de cada especie.
- \* El **índice de Sorensen**, es útil para determinar el porcentaje de similitud entre dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas.

El análisis se realizó por tipo de vegetación y las zonas prioritarias se reportan por microcuenca.

## Bosque de Quercus

### Índice de Shannon Wiener

El bosque de *Quercus* presenta un índice de diversidad de 2.70, lo cual se considera dentro de un nivel intermedio, si se toma en cuenta que los ecosistemas naturales relativamente diversos poseen un índice de Shannon-Wiener de entre 3 o 4. Aunque en general se encontraron individuos del género *Quercus*, aquellos que predominan y más abundan son *Ipomoea muruoides* y *Dodonaea viscosa*, por lo que en las zonas muestreadas predomina el estrato arbustivo.

Es importante mencionar que la distribución de los conglomerados no permitió muestrear zonas con mayor estructura arbórea y que tuvieran una mejor representación de la diversidad de esta vegetación en el Municipio. Durante los muestreos se observaron áreas colindantes con mayor cantidad de árboles, sobre todo en laderas de Pie de Gallo, Joya La Barreta, y La Carbonera. Por lo tanto, es necesario realizar más muestreos que permitan determinar la existencia real de este tipo de vegetación, y también es importante considerar dichas zonas como áreas potenciales para conservación.



## Índice de similitud de Sorensen

Para este índice se espera una similitud florística cercana al 100 % cuando hay muchas especies iguales entre microcuencas, pues la composición de la vegetación sería muy similar. En este caso, el índice mostró que hay recambio de especies lo cual se refleja en las diferencias en la estructura de la vegetación. Las microcuencas que expresan mayor porcentaje de similitud son 12HxCEK y Buenavista con 27 %, lo que probablemente se debe a que se encuentran en zonas aledañas. En particular, los conglomerados que más se asemejan son el 40 y 87 con 40 % y el 87 y 95 con el 37.04 % de similitud florística, estos se ubican en laderas a 2370 msnm dentro de la porción suroeste de la microcuenca Buenavista (Tabla 3.58).

Tabla 3.58 Similitud de especies entre microcuencas de bosque de *Quercus*. En rojo el número total de especie por microcuenca (CGL). Sobre la diagonal el número de especies comunes entre microcuencas. Bajo la diagonal el porcentaje de similitud entre microcuencas

BQ	12HxCEK	Buenavista	La Gotera
12HxCEK	12	5	1
Buenavista	27%	25	2
La Gotera	13.30%	14.30%	3



## Selva Baja Caducifolia

## Índice de Shannon Wiener

Se obtuvo un valor de diversidad de 2.99 de acuerdo al índice de Shannon Wiener, lo que indica que hay una diversidad media en las áreas muestreadas. La mayoría de especies se registró para el estrato arbustivo con 73, mientras que para el estrato arbóreo y herbáceo se registraron 36 y 59 especies respectivamente.

## Índice de Sorensen

Las microcuencas que presentan mayor riqueza de especies son San José el Alto, Buenavista y Santa Rosa Jáuregui. Rancho Menchaca y Los Olvera son las microcuencas que presentaron mayor índice de similitud florística con 62.8 %. La microcuenca La Gotera y la Estacada presentaron 61 % de similitud probablemente porque están en zonas aledañas. Estos datos sugieren que aunque hay porcentajes de similaridad relativamente altos hay recambio de especies entre microcuencas (Tabla 3.59).

## Matorral Crasicaule

### Índice de Shannon - Weiner

El matorral crasicaule exhibe un índice de diversidad de 3.16, valor que indica que es un ecosistema medianamente diverso. Se encuentran especies como *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia streptacantha*, *Opuntia robusta* y *Acacia schaffneri*.

### Índice de Similitud de Sorensen

El análisis refleja alta similitud florística entre microcuencas. Las que más se asimilan son la Solana y Buenavista con 62%, y la Gotera y Santa Rosa Jáuregui con un 59 %. Las microcuencas que presentan menor porcentaje de semejanza son La Solana y la Gotera con 17 % (Tabla 3.60). Estos datos indican que aunque la similitud es alta, la diversidad de especies varía entre sitios de muestreo, lo que podría deberse a un recambio de especies. Esta vegetación es característica de las zonas áridas de México y por lo general no se le da la importancia debida ya que se le considera más un problema que un recurso, sin embargo, esta vegetación es muy rica en especies e incluso posee especies endémicas.

Tabla 3.59 Similitud de especies entre microcuencas de Selva Baja Caducifolia. En rojo el número total de especie por microcuenca (CGL). Sobre la diagonal el número de especies comunes entre microcuencas. Bajo la diagonal el porcentaje de similitud entre microcuencas

SBC	Buenavista	Colonia Rancho Menchaca	El Nabo	La Estacada	La Gotera	Los Olvera	Potrero	San José el Alto	Santa María el Zapote	Santa Rosa Jáuregui	Santiago de Querétaro	Tlacote el Bajo
Buenavista	<b>71</b>	12	29	28	26	17	13	33	23	32	14	29
Colonia Rancho Menchaca	28%	<b>15</b>	12	11	9	11	5	15	13	14	7	14
El Nabo	54%	46%	<b>37</b>	19	17	16	9	25	20	25	12	24
La Estacada	49%	37%	47%	<b>44</b>	23	14	11	28	17	24	10	22
La Gotera	51%	39%	50%	61%	<b>31</b>	14	10	21	14	21	8	21
Los Olvera	37%	63%	56%	44%	55%	<b>20</b>	8	20	14	18	11	19
Potrero	29%	30%	33%	35%	41%	42%	<b>18</b>	11	6	11	4	10
San José el Alto	47%	36%	47%	50%	42%	45%	25%	<b>69</b>	29	34	14	32
Santa María el Zapote	44%	54%	57%	44%	44%	53%	24%	57%	<b>33</b>	27	12	26
Santa Rosa Jáuregui	50%	39%	53%	48%	48%	47%	29%	54%	60%	<b>57</b>	15	29
Santiago de Querétaro	31%	40%	42%	31%	31%	55%	21%	31%	45%	39%	<b>20</b>	16
Tlacote el Bajo	50%	46%	58%	49%	55%	58%	31%	56%	66%	56%	48%	<b>46</b>

Tabla 3.60 Similitud de especies entre microcuencas de Matorral Crasicaule. En rojo el número total de especie por microcuenca (CGL). Sobre la diagonal el número de especies comunes entre microcuencas. Bajo la diagonal el porcentaje de similitud entre microcuencas

MC	Buenavista	Colonia Rancho Menchaca	La Gotera	La Solana	Potrero	San José el Alto	Santa Cruz	Santa María el Zapote	Santa Rosa Jáuregui
Buenavista	<b>9</b>	3	6	4	6	5	4	3	6
Colonia Rancho Menchaca	33%	<b>9</b>	5	3	4	4	3	3	7
La Gotera	43%	46%	<b>19</b>	2	7	5	4	5	12
La Solana	62%	46%	17%	<b>4</b>	3	3	2	2	4
Potrero	55%	36%	44%	35%	<b>13</b>	4	5	3	7
San Jose el Alto	59%	47%	37%	50%	38%	<b>8</b>	3	2	7
Santa Cruz	53%	40%	32%	40%	53%	43%	<b>6</b>	2	4
Santa María del Zapote	29%	29%	32%	25%	24%	20%	22%	<b>12</b>	4
Santa Rosa Jáuregui	39%	45%	59%	31%	40%	47%	29%	24%	<b>22</b>

## Zonas de Alta Biodiversidad

Los puntos de alta biodiversidad se categorizaron mediante la suma de un conjunto de aptitudes obtenidas de información de los muestreos de campo, así como de la determinación de índices ecológicos y de biodiversidad. Como resultado, se indican las zonas de alta biodiversidad considerando el índice de Shannon, presencia de especies en peligro, especies raras y poco frecuentes.

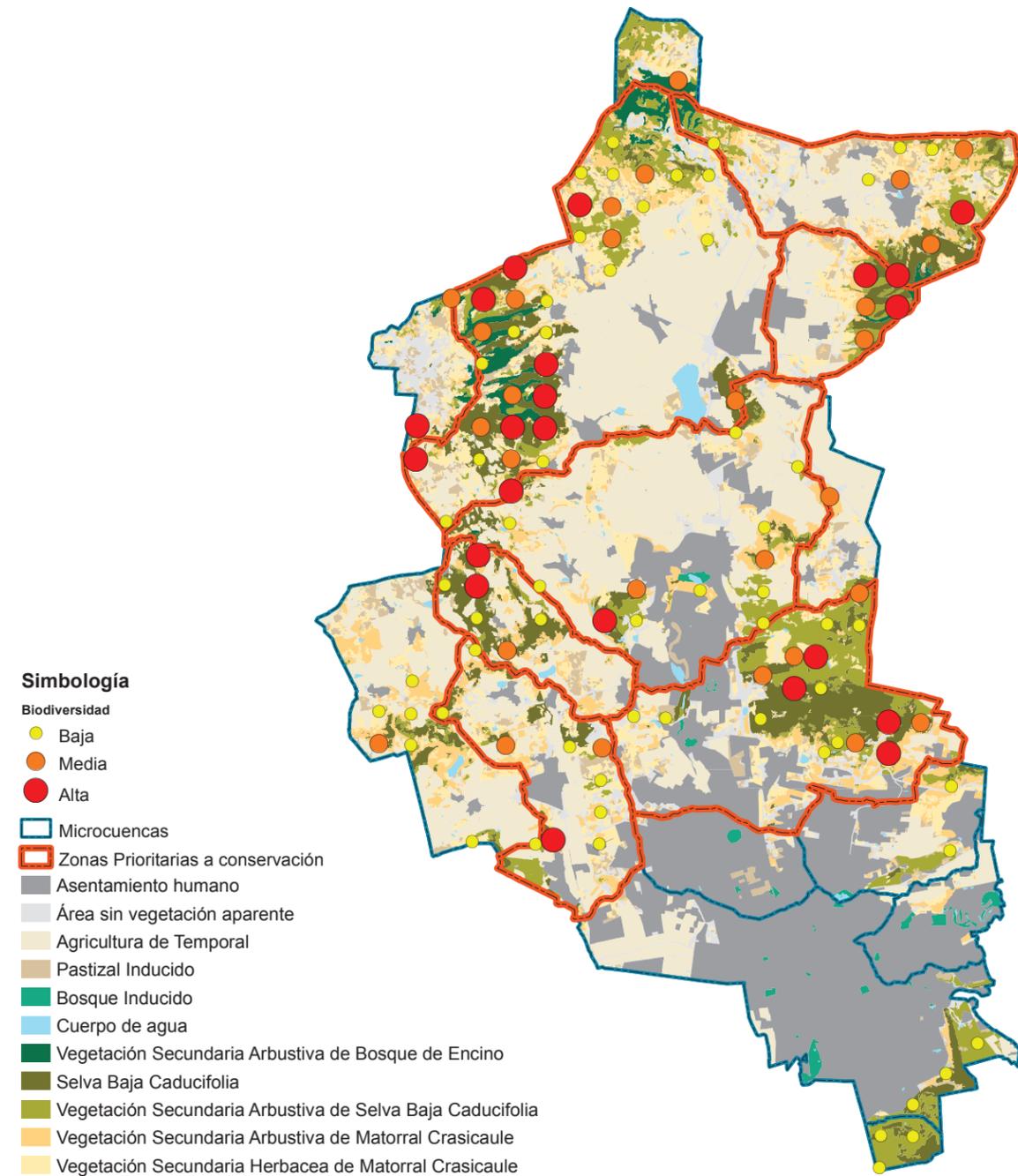
El análisis de aptitudes determinó que las microcuencas de mayor interés y prioridad para conservación son Tlacote el Bajo, San José el Alto, Santa Rosa Jáuregui, El Nabo, La Gotera y Buenavista. En estas microcuencas se localizan además sitios de alta biodiversidad como lo son Peña Colorada y las áreas naturales protegidas Zona Occidental de Microcuencas y Cerro Grande.

Las características de estas microcuencas resaltan las condiciones en el Municipio de Querétaro, ya que a pesar de no poseer aptitud forestal y que la mayor superficie corresponde a zonas urbanas o formaciones no forestales, tiene un gran valor de importancia ecológico. Por lo tanto, es de suma importancia que estas zonas permitan mantener un ambiente equilibrado, mediante la generación de programas integrales de ordenación, el manejo de las microcuencas y regulación del uso del suelo en los programas de desarrollo urbano.

También se identificó que las otras microcuencas son susceptibles a degradación por actividades urbanas como cambios de uso de suelo, erosión, incendios, plagas, enfermedades y pastoreo, entre otros, sin embargo, se pueden definir acciones de protección para los recursos que subsistan.

Por lo tanto, la formulación de proyectos para captar recursos destinados a la conservación, desarrollo y aprovechamiento de las zonas forestales, permitirá la regeneración natural y artificial del recurso. En complemento a este objetivo, el inventario promueve los argumentos ambientales justificativos para la protección y/o mitigación de las zonas que presentan características que requieran el manejo especial, como las áreas destinadas a protección en los planes de desarrollo urbano.

### ZONAS DE ALTA BIODIVERSIDAD



Mapa 35. Zonas de Alta Biodiversidad para el Municipio de Querétaro

1:250,000

C-III

## Captura de Carbono

Ante la problemática de acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, surge el protocolo de Kioto, que es un acuerdo internacional que se deriva de la convención de las Naciones Unidas sobre Cambio climático. En él se establece la meta de reducción de emisiones de GEI para 37 países industrializados, países en transición y la Unión Europea. Aunque los requerimientos son específicos para cada país, en promedio se considera una reducción del 5.2 % respecto a los niveles de 1990, que se traduce en 456 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, y que puede lograrse ya sea por reducción de emisión o por incremento en la captura a través de actividades forestales, para compensación de las emisiones industriales de carbono (León et al, 2003; Pagiola et al, 2006).

Las actividades forestales y la conservación de estos recursos conllevan la obtención de servicios ambientales, que pueden dividirse en tres principales áreas: protección de las cuencas hidrológicas, mediante la regulación de flujos hídricos y reducción de la sedimentación; conservación de la biodiversidad, por la cantidad de especies que hospeda; y captura de carbono, pues los bosques en pie almacenan carbono y los bosques en crecimiento que lo capturan.

Los bosques y la vegetación en general son muy importantes, pues toman el bióxido de carbono de la atmósfera y lo aprovechan para la elaboración de compuestos orgánicos indispensables

para su crecimiento y metabolismo. Además, los árboles de larga vida almacenan el carbono en la madera y en otros tejidos hasta su muerte, y tras la descomposición lo liberan a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y de monóxido de carbono; esta liberación depende del uso al que se destine la madera obtenida, y es más rápida si la madera se quema. La proporción de absorción de carbono está en función del índice de crecimiento y de la edad; estos absorben gran cantidad cuando son jóvenes, a medida que los rodales se acercan a la madurez la absorción neta disminuye.

La captura forestal de carbono se basa en dos perspectivas: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas por la vegetación existente. Es por esto que cuando se quiere conocer la cantidad de carbono que se almacena y cuanto se capta en un sitio, se debe de tomar en cuenta la biomasa viva almacenada en las hojas, las ramas, fuste y raíces, la necromasa almacenada en hojas, madera muerta y el carbono almacenado en la materia orgánica. Para cuantificar el flujo de carbono y obtener la productividad primaria neta, se debe medir la fotosíntesis en las hojas, la respiración autotrófica y hetero-

trófica, así como la mortalidad de tronco, ramas, hojas y raíces; la descomposición de la madera y la hojarasca por organismos degradadores.

En particular, el bosque tropical desempeña un papel importante en el ciclo del carbono global, ya que en conjunto con los matorrales relativamente secos y cerrados contienen cerca de la mitad de las reservas terrestres de carbono. También se sabe que las latifoliadas tienen una tasa de conversión de CO<sub>2</sub> atmosférico a biomasa del 50 %, es decir, que acumulan 0.5 toneladas de CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> de biomasa (Honorio y Baker, 2010; León et al, 2003).

Existen diferentes metodologías para evaluar el contenido de carbono a partir de la biomasa de un árbol. Para cálculos muy generales son necesarios datos como el diámetro, la altura y

la densidad de madera seca, además es necesario conocer el contenido de carbono de la especie.

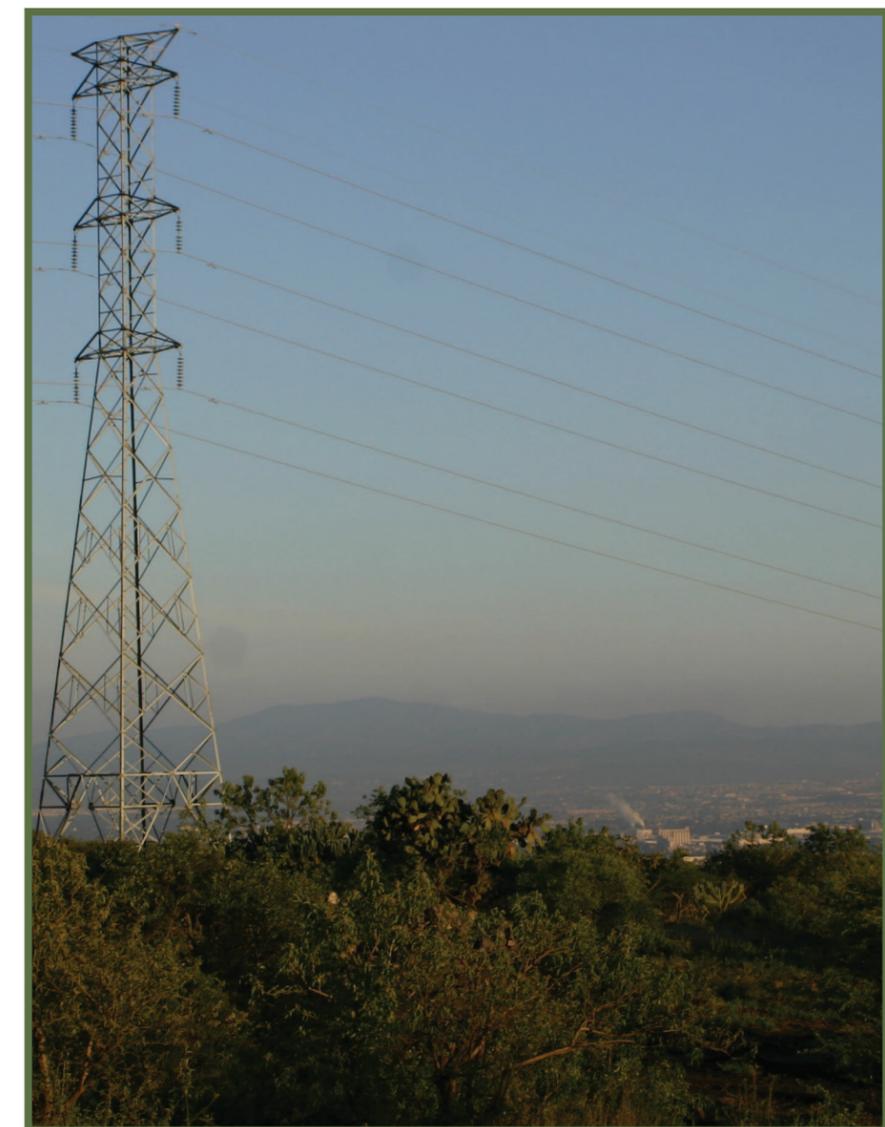
En estimaciones generales para el total de individuos muestreados de la especie *Acacia schaffneri* (164), *Prosopis laevigata* (98) e individuos del género *Quercus* (7) se obtuvo que tan sólo estos contienen 6.71, 1 y 11.31 toneladas de carbono respectivamente, lo que sugiere que la vegetación del Municipio aún contiene y captura grandes cantidades de carbono, lo que refrenda la importancia de la conservación de estas zonas.

Para la obtención de estos valores se utilizaron los datos especificados en el catálogo de contenido de carbono en especies forestales de tipo arbóreo del noreste de México de CONAFOR (Aguirre y Yerena, 2008). Dicho contenido de carbono son solo aproximaciones generales, ya que para determinar el contenido y captura de carbono de una especie se deben tomar en cuenta

diversos factores ecológicos que pueden variar entre zonas de muestreo, de ahí que se necesitan estudios específicos por región. En la actualidad, no hay un esquema de venta de servicios de captura de carbono en el Municipio, sin embargo, se requiere de realizar esfuerzos tanto en lo técnico, como en lo jurídico y comercial, para que los pagos por este servicio no se concentren solamente en grandes plantaciones forestales, si no que beneficie a pequeños propietarios y que se beneficie el crecimiento rural. Se debe tomar en cuenta que el valor del carbono capturado es el mismo en todas partes, ya que una tonelada de carbono capturado en un sitio, contribuye de igual forma a la reducción de cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar. Además, es relativamente fácil medir la captura de carbono en una biomasa vegetal.

Es necesario llevar a cabo estudios de contenido y captura de carbono, así como de los otros servicios (diversidad e hidrológicos) específicos para el Municipio. Ante la creciente urbanización de Querétaro, es importante considerar que estos servicios son de gran relevancia, ya que son los que amortiguarán los posibles efectos del cambio climático, evitando inundaciones, reduciendo aumentos de temperatura y promoviendo la retención del suelo. Además, ante el aumento de la actividad industrial en la zona metropolitana y sus alrededores, es de vital importancia contar con zonas de captación que compensen las emisiones de carbono generadas. Estos estudios permitirán conocer los procesos específicos de la captura

de este gas, ya que pueden variar de acuerdo a factores como la calidad del suelo y las actividades que se llevan a cabo en las zonas aledañas, además, la estructura, composición y ubicación de las masas forestales son factores determinantes para saber qué servicios se van a proporcionar y quienes lo van a recibir.



C-III

### 3.4.3 Zonas de mitigación de los efectos del cambio climático

El incremento anual de la temperatura del aire y de los océanos es evidencia del calentamiento global (Flanery, 2005). La temperatura a nivel global incrementó 0.74 °C en los últimos 100 años, con una tendencia de incremento de 0.13 °C por década en los últimos 50 años (Conde y Gay, 2008). Una de las causas que ha acelerado este proceso es el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero (IPCC, 2007), derivado de actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la contaminación industrial a gran escala, la deforestación y los cambios en el uso del suelo (Conde y Gay, 2008). Los tipos más importantes de gases de efecto invernadero producidos por el hombre son: CO<sub>2</sub>, metano, óxido nitroso, halocarbonos y otros gases fluorados (Dodman, 2009).

El incremento de la temperatura conducirá inequívocamente a impactos ambientales, económicos y sociales en diversas regiones del planeta, como la desertificación, aumento en los niveles de la marea, frecuencia e intensidad de los huracanes, así como variaciones extremas en la temperatura media en el campo y las ciudades (Magaña, 2004; Le Treut et al., 2007). En México, el cambio climático y las alteraciones en las precipitaciones pueden ocasionar el desabasto de agua para las poblaciones de zonas semiáridas (Mendoza et al, 2004) y el abandono de grandes zonas agrícolas (Englehart y Douglas, 2001).

#### Escenarios de cambio climático para el estado de Querétaro

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático-Querétaro (PEACC-Q), se creó en 2012 para analizar la variabilidad climática y los posibles escenarios de cambio climático del estado, proponiendo acciones de adaptación y mitigación de gases de efecto invernadero. En este estudio se califica al Estado de Querétaro como altamente vulnerable ante el cambio climático, debido a que cualquier modificación en la precipitación y la temperaturas se ve intensificada por el efecto de la sombra orográfica de las cordilleras que lo envuelven y a que las reservas de agua son en extremo limitadas.

Los análisis del PEACC-Q (2012) indican un progresivo aumento en la temperatura y una disminución de su tasa de precipitación anual en los últimos 30 años dentro del territorio estatal. En uno de los escenarios proyectados para el estado por los análisis del PEACC, se espera una disminución de la precipitación del 2 y 4 % para el 2030, pero con un aumento en la frecuencia de lluvias intensas. Mientras que para la temperatura se espera un incremento adicional de 0.8 °C para el mismo año.



## Municipio de Querétaro: cambio climático y la importancia de la vegetación

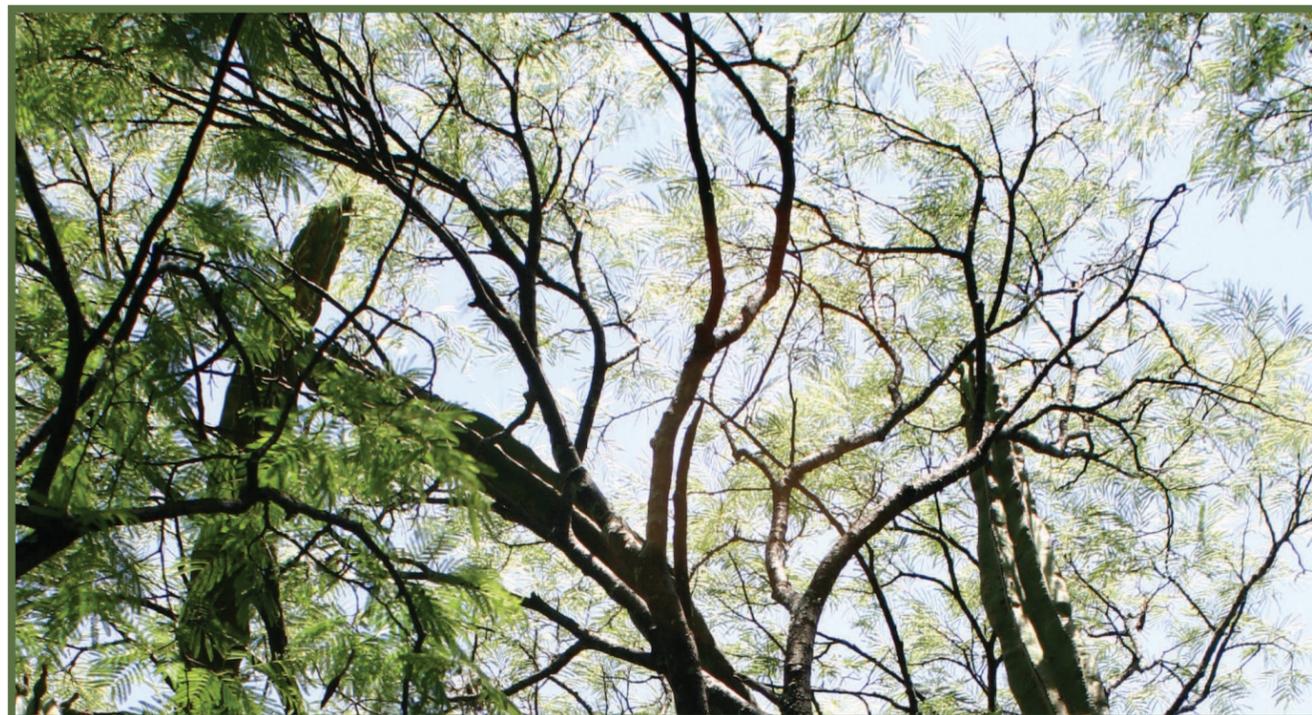
### *Escenarios de cambio climático*

Según los resultados del PEACC-Q, los asentamientos humanos como el Municipio de Querétaro, presentan un claro incremento en el riesgo de sufrir inundaciones y tormentas ante los cambios climáticos esperados. Lo cual es congruente con los datos a nivel estatal; menor precipitación pero mayor intensidad. En la proyección a 20 años, el Municipio de Querétaro pasará al nivel de riesgo alto de inundaciones, lo cual implica el 36 % de área en riesgo. Mientras que en la proyección a 50 años pasa a muy alto nivel de riesgo, equivalente al 50 % del área en riesgo.

### *La importancia de la vegetación del Municipio ante el cambio climático*

Las reducidas pero intensas lluvias que se esperan en las próximas décadas, podría provocar situaciones de peligro para localidades con drenajes deficientes o nulos, o zonas rurales con suelo desnudo que perderían cantidades sustanciales de suelo por erosión laminar. Por lo anterior, el PEACC-Q ha propuesto diferentes medidas de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, las cuales de manera directa o indirecta están relacionadas con la conservación de la vegetación y la biodiversidad forestal dentro del Municipio.

Ante los riesgos que supone el cambio climático dentro del Municipio, como lo son la degradación de los ecosistemas, la erosión del suelo y la generación de islas urbanas de calor, el PEACC-Q propone entre otras cosas: la creación de corredores biológicos; mantener y rehabilitar los ecosistemas en medidas de lo posible, empleando especies clave nativas; el pago por servicios ambientales; estrategias de conservación y recuperación de la vegetación; implementar programas de reforestación y techos verdes; respetar y establecer ANP's, como cinturones verdes y áreas de amortiguamiento del crecimiento urbano; evaluaciones de la respuesta y la capacidad de adapta-





ción que tienen los ecosistemas y las especies claves ante las variaciones interanuales que existen actualmente, como puede ser la sequía intraestival o de medio verano y su posible extrapolación a condiciones climáticas más severas y prolongadas.

La importancia de la conservación de la vegetación, principalmente los bosques, para la mitigación de los efectos del cambio climático tiene que ver con su capacidad de almacenar el carbono del planeta. Por ello, la pérdida de vegetación ha reducido la habilidad natural de la tierra para restablecer el equilibrio al ciclo del carbono, lo que está ocasionando los cambios globales actuales en las temperaturas medias (De Sherbinin et al., 2007).

### *Los efectos del cambio climático en la vegetación del Municipio*

En general, las selvas y los bosques templados y semicálidos son los tipos de vegetación más sensibles al cambio climático, con una tendencia a disminuir su extensión al incrementarse la temperatura. Mientras que los bosques tropicales secos tenderían a ocupar mayores superficies que en la actualidad (PEACC-Q, 2012).

Aunque el aumento de la temperatura favorece la expansión del Selva Baja Caducifolia, el crecimiento de la zona urbana sería una limitante, ya que se fragmentan las poblaciones vegetales llevándolas a procesos endogámicos y cuellos de botella. Lo anterior conducirá a la pérdida de diversidad genética, acelerando el proceso de extinción local (PEACC-Q, 2012). Por su parte, los bosques de *Quercus*, establecidos en climas templados, tenderían a disminuir con el aumento de la temperatura.

Además, el incremento de la temperatura y la disminución de las lluvias podrían generar riesgos e impactos dentro de todas las comunidades vegetales del Municipio, como son: aumento de la frecuencia de incendios, cambios en los periodos de floración, modificaciones de los procesos fotosintéticos, aumento de la mortalidad, pérdida de diversidad, fragmentación de poblaciones y pérdida de valor estético (PEACC-Q, 2012).



Efectos del cambio climático

C-III

N 20°35'15.8"N 100°45'30.2"W



# CAPÍTULO IV

## Conclusiones



## 4.1 Conclusiones

La mayoría del territorio del Municipio de Querétaro es urbano e industrial, sin embargo presenta una riqueza de vegetación significativa. El Matorral Crasicaule posee una mayor extensión, distribuido dentro de todas las microcuencas en que se divide el Municipio. La Selva Baja Caducifolia, aunque con menos territorio (11,902.24 ha), presenta una mayor riqueza de biodiversidad vegetal con 168 especies registradas en los muestreos; 36 en el estrato arbóreo, 73 en el arbustivo y 59 en el herbáceo, además de 6 especies en la NOM-059-SE-MARNAT-2010 con distintas categorías de riesgo, incluyendo a la especie endémica *Mammillaria mathildae* en peligro de extinción (Anexo 3). Por último el Bosque de *Quercus*, que aunque presenta menor extensión es característico de la zona Norte del Municipio.

Los matorrales se encuentran en zonas de transición entre relictos de vegetación de Selva Baja Caducifolia y Bosque de *Quercus*, que presentan un uso de suelo diferente al forestal y es por esto que su estructura corresponde a una fase de vegetación sucesional, la cual sigue brindando los mismos servicios ambientales y culturales, pues en su mayoría se conserva gran parte de la vegetación original. Este cambio en la estructura de la vegetación se puede observar con el *Myrtillocactus geometrizans* y algunas especies de *Opuntia*, que se incluyen en las de mayor abundancia para Selva Baja Caducifolia, sus comunidades son representativas del Matorral Crasicaule y están presentes hasta en los relictos de Bosque de *Quercus*, sólo en terrenos con altas

pendientes se preservan mejor los estratos de la vegetación, incluyendo los suelos. Sin embargo, estos pueden estar en alto riesgo de erosión hídrica y compactación, ya que la mayoría presentaron profundidades someras.

Es importante recalcar que al ser este un muestreo general del Municipio, no se logró obtener un detalle exacto de cada tipo de vegetación; razón por lo cual es importante aumentar el número de muestra y realizar estudios específicos que permitan llevar a cabo análisis dasométricos con mayor precisión y menor error relativo de muestreo; ya que hay relictos de vegetaciones de extensión muy pequeña como Mezquitales y Bosques de Galería, que son de gran importancia forestal y ambiental.

La vegetación local es de suma importancia en materia de servicios ambientales; es necesaria para la recuperación de suelos, para la captura de carbono y para la infiltración de agua pluvial. Además de su potencial para servicios ambientales, aportan una riqueza en servicios culturales y estéticos, por sus diversos usos; alimenticios, medicinales, económicos, ornamentales, etc.

De acuerdo a los análisis de biodiversidad y ecológicos, hidrológicos y antecedentes de la susceptibilidad del cambio climático para cada vegetación del Municipio, se determina que las microcuencas de mayor prioridad de conservación son Tlacote el Bajo, San José el Alto, Santa Rosa Jáuregui, El Nabo, La Gotera y Buenavista, debido a los altos valores de biodiversidad y ecológicos que presentan.

Las características de estas microcuencas resaltan las condiciones del Municipio de Querétaro, ya que a pesar de no poseer propiedades de producción forestal y la mayor superficie corresponde a zonas urbanas o formaciones no forestales, tiene un gran valor de importancia ecológico-biológico. Por lo tanto, es de suma importancia atender estas zonas que permitan mantener un ambiente equilibrado, mediante la generación de programas integrales de ordenación, manejo de microcuencas hidrográficas y regulación del uso del suelo.

También se identificó que las otras microcuencas son susceptibles a degradación por erosión, incendios, plagas, enfermedades y pastoreo, entre otros; sin embargo, se pueden definir acciones de protección para los recursos que subsisten. Por lo tanto, la formulación de proyectos para captar recursos destinados a la conservación, desarrollo y aprovechamiento de las zonas forestales, promoverán la regeneración natural y artificial de los recursos, lo que a su vez se refleja en su producción y/o aprovechamiento.

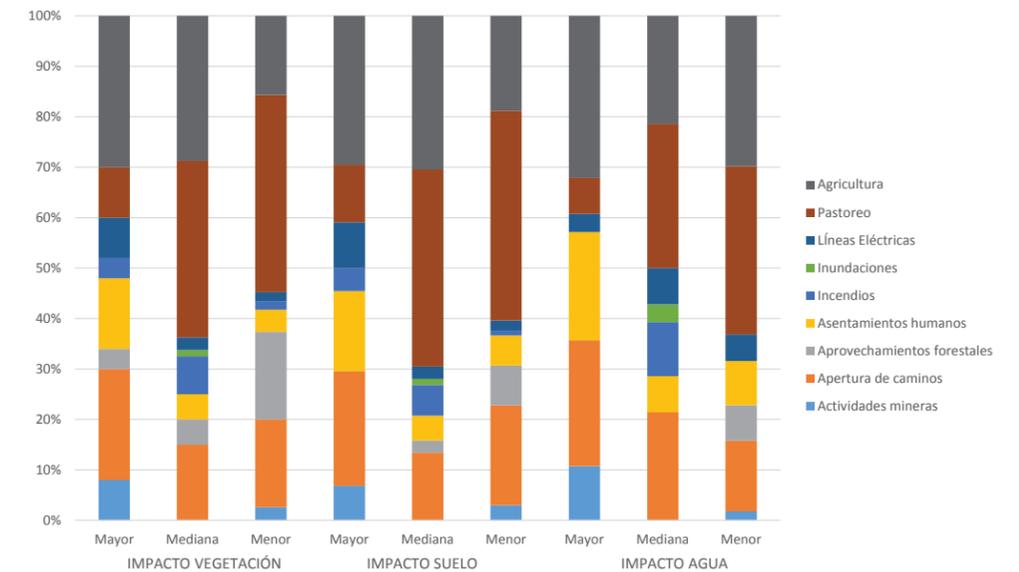
De acuerdo a la zonificación forestal, se observan las condiciones específicas y el tipo de manejo que se puede emplear para cada parte del territorio municipal; en materia de conservación, se muestra la distribución de zonas que requieren atención especial debido a la cobertura vegetal y/o topografía, por lo que en conjunto con los servicios ambientales se generan zonas de gran importancia ecológica y de aprovechamiento.

En complemento a este objetivo, el inventario promueve los argumentos ambientales justificativos para la protección y/o mitigación, indicando las áreas con aptitud para reforestación y plantaciones forestales nativas y/o comerciales.

Es de vital importancia desarrollar programas adecuados de conservación, recuperación y aprovechamiento de la vegetación del Municipio, ya que aún se posee una gran diversidad de especies en todos los estratos. Aunque el aprovechamiento forestal es secundario, las zonas forestales locales son necesarias para proveer servicios ambientales, servicios culturales y productos forestales no maderables.

En la **Figura 3.40** se presenta el siguiente modelo Presión Estado Respuesta (PER), de las principales problemáticas encontradas en el Municipio durante los muestreos, que aunque no representa la totalidad del Municipio, nos dan una idea general de las áreas que deben atenderse.

Figura 3.40 Proporción de daños en Vegetación, Suelo y Agua por agente causal



Agente Causal	Presión	Estado	Respuesta
<b>Apertura de caminos</b>	Apertura de nuevos caminos, debido a las necesidades de transporte y comunicación del Municipio. Se sugiere consultar con las autoridades correspondientes como Secretaría de Comunicaciones y Transportes, obras públicas etc, a nivel municipal, estatal y federal, acerca del estado actual de todos estos caminos, así como los planes a futuro, para obtener los indicadores correspondientes.	Se encontraron algunos daños en distintos grados de severidad tanto en vegetación como en suelo y agua, lo que representa un problema para el medio ambiente municipal.	Al ser un Municipio de alta densidad poblacional, este es uno de los principales rubros a considerar. Se recomienda mantener políticas de crecimiento urbano, sin perder de vista la necesidad de incluir las áreas verdes y sus servicios ambientales
<b>Pastoreo</b>	Debido el crecimiento poblacional, el pastoreo es necesario para la manutención local y como fuente de ingresos. Estos indicadores pueden ser obtenidos por medio de censos de INEGI, sin embargo, es necesaria la consulta con los actores principales para obtener un mejor panorama.	Se encontraron afectaciones en suelo, agua y vegetación causados por el pastoreo, esto debido a las necesidades de la población en cuanto a alimento y sustento, en una economía familiar.	Una revisión de políticas indicará si esto ha estimulado la expansión de áreas de pastoreo. Se recomienda consultar las políticas llevadas a cabo por las autoridades pertinentes como SAGARPA y SEDEA.
<b>Agricultura</b>	Debido al crecimiento poblacional, la agricultura es necesaria para la manutención local y como fuente de ingresos. Estos indicadores pueden ser obtenidos por medio de censos de INEGI, sin embargo, es necesaria la consulta con los actores principales para obtener un mejor panorama.	Se encontraron afectaciones en suelo, agua y vegetación causados por la agricultura, esto debido a las necesidades de la población en cuanto a alimento y sustentos en la agricultura se maneja para fines autosustentables y comerciales. En general la superficie de agricultura va en decremento.	Se recomienda consultar las políticas llevadas a cabo por las autoridades pertinentes como SAGARPA y SEDEA. Un cambio hacia una agricultura urbana puede ser una respuesta a la tendencia actual de desarrollo.
<b>Aprovechamientos forestales</b>	El aprovechamiento forestal en el Municipio es mínimo por los tipos de vegetación y por tener principalmente áreas urbanas y agrícolas. En este inventario se pueden encontrar todos los indicadores necesarios del tema.	No se encontraron afectaciones significativas por esta actividad, pues la actividad forestal municipal es mínima.	A pesar de ser una actividad menor para el Municipio, se recomienda dar seguimiento puntual a la deforestación. Al ser zona urbana, hay una gran necesidad de mantener los servicios ambientales que generan las áreas forestales que aún permanecen .
<b>Asentamientos humanos</b>	El crecimiento del área urbana es inminente ya que Querétaro es una de las principales ciudades del país. Se recomienda consultar los indicadores de crecimiento en INEGI en conjunto con las autoridades municipales.	Se encontraron diversos daños en suelo, agua y vegetación causados por asentamientos humanos. Esto debido al aumento de la vocación urbana, industrial y agrícola del Municipio.	Al ser un Municipio de alta densidad poblacional, este es uno de los principales rubros a considerar en los asuntos de Estado. Se recomienda mantener políticas de crecimiento urbano, sin perder de vista la necesidad de incluir las áreas verdes y sus servicios ambientales. así como auditar los procesos de cambios de uso de suelo, adaptándose a los nuevos conceptos y necesidades ecológicas de la ciudad.



C-IV

## 4.2 Anexos

### 4.2.1 Usos de las especies.

Tabla 4.1 Usos de las especies

Nombre Científico	Nombre Común	Mercado	Usos	Vegetación
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Nacional	Medicinal	SBC, MC
<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	Nacional	Forrajero, leña	SBC
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	Nacional	Implementos de trabajo, maderable, postes (cerco ganadero)	SBC, MC, BQ
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	Internacional	Comestible, industrial	MC
<i>Ageratina espinosarum</i>	Pextó	Nacional	Implementos de trabajo, medicinal	SBC
<i>Allowissadula sessei</i>		Nacional	Sin uso reportado	SBC
<i>Ambrosia cordifolia</i>	Amargosa	Regional	Medicinal	SBC
<i>Amelanchier denticulata</i>	Membrillo, granjenillo	Nacional	Artesanal, forrajero, medicinal, ornato	SBC, MC, BQ
<i>Anisacanthus quadrifus</i>	Jazmín	Internacional	Ornato	SBC, BQ
<i>Anredera ramosa</i>	Sacasil	Regional	Medicinal, forrajero	SBC
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Frutilla	Nacional	Comestible, medicinal	SBC, BQ
<i>Argemone ochroleuca</i>	Chicalote	Regional	Medicinal	SBC
<i>Asclepias linaria</i>	Chichi de perro, gallinilla	Nacional	Medicinal	SBC, MC, BQ
<i>Heterotheca inuloides</i>	Arnica	Regional	Ornato, medicinal	SBC
<i>Ayenia jaliscana</i>		Nacional	Ornato	SBC
<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	Internacional	Medicinal	SBC, MC

Nombre Científico	Nombre Común	Mercado	Usos	Vegetación
<i>Barkleyanthus salicifolia</i>	Jarilla	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Bouchea prismatica</i>	Verbena cimarrona	Regional	Colorante	SBC
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	Regional	Forrajero	SBC
<i>Bouvardia longiflora</i>	Buwardia	Nacional	Ornato	SBC, BQ
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Brickellia spp.</i>	Desconocido	Nacional	Medicinal	SBC, BQ
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozan	Regional	Medicinal, ritual	SBC
<i>Buddleja parviflora</i>	Aguacatillo	Regional	Medicinal	SBC
<i>Bursera fagaroides</i>	Palo xixote	Nacional	Aromatizante, artesanal, leña, medicinal, melífera, ornato, postes	SBC, MC
<i>Bursera galeottiana</i>	Cuajilote colorado	Nacional	Leña, ornato	SBC
<i>Bursera palmeri</i>	Palo cuchara	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Calliandra eriophylla</i>	Charrasquilla	Regional	Forrajero, implementos de trabajo	SBC, MC
<i>Capsicum annuum</i>	Chile de bolita	Internacional	Comestible, medicinal	SBC
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Farolitos	Internacional	Medicinal	SBC
<i>Carlwrightia parvifolia</i>	Desconocido	Local	Sin uso reportado	SBC

Nombre Científico	Nombre Común	Mercado	Usos	Vegetación
<i>Castilla spp.</i>		Nacional	Medicinal	SBC
<i>Cedrela dugesii</i>	Cedro	Nacional	Maderable, medicinal, melífera	SBC
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Internacional	Leña, fibra, medicinal, forrajera, artesanal, melífera	SBC
<i>Celtis caudata</i>	Palo zorro	Regional	Implementos de trabajo, leña, postes (cerco ganadero)	SBC
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	Regional	Implementos de trabajo, leña, postes (cerco ganadero)	SBC, MC
<i>Cercocarpus macrophyllus</i>	Limoncillo	Regional	Medicinal	SBC, BQ
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Helecho	Internacional	Medicinal, ornato	SBC, MC, BQ
<i>Cheilanthes microphylla</i>	Cola de zorra	Internacional	Ornato	SBC
<i>Cissus sicyoides</i>	Tripa de vaca	Internacional	Medicinal	SBC
<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del pollo	Regional	Forraje, medicinal	SBC
<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Condalia mexicana</i>	Granjeno prieto	Nacional	Comestible	SBC, MC
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno rojo	Regional	Construcción, forrajero, implementos de trabajo, leña, medicinal,	SBC, MC, BQ
<i>Coryphantha spp.</i>	Biznaga	Regional	ornato	SBC, MC, BQ
<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Pálido, soliman	Local	Ornato	SBC, MC, BQ
<i>Croton draco</i>	Sangre de grado	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Croton morifolius</i>	Palillo	Local	Medicinal	
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	Nacional	Medicinal	SBC, MC
<i>Dasylirion acrotrichum</i>	Sotol	Regional	Forrajero, medicinal, ornato	SBC, BQ
<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	Nacional	Medicinal, ornato, ritual	SBC, MC
<i>Dodonaea viscosa</i>	Ocotillo	Nacional	Ornato, medicinal, tutor	SBC, MC, BQ
<i>Dyssodia papposa</i>	Flor de muerto, flamenquilla	Nacional	Combustible, construcción, implementos de trabajo, medicinal,	SBC, MC, BQ
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga burra	Internacional	ornato	SBC, MC
<i>Echinochloa colona</i>	Pasto chino	Internacional	Medicinal	SBC
<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate amor	Nacional	Comestible, ornato	SBC
<i>Eryngium carlinae</i>	Hierba del sapo	Nacional	Forrajero	SBC
<i>Erythrina coralloides</i>	Colorín	Nacional	Forrajero	SBC, MC
<i>Eupatorium spp.</i>		Internacional	Medicinal, cosméticos	SBC
<i>Euphorbia indivisa</i>	Hierba de la golondrina	Nacional	Aromatizante, artesanal, bebidas alcohólicas, combustible, co-	SBC
<i>Euphorbia peplus</i>	Golondrina	Internacional	mestible	SBC
<i>Manihot caudata</i>	Pata de Gallo	Local	Medicinal	SBC

Nombre Científico	Nombre Común	Mercado	Usos	Vegetación
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Regional	Forrajero, medicinal, melífera	SBC, MC
<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón	Nacional	Aromatizante, combustible, construcción, cosméticos	SBC, MC, BQ
<i>Ferocactus latispinus</i>	Guamishí	Nacional		SBC, MC
<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuché	Regional	Comestible	SBC, MC, BQ
<i>Galactia brachystachya</i>	Frijolillo	Nacional	Forrajero, leña, melífera	SBC
<i>Gnaphalium spp.</i>	Gordolobo	Nacional	Sin uso reportado	SBC
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Zarzal	Internacional	Ornato	SBC, MC
<i>Hechtia glomerata</i>	Podanta	Internacional	Medicinal, implementos de trabajo	SBC
<i>Heliopsis annua</i>	Capitaneja	Nacional	Fibras	SBC
<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Hoffmannseggia spp.</i>		Nacional	Medicinal	SBC
<i>Hyptis spp.</i>		Regional	Forrajero, ornato	SBC
<i>Ipomoea murucoides</i>	Palo bobo	Regional	Forrajero	SBC, MC, BQ
<i>Iresine schaffneri</i>	Pie de paloma	Nacional	Combustible, leña, melífera	SBC
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregrado	Nacional	Combustible, comestible, ornato, leña	SBC, MC
<i>Justicia candicans</i>	Espuela de caballero	Autoconsumo	Medicinal, cosméticos	SBC
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Tullidora	Regional	Medicinal, forrajero	SBC, MC
<i>Lantana hirta</i>	Caca de mono	Nacional	Medicinal	BQ
<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Leonotis nepetifolia</i>	Bola del rey	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Lippia alba</i>	Salvia morada	Regional	Medicinal	SBC, MC, BQ
<i>Lippia queretarensis</i>	Hierba de la hormiga	Regional	Medicinal	SBC
<i>Litsea spp.</i>		Regional	Medicinal	SBC, BQ
<i>Loeselia mexicana</i>	Hierba de la virgen	Nacional	Medicinal, ornato, comestible	SBC, BQ
<i>Lysiloma microphylla</i>	Palo de arco	Regional	Cosméticos, medicinal, melífera, ritual	SBC, MC
<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	Escobilla	Regional	Curtiente, implementos de trabajo, leña	SBC, MC
<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga de chilito	Local	Artesanal	SBC, MC, BQ
<i>Mammillaria mathildae</i>	Biznaga de la cañada	Regional	Comestible	SBC
<i>Maurandya antirrhiniflora</i>	Hierba del corazón	Nacional	Ornato	SBC
<i>Melinis repens</i>	Palo de escobita	Internacional	Medicinal	SBC

Nombre Científico	Nombre Común	Mercado	Usos	Vegetación
<i>Mentzelia hispida</i>	Amor seco	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Metastelma sp.</i>		Regional	Medicinal	SBC
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Uña de gato	Regional	Ornato, medicinal	SBC, MC
<i>Mimosa monacistra</i>	Uña de gato	Regional	Forrajera, leña	SBC
<i>Mimosa texana</i>	Uña de gato	Internacional	Leña	SBC
<i>Montanoa leucantha</i>	Talacao	Regional	Ornato	SBC
<i>Montanoa tomentosa</i>	Tronadora	Regional	Ritual, medicinal	SBC, MC
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	Regional	Comestible	SBC, MC, BQ
<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo	Nacional	Construcción, estimulante, medicinal	SBC, MC
<i>Nissolia pringlei</i>		Regional	Sin uso reportado	SBC
<i>Oenothera rosea</i>	Agua de azahar	Nacional	Medicinal, ornato	SBC
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal cardón	Nacional	Comestible, forrajero, medicinal	SBC, MC
<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal de cerro	Nacional	Comestible, forrajero, medicinal	SBC
<i>Opuntia pubescens</i>	Perrito	Regional	Ornato, comestible	SBC, MC, BQ
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	Nacional	Comestible, forrajero, medicinal	SBC, MC, BQ
<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal serrano	Nacional	Comestible, forrajero, medicinal	SBC
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	Nacional	Comestible, medicinal, combustible	SBC, MC, BQ
<i>Oxalis decaphylla</i>	Acederilla	Regional	Forrajero	SBC
<i>Pachyphytum sp.</i>		Local	Ornato	SBC
<i>Passiflora bryonioides</i>		Nacional	Medicinal	SBC
<i>Pellaea cordifolia</i>	Helecho	Internacional	Ornato	SBC
<i>Peniocereus serpentinus</i>	Reina de la noche	Regional	Ornato, comestible, medicinal	SBC
<i>Pennisetum sp.</i>		Regional	Forrajero	BQ
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Internacional	Comestible	SBC
<i>Piqueria trinervia</i>		Regional	Ornato, medicinal	SBC
<i>Plumbago pulchella</i>	Pañeti	Regional	Medicinal	SBC, MC, BQ
<i>Poa sp.</i>	Pasto	Regional	Forrajero	SBC, MC
<i>Polygonum sp.</i>		Nacional	Medicinal	SBC
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	Nacional	Carbón, colorante, comestible, curtiente, industrial	SBC, MC

Nombre Científico	Nombre Común	Mercado	Usos	Vegetación
<i>Psilactis asteroides</i>	Margarita morada	Local	Ornato	SBC
<i>Ptelea trifoliata</i>	Palo zorrillo	Internacional	Medicinal	BQ, SBC
<i>Quercus mexicana</i>	Encino	Nacional	Leña, forrajero	BQ
<i>Randia thurberi</i>	Vara de cruz	Regional	Postes (cerco ganadero)	SBC
<i>Rhus virens</i>	Capulín	Regional	Comestible	SBC, BQ
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Internacional	Industrial, medicinal	SBC, MC
<i>Ruellia lactea</i>	Wamal	Regional	Ornato	SBC
<i>Salvia microphylla</i>	Salvia	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Salvia tiliifolia</i>	Salvia hoja de tila	Internacional	Medicinal, ornato, comestible	SBC, MC
<i>Schinus molle</i>	Pirul	Regional	Medicinal	SBC, MC
<i>Selaginella lepidophylla</i>	Doradilla	Regional	Medicinal, ornato	BQ, SBC
<i>Senecio salignus</i>	Jara cuetera	Nacional	Medicinal, melífera, leña	SBC, MC
<i>Senna polyantha</i>	Palo fierro	Regional	Forrajero, implementos de trabajo	BQ, SBC
<i>Setaria grisebachii</i>	Pegarropa	Internacional	Forrajero, medicinal	SBC
<i>Sida spinosa</i>	Huinar	Local	Medicinal	SBC
<i>Sida ulmifolia</i>	Malva blanca	Nacional	Artesanal	SBC
<i>Simsia amplexicaulis</i>	Acahualillo	Nacional	Medicinal	SBC
<i>Solanum americanum</i>	Hierba mora	Nacional	Comestible, medicinal	SBC
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Hierba del negro	Regional	Medicinal	SBC
<i>Stenocactus sp.</i>	Biznaga undulada crispada	Regional	Ornato	SBC
<i>Stenocereus dumortieri</i>	Organo	Regional	Comestible	SBC
<i>Stenocereus queretaroensis</i>	Pitayo	Regional	Comestible, ornato	SBC
<i>Tagetes lunulata</i>	Cinco llagas	Nacional	Comestible, medicinal	SBC
<i>Tetramerium aureum</i>			Sin uso reportado	SBC
<i>Tetramerium glutinosum</i>			Sin uso reportado	SBC
<i>Tetramerium nervosum</i>	Olotillo blanco	Local	Medicinal	SBC, MC
<i>Tithonia diversifolia</i>			Medicinal	SBC
<i>Tithonia tubiformis</i>	Shotol, girasol	Internacional	Ornato, forrajero	SBC
<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca		Sin uso reportado	SBC, MC
<i>Viguiera linearis</i>	Romerillo	Internacional	Sin uso reportado	SBC, MC
<i>Zaluzania augusta</i>	Cashtandeni	Regional	Medicinal	SBC, MC, BQ
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Limoncillo	Internacional	Medicinal	SBC, MC



## 4.2.2 Especies en alguna categoría de riesgo

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

- **Peligro de extinción:** especies cuya distribución y tamaño de sus poblaciones han sido disminuidas drásticamente en el país, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural debido a diversos factores antropogénicos.
- **Amenazada:** aquellas especies que podrían encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo si se continúa el deterioro, la modificación de su hábitat o disminuyendo directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a protección especial:** aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar la recuperación y conservación de la especie y de especies asociadas.

**CITES Apéndice II:** Incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse para evitar que así sea. También incluye especies que necesitan regularse por su similitud con otras. El comercio internacional se permite pero bajo ciertos requisitos.

**\*Listado de especies y poblaciones prioritarias para la conservación:** Publicado en el DOF 2014, destaca las especies a las que se les da prioridad para el desarrollo de proyectos para la conservación y recuperación.



*Hesperalbizia occidentalis*



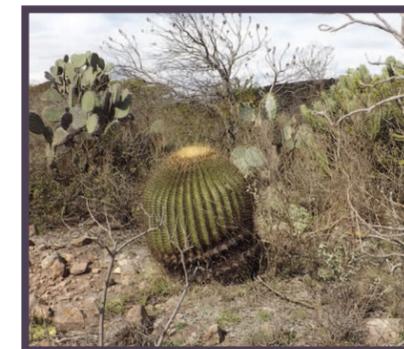
*Dasyliirion acotriche*



*Mamillaria mathildae*



*Erythrina coralloides*



*Ferocactus histrix*



*Ferocactus latispinus*

Tabla 4.2 Especies en alguna categoría de riesgo

Nombre Científico	Nombre Común	Estatus	Distribución	Mercado	Usos	Tipo de Vegetación
<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga partida de ocho espinas	CITES Apéndice II	Endémica	Regional	Comestible, Ornato	SBC
<i>Dasyliirion acotriche</i>	Sotol	Amenazada	Endémica	Regional	Medicinal, Ornato, Ritual	SBC, BQ
<i>Echinocactus platyacanthus*</i>	Biznaga burra	Protección especial	Endémica	Nacional	Comestible, Ornato	SBC
<i>Erythrina coralloides</i>	Colorín	Amenazada	No endémica	Internacional	Aromatizante, Artesanal, Bebidas alcohólicas	SBC
<i>Ferocactus histrix*</i>	Biznaga barril de acitrón	Protección especial	Endémica	Nacional	Aromatizante, Combustible, Construcción	SBC, BQ, MC
<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga de guamishí	CITES Apéndice II	Endémica	Nacional	Comestible	SBC, MC
<i>Hesperalbizia occidentalis</i>	Tepehuaje blanco	Amenazada	No endémica	Internacional	Ornamental	SBC, MC
<i>Mamillaria mathildae*</i>	Biznaga de cañada	Peligro de extinción	Endémica	Regional	Ornato	SBC



### 4.2.3 Control y aseguramiento de calidad

Para garantizar la calidad del muestreo de campo, se llevó a cabo un proceso de control y aseguramiento de la calidad, el cual se aplicó en cinco etapas, de acuerdo con el avance del Inventario Forestal:

- **Primera etapa**

Consistió en la capacitación, adiestramiento y evaluación por parte de la Gerencia de Inventario Forestal y Geomática de la CONAFOR, al personal directivo y técnico encargado del IMFySMQ por parte de la empresa asignada para la ejecución del muestreo. Al inicio de los trabajos de campo se visitaron los conglomerados, bajo la tutela de un supervisor altamente capacitado, en conjunto con las brigadas, para observar su desempeño y dar retroalimentación en el momento tomando como base los manuales de procedimientos, para los trabajos de campo.

- **Segunda etapa**

Durante el levantamiento de la información supervisores capacitados de la empresa contratada para este trabajo y los jefes de brigada se encargaron de supervisar que el levantamiento de la información y la integración de la misma fuera llevada a cabo de acuerdo a los términos de referencia y a los manuales.

- **Tercera etapa**

Esta etapa incluyó la reubicación de algunos puntos (7 conglomerados) ante las negativas de acceso por parte de los propietarios, a la par se empezó con la revisión tanto de formatos como de fotografías.

- **Cuarta etapa**

Revisión exhaustiva de los informes en gabinete apegados a los términos de referencia, guía para la recepción, análisis y aprobación de la información, proveniente del muestreo en campo, por parte de personal técnico capacitado. Posteriormente especialistas de la CONAFOR siguiendo los procedimientos definidos para el inventario nacional, revisaron diversos aspectos de la información, para validación de la misma.

Se revisó que los conglomerados se ubicaran en campo de acuerdo con la malla de distribución de las UMP, con no más de 250 metros de diferencia; análisis fotográfico; también se realizaron análisis sobre los géneros encontrados, especies y características dasométricas de las mismas.

- **Quinta etapa**

Análisis estadísticos y dasométricos. Redacción y elaboración del producto final, posterior al tratamiento de la información obtenida. Publicación de resultados.

## *Pruebas de calidad*

En base a los lineamientos de CONAFOR, se realizaron las siguientes pruebas de calidad con su respectivo procedimiento y adecuación al IMFySMQ, para validación de la información obtenida, todo esto posterior al muestreo en campo:

- **Análisis de archivos fotográficos**

En un principio se consideró realizar una revisión tomando una muestra del 10% de los conglomerados, como indica el manual de revisión. Se optó por realizar un análisis detallado de todas y cada una de las fotografías, verificando de esta manera no sólo el hecho de que ninguna de ellas fue alterada o modificada por algún software de forma alguna, sino que fueran nombradas como es debido, y se cumpliera con las fotografías requeridas.

- **Supervisión de campo**

Para esta prueba, se formó un grupo con los jefes de brigada y algunos elementos. Se realizó una evaluación, seleccionando 5% de los conglomerados previamente muestreados. Los conglomerados supervisados fueron seleccionados al azar, con la premisa de obtener suficiente información para realizar una comparación estadística de control, bajo la metodología de comparación de medias de dos poblaciones, utilizando muestras apareadas.

Los resultados demostraron que no había diferencia significativa, entre la información previamente obtenida, y la recabada por la brigada especial, con un intervalo de confianza de 95% para la diferencia entre medias.

- **Revisión de distancias de desplazamiento en conglomerados levantados en campo**

La prueba se realizó comparando las coordenadas en UTM dadas por CONAFOR para la realización del IMFySMQ, con las obtenidas de las capturas en la base de datos. Con los resultados se concluye que no hay diferencia significativa entre las coordenadas evaluadas.

- **Revisión de conglomerados inaccesibles**

Se realizó un análisis de los conglomerados inaccesibles, reubicando aquellos que se podía acorde a las políticas de desplazamiento que se mencionan en los manuales. Se lograron reubicar 7 conglomerados de los 15 que presentaron este problema. Del resto se realizó un análisis, comprobando que el 50% de los conglomerados que fueron declarados inaccesibles tenían evidencias en video, fotografía u oficios, justificando su falta de acceso, toda vez que el resto, fue justificado por medio de oficios.

- **Análisis estadístico**

La empresa contratista realizó sus propios análisis dasométricos y estadísticos, recurriendo en algunos casos al apoyo de especialistas de la Universidad Autónoma Chapingo, para analizar los estimadores de razón, con ello comparar el error relativo de muestreo.

## 4.2.4 Suelos

Tabla 4.3 Degradación del suelo

Clave	Descripción
Fc2.20(+) <i>g</i>	Compactación moderada en 20 % de la superficie con incremento ligero provocado por el pastoreo
Fc2.60(+) <i>g</i>	Compactación moderada en 60 % de la superficie con incremento ligero provocado por el pastoreo
Fc2.70(+) <i>f/u</i>	Compactación moderada en 70 % de la superficie con incremento ligero provocado por la deforestación, remoción de la vegetación y urbanización
Fc4.80(+) <i>u</i>	Compactación extrema en 80 % de la superficie con incremento ligero provocado por la urbanización
H <sub>2</sub> O	Cuerpos de Agua
Hs1.20(+) <i>f</i>	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial ligera en 20 % de la superficie con incremento ligero provocado por la deforestación y remoción de la vegetación
Hs1.30(+) <i>f</i>	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial ligera en 30 % de la superficie con incremento ligero provocado por la deforestación y remoción de la vegetación
Hs2.50(+) <i>g</i>	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial ligera en 50 % de la superficie con incremento ligero provocado por Sobrepastoreo
Hs2.50(+) <i>a</i>	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial ligera en 50 % de la superficie con incremento ligero provocado por Actividades agrícolas
Qd1.70(+) <i>a</i>	Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica ligera en 70 % de la superficie con incremento ligero provocado por actividades agrícolas
Qd1.50(+) <i>a</i>	Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica ligera en 50 % de la superficie con incremento ligero provocado por actividades agrícolas
SH	Estable bajo influencia humana
SN	Tierras sin uso

## DEGRADACIÓN DE SUELOS



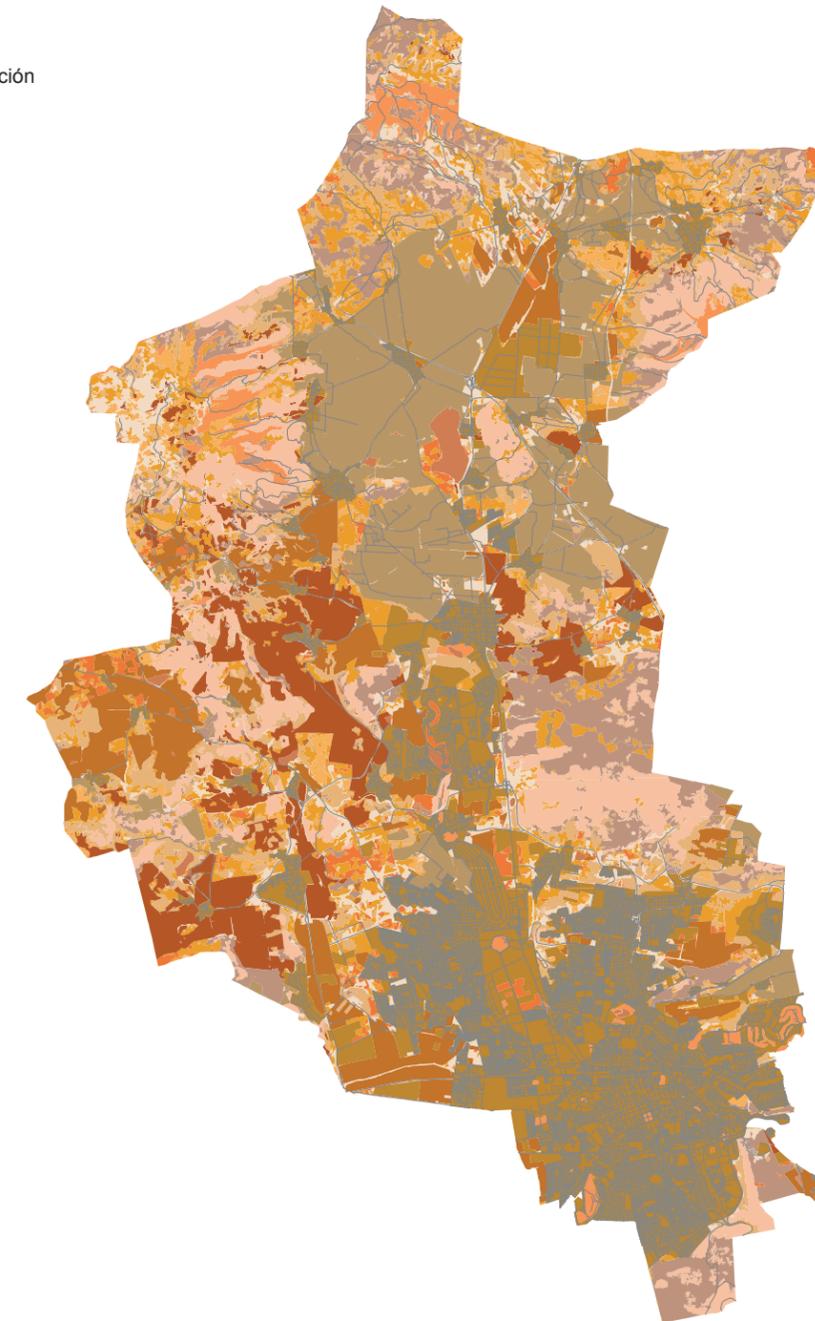
### Simbología

— Vías de comunicación

### Degradación

#### Clave

- Fc2.20(+)*g*
- Fc2.60(+)*g*
- Fc2.70(+)*f/u*
- Fc4.80(+)*u*
- H<sub>2</sub>O
- Hs1.20(+)*f*
- Hs1.30(+)*f*
- Hs2.50(+)*g*
- Hs2.50(+)*a*
- Qd1.70(+)*a*
- Qd1.50(+)*a*
- SH
- SN



Mapa 36. Degradación del suelo

1:250,000

C-IV

# GLOSARIO

**Dasometría:** Se encarga en la medición de las variables o dimensiones de las masas forestales. Los variables cuantificados son la altura, diámetro normal, el diámetro de copa, y su edad, entre otras. Del diámetro normal depende el área basal, y junto con la altura, se puede determinar el volumen y la densidad del arbolado.

**Área basal:** Suma de las secciones transversales de los árboles en una superficie determinada, medida a partir del diámetro del tronco a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, expresada en metros cuadrados por hectárea.

**Biodiversidad:** La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Cambio climático:** Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

**Cuenca hidrográfica:** Unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago o mar.

**Degradación:** Reducción del contenido de carbono en la vege-

tación natural, ecosistemas o suelos, debido a la intervención humana, con relación a la misma vegetación ecosistemas o suelos, si no hubiera existido dicha intervención.

**Ecosistema Forestal:** La unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

**Flora silvestre:** Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**Microcuenca hidrográfica:** Al igual que una cuenca, es una unidad física determinada por la línea divisoria de las aguas, que delimita los puntos desde los cuales toda el agua escurre hacia el fondo de un mismo valle, río o arroyo. Al unirse al caudal y superficie drenada de varias microcuencas, se conforman las cuencas hidrográficas de mayor tamaño.

**Recursos biológicos forestales:** Comprende las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial.

**Recursos biológicos:** Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano.

**Recursos forestales:** La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales.

**Resiliencia:** Capacidad de los sistemas naturales o sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático.

**Servicios ambientales:** Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

**Sumidero:** Cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera incluyendo en su caso, compuestos de efecto invernadero.

**Terreno forestal:** El que está cubierto por vegetación forestal.

**Terreno preferentemente forestal:** Aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquéllos ya urbanizados.

**Vegetación exótica:** Conjunto de plantas arbóreas, arbustivas o crasas ajenas a los ecosistemas naturales.

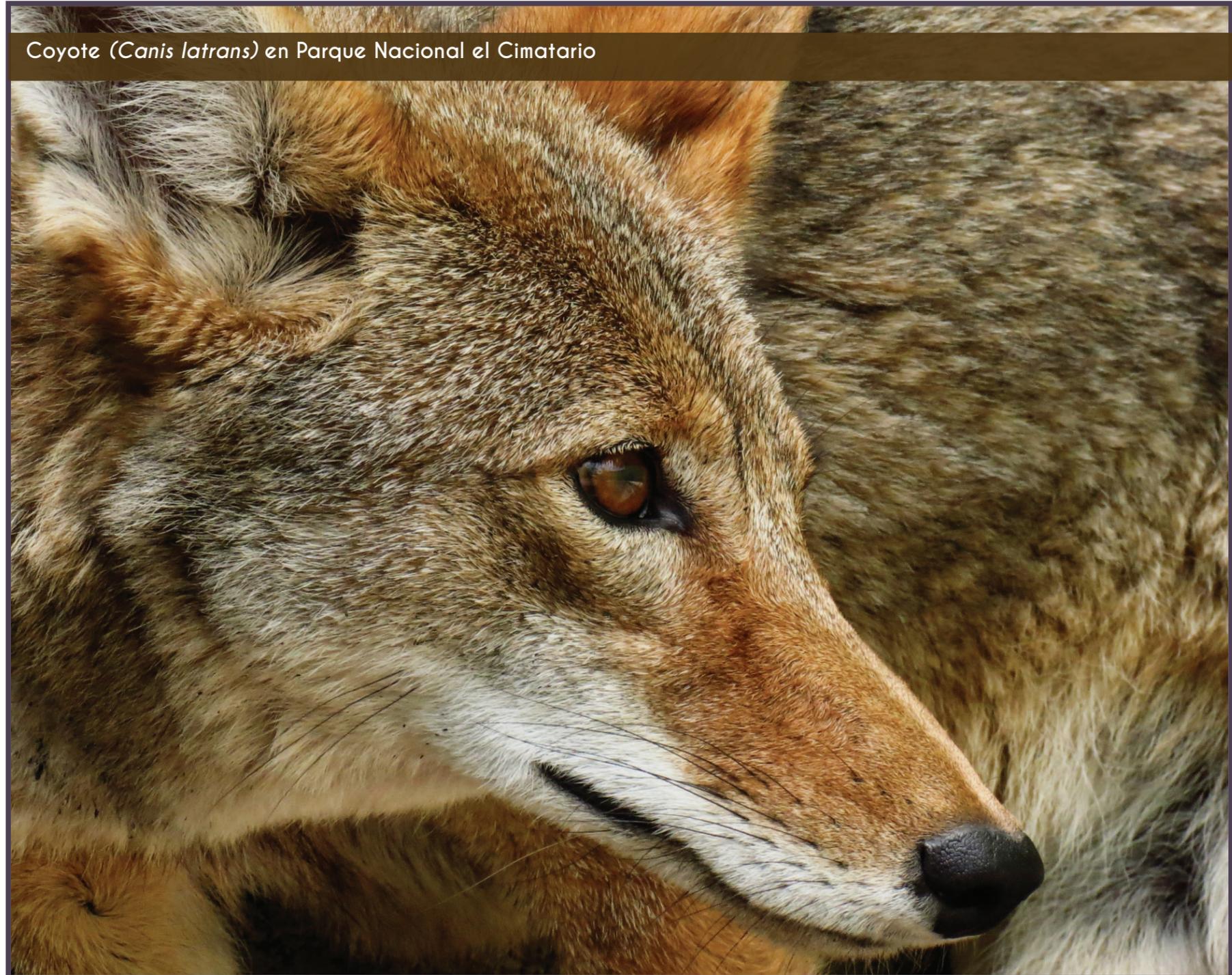
**Vegetación forestal:** El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.

**Sucesión ecológica:** es un conjunto de cambios graduales que experimenta un ecosistema a través del tiempo y que lo dirige a la estabilidad de sus poblaciones. En vegetación, se divide en las siguientes categorías:

- **Vegetación primaria:** Comunidades vegetales, en donde no ha habido modificación o ésta ha sido ligera, el suelo sigue cubierto por la vegetación natural. En los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), se albergan especies representativas del tipo de vegetación de diversas categorías de edades y tamaños;

- **Vegetación secundaria:** estados sucesionales derivados de la comunidad vegetal primaria en respuesta a cambios en la dinámica ecológica, fenómenos naturales y actividades antropogénicas; los cambios pueden ser recientes o no, y en la estructura puede dominar alguno de los tres estratos (herbáceo, arbustivo o arbóreo).

Coyote (*Canis latrans*) en Parque Nacional el Cimatario



# BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Rodríguez S, T Terrazas, E Aguirre-León, ME Huidrobo-Salas. 2007. Modificaciones en la corteza de *Prosopis laevigata* por el establecimiento de *Tillandsia recurvata*.
- Aguirre O. 2002. Manual para la evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. CONAFOR-SEMARNAT
- Aguirre O y Yerena Y. 2008. Catálogo de contenido de carbono en especies forestales de tipo arbóreo del noreste de México. Comisión Nacional Forestal y SEMARNAT
- Alanís-Rodríguez E., Jiménez-Pérez J., Pando-Moreno M., Aguirre-Calderón O., Treviño-Garza E., y García-Galindo P. 2010. Efecto de la restauración ecológica post-incendio en la diversidad arbórea del Parque Ecológico Chipinque. México. Madera bosques Vol. 16 no.4
- Alatorre-Monroy Norberto 2013. La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental. En Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Morelia, Michoacán.
- Alvis-Gordo J.F. 2009. Análisis Estructural de un bosque natural localizado en la zona rural del Municipio de Popayan. Facultad de ciencias agropecuarias Vol 7 No.1.
- Arizaga S. et al, 2009. Manual de la Biodiversidad de Encinos Michoacanos. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT. México D.F
- Arreguin SML, Cabrera LG, Fernández NR, Orozco LC, Rodríguez CB y Yepes BM. 1997. Introducción a la Flora del Estado de Querétaro.
- Bishop J. y Landell-Mills N. 2003. Los servicios ambientales de los bosques: información general. En: La venta de servicios ambientales forestales. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Bueno J., Álvarez F., y Santiago S. 2005. Biodiversidad del estado de Tabasco. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología UNAM. Pp.263
- Caballero, D. M. 1998. El inventario forestal en México: evolución y perspectivas. North American Science Symposium. Guadalajara. Méx.
- Carrillo, E. G. 1989. Apuntes del Curso de Inventarios Forestales. U. A. CH. México pp. 21 a 36.
- Calderón de Rzedowski, G. & J. Rzedowski. 2006. Sapindaceae. In: J. Rzedowski & G.C. de Rzedowski (eds.). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. 142: 1-68.
- Comisión Nacional del Agua. 2000. Los recursos Hidráulicos en el estado de Querétaro, México. Comisión Nacional del Agua. Reporte Técnico, en formato de presentación 20 láms.
- Comisión Nacional Forestal. 2009. Inventario Nacional Forestal y de Suelos México 2004-2009, SEMARNAT.
- Comisión Nacional Forestal. 2012. Informe de Resultados 2004-2009. Inventario Nacional Forestal y de Suelos.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Bases de datos para modelar la distribución geográfica de las especies. Control de calidad. Manual de procedimiento. CONABIO. México, DF.
- Conde-Álvarez A.C. y C. Gay 2008. Guía para la generación de escenarios de cambio climático a escala regional. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM.
- CQRN Centro Queretano de Recursos Naturales. Cartas Temáticas de Geología, Fisiografía.
- De Sherbinin, A., Carr, D., Cassels, S., Jiang, L., 2007. Population and environment. Annual Review of Environment and Resources.
- De Sherbinin, A., A. Schiller, A. Pulsipher. 2007. 'The vulnerability of global cities to climate hazards'. Environment and Urbanization.
- Dodman, D. 2009. 'Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories'. Environment and Urbanization. 21(1): 185- 202.
- Dourojeanni, Axel. 1994. Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. CEPAL.
- Escolástico L.C., Cabildo M.M., Claramunt V. R., Claramunt V. T. 2013. Ecología II: Comunidades y Ecosistemas. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid
- Englehart Phil J. and Arthur V. Douglas. 2004. Characterizing Regional-Scale variations in monthly and seasonal surface air temperature over Mexico. International Journal of Climatology. 24:1987-1909.
- FAO - UNESCO. 1970. Mapa Mundial de Suelos. 1: 5 000 000.
- FAO. 1998. Base Referencial Mundial de Suelos (WRB. World Reference Base For soil Resources).
- Flanery, T. 2005. La amenaza del cambio climático. Taurus Ediciones. Esp.
- Gómez-Sánchez, Maricela, Sánchez-Fuentes, Liliana J., & Salazar-Olivo, Luis A. (2011). Anatomía de especies mexicanas de los géneros Phoradendron y Psittacanthus, endémicos del Nuevo Mundo. Revisa mexicana de biodiversidad, 82 (4), 1203-1218. Recuperado en 10 de agosto de 2015.
- Honorio C. E., y Baker T. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Editorial E.N. Honorio Coronado.
- IFOSEQ. 2009. Querétaro.
- IMPLAN - UAQ. 2009. Plan Maestro Pluvial de la Zona Metropolitana de Querétaro 2008-2025.
- INEGI en Centro Queretano de Recursos Naturales, CONCYTEQ. 1980. Cartas Temáticas de Geología 1:1 000 000 Serie I.
- INEGI en Centro Queretano de Recursos Naturales, CONCYTEQ. 2001. Cartas Temáticas de Fisiografía 1:1 000 000 Serie I.
- INEGI. 2009. Censos y conteos de población y vivienda. En www.inegi.com.mx. Última consulta, junio 2015.
- INEGI. 2011. Censos y conteos de población y vivienda. En www.inegi.com.mx. Última consulta, junio 2015.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V, escala 1: 250 000. México.
- IPCC (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación). IPCC. Ginebra, Suiza. Pp. 84.
- Klepac, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2ª. ed. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 365 p.
- Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson y M. Prather. 2007. Historical Overview of Climate Change. En: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the 398 Four-

th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editores: Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

- León M., Almeida M., Caballero R., Molina J., Gómez T. Determinación el turno óptimo de la especie *Lysiloma latissiliquum* benth considerando múltiples criterios. En: VI Reunión Anual de ASEPELT junio 2003, Almería. Actas de la VI Reunión Anual de ASEPELT junio 2003. p. 1-12.

- Loza I, Moraes M., y Jorgensen P. M. 2010. Variación de la diversidad y composición florística en relación a la elevación en un bosque montano boliviano (PNANMI Madidi). *Ecología en Bolivia* 45(2):87-100

- Magaña, R.V. 2004. Los impactos de El Niño en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México. Secretaría de Gobernación.

- Mendoza, V. M.; Villanueva, E. y Maderey, L. 2004. Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas de México ante el cambio climático global. En: Martínez, J. y Fernández, A. (Eds.) Cambio climático: una visión desde México. INE-SEMARNAT pp. 224pp

- Miranda, F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.

- Pagiola S., Bishop J., y Landell-Mill N. 2006. La venta de servicios ambientales forestales. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. Segunda edición.

- Pineda, B., R. Hidalgo, D. Debouck y M. Mejía. (Comps.). 2007. Multi-Institutional Distance Learning Course on the Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources. Publication No. 360. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali, Colombia.

- Pineda-López, R., Pineda-López, R., López-González, C., y Hernández-Camacho, Norma. 2009. La Fauna en La Cañada. INAH. Querétaro, México

- Pineda-López R., Domínguez-Cortazar M., Quintanar-Quintanar E., Gilio-Medina M., del C., Roitmand-Genoud P., Fonseca-Tapia A., 2007. El Manejo Integral de Cuencas de México. Segunda Edición. SEMARNAT.

- PNUMA, SEDESU, CONCYTEC, 2008. Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Zona Metropolitana Querétaro.

- Prado, F.A., Hernández, S.L. y Ventura, R.E. 2007. Intercepción de lluvia por *Lysiloma microphylla* en el Municipio de Querétaro. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro p. 5.

- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro. 2014. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro, La Sombra de Arteaga.

- Ramírez G. A. 2006. *Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 273 p.

- Red de Monitoreo de Políticas Públicas. 2006. Indicadores forestales: superficie forestal. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Nota informativa No. 5, mayo.

- Rzedowski, J., G. Guzmán, A. Hernández Corzo y R. Muñiz, 1964. Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del valle de México. An. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México.

- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, D. F.

- SARH. 1992. Inventario Nacional Forestal de Gran Visión. Primera edición. México pp 7 a 116

- SEMARNAT. 2010. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, segunda sección, 30 de diciembre de 2010, 1-81.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Inventarios forestales y tasas de deforestación. En [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx). Última consulta, marzo 2015.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales

- SEDESU - UAQ. 2014. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro. Publicado en Gaceta Oficial del Ayuntamiento del Municipio de Querétaro, el 13 de Mayo de 2014, Año II, No. 36 Tomo II.

- SEMARNAT, CONAFOR. 2006. Programa de Capacitación en México 2006. Guadalajara. Jalisco.

- SEMARNAT, CONAFOR. 2009. Inventario Forestal Nacional y de Suelos 2004-2009. Primera edición. México.

- SEMARNAT, CONAFOR. 2013. Inventario Estatal Forestal y de Suelos, Colima 2013.

- SEMARNAT, CONAFOR. 2013. Inventario Estatal Forestal y de Suelos, Querétaro 2014.

- Soil Conservation Service (SCS). 1986. *Urban Hydrology for Small Watersheds*. Reporte técnico 55. Washington, DC.

- Tejeda-Martínez A. y C. Conde-Álvarez. 2008. Guía para la elaboración de programas estatales de cambio climático. INE, U. Veracruzana, UNAM. Mex.

- Toledo, V.M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, 14(81):17

- Zacañas-Eslava, L. E., Comejo-Tenorio, G., Cortés-Flores, J., González-Castañeda, N., & Ibarra-Manríquez, G. (2011). Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(3), 854-869.

- Zamudio, R. S., J. Rzedowski, G. E. Carranza y R. G. Calderón. 1992. La vegetación en el Estado de Querétaro. Instituto de Ecología Centro Regional del Bajío. Talleres Gráficos de Gobierno del Estado. Querétaro, Querétaro. 92 pp.

- Zarco-Espinosa V.M. Valdez-Hernández J.I., Ángeles Pérez G., y Castillo-Acosta O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia, trópico húmedo*. 26(1):1-17.

# Directorio

**ING. RAFAEL PACCHIANO ALAMÁN**  
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

---

## COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Ing. Jorge Rescala Pérez  
**Director general**

Mtro. Salvador Arturo 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**

## MUNICIPIO

Lic. Marcos Aguilar Vega  
**Presidente Municipal de Querétaro**

---