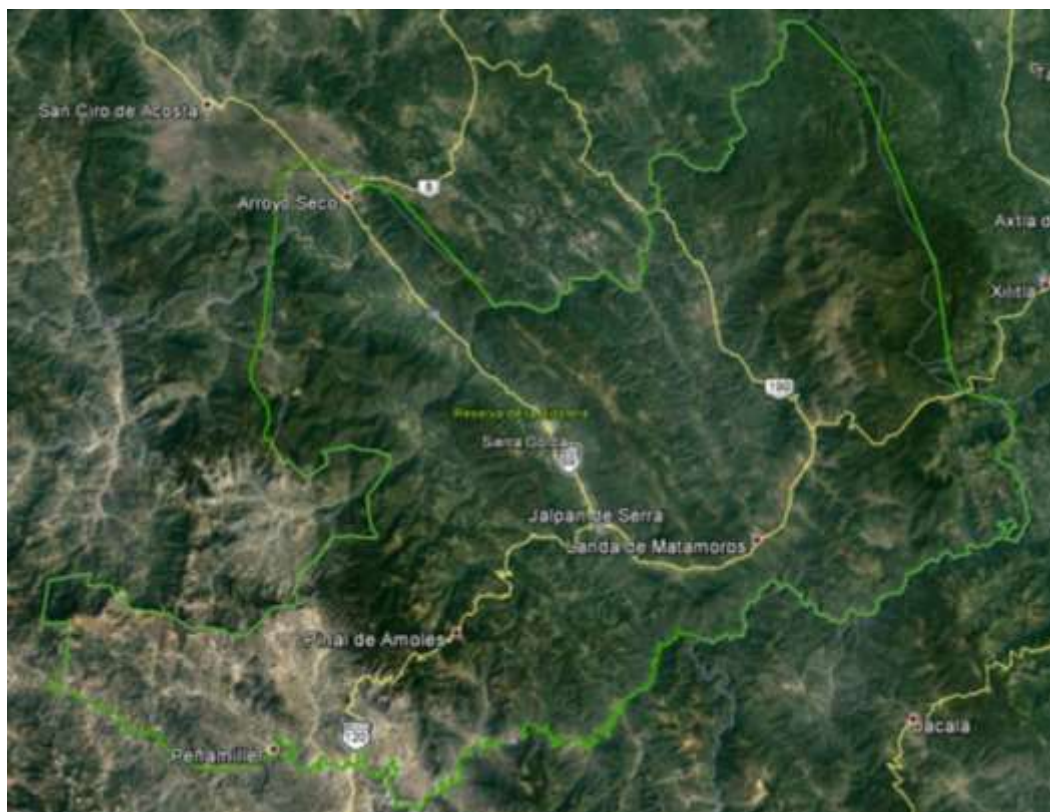


SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO
DEL ESTADO DE QUERÉTARO



PLANEACIÓN PRODUCTIVA DE LA SIERRA GORDA DEL ESTADO
DE QUERÉTARO
Municipio Jalpan de Serra

INFORME FINAL

Proyecto contratado entre SEDEA – IMTA
CONVENIO ESPECIFICO DE COLABORACIÓN

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje
Subcoordinación de Conservación de Cuencas
y Servicios Ambientales

Jiutepec, Morelos, Febrero de 2017



DIRECTORIO

SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO DE QUERETARO (SEDEA)	
MVZ Tonatihu Cervantes Curiel	Secretario de Desarrollo Agropecuario
Ing. Francisco Ramírez Velázquez	Director de Infraestructura Hidroagrícola
Ing. Gerardo Rodríguez Luna	SEDEA – Dirección de Infraestructura Hidroagrícola – Supervisor de Obra
MVZ Ángel Atanasio Torres Balderas	Director Regional SEDEA Jalpan de Serra
Ing. Gilberto Carlos Montes García	Director Regional SEDEA Cadereyta

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)	
Dr. Felipe Ignacio Arreguín Cortés	Director del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Ing. Sergio Raúl Reynoso López	Coordinador de Asesores
Dr. Nahun Hamed García Villanueva	Coordinador de Riego y Drenaje
Dr. José Javier Ramírez Luna	Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales
MPD Alfredo Gómez Garzón	Tecnólogo del Agua “A” Titular – Jefe de Proyecto IMTA



AGRADECIMIENTOS

Ing. Antero Rodríguez Rodríguez	SEDEA – Regional Jalpan de Serra – Jefe de Área Agropecuaria.
Ing. José Oliva Carrillo	Director de Desarrollo Agropecuario, Presidencia Municipal Jalpan de Serra
Ing. Heriberto Tello Ramírez	Director de Desarrollo Agropecuario, Presidencia Municipal Landa de Matamoros
Ing. Roberto Ramírez	Director de Desarrollo Agropecuario, Presidencia Municipal Pinal de Amoles
Ing. Marcos Azael Vizcaya Ramos	Jefe de Fomento Agrícola y Forestal, Municipio de Colón
Leslie Olivia Hernández Rangel	Coordinador de Proyectos, Presidencia Municipal de Cadereyta de Montes
Arnulfo Mota Cabello	Coordinador Agrícola y Forestal, Presidencia Municipal de Cadereyta de Montes
Juan José Castillo Patiño	Coordinador de Desarrollo Urbano y Ecología, Presidencia Municipal de Tolimán.
Ing. Marcos Azael Vizcaya Ramos	Jefe de Fomento Agrícola y Forestal, Municipio de Colón
C.P. Moncerrath Alvarado Olvera	Área Administrativa, apoyo logístico del curso ofrecido en Cadereyta de Montes



COLABORACION

M. Sc. Marcia Adriana Yáñez Kernke	Tecnólogo del Agua "A" Titular
Ing. Emir Delgado Quezada	Tecnólogo del Agua "B" Titular
M.C. José Ángel Aguilar Zepeda	Tecnólogo del Agua "A" Titular
Lic. Mario Alberto Uribe Gaspar	Apoyo Informático y de campo - IMTA
Ing. Ogamisama Jarquín Flores Ing. Daniel Fuentes Morales	Personal Outsourcing
Ing. Mauricio García Ochoa	Asesor externo

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VII
RESUMEN EJECUTIVO	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ASPECTOS BIOFÍSICOS DE LA SIERRA GORDA.....	3
2.1. Localización del área de estudio	3
2.2. Límites municipales de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda	5
2.3. Ubicación hidrográfica.....	8
2.4. Topografía.....	9
2.5. Vías de comunicación	11
2.6. Zonas Urbanas.....	13
2.7. Hidrología.....	14
2.8. Climas	21
2.9. Edafología.....	29
2.10. Provincias fisiográficas	33
2.11. Sistemas de topoformas	34
2.12. Vegetación y uso productivo del suelo.....	36
3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA SIERRA GORDA	43
3.1. Referencia histórica del municipio de Jalpan de Serra, en la Sierra Gorda	44
3.2. Actividades económicas.....	45
3.2.1. Producción agrícola	45
3.2.2. Producción ganadera	45
3.2.1. Producción forestal	45
3.2.1. Minería.....	45
3.2.2. Actividades industriales y de servicios	55
3.3. Tenencia de la tierra.....	57
4. DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	60
4.1. Bases teóricas del empleo del SIG en planeación productiva	60



4.2. Metodología empleada.....	60
4.2.1. Definición de variables	61
4.2.2. Cartografía	61
4.2.3. Análisis multicriterio y multiobjetivo	65
4.2.4. Información a emplear en el SIG - Requerimientos agroecológicos de los cultivos propuestos.....	69
5. RESULTADOS DE PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y CONVERSIÓN AGRÍCOLA CON IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS PATRÓN E INJERTO, EN EL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA	76
6. CONCLUSIONES.....	87
7. LITERATURA CONSULTADA	88
8. PÁGINAS WEB CONSULTADAS	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Superficies de los Municipios en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	6
Cuadro 2.2. Superficies de las Subcuencas hidrológicas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	8
Cuadro 2.3. Descripción de los principales tramos carreteros en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro.	11
Cuadro 2.4. Superficies de los acuíferos en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	15
Cuadro 2.5. Superficies de los tipos de climas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	22
Cuadro 2.6. Superficies de los rangos de temperaturas mayores o isotermas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	24
Cuadro 2.7. Superficies de los rangos de temperaturas menores o isotermas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	25
Cuadro 2.8. Superficies de los rangos de precipitación - isoyetas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	27
Cuadro 2.9. Clases de Suelos en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	30
Cuadro 2.10. Provincias fisiográficas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	33
Cuadro 2.11. Sistemas de topofomas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	35
Cuadro 2.12. Vegetación y uso productivo del suelo en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	37
Cuadro 3.1. Principales cultivos, superficie, producción y valor de la producción del municipio Jalpan de Serra, Querétaro (2014).	46
Cuadro 3.2. Inventario ganadero según especie para el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.	47
Cuadro 3.3. Volumen y valor de la producción pecuaria en el municipio Jalpan de Serra (2014).	48

Cuadro 3.4. Importancia de las áreas forestales en el municipio Jalpan de Serra, de acuerdo al uso del suelo y vegetación reportados en el Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Querétaro (2009).	48
Cuadro 3.5. Volumen y valor de la producción forestal en el municipio Jalpan de Serra (2014).....	49
Cuadro 3.6. Títulos con permisos de extracción de materiales pétreos registrados en el municipio de Jalpan de Serra, Querétaro.	54
Cuadro 3.7. Actividades industriales y de servicios registradas en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro (2014).	55
Cuadro 3.8. Superficie total y por tipo de tenencia de la tierra en los municipios de la Sierra Gorda, Querétaro (2014).....	57
Cuadro 3.9. Ejidos y superficies registradas por tipo de uso de la tierra en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.	59
Cuadro 4.1. Variables e intervalos en la definición del potencial frutícola (ii) Apto con RIEGO) para la Sierra Gorda.	66
Cuadro 4.2. Requerimientos agroecológicos para el Aguacate.	69
Cuadro 4.3. Requerimientos agroecológicos para el Café.	69
Cuadro 4.4. Requerimientos agroecológicos para el Durazno.	70
Cuadro 4.5. Requerimientos agroecológicos para el Higo.	70
Cuadro 4.6. Requerimientos agroecológicos para la Macadamia.	71
Cuadro 4.7. Requerimientos agroecológicos para el Manzano.	71
Cuadro 4.8. Requerimientos agroecológicos para el Naranja.	72
Cuadro 4.9. Requerimientos agroecológicos para el Nogal.	72
Cuadro 4.10. Requerimientos agroecológicos para el Pistacho.	73
Cuadro 4.11. Requerimientos agroecológicos para la Pitahaya.....	73
Cuadro 4.12. Requerimientos agroecológicos para la Pitaya.....	74
Cuadro 4.13. Requerimientos agroecológicos para la Zarcamora.	74
Cuadro 4.14. Requerimientos agroecológicos para la Vid.	75
Cuadro 5.1. Resultado de las áreas del SIG para los diferentes frutales, considerando cinco variables.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Propuesta productiva para la Sierra Gorda de Querétaro.....	2
Figura 2.1. Límites de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro y sus zonas de amortiguamiento (ZA) y zonas núcleo (ZN).....	5
Figura 2.2. Mapas de municipios insertos en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).	7
Figura 2.3. Subcuencas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	9
Figura 2.4. Curvas de nivel de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro (rehacer con las principales cotas).	11
Figura 2.5. Vías terrestres de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	12
Figura 2.6. Zonas urbanas y localidades de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	14
Figura 2.7. Acuíferos de la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro.	18
Figura 2.8. Hidrología superficial de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	19
Figura 2.9. Estaciones climatológicas e hidrométricas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	21
Figura 2.10. Tipos de climas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	23
Figura 2.11. Temperaturas promedio mayores de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	25
Figura 2.12. Temperaturas menores promedio de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	26
Figura 2.13. Isoyetas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.....	28
Figura 2.14. Mapa de Unidades y Subunidades de Suelos de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.....	31
Figura 2.15. Mapa de Provincias Fisiográficas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	34
Figura 2.16. Mapa de Sistemas de topofomas de la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro.....	36
Figura 2.17. Uso del suelo productivo y vegetación de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.	39
Figura 3.1. Localización de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda y los municipios del estado de Querétaro que la comprenden.	43
Figura 3.2. Proyectos mineros en exploración en el Estado de Querétaro.....	52

Figura 3.3. Sitios de extracción de materiales pétreos registrados en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.	53
Figura 3.4. Núcleos agrarios presentes en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.	58
Figura 4.1. Mapa de altitud de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.	62
Figura 4.2. Temperatura máxima de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.	63
Figura 4.3. Temperatura mínima de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.	63
Figura 4.4. Precipitación anual de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.	64
Figura 4.5. Tipos de Suelo en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.	64
Figura 4.6. Esquema de la metodología para determinación del uso potencial agrícola.	67
Figura 4.7. Ejemplo de Superposición ponderada para Macadamia.	68
Figura 4.8. Modelo de superposición ponderada para Macadamia.	68
Figura 5.1. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Aguacate y Durazno, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).	78
Figura 5.2. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Higo y Macadamia, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).	79
Figura 5.3. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Manzano y Naranja, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).	80
Figura 5.4. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Nogal y Pitahaya Amarilla, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).	81
Figura 5.5. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Pitahaya roja y Pitaya, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).	83
Figura 5.6. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Zarzamora y Vid, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).	84
Figura 5.7. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Café y Pistacho, para el municipio de Jalpan de Serra (uso de cinco variables).	85

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1. Aspectos de las vías terrestres en localidades de la Sierra Gorda – La Barranta, municipio de Pinal de Amoles.	13
Fotografía 2.2. y Fotografía 2.3. Se observa la disponibilidad de agua de muy buena calidad en Río Verdito y en la Cañada, Landa de Matamoros, la cual es aprovechada para diversos usos, como agua potable, recreación y actividades productivas agropecuarias.	15
Fotografía 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7. Algunos aspectos de la abundancia de agua en la Sierra Gorda de Querétaro, imágenes de Potrerillos-El Plátano, Landa de Matamoros y Ayutla.	16
Fotografía 2.8. Tres Lagunas, localidad que debe su nombre a la presencia de estos tres cuerpos de agua que no son empleados eficientemente para las actividades agropecuarias de la localidad.	17
Fotografía 2.9. En la unidad de riego de la presa Jalpan se observa la falta de mantenimiento que con el tiempo ha hecho obsoleta la infraestructura hidroagrícola, como se observa los canales están rotos y levantadas las placas de concreto, lo que provoca pérdidas excesivas por infiltración durante su transporte hacia las unidades de producción.	17
Fotografía 2.10. Presa construída en la localidad de El Madroño para ser empleada por CFE y que actualmente no presenta ningun uso.	17
Fotografías 2.11 y 2.12. Infraestructura que se requiere para ser empleada en las técnicas de captación o cosecha de agua de lluvia, o escurrimientos, lo cual permite contar con este recurso para complementar las necesidades hídricas tanto en hogares y actividades agropecuarias durante la época de estiaje. Se debe buscar el fomento de la misma mediante el fortalecimiento de capacidades teóricas y prácticas y contar con recursos para su implementación en las localidades donde se requiera, además de realizar el uso eficiente del agua.	19
Fotografías 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17 y 2.18. Aunque la Sierra Gorda de Querétaro tiene amplia disponibilidad hídrica, su distribución espacial y temporal incide en su aprovechamiento, en las fotografías se pueden observar diversos sistemas de captación de agua de lluvia y escurrimientos, los cuales son necesarios para uso potable y en actividades agropecuarias. Fotografías de Pinalito de la Cruz, El Lindero, Potrerillos y la Cañada.	20
Fotografía 2.19. En la fotografía se observan aspectos de la precipitación que se presenta en las partes altas de la Sierra Gorda – carretera Jalpan de Serra a Pinal de Amoles.	29
Fotografía 2.20. Suelos Litosoles, delgados, en lomerío y pedregosos, ejido El Plátano.	32

Fotografía 2.21. Perfil de suelos Regosol, donde se observa la capa arable a los 30-40 cm y el resto con formaciones de tepetate.	32
Fotografía 2.22. Sistemas de producción en la Sierra Gorda, producción de jitomate en la unidad de producción El Lindero, Jalpan de Serra.....	39
Fotografía 2.23. Sistema de producción manzana- maguey para pulque, localidad de Pinalito de la Cruz, Landa de Matamoros.	40
Fotografía 2.24. Producción de maíz en Landa de Matamoros.....	40
Fotografía 2.25. Sistemas pecuarios, pastizales en la Florida, Arroyo Seco.....	41
Fotografía 2.26. Papaya en vega de río, El Salado, Peñamiller.....	41
Fotografía 2.27. Jitomate en vega de río, El Salado, Peñamiller.	42
Fotografía 2.28. Aguacate en la localidad de El Plátano, Pinal de Amoles.	42

RESUMEN EJECUTIVO

El informe técnico que se presenta describe cuales fueron los procedimientos metodológicos y los resultados que se obtuvieron en el desarrollo del proyecto “Planeación Productiva de la Sierra Gorda del Estado de Querétaro”, el cual se enmarca en el Convenio Marco de Cooperación celebrado entre el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (SEDEA).

Este documento está estructurado en forma cronológica de tal forma que se inicia con una descripción del medio biofísico y socioeconómico de la Sierra Gorda de Querétaro. A continuación, se procede a presentar el apartado que se refiere a la integración del Sistema de Información Geográfica para la planeación productiva de la Sierra Gorda de Querétaro. Se continúa con el documento de planificación de acciones de tipo productivo para eficientar el potencial productivo.

El objetivo general planteado para este proyecto fue realizar un plan de producción sustentable en la Sierra Gorda del Estado de Querétaro.

Este proyecto permitió avanzar en la identificación del potencial frutícola de la Sierra Gorda de Querétaro, el cual, combinado con acciones de conservación de agua y suelo, cosecha o captación de agua de lluvia, el uso eficiente con relación al agua –energía en sistemas productivos del tipo agro-silvo-pastoril, le ofrecen un abanico de oportunidades para el desarrollo sustentable del área natural protegida y a sus habitantes.

La metodología empleada durante el desarrollo de este proyecto fue la siguiente:

1. Integración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) con mapas de elevación, variables climáticas, especies frutales nativas e introducidas y de valoración del potencial productivo en ciclos Primavera-Verano y Otoño-Invierno, de acuerdo a variables climáticas y mapas de especies frutales a introducir.

Para su integración se emplearon Modelos de Elevación Digital disponibles con resolución del orden de los 10 metros en la vertical para identificar la elevación y el geoposicionamiento x-y. Las variables climatológicas se obtuvieron de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de aquellas existentes en la zona con información disponible. Con la información recolectada, se generaron mapas con isolíneas de dichas variables y su interacción con los cultivos oriundos. La valoración de cada especie productiva se plasmó en mapas con los datos generales de cada frutal y la recomendación de hortalizas como sistemas productivos a corto plazo. Se ubicaron también los cultivos de injerto, aunque no de forma detallada, presentándose solamente como una aproximación. En todos los casos se apoyó con imágenes de satélite y recorridos de campo en las zonas accesibles. El algoritmo empleado en el SIG consideró la intersección de capas de información como alturas en el terreno, características fenológicas de los principales cultivos y frutales considerados, información climática como precipitación y temperaturas y uso productivo del suelo.

2. Documento de planificación de actividades productivas y conversión agrícola con identificación de cultivos patrón e injerto.

El objetivo de la integración del SIG fue la valoración del potencial productivo de acuerdo a variables climáticas y mapas de especies frutales a introducir en la Sierra Gorda del Estado de Querétaro.

Se obtuvieron 28 mapas para 14 cultivos potenciales: aguacate, café, durazno, higo, macadamia, manzano, naranja, nogal, pitahaya roja, pitahaya amarilla, pitaya, pistacho, uva y zarzamora, presentándose dos mapas por cada cultivo, uno donde se definen las áreas con potencial natural y el segundo donde se representan las áreas potenciales con auxilio del riego.

De acuerdo al análisis realizado para el municipio de Jalpan de Serra utilizando el SIG; las áreas con potencial natural aptas para el cultivo de naranjo, ocuparon el mayor porcentaje de la superficie; seguidas de la macadamia y el durazno. Los resultados obtenidos para las áreas aptas con riego indican también una buena aptitud para el desarrollo de la macadamia.

Para este municipio, los frutales evaluados representan una buena alternativa y su distribución puede ampliarse mediante el uso de sistemas de riego. Para dicho municipio la especie que presenta una mejor adaptación es el naranjo, ya que, al sumar las zonas aptas con potencial natural y zonas aptas bajo riego, se alcanza un porcentaje de 41.18 %.

En conclusión, los resultados de este proyecto se traducen en la transferencia de experiencias y metodologías que permitan apoyar las acciones para incentivar en el mejoramiento de la productividad agropecuaria en la Sierra Gorda y mitigar los impactos del cambio y/o variabilidad climática, que permitan obtener impactos económicos positivos en la población de esta reserva de la biósfera.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto que se presenta fue desarrollado mediante un convenio específico de colaboración entre el IMTA y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA) del estado de Querétaro. Para efectos de este proyecto las regionales de la SEDEA que son las áreas de actuación y que comprenden el ámbito de la Sierra Gorda son los siguientes:

Regional Jalpan SEDEA. Está regional comprende el norte del estado de Querétaro, abarca los municipios de Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros y Pinal de Amoles, presenta condiciones climatológicas como es el alpino y el tropical de altura y orográficas que se observan como una pequeña serie de valles, que se forman por las ramificaciones de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Gorda.

Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro

Esta Área Natural Protegida se clasifica como Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro la cual presenta condiciones muy particulares, que se describen a continuación:

En el aspecto hidrológico en la sierra gorda existen dos grandes redes fluviales importantes, la primera se ubica en la parte Este, perteneciente al Río Moctezuma, del cual sus principales afluentes son el Río Tula y el Río San Juan, que en el valle atraviesan la Sierra Gorda, a 200 metros sobre el nivel del mar, con paredes de altura arriba de los 1800 metros; la segunda gran red es el Río Extoraz, se ubica en la parte del Norte de la Sierra que inicia por el Río La Laja, y nace en la parte correspondiente al actual estado de Guanajuato, con afluentes que forman más adelante el Río Santa María, después se junta con el Río Ayutla, que se forma por el arroyo de Atarjea, que a su vez forman el Río Escanela y El Arroyo Grande y río Jalpan. Las aportaciones de esta agua en ríos, arroyos, ojos de agua, ríos subterráneos, que terminan fuera de la Sierra Gorda, desembocan en el Golfo de México.

La Sierra Gorda en su totalidad, considera los municipios de San Joaquín, Peñamiller, Jalpan de Serra, Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y unas partes serranas de Cadereyta, su relieve se caracteriza por sus impresionantes cañones, montañas, cascadas y profundos abismos, ocupa una extensión del orden de 383,567-44-87.5 hectáreas en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

Las condiciones climáticas presentes en la Sierra Gorda indican una temperatura media anual de aproximadamente 24°C, con precipitaciones en verano con un promedio anual de 350 mm al año en alturas de 2000 msnm tal es el caso de San Joaquín o Peñamiller, 965.7 mm para altitudes del orden de 680 msnm, y de 1100 mm al año en alturas de 1800 msnm como en Pinal de Amoles.

Desde el punto de vista del sistema productivo los cultivos son generalmente de temporal, dándose a diferentes alturas, árboles frutales como la naranja, el limón, durazno, hasta la caña de azúcar, además se encuentran cultivos criollos de Manzano, Olivo, Nogal, Ciruelo, Tejocote, Pera, Membrillo, Almendro, Durazno, Chabacanos, Zarzamora Higuera, Cítricos, Café, Guayaba, Mango y en muchos casos con valor estacional hortalizas.

Los árboles frutales en la Sierra son una alternativa para la producción del agro, bien en particular con cultivos endémicos como, ejemplo, el aguacate o bien con cultivos que se pueden

introducir como el nogal australiano. Cabe resaltar que la planta de aguacate, adaptada a diferentes lugares y altitudes existe en todos los municipios.

En el aspecto pecuario en las partes de llanura de la Sierra se cría el ganado vacuno, y en las partes semidesérticas, el caprino.

La Sierra Gorda al ser un área natural protegida por ley permite la planeación de actividades productivas sustentables que a su vez dan una oportunidad de planificar las actividades agro-silvo-pastoriles en respeto a la biodiversidad. Toda el área de la sierra está ocupada por algunas de estas actividades productivas. La figura 1.1 da una idea de los sistemas productivos potenciales en la zona serrana.



2. ASPECTOS BIOFÍSICOS DE LA SIERRA GORDA

2.1. Localización del área de estudio

La Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro se localiza al Norte del estado de Querétaro, entre los paralelos 20° 50' y 21° 45' de latitud norte y los meridianos 98° 50' y 100° 10' de longitud oeste. Su superficie comprende 383,567-44-87.5 ha, de acuerdo a su Decreto de creación publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de mayo de 1997.

Los límites de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda son los siguientes: Al norte con el río Santa María, Al sureste con el río Moctezuma, Al oeste con la sierra formada por los cerros El Toro, Ojo de Agua y El Infiernillo, y al sur con el río Victoria – Xichú – Extoraz – Santa Clara hasta su intersección con el río Moctezuma.

Los municipios en donde se ubica la Reserva comprende a Jalpan de Serra con 104,311.51 ha que es correspondiente al 29.07% de la superficie, Arroyo Seco con 66,486.36 ha (18.53%), Landa de Matamoros con 65,059.31 ha (18.13%), Pinal de Amoles con 63,496.50 (17.79%) y Peñamiller con 51,609.74 ha (14.39%). Incluye 689 localidades, contando las cabeceras municipales, con un total de 103,923 habitantes.

Zonificación de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda

La zonificación de la Reserva de la Sierra Gorda comprende 11 zonas núcleo con una extensión de 24,803-35-87.5 ha y 1 zona de amortiguamiento con una extensión de 358,764-09-00 ha. A continuación, se describen las zonas núcleo y el área de amortiguamiento.

Zonas Núcleo

Se definen como zonas que han sido delimitadas por ser las áreas que se encuentran en mejor estado de conservación, y en algunas de ellas no se presentan alteraciones, además de ser espacios en donde se alojan ecosistemas o fenómenos naturales de especial importancia, o especies de flora y fauna que requieran protección especial.

- Zona núcleo I. Sótano del Barro. Es la más pequeña de la Reserva; abarca 1-45-12.5 ha, se ubica en el municipio de Arroyo Seco. El sótano del Barro es una de las cavidades más profundas del mundo, con un diámetro de 500 m y una profundidad de 410 m. En el reposa y anida la guacamaya verde (*Ara militaris*), en el fondo se encuentran arbustos y helechos.
- Zona núcleo II. Cañón de Ayutla. Se ubica en las márgenes del río Ayutla, en el municipio de Arroyo Seco. Su área de cobertura es de 1,684-30-50.0 ha. La vegetación encontrada es el bosque tropical caducifolio, además de pumas (*Puma concolor*) y trigrillo (*Leopardus wiedii*).
- Zona núcleo III. Puente Santa María. Esta zona se ubica en ambas márgenes del río Santa María, en el municipio de Arroyo Seco, cubre 4,103-75-75.5 ha. La vegetación presente es bosque tropical caducifolio, y la fauna es la guacamaya verde (*Ara militaris*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), nutria (*Lutra longicaudis*), puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*).
- Zonas núcleo IV. Raudal del Buey con 1,793-60-62.5 ha, V. Chacas con 1,266-84-62.5 ha y VI. Barranca de Paguas con 4,829-26-50.0 ha. Estas zonas núcleo se

localizan en forma continua una a la otra a lo largo de un cañón y se separan por cañadas en donde pasan antiguos caminos reales que aún son transitados, en la ribera sur del río Santa María, en el municipio de Jalpan de Serra, y presentan vegetación de bosque tropical caducifolio y fragmentos de bosque tropical subcaducifolio. En ella habitan la guacamaya verde (*Ara militaris*), Ajol (*Penelope purpurascens*), hocofaisán (*Crax rubra*), el loro tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*), águila elegante (*Spizaetus ornatus*), la nutria (*Lutra longicaudis*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), leoncillo (*Felis yagouaroundi*) y el jaguar (*Panthera onca*).

- Zona núcleo VII. Cañada de las Avispas. Está localizada al poniente de la Reserva entre los municipios de Jalpan de Serra y Landa de Matamoros, con 4,663-86-12.5 ha. La vegetación presente es bosque mixto y mesófilo de montaña, como el guayamé (*Abies guatemalensis*), granadillo (*Taxus globosa*), y fauna como el chizvocouyo (*Dendrortyx barbatus*), ajol (*Penelope purpurascens*), lince (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*) y oso negro (*Ursus americanus*).
- Zona núcleo VIII. Joya del Hielo. Se ubica en el municipio de Landa de Matamoros con 1,092-24-50.0 ha, posee el fragmento más grande de bosque mesó-filo. Se encuentran especies de flora en peligro de extinción como cícada (*Ceratozamia mexicana*), magnolias (*Magnolia schiedeana*) y (*Magnolia dealbata*), Tila (*Tilia mexicana*); y fauna como gallina de monte o chizvocouyo (*Dendrortyx barbatus*), ajol (*Penelope purpurascens*), puerco espín (*Coendou mexicanus*), temazate (*Mazama americana*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*).
- Zona núcleo IX. Cañón del Moctezuma. Se ubica en el sur de la reserva, en los cañones donde se unen los ríos Moctezuma y Extoraz (Victoria). Con 3,270-15-37.5 ha, la mayor parte está en el municipio de Jalpan de Serra, una pequeña porción en el municipio de Pinal de Amoles. La vegetación que se encuentra es bosque tropical caducifolio y especies como ajol (*Penelope purpurascens*), puma (*Puma concolor*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y leoncillo (*Leopardus yagouaroundi*).
- Las zonas núcleo X. Cerro Grande con 399-73-75.0 ha y XI. Mazatiapán con 1,734-13-00-0 ha se ubican en el sur de la Reserva, en el municipio de Pinal de Amoles. Son las únicas con presencia de cactáceas como la biznaga (*Echinocactus grandis*), (*Echinocactus grusonii*), órgano (*Stenocereus dumortieri*, *Lophophora difussa* y *Yucca queretaroensis*). La fauna presente es el puma (*Puma concolor*) y jabalí de collar (*Pecarí tajacu*).

Zona de amortiguamiento

Abarca 358,764-09-00 ha, protege a las zonas núcleo de los impactos de actividades antrópicas de las comunidades ubicadas en la reserva, y que ponen en riesgo los procesos naturales de los ecosistemas y sus elementos. En esta zona solo pueden realizarse actividades productivas de las comunidades.

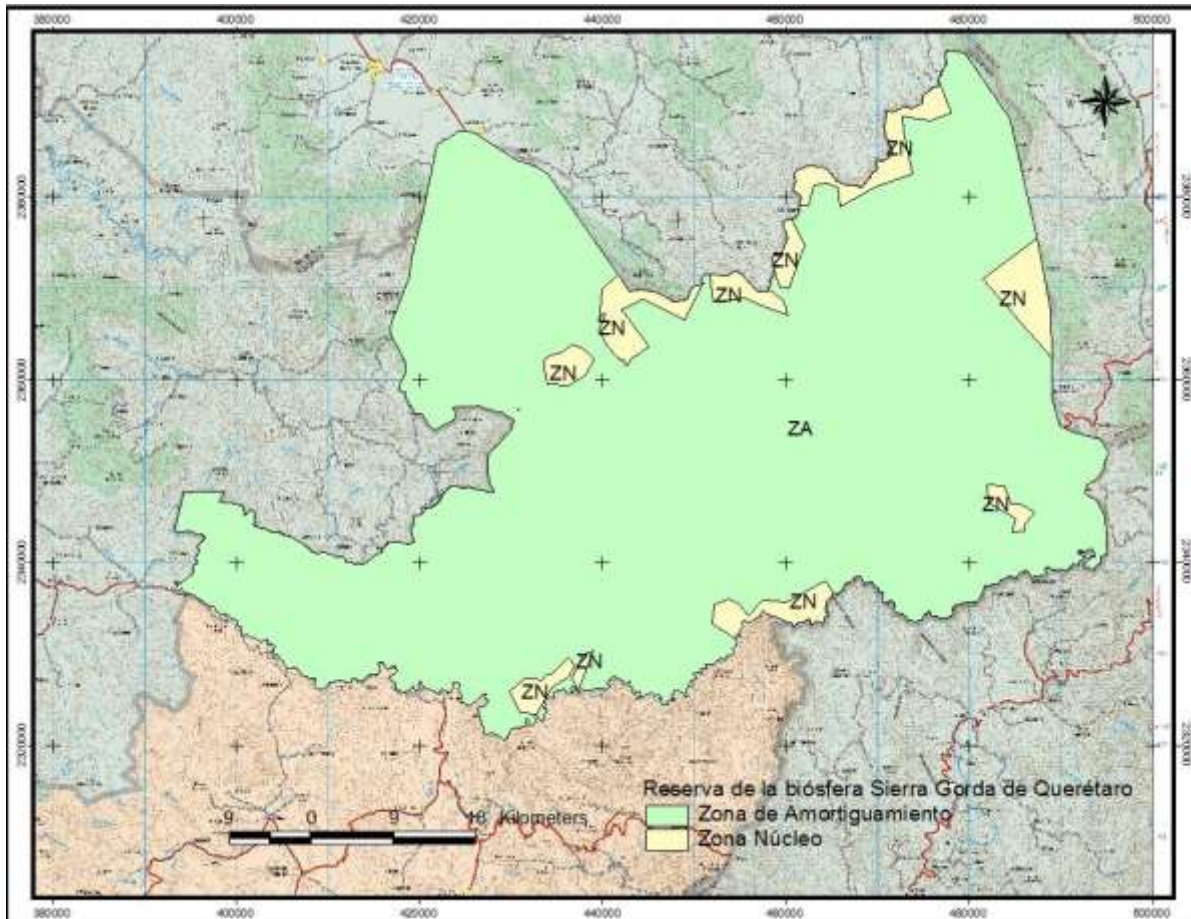


Figura 2.1. Límites de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro y sus zonas de amortiguamiento (ZA) y zonas núcleo (ZN).

2.2. Límites municipales de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda

La Sierra Gorda comprende diversos municipios de los estados de Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo y Guanajuato, con mayor superficie los de Querétaro, como puede observarse en el Cuadro 2.1. De acuerdo con el procesamiento en el SIG Arcview se observa que las superficies mayores en la zona de amortiguamiento corresponden a Jalpan de Serra con 104,311.51 ha que corresponde al 29.07% de la superficie, a continuación, se encuentra Arroyo Seco con 66,486.36 ha (18.53%). Landa de Matamoros con 65,059.31 ha (18.13%), Pinal de Amoles con 63,496.50 (17.79%) y Peñamiller con 51,609.74 ha (14.39%), todos en el estado de Querétaro. Cabe mencionar que de acuerdo a los archivos shape obtenidos de la página de la CONANP sig.conanp.gob.mx, se observan superficies de municipios de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Guanajuato con superficies menores.

Cuadro 2.1. Superficies de los Municipios en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Estado	Municipio	Superficie	
			ha	%
Amortiguamiento	Querétaro	Jalpan de Serra	104,311.51	29.07
		Arroyo Seco	66,486.36	18.53
		Tolimán	3.08	0.00
		Landa de Matamoros	65,059.31	18.13
		Cadereyta de Montes	3.86	0.00
		Pinal de Amoles	63,496.50	17.70
		San Joaquín	67.06	0.02
		Peñamiller	51,609.74	14.39
	San Luis Potosí	Tamasopo	25.35	0.01
		Aquismon	509.41	0.14
		Lagunillas	915.30	0.26
		Santa Catarina	25.62	0.01
		San Ciró de Acosta	1,048.42	0.29
		Xilitla	1,992.37	0.56
	Hidalgo	Pacula	6.27	0.00
		Jacala de Ledezma	0.51	0.00
		Pisaflores	275.11	0.08
		La Misión	15.31	0.00
	Guanajuato	Xichu	1,323.20	0.37
		Atarjea	1,345.13	0.37
		Santa Catarina	244.67	0.07
Subtotal			358,764.09	93.51
Núcleo	Querétaro	Jalpan de Serra	13,192.83	53.19
		Arroyo Seco	5,321.45	21.46
		Pinal de Amoles	3,209.12	12.94
		Landa de Matamoros	1,760.86	7.09
		San Joaquín	15.21	0.06
	San Luis Potosí	Xilitla	1,037.06	4.18
		Santa Catarina	257.52	1.04

Zona	Estado	Municipio	Superficie	
			ha	%
		Tamasopo	7.91	0.03
	Hidalgo	Pacula	1.39	0.01
Subtotal			24,803.35	6.49
Total			383,567.44	100.00

En las zonas núcleo destaca la proporción de la superficie de Jalpan de Serra con 13,192.83 ha, que equivalente al 53.19% de estas zonas, seguido por Arroyo Seco con 5,321.45 ha (21.46%) y Pinal de Amoles con 3,209.12 ha (12.94%), lo cual se observa en el cuadro anterior y en la figura 2.2 que se presenta a continuación.

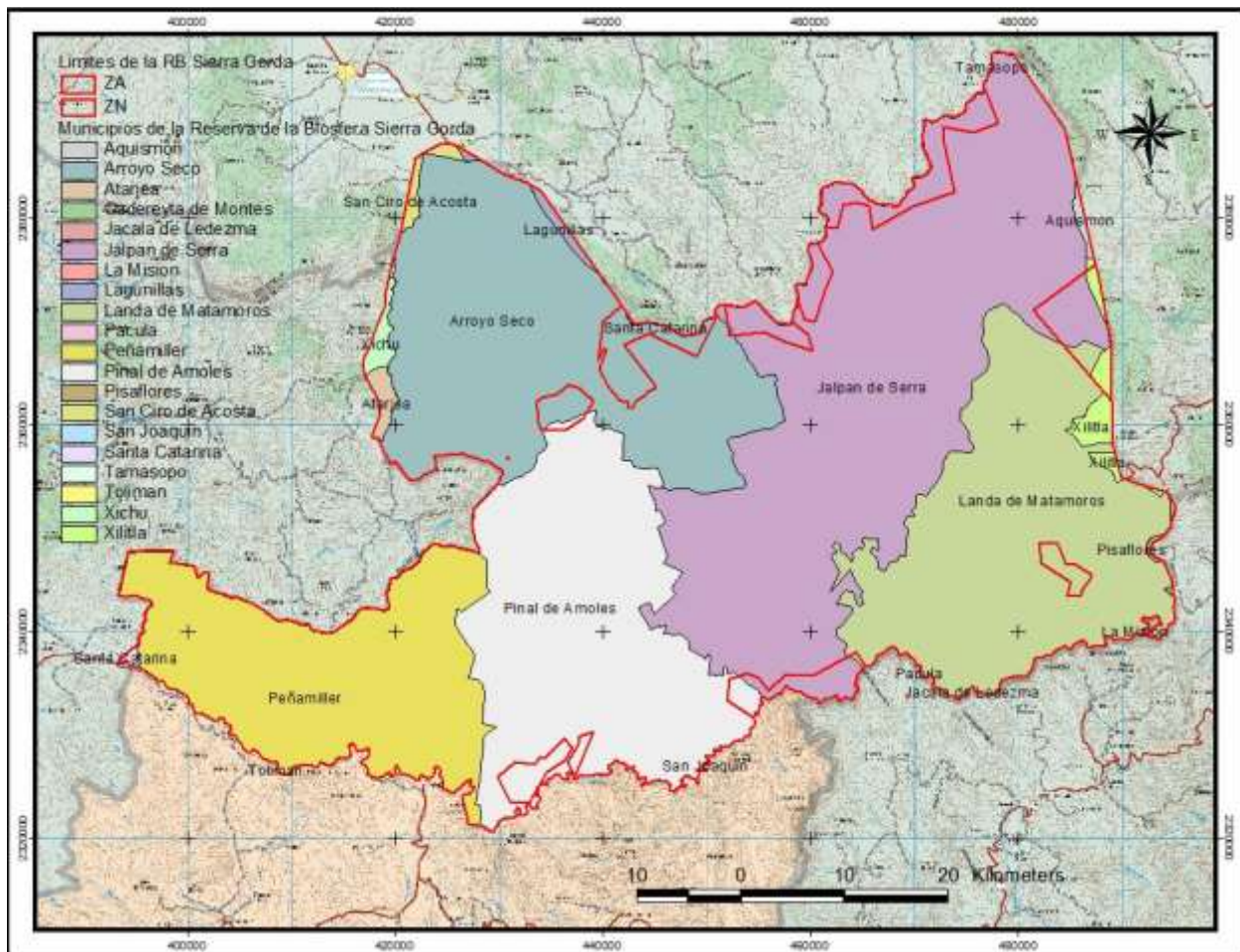


Figura 2.2. Mapas de municipios insertos en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

2.3. Ubicación hidrográfica

La Sierra Gorda de Querétaro cuenta con recursos hidrológicos de gran valor, distribuidos en tres subcuencas principales: río Santa María, río Extoraz y río Moctezuma, afluentes del río Pánuco; es en las laderas medias y altas donde se ubican las áreas relevantes de captación y aprovisionamiento de agua de lluvia y escurrimientos que promueven el suministro del líquido para las comunidades locales.

Cuadro 2.2. Superficies de las Subcuencas hidrológicas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica	Superficie	
				Ha	%
Amortiguamiento	RH26 Río Panuco	RH26C Río Tamuín	RH26Cj Río Santa María Alto	207,482.78	54.10
			RH26Ck (drenaje subterráneo)	45,891.56	11.96
			RH26Ca Río Tamuín o Tampaón	2,940.06	0.77
			RH26Ch Río Verde	503.99	0.13
		RH26D Río Moctezuma	RH26Dc Río Extoraz	66,522.15	17.34
			RH26Da Río Moctezuma	23,257.94	6.06
			RH26Db Río Axila	12,223.37	3.19
Subtotal				358,764.09	93.51
Núcleo	RH26 Río Panuco	RH26C Río Tamuín	RH26Cj Río Santa María Alto	13,042.78	3.40
			RH26Ck (drenaje subterráneo)	4,610.38	1.20
			RH26Ca Río Tamuín o Tampaón	615.03	0.16
		RH26D Río Moctezuma	RH26Dc Río Extoraz	3,775.77	0.98
			RH26Da Río Moctezuma	2,309.53	0.61
			RH26Db Río Axtla	392.10	0.10
Subtotal				24,803.35	6.49
Total				383,567.44	100.00

En el cuadro anterior se observa que la Subcuenca RH26Cj Río Santa María Alto es la que ocupa mayor superficie con 207,482.78 ha que equivalen al 54.10% de la reserva, le sigue la subcuenca RH26Dc Río Extoraz con 66,522.15 ha que equivale al 17.34% de la reserva, y la subcuenca RH26Ck denominada drenaje subterráneo con 45,891.56 ha equivalentes al 11.96%, en la zona de amortiguamiento.

En las zonas núcleo la subcuenca con mayor superficie es la RH16Cj río Santa María Alto con 13,042.78ha equivalente al 3.40% de la reserva, le sigue la subcuenca RH26Ck drenaje subterráneo con 4,610.38 ha igual al 1.20%, y la subcuenca del río Moctezuma con 3,775.77 ha equivalentes al 0.98%, y la subcuenca RH26Da Río Moctezuma con 2,309.53 ha equivalente al 0.61% de la reserva, lo anterior se puede observar en la figura 2.3.

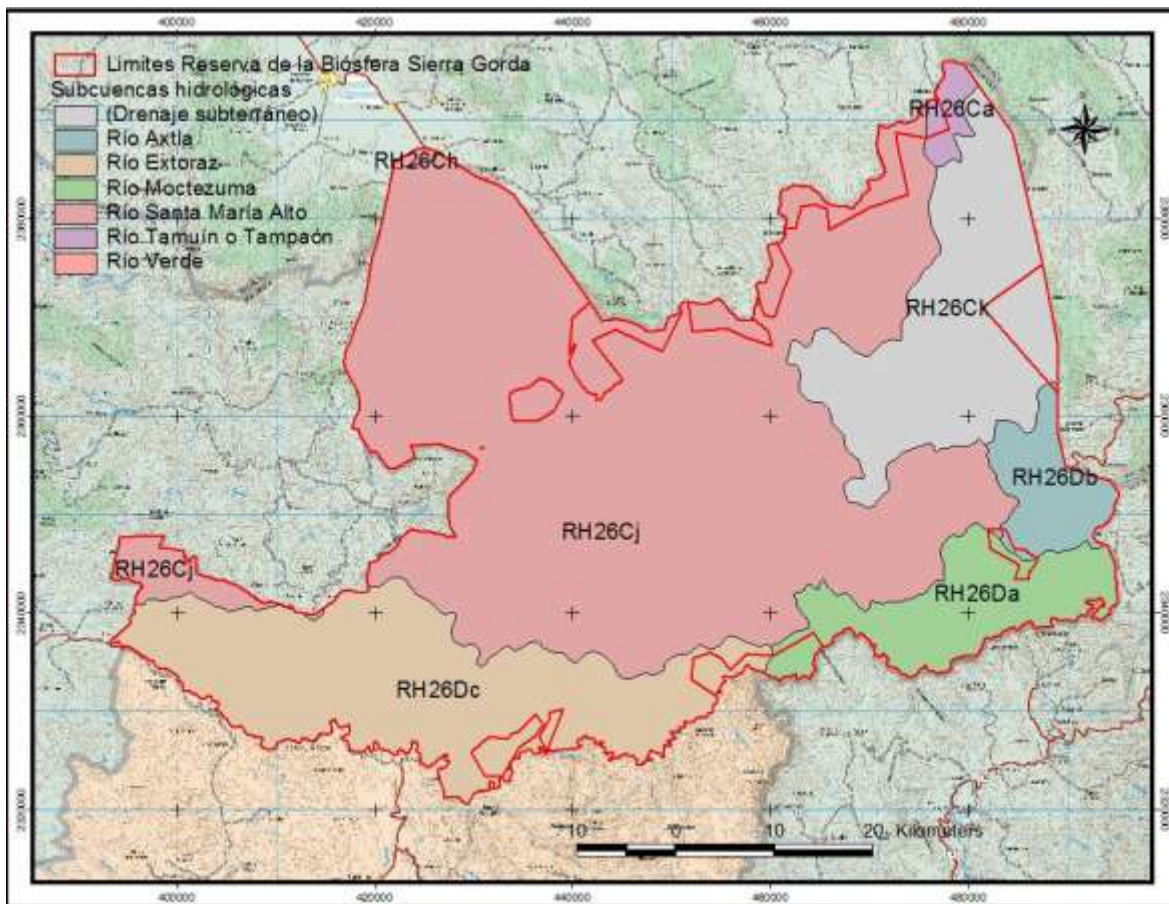


Figura 2.3. Subcuencas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

2.4. Topografía

A continuación, se muestra el mapa topográfico de la Sierra Gorda (figura 2.4). Este mapa fue obtenido de los archivos de las cartas vectoriales del INEGI y presentan una equidistancia de 20 metros entre cada curva de nivel. La altura menor que se observa es la de 200 msnm y la

mayor es de 3,160 msnm, lo cual indica que desde la parte más baja a la más alta en la Reserva de la biósfera Sierra Gorda de Querétaro existe una diferencia altitudinal de 2,960 msnm.

La Sierra Gorda se ubica en la región orográfica de la vertiente del Golfo de México, cuyo relieve de origen sedimentario con sierras altas y altitudes superiores a 3,000 msnm, además de amplios y profundos cañones labrados por los ríos Santa María, Extoraz y Moctezuma (zona de transición entre la región Neártica y la región Neotropical).

De poniente a oriente se encuentra el semidesierto en Peñamiller con altitudes de 1,300 a 1,700 msnm; el macizo montañoso de Pinal de Amoles, con alturas encima de los 3,000 msnm, que provoca el efecto de sombra orográfica, en donde se ubican bosques de coníferas, encino, mixtos de pino-encino y fragmentos de bosque mesófilo. Al descender se llega a valles con bosque tropical caducifolio combinado con cultivos. Después de los valles se encuentra una cordillera de 1,600 msnm y, luego desciende a una zona de lomeríos en las faldas de la Sierra Madre Oriental, con 2,900 msnm en los límites con San Luis Potosí, donde se encuentran bosques de coníferas, bosques mixtos y bosque mesófilo de montaña, y un fragmento de selva mediana.

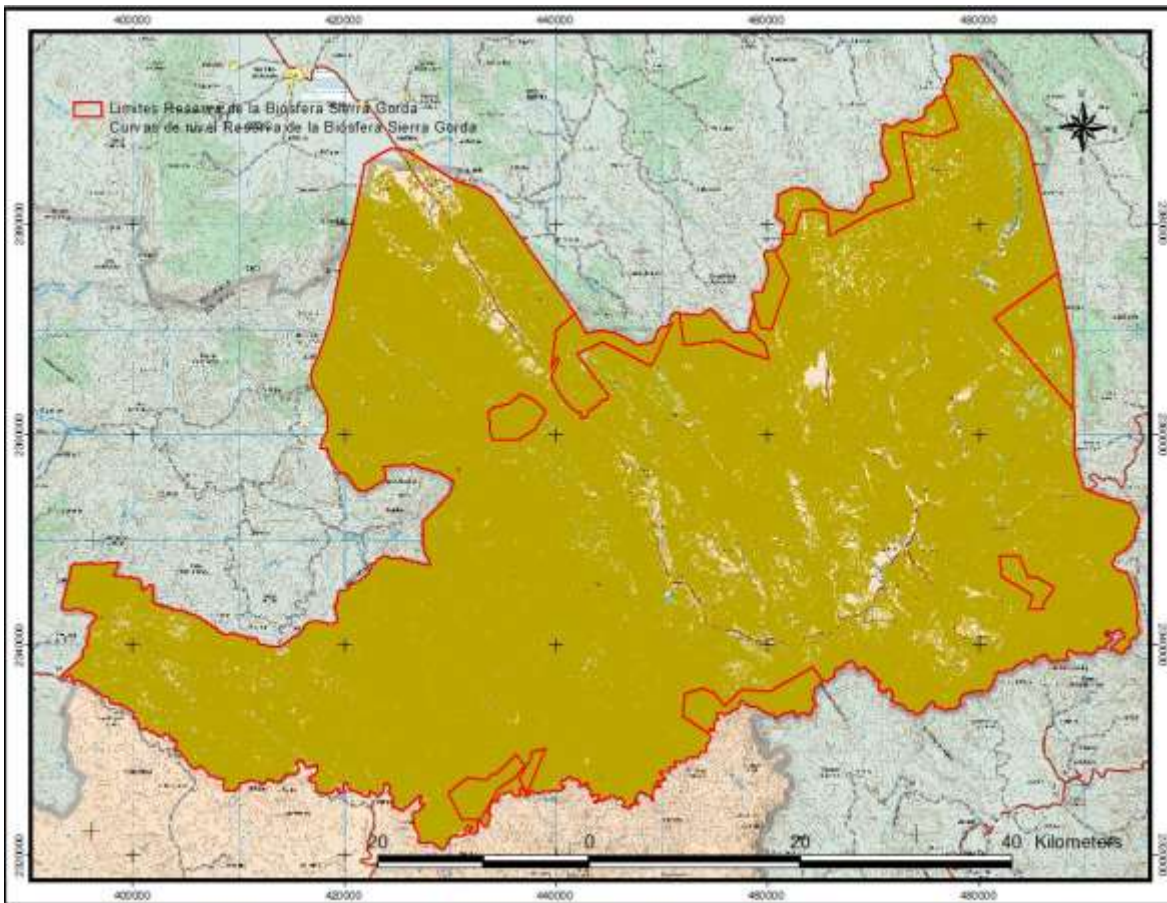


Figura 2.4. Curvas de nivel de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro (rehacer con las principales cotas).

2.5. Vías de comunicación

A continuación, se muestra la distribución de las redes carreteras y vías de acceso presentes en la Sierra Gorda.

Cuadro 2.3. Descripción de los principales tramos carreteros en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro.

Categoría de carretera	Clave	Longitud (km)	Nombre de los tramos	Longitud del tramo (km)
Vereda	270	359.53		
Brecha	260	23.71		
Carretera pavimentada	220	111.36	Jalpan de Serra - Xilitla	58.09
			Cadereyta – Jalpan de Serra	55.27
Terracería transitable en tiempo seco	250	31.01	Tilaco – La lagunita	14.82
			El Saucillo – Landa de Matamoros	8.25
			Sanguijuela – Arroyo seco	3.41
			Acatitlán de Zaragoza – La Lagunita	2.53
			Panales – San Cito-Jalpan	1.90
Terracería transitable en todo tiempo	240	24.35	San Juan Buenaventura – Purísima	10.68
			El Refugio – San Ciro – Jalpan	5.05
			La Tinaja – El lindero	4.85
			Peñamiller – El Sauz	1.86
			San Rafael – San Ciro – Jalpan	1.29
Acueducto subterráneo	433	13.63	Sin nombre	0.62
Acueducto superficial	432	2.29		

En el cuadro 2.3 se describen los tramos de acuerdo a la información obtenida del INEGI que corresponde a las carreteras del estado de Querétaro del 2008, archivos vectoriales, y se presentan de acuerdo a sus características, siendo de relevancia los tramos de carretera pavimentada como Jalpan de Serra – Xilitla con 58.09 km, Cadereyta – Jalpan de Serra con 55.27 km, Tilaco – La lagunita con 14.82 km y El Saucillo – Landa de Matamoros con 8.25 km. Donde se observa la importancia de la localidad de Jalpan de Serra en la reserva. Los tramos de terracería transitable en tiempo seco como Tilaco - La lagunita con 14.82 km y El Saucillo – Landa de Matamoros con 8.25 km. Las terracerías transitables todo el tiempo destacan como San Juan Buenaventura – Purísima con 10.68 km, El Refugio – San Ciro – Jalpan con 5.05 km

y La Tinaja – El Lindero con 4.85 km. Esta información se presenta en la figura 2.5 y en la fotografía 2.1 se observa un aspecto de los caminos secundarios dentro de las localidades.

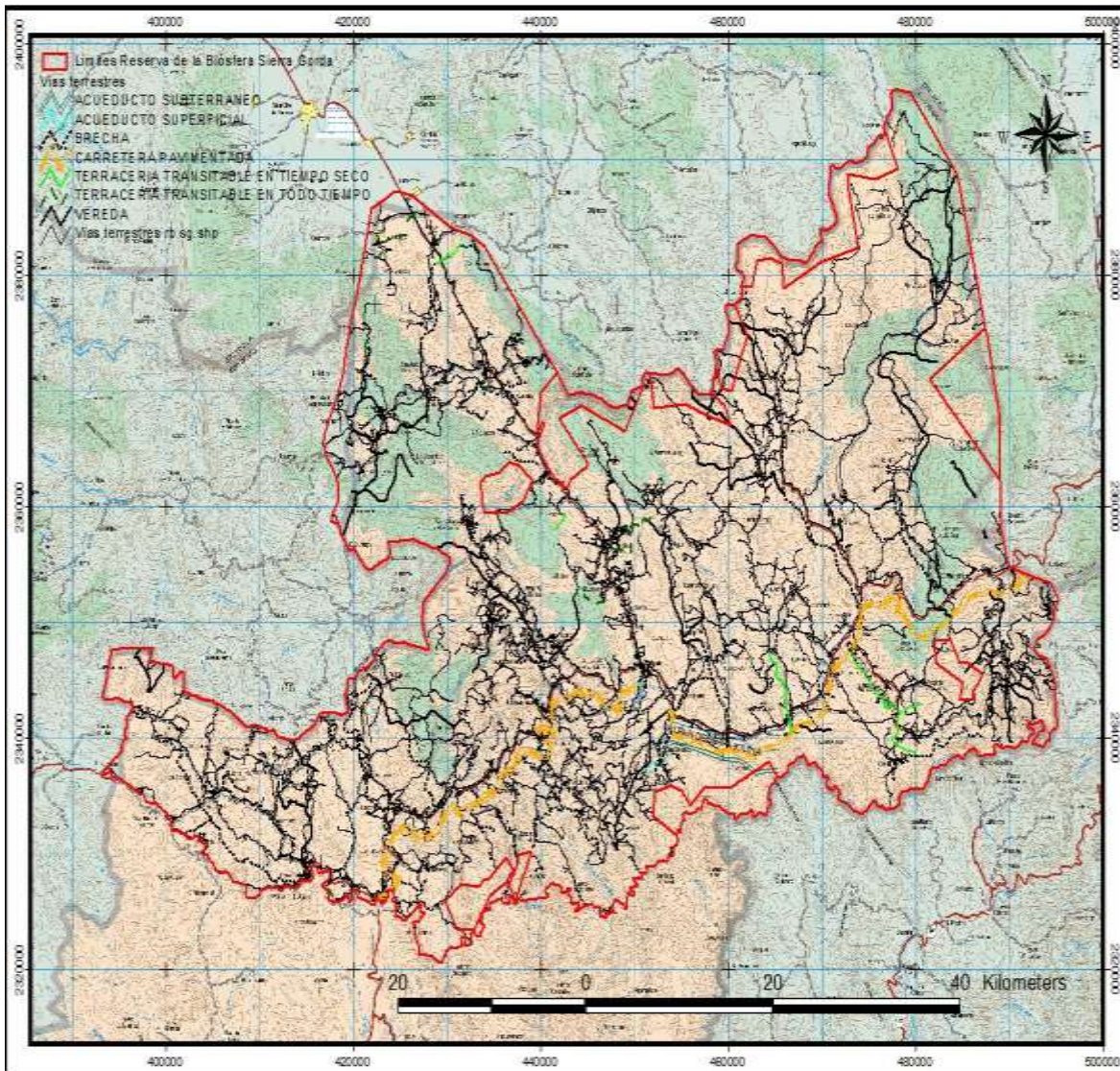


Figura 2.5. Vías terrestres de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.



Fotografía 2.1. Aspectos de las vías terrestres en localidades de la Sierra Gorda – La Barranca, municipio de Pinal de Amoles.

2.6. Zonas Urbanas

En la figura 2.6 se presentan las principales cabeceras municipales del estado de Querétaro en la reserva como son: Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Peñamiller y Pinal de Amoles (en orden alfabético). También se representan las principales localidades, siendo un total de 689, distribuidas por municipio de la siguiente manera: 88 en Arroyo Seco, 150 de Jalpan de Serra, 106 de Landa de Matamoros, 138 de Peñamiller y 207 de Pinal de Amoles. Incluyen en total 689 localidades, contando las cabeceras municipales, con un total de 103,923 habitantes. La mayoría de las localidades son de tipo rural menores de 2,500 habitantes, solo en Jalpan se tiene una localidad mayor a 2,500 pero menor de 15,000 habitantes. (Fuente: XIII Censo General de Población y Vivienda 2010. INEGI).

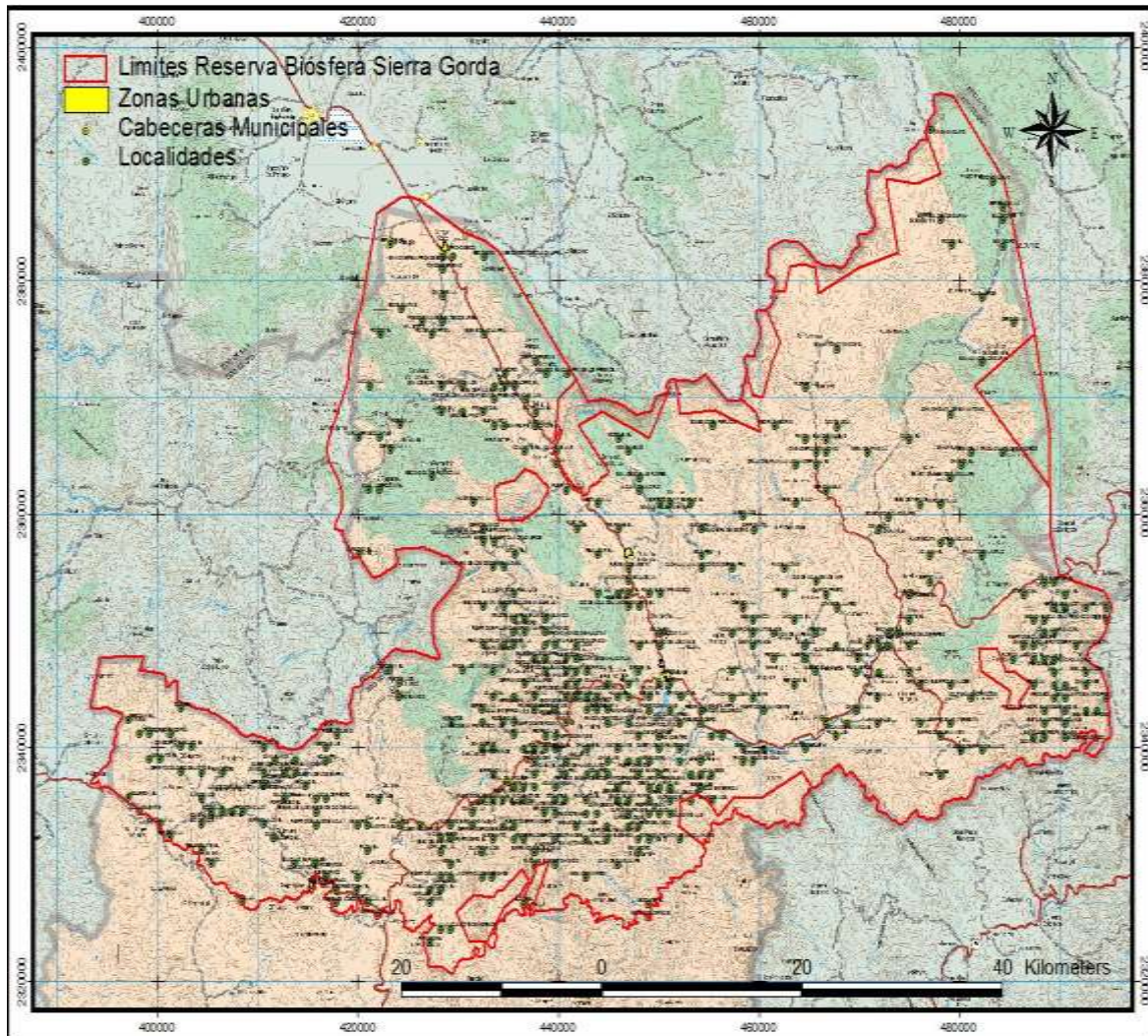


Figura 2.6. Zonas urbanas y localidades de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

2.7. Hidrología

La reserva de la Sierra Gorda de Querétaro cuenta con recursos hidrológicos de gran valor, distribuidos en tres subcuencas principales: río Santa María, río Extoraz y río Moctezuma, afluentes del río Pánuco; es en las laderas medias y altas donde se realizan los procesos de captación y aprovisionamiento de agua y el suministro de agua para las comunidades locales (fotografías 2.2 y 2.3).



Fotografía 2.2. y Fotografía 2.3. Se observa la disponibilidad de agua de muy buena calidad en Río Verdito y en la Cañada, Landa de Matamoros, la cual es aprovechada para diversos usos, como agua potable, recreación y actividades productivas agropecuarias.

En el cuadro 2.4 y la figura 2.7 se desglosan los acuíferos presentes en la Sierra Gorda, identificándose para las zonas de amortiguamiento y núcleo de la Reserva.

Cuadro 2.4. Superficies de los acuíferos en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Acuíferos	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	Huasteca Potosina	159,028.00	41.43
	Tampaón – Zona de sierra	124,565.37	32.48
	Tolimán	68,648.41	17.90
	Xichu – Atarjea	5,631.65	1.47
	Zimapan	890.66	0.23
Subtotal	Zona de amortiguamiento	358,764.09	93.51
Núcleo	Huasteca Potosina	14,895.12	3.91
	Tolimán	5,163.02	1.34
	Tampaón – Zona de sierra	4,644.22	1.21
	Moctezuma	100.00	0.03
Subtotal		24,803.35	6.49
Total		383,567.44	100.00

Los acuíferos con mayor superficie en la zona de amortiguamiento son el de la Huasteca Potosina con 159,028.00 ha que equivalen al 41.43% de la superficie de la reserva en esa zona, el de Tambaón – Zona de sierra con 124,565.37 ha con el equivalente al 32.48% de la reserva, le sigue el de Tolimán con 68,648.41 ha en el 17.90%, además el de Xichu – Atarjea y Zimapan con menores superficies. En las zonas núcleo predominan el acuífero de la Huasteca Potosina con 14,895.12 ha equivalentes al 3.91%, y el de Tolimán y Tambaón – Zona de sierra con 5,163.02 y 4,644.22 ha respectivamente, y equivalentes al 1.34 y 1.21 en forma respectiva.

Así mismo, se presenta la información hidrológica de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, destacando que esta región cuenta con gran disponibilidad de recursos hídricos en las partes altas los cuales provienen de manantiales y escurrimientos con muy buena calidad de agua, los cuales se incrementan en la temporada de lluvias, con los cuales se cubren las necesidades de agua potable y uso agropecuario en Pinal de Amoles y Jalpan de Serra (fotografías 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7), pero en épocas de estiaje se tienen necesidades hídricas por cubrir, ya que no se cuenta con la suficiente infraestructura de captación, almacenamiento y aprovechamiento de estos recursos, siendo necesaria la implementación de infraestructura para la captación de agua de lluvia y escurrimientos que permita que no se tenga escasez o insuficiencia de este recurso en el estiaje.



Fotografía 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7. Algunos aspectos de la abundancia de agua en la Sierra Gorda de Querétaro, imágenes de Potrerillos-El Plátano, Landa de Matamoros y Ayutla.

Su aprovechamiento se ve afectado: por la insuficiencia de obras de captación y regulación, además de estar obsoletos como es el caso de la unidad de riego de la Presa Jalpan.

Otros aspectos que también afectan la disponibilidad de agua es la degradación de cuencas que afectan la calidad del agua, lo cual incide en su capacidad de empleo para la producción, aspectos de esto se observan en las fotografías 2.8, 2.9 y 2.10.

	<p>Fotografía 2.8. Tres Lagunas, localidad que debe su nombre a la presencia de estos tres cuerpos de agua que no son empleados eficientemente para las actividades agropecuarias de la localidad.</p>
<p>Fotografía 2.9. En la unidad de riego de la presa Jalpan se observa la falta de mantenimiento que con el tiempo ha hecho obsoleta la infraestructura hidroagrícola, como se observa los canales están rotos y levantadas las placas de concreto, lo que provoca pérdidas excesivas por infiltración durante su transporte hacia las unidades de producción.</p>	
	<p>Fotografía 2.10. Presa construída en la localidad de El Madroño para ser empleada por CFE y que actualmente no presenta ningun uso.</p>

Cabe mencionar que conforme se avanza hacia las zonas de semidesierto como es en Peñamiller, Cadereyta y San Joaquín estos recursos presentan déficits por lo cual en ambas zonas se deben de implementar programas de captación y aprovechamiento del recurso hídrico proveniente de lluvias y escurrimientos, los principales cuerpos y corrientes de agua existentes en la zona se muestran en la figura 2.8. En las fotografías 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17 y 2.18 se observan algunas estructuras que se emplean para la captación de agua de lluvia y escurrimientos.

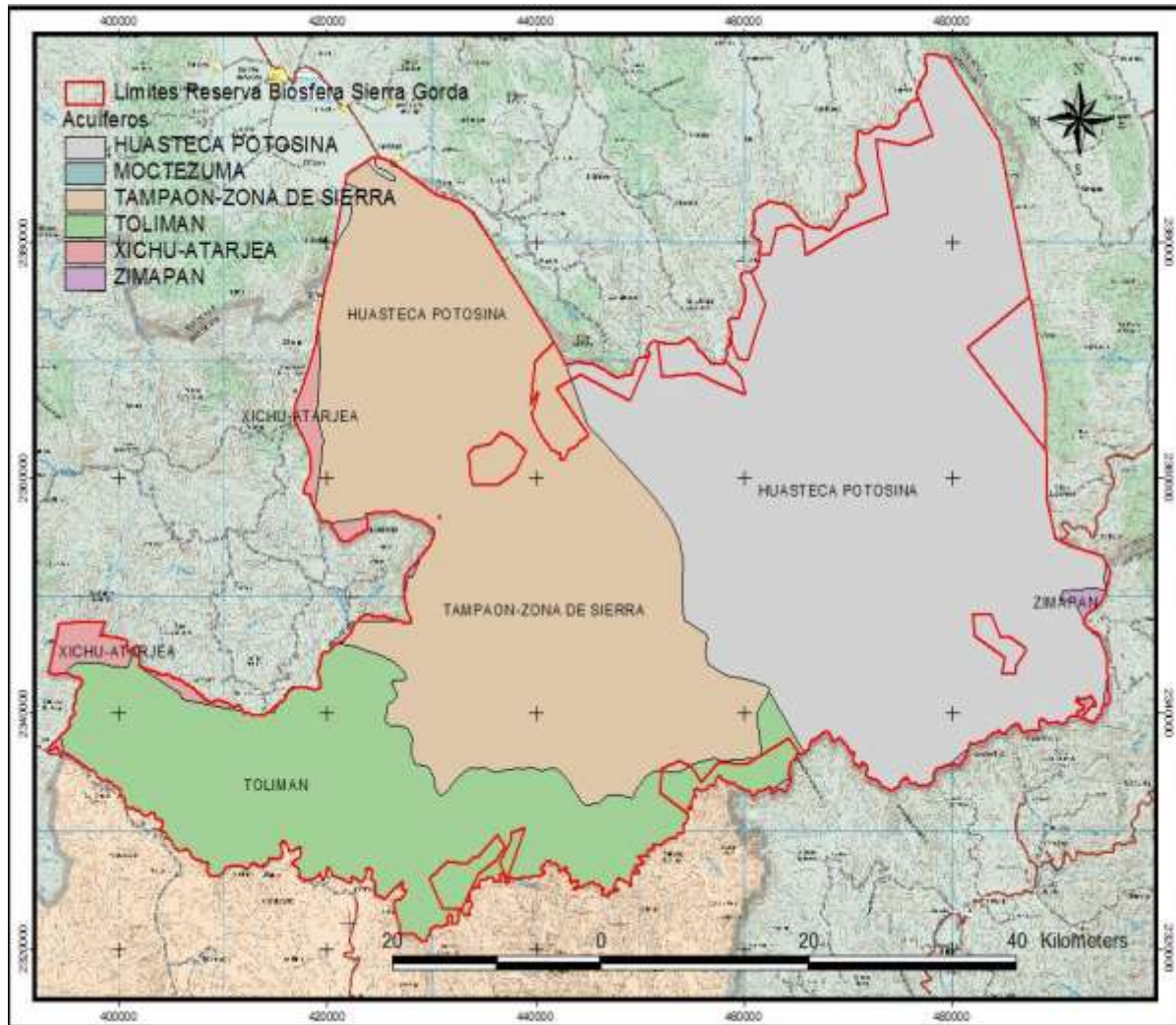


Figura 2.7. Acuíferos de la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro.

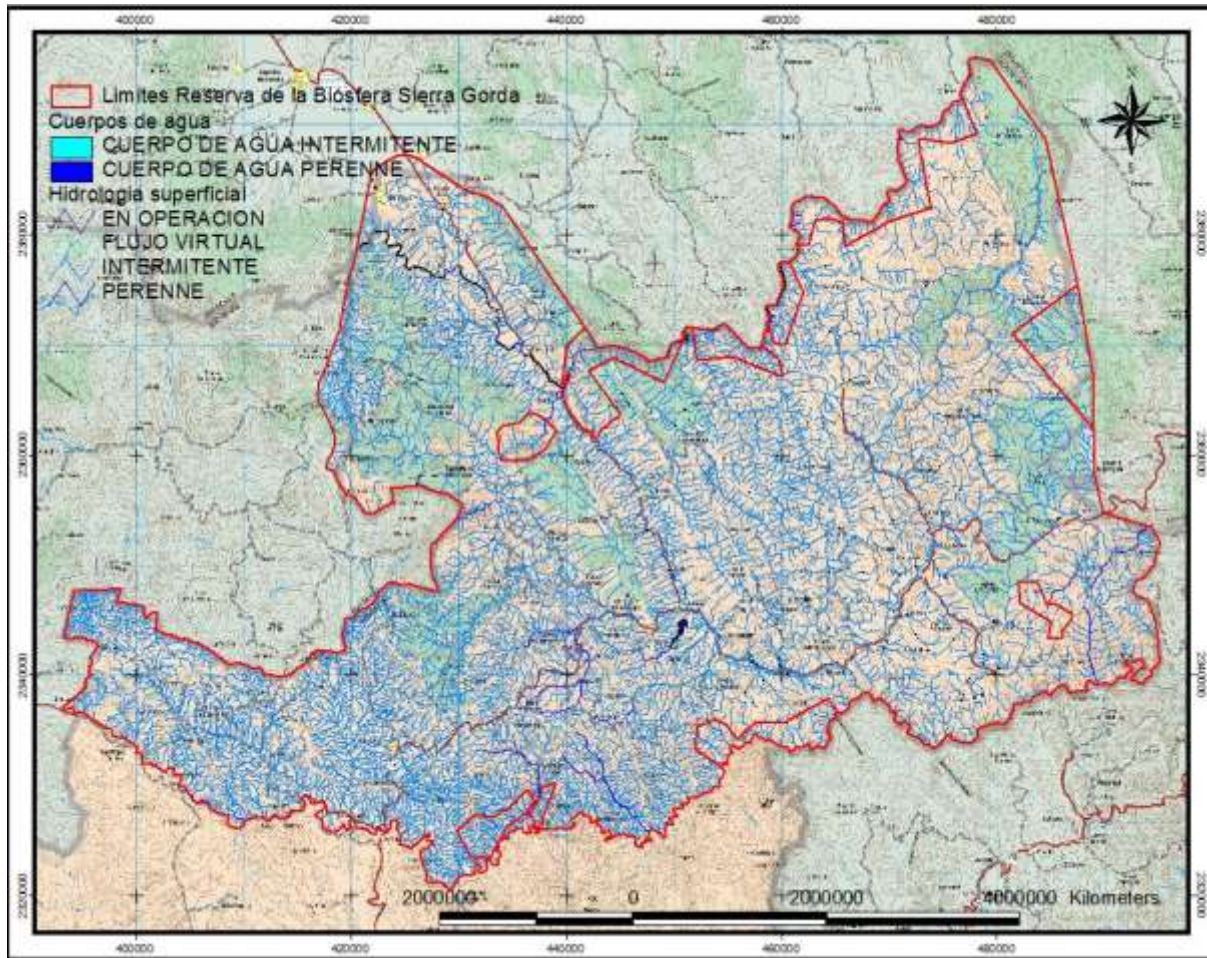


Figura 2.8. Hidrología superficial de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.



Fotografías 2.11 y 2.12. Infraestructura que se requiere para ser empleada en las técnicas de captación o cosecha de agua de lluvia, o escurrimientos, lo cual permite contar con este recurso para complementar las necesidades hídricas tanto en hogares y actividades agropecuarias

durante la época de estiaje. Se debe buscar el fomento de la misma mediante el fortalecimiento de capacidades teóricas y prácticas y contar con recursos para su implementación en las localidades donde se requiera, además de realizar el uso eficiente del agua.



Fotografías 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17 y 2.18. Aunque la Sierra Gorda de Querétaro tiene amplia disponibilidad hídrica, su distribución espacial y temporal incide en su aprovechamiento, en las fotografías se pueden observar diversos sistemas de captación de agua de lluvia y escurrimientos, los cuales son necesarios para uso potable y en actividades agropecuarias. Fotografías de Pinalito de la Cruz, El Lindero, Potrerillos y la Cañada.

2.8. Climas

Las estaciones climatológicas ubicadas en la reserva son: 22002 Ayutla, Arroyo Seco, 22007 Jalpan, Jalpan (DGE), 22008 Jalpan, Jalpan (SMN), 22012 Peñamiller (SMN), 22019 La lagunita, 22036 Arroyo Seco, Arroyo Seco, 22051 El Comedero, Peñamiller, 22062 Guillén, Peñamiller y 24090 Tanzacaba, Tamasopo. Mientras que la estación hidrométrica ubicada en la reserva es la Tansacaba con identificador 855 y coordenadas $-99^{\circ}20'$ grados y $21^{\circ}65'$ de latitud. Esta información se puede observar en la figura 2.9.

A partir de la información de dichas estaciones y la consulta de las cartas de INEGI, a continuación, se describen los climas presentes en la zona de estudio.

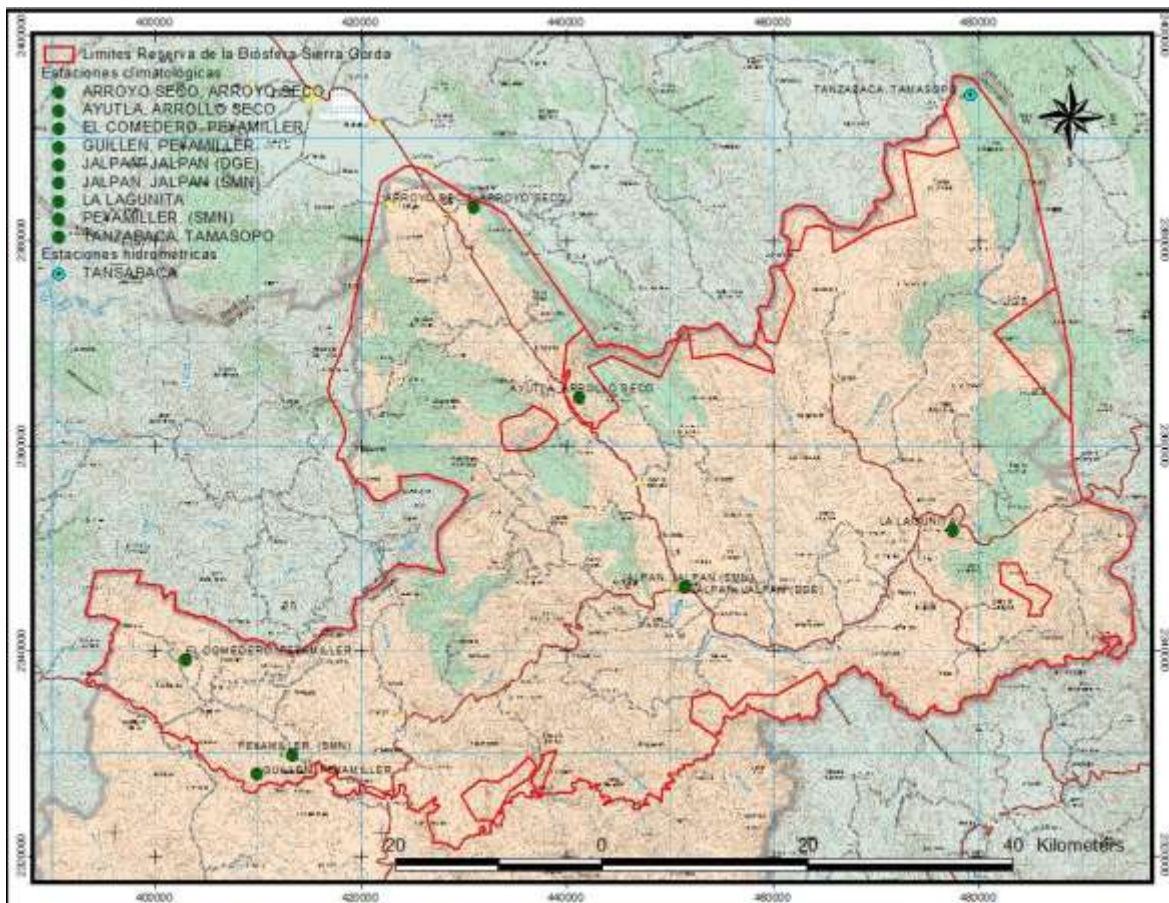


Figura 2.9. Estaciones climatológicas e hidrométricas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

De acuerdo con el cuadro 2.5, la distribución por tipos de clima indica que en la zona de amortiguamiento el predominante son los climas húmedos y subhúmedos, como el clima tipo Awo con 98,278.98 ha equivalentes al 25.61% de la reserva, le siguen en predominancia el

clima (A)C(w1) con 77,641.66 ha con un 20.24%, el clima (A)C(w2) con 45,125.29 ha equivalente al 11.76, el BS1hw con 44,727.75 ha con 11.66, el (A)C(wo) con 32,504.57 ha o 8.48%, el BS1(h')w con 21,797.49 ha con el 5.68% y el clima C(w1) con 16,674.94 ha equivalente al 4.35%.

En las zonas núcleo igual que en la de amortiguamiento, es el clima tipo Awo el que predomina con 7,191.59 ha equivalentes al 1.88% de la reserva, le siguen el BS1(h') w con 3,493.21 ha con 0.91%, el (A)C(m) con 3,135.65 ha con 0.82% y el Aw2 con 3,037.23 ha con 0.79%, lo cual se aprecia en la figura 2.10.

Cuadro 2.5. Superficies de los tipos de climas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Tipo de clima	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	Awo	98,278.98	25.61
	(A)C(w1)	77,641.66	20.24
	(A)C(w2)	45,125.29	11.76
	BS1hw	44,727.75	11.66
	(A)C(wo)	32,504.57	8.48
	BS1(h')w	21,797.49	5.68
	C(w1)	16,674.94	4.35
	(A)C(m)	7,973.64	2.08
	Aw2	7,266.69	1.89
	BSohw	2,373.73	0.62
	Aw1	1,775.92	0.46
	(A)Cf	1,676.48	0.44
	BS1kw	632.37	0.16
	Am	314.58	0.08
Subtotal		358,764.09	93.51
Núcleo	Awo	7,191.59	1.88
	BS1(h')w	3,493.21	0.91
	(A)C(m)	3,135.65	0.82
	Aw2	3,037.23	0.79
	(A)C(w2)	2,831.09	0.74
	(A)C(w1)	2,454.34	0.64
	Aw1	1,175.00	0.31
	BS1hw	520.68	0.14

Zona	Tipo de clima	Superficie	
		ha	%
	C(w1)	406.34	0.11
	(A)C(wo)	378.01	0.10
	(A)Cf	180.21	0.05
Subtotal		24,803.35	6.49
Total		383,567.44	100.00

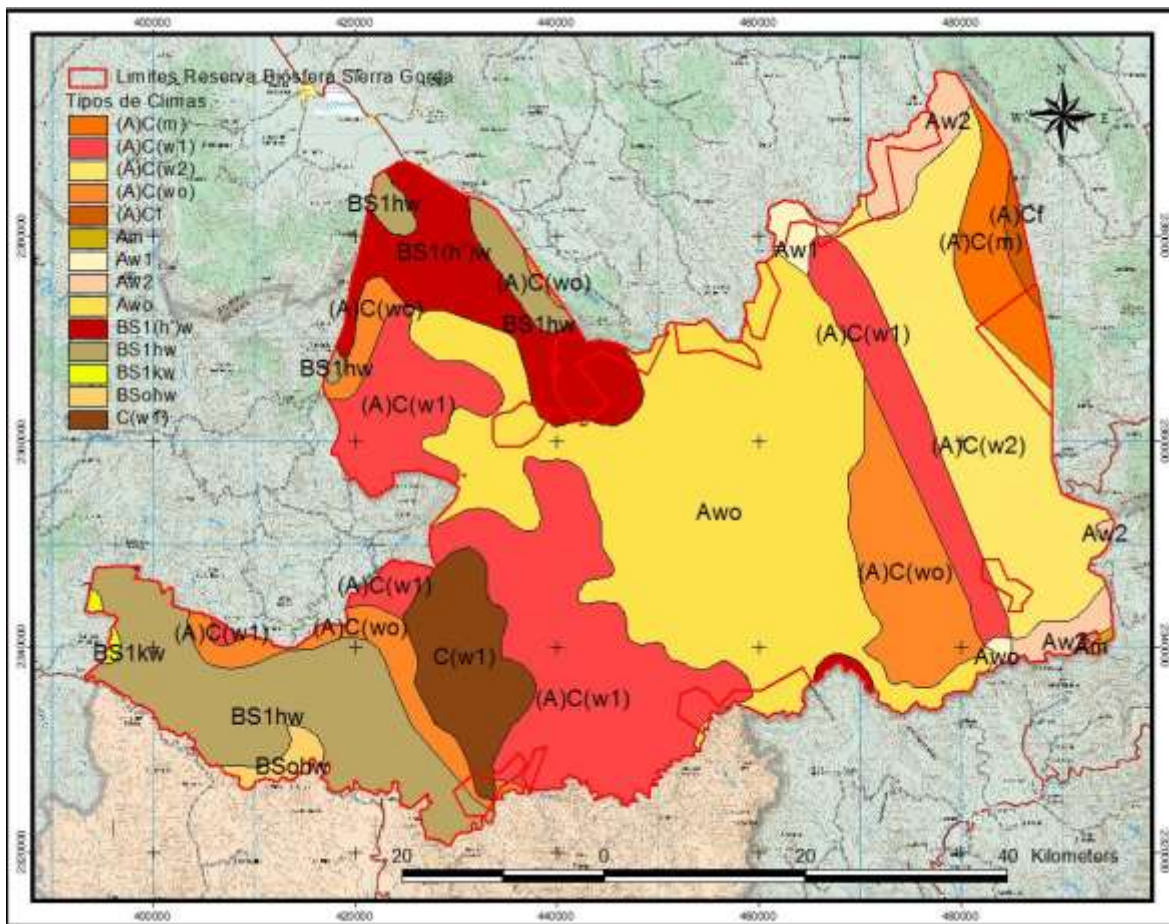


Figura 2.10. Tipos de climas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

Las temperaturas predominantes en la zona de amortiguamiento son las de 34 a 36°C muy cálidas con 102,305.37 ha equivalentes al 26.64% de la reserva, seguidas de 32 a 34°C muy cálidas con 88,788.90 ha con el 23.15% y las de 30 a 32°C muy cálida con 79,171.22 ha que equivalen al 20.64%. En las zonas núcleo también predominan las temperaturas de 34 a 36°C

muy cálidas con 11,300.79 ha equivalentes al 2.96%. Lo anterior se observa en el cuadro 2.6 y la figura 2.11.

Las temperaturas menores predominantes en la zona de amortiguamiento son las de 8 a 10°C semi-frías con 117,989.32 ha equivalentes al 30.73% de la reserva, seguidas de 6 a 8°C semi-frías con 86,852.09 ha con el 22.65% y las de 10 a 12°C semi-frías con 82,074.36 ha que equivalen al 21.40%. En las zonas núcleo predominan las temperaturas menores de 10 a 12°C semi-frías con 12,672.91 ha equivalentes al 3.346%. Lo anterior se observa en el cuadro 2.7 y la figura 2.12.

Cuadro 2.6. Superficies de los rangos de temperaturas mayores o isotermas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Rango de temperatura	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	De 34 a 36°C Muy cálida	102,305.37	26.64
	De 32 a 34°C Muy cálida	88,788.90	23.15
	De 30 a 32°C Muy cálida	79,171.22	20.64
	De 28 a 30°C Muy cálida	43,534.11	11.35
	De 24 a 26°C Cálida	24,197.80	6.31
	De 26 a 28°C Muy cálida	20,766.69	5.42
	Subtotal Zona de amortiguamiento	358,764.09	93.51
Núcleo	De 34 a 36°C Muy cálida	11,300.79	2.96
	De 28 a 30°C Muy cálida	4,533.37	1.19
	De 32 a 34°C Muy cálida	4,395.08	1.14
	De 26 a 28°C Muy cálida	3,103.05	0.81
	De 24 a 26°C Cálida	781.82	0.20
	De 30 a 32°C Muy cálida	689.24	0.19
	Subtotal	24,803.35	6.49
	Total	383,567.44	100.00

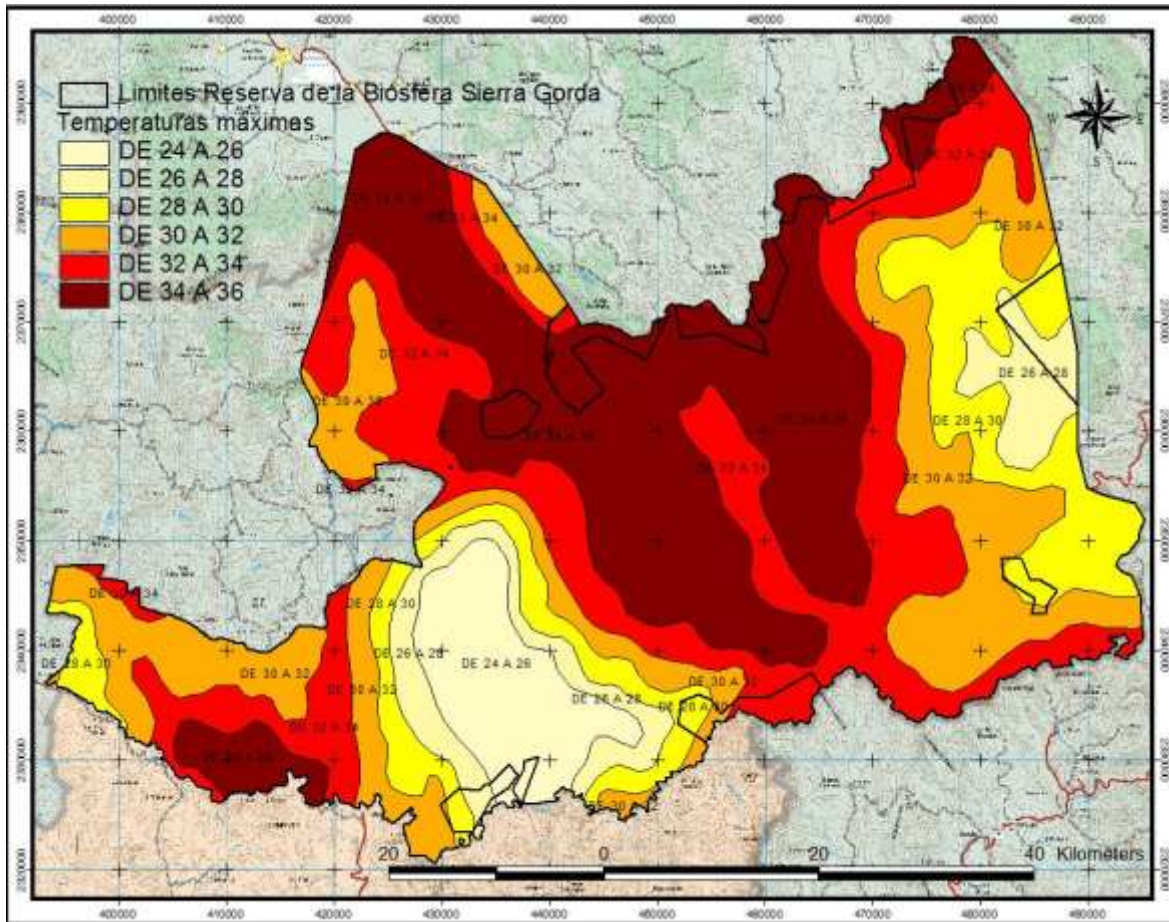


Figura 2.11. Temperaturas promedio mayores de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

Cuadro 2.7. Superficies de los rangos de temperaturas menores o isotermas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Rango de temperatura	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	De 8 a 10°C Semifrío	117,989.32	30.73
	De 6 a 8°C Semifrío	86,852.09	22.65
	De 10 a 12°C Semifrío	82,074.36	21.40
	De 5 a 6°C Semifrío	51,048.87	13.31
	De 4 a 5°C Fría	14,318.09	3.73
	De 2 a 4°C Fría	6,481.36	1.69
Subtotal		358,764.09	93.51

Zona	Rango de temperatura	Superficie	
		ha	%
Núcleo	De 10 a 12°C Semifrío	12,672.91	3.34
	De 6 a 8°C Semifrío	5,649.87	1.47
	De 8 a 10°C Semifrío	4,833.16	1.25
	De 5 a 6°C Semifrío	1,418.54	0.37
	De 4 a 5°C Fría	228.87	0.06
Subtotal		24,803.35	6.49
Total		383,567.44	100.00

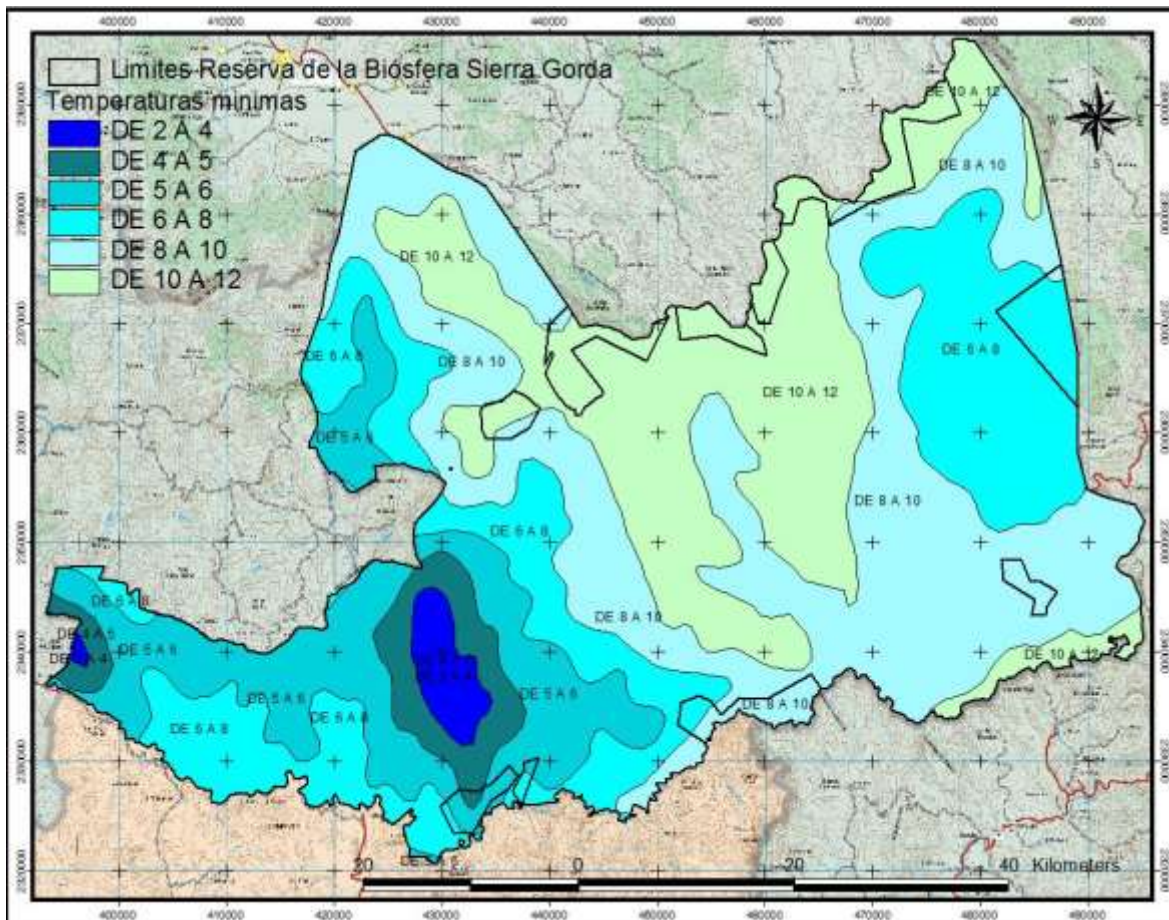


Figura 2.12. Temperaturas menores promedio de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

Los rangos de precipitación en las zonas de amortiguamiento y que predominan en mayor superficie son las de 800 a 1,000 mm en 117,775.92 que equivalen al 30.71% de la superficie de la reserva, y de 600 a 800 mm en 112,378.10 ha equivalentes al 29,26%. En las zonas núcleo predominan las precipitaciones de 600 a 800 mm en una superficie de 9,578.81 ha siendo el equivalente al 2.52% del área de la reserva en estas zonas. Lo descrito anteriormente se observa en el cuadro 2.8 y la figura 2.13. En la fotografía 2.19 se observan condiciones de lluvia que ocurren regularmente en la parte alta de la Sierra Gorda entre Jalpan de Serra y Pinal de Amoles.

Cuadro 2.8. Superficies de los rangos de precipitación - isoyetas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Rango de precipitación	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	De 800 a 1,000 mm	117,775.92	30.71
	De 600 a 800 mm	112,378.10	29.26
	De 1,500 a 1,800 mm	44,524.50	11.61
	De 400 a 500 mm	28,692.95	7.48
	De 500 a 600 mm	22,089.81	5.76
	De 1,000 a 1,200 mm	11,773.56	3.07
	De 1,200 a 1,500 mm	9,462.83	2.47
	De 2,000 a 2,500 mm	7,476.77	1.95
	De 1,800 a 2,000 mm	4,589.65	1.20
	Subtotal Zona de amortiguamiento	358,764.09	93.51
Núcleo	De 600 a 800 mm	9,578.81	2.52
	De 1,500 a 1,800 mm	5,275.66	1.38
	De 800 a 1000 mm	3,526.98	0.92
	De 1,800 a 2,000 mm	2,372.89	0.62
	De 1,000 a 1,200 mm	1,440.87	0.37
	De 1,200 a 1,500 mm	949.34	0.25
	De 500 a 600 mm	914.17	0.24
	De 2,000 a 2,500 mm	552.81	0.14
	De 400 a 500 mm	191.82	0.05
	Subtotales ZN	24,803.35	6.49
	Totales RB SG	383,567.44	100.00

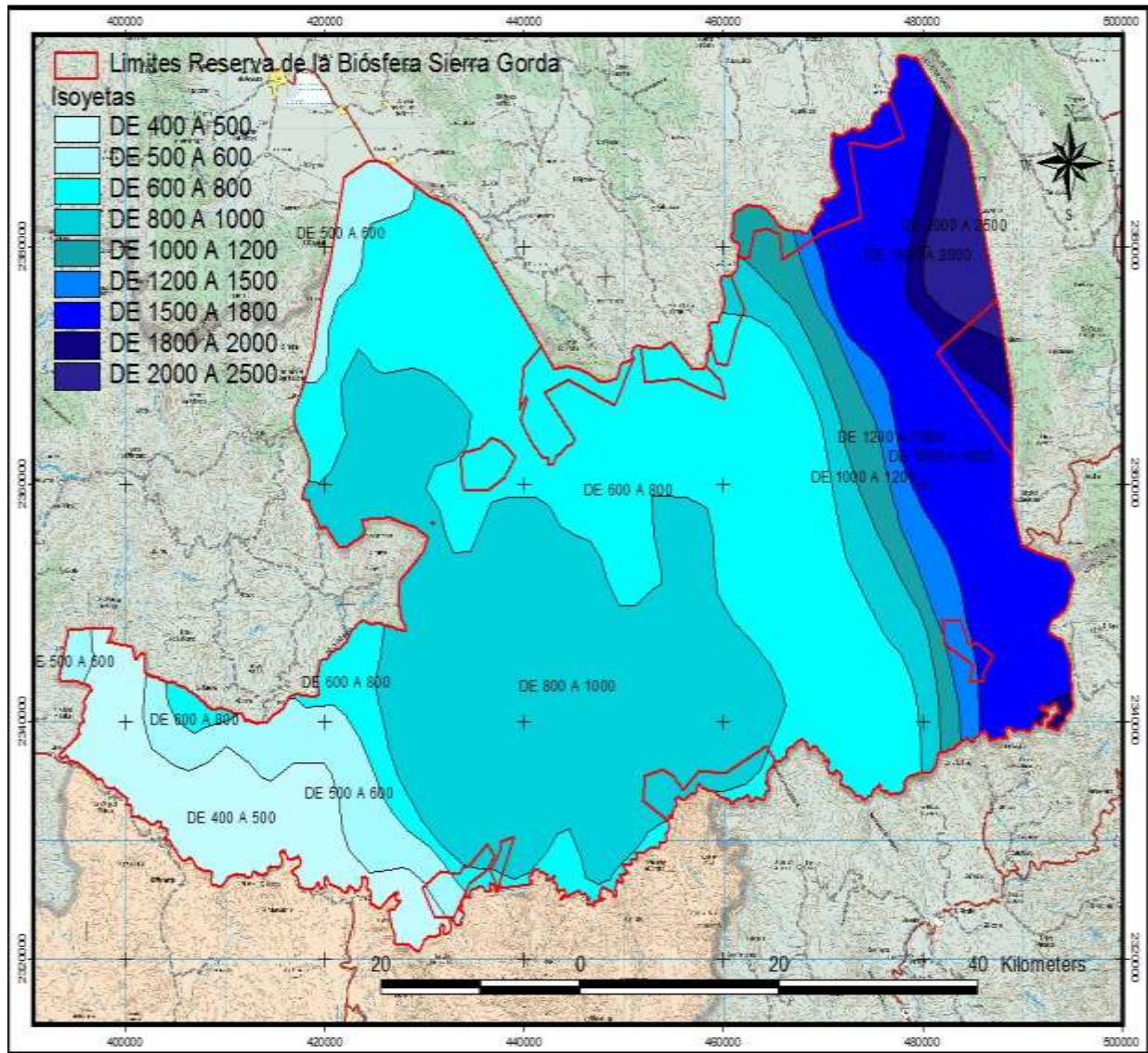


Figura 2.13. Isoyetas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.



Fotografía 2.19. En la fotografía se observan aspectos de la precipitación que se presenta en las partes altas de la Sierra Gorda – carretera Jalpan de Serra a Pinal de Amoles.

2.9. Edafología

Las clases de suelos predominantes en la zona de amortiguamiento son los litosoles con 166,897.13 ha equivalentes al 43.45% de las misma, suelos de color negro o gris muy oscuro, con altos contenidos de nutrientes y que presenta desde 10 cm de profundidad en laderas y pendientes abruptas con alto riesgo de erosión, hasta 50 cm en los valles.

Le siguen en predominancia los luvisoles con 112,214.96 ha con una equivalencia del 29.26%, suelos de color rojizo o pardo amarillento ácidos, con pedregosidad superficial (comunidades de Pinal de Amoles, Landa de Matamoros, Soledad de Guadalupe, La Lagunita, San Juan Buenaventura y San José del Tepame).

Se encuentran otras clases de suelos en menor superficie como los regosoles, estos se ubican al sur de Jalpan de Serra, suelos jóvenes con capa superficial de color grisáceo oscuro; textura migajón arcilloso, cuando están asociados con fluvisol éutrico de textura fina (al sur del cañón del río Jalpan); son delgados y cuando son profundos presentan pedregosidad superficial con cantidades altas de calcio, potasio y magnesio.

Otros suelos presentes son rendzina, feozem, cambisol, vertisoles y chernozem. En las zonas núcleo los suelos presentes son los litosoles con 15,950.13 ha que equivalen al 4.16% de esas zonas en la reserva, además de luvisoles con 7,316.91 ha con el 1.93% de la reserva, además de otros suelos como feozem, rendzina y cambisol. Lo anterior se observa en el cuadro 2.9 y la figura 2.15. En las fotografías 2.20 y 2.21 se observan perfiles y aspectos de algunos tipos de suelos.

Cuadro 2.9. Clases de Suelos en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Suelos	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	Litosol	166,897.13	43.45
	Luvisol	112,214.96	29.26
	Regosol	24,317.43	6.34
	Rendzina	18,131.44	4.73
	Feozem	14,525.43	3.79
	Cambisol	12,811.42	3.34
	Vertisol	9,744.17	2.57
	Sin nombre	70.65	0.02
	Chernozem	51.46	0.01
Subtotal		358,764.09	93.51
Zonas Núcleo	Litosol	15,950.13	4.16
	Luvisol	7,316.91	1.93
	Feozem	851.35	0.22
	Rendzina	673.44	0.18
	Cambisol	11.52	0.00
Subtotal		24,803.35	6.49
Total		383,567.44	100.00

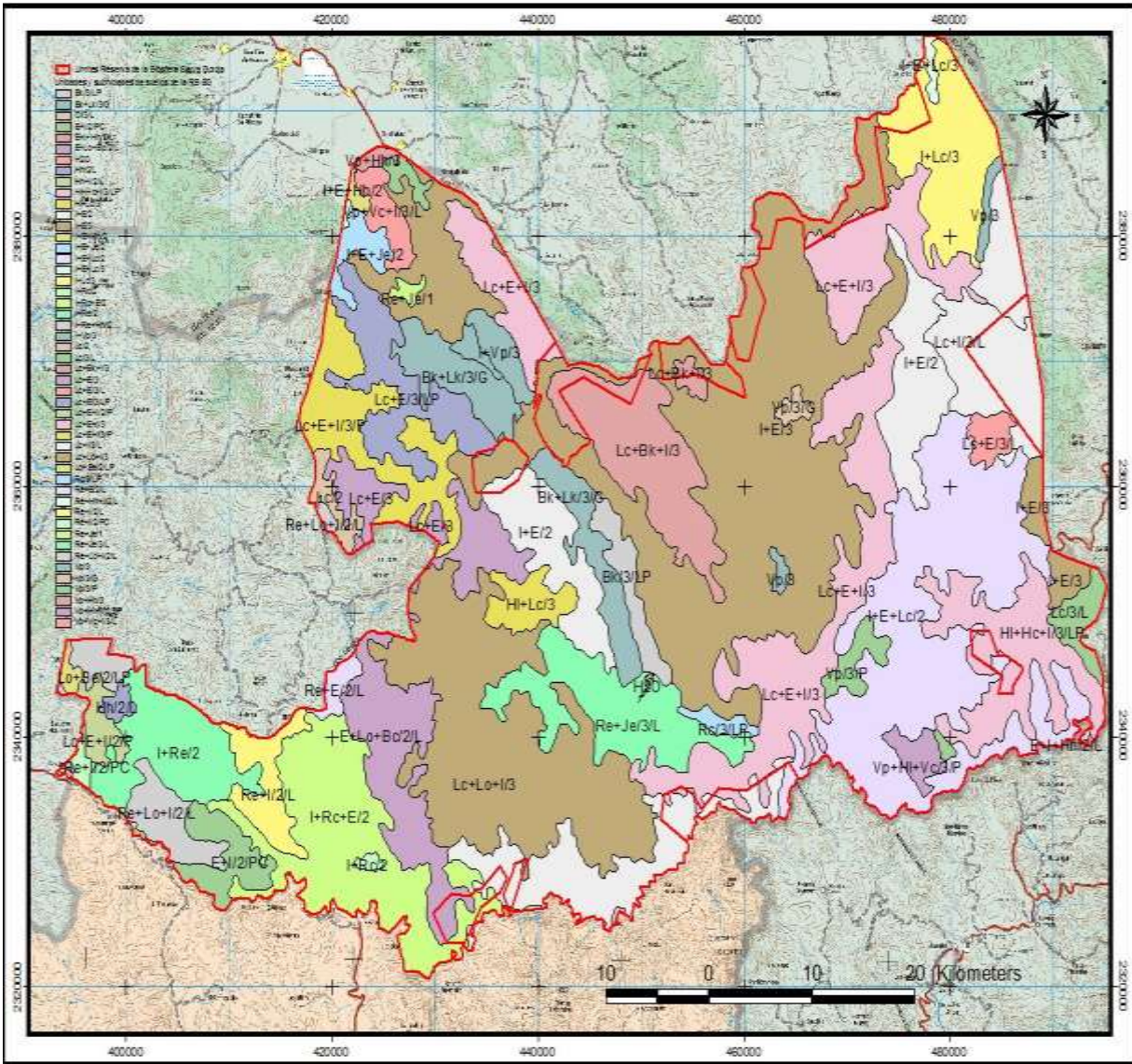


Figura 2.14. Mapa de Unidades y Subunidades de Suelos de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.



Fotografía 2.20. Suelos Litosoles, delgados, en lomerío y pedregosos, ejido El Plátano.



Fotografía 2.21. Perfil de suelos Regosol, donde se observa la capa arable a los 30-40 cm y el resto con formaciones de tepetate.

2.10. Provincias fisiográficas

En la mayor parte de la superficie de la reserva se encuentra presente la provincia fisiográfica denominada karst huasteco con una superficie de 317,136.45 ha que equivalen al 82.66% de la reserva y que se ubica en la zona de amortiguamiento. Otra provincia es la de sierras y llanuras del norte de Guanajuato con 41,627.64 ha con equivalencia al 10.85% de la superficie total. En las zonas núcleo se encuentran presentes las mismas provincias en superficies menores, como se muestra en el cuadro 2.10 y la figura 2.15.

Cuadro 2.10. Provincias fisiográficas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Acuíferos	Superficie	
		Ha	%
Amortiguamiento	Karst huasteco	317,136.45	82.66
	Sierras y llanuras del norte de Guanajuato	41,627.64	10.85
Subtotal		358,764.09	93.51
Núcleo	Karst huasteco	23,342.59	6.11
	Sierras y llanuras del norte de Guanajuato	1,460.76	0.38
Subtotal		24,803.35	6.49
Total		383,567.44	100.00

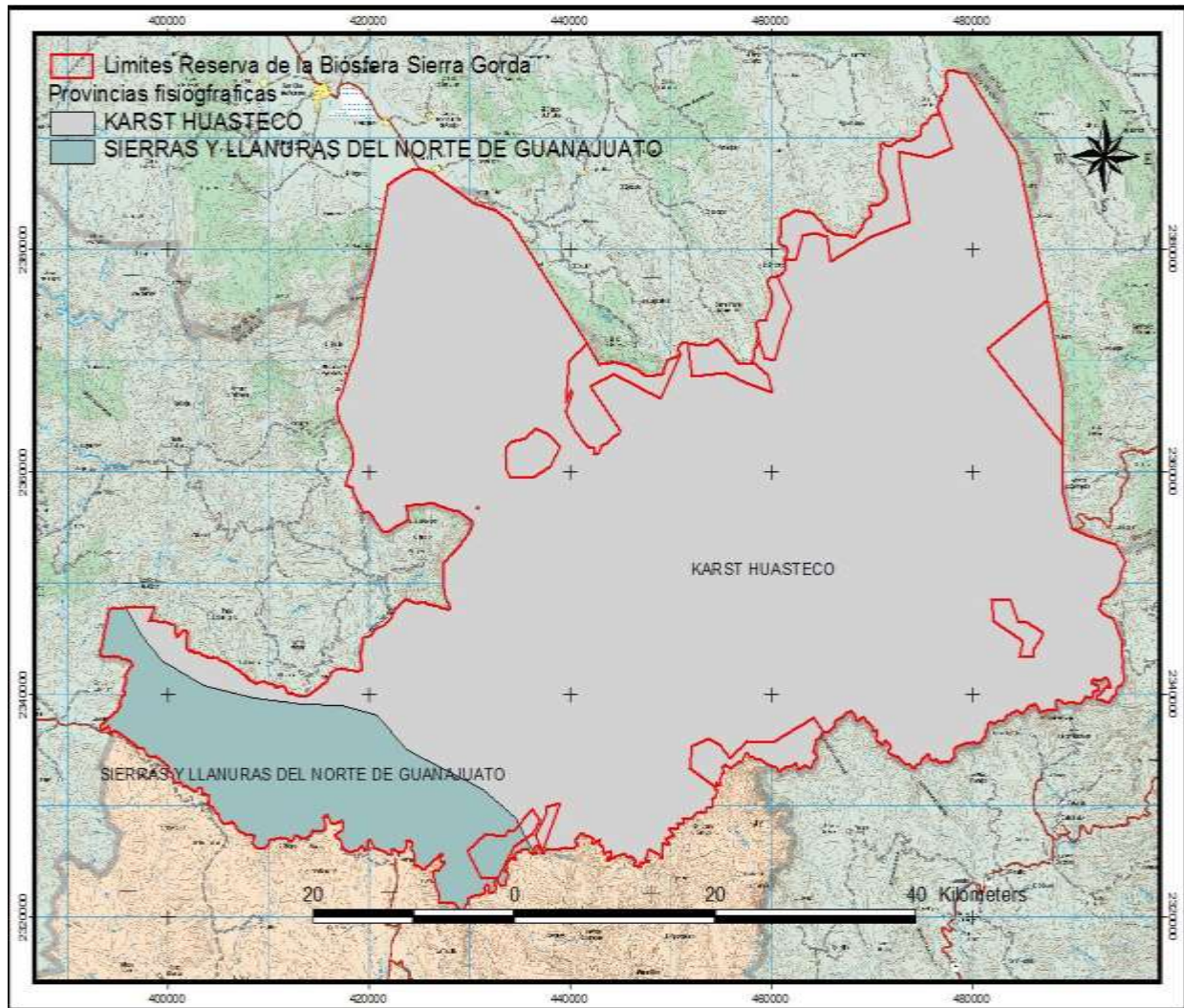


Figura 2.15. Mapa de Provincias Fisiográficas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.

2.11. Sistemas de topoformas

Los sistemas de topoformas presentes en la reserva de la biósfera son los de Sierra Alta Escarpada, en la zona de amortiguamiento se presenta en 209,254.89 ha con una equivalencia de 54.52%, otro sistema de topoformas predominante es la sierra alta de laderas convexas con 108,373.53 ha que equivalen al 28.26% de la reserva. En las zonas núcleo se tiene también la sierra alta escarpada con 12,912.87 ha que es equivalente al 3.39%. Lo anterior se puede observar en el cuadro 2.11 y la figura 2.26.

Cuadro 2.11. Sistemas de topoformas en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Topoforma	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	Sierra Alta Escarpada	209,254.89	54.52
	Sierra Alta de laderas convexas	108,373.53	28.26
	Cañón típico	35,131.46	9.16
	Llanura intermontaña aluvial	3,100.41	0.81
	Sierra plegada	2,903.80	0.76
Subtotal		358,764.09	93.51
Núcleo	Sierra Alta Escarpada	12,912.87	3.39
	Cañón típico	5,953.58	1.55
	Sierra alta de laderas convexas	3,473.98	0.91
	Sierra plegada	2,462.92	0.64
Subtotal		24,803.35	6.49
Total		383,567.44	100.00

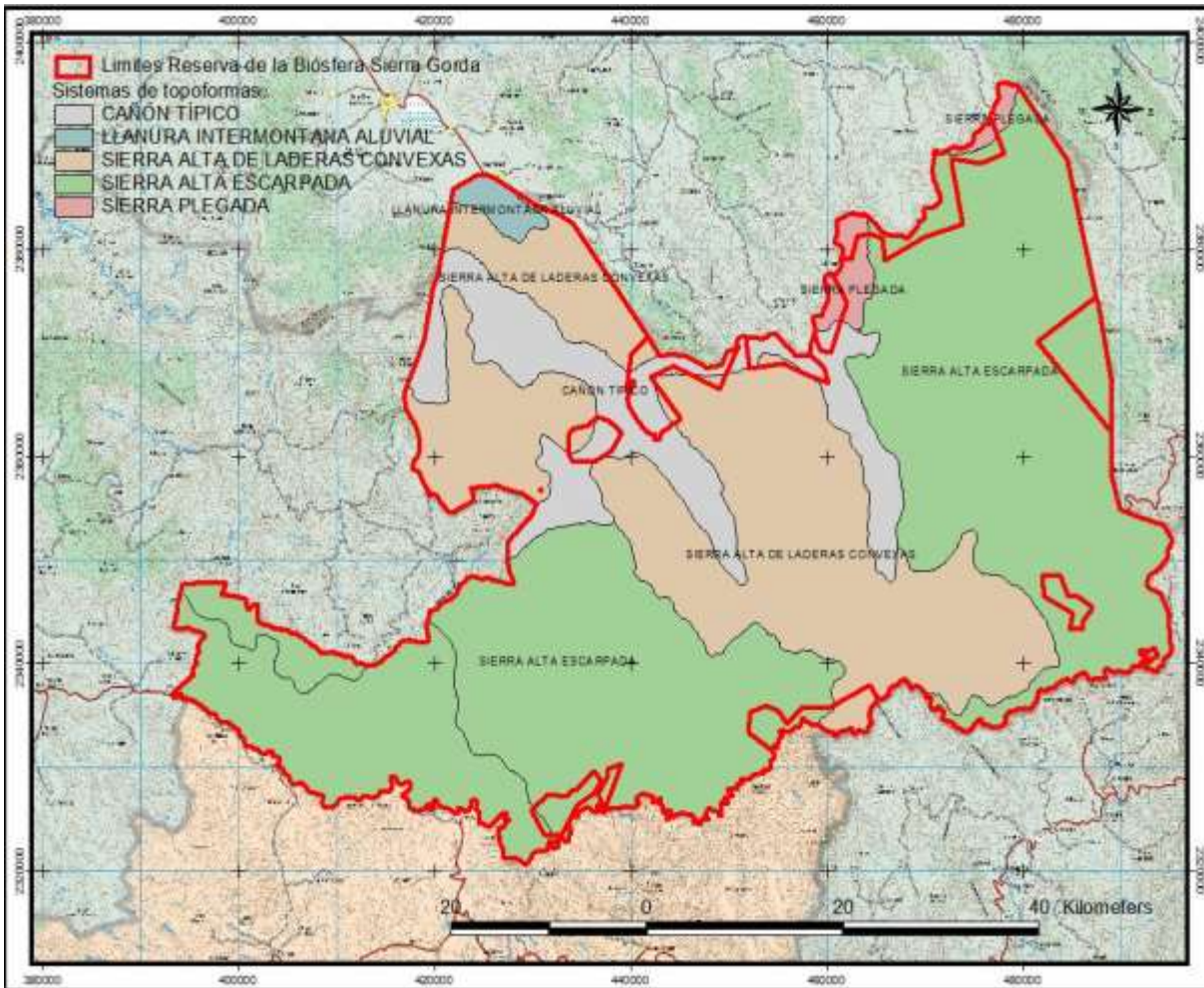


Figura 2.16. Mapa de Sistemas de topoformas de la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro.

2.12. Vegetación y uso productivo del suelo

Los tipos de vegetación dominantes en la Sierra Gorda son el bosque de encino (23.21%), la selva baja caducifolia (17.30%) y el matorral submontano (13.69%), presentes tanto en las zonas núcleo como en la de amortiguamiento, cubriendo un 54.20% de la superficie total. Mientras que las áreas dedicadas a la producción agropecuaria, representadas por la agricultura de temporal (9.90%) y riego (0.76%) y los pastizales inducidos (5.89%) y cultivados (0.48%), representan el 17.03% de la superficie total de la Reserva de la Sierra Gorda. Así mismo, cabe destacar que las áreas cubiertas por otros tipos de vegetación conforman un mosaico interesante y mega-diverso debido a las condiciones particulares de altitud, temperatura y humedad variables, como se muestra en el cuadro 2.12 y la figura 2.17. En las fotografías 2.22 a 2.28 se observan diversos sistemas de producción que se localizan en la Sierra Gorda de Querétaro.

Cuadro 2.12. Vegetación y uso productivo del suelo en la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda de Querétaro (Zonas de amortiguamiento y zonas núcleo).

Zona	Tipo de vegetación	Superficie	
		ha	%
Amortiguamiento	Bosque de encino	89,119.38	23.21
	Selva Baja Caducifolia	66,387.09	17.30
	Matorral submontano	52,482.83	13.69
	Agricultura de Temporal	37,883.53	9.90
	Bosque de Encino-Pino	26,040.58	6.79
	Bosque de Pino-Encino	22,977.55	5.98
	Pastizal inducido	22,572.88	5.89
	Bosque de Táscate	18,202.33	4.74
	Matorral crausicaule	9,179.57	2.39
	Bosque Mesófilo de Montaña	3,295.67	0.85
	Agricultura de Riego	2,904.83	0.76
	Selva Mediana Subperennifolia	2,313.89	0.60
	Bosque de pino	1,910.98	0.50
	Pastizal cultivado	1,873.90	0.48
	Asentamientos humanos	402.06	0.10
	Zona Urbana	330.01	0.09
	Matorral de Coníferas	264.19	0.07
	Selva Alta Perennifolia	246.49	0.04
	Matorral Desértico Rosetófilo	138.86	0.02
	Selva de Galería	92.89	0.02
	Vegetación de Galería	82.93	0.02
	Cuerpo de agua	70.65	0.02
	Subtotal		358,764.09
Núcleo	Selva Baja Caducifolia	9,874.10	2.59
	Bosque de Encino	5,648.55	1.48
	Selva Mediana Subperennifolia	3,070.69	0.82
	Matorral Submontano	2,133.22	0.55
	Bosque de Encino-Pino	1,450.02	0.37
	Bosque de Pino-Encino	1,332.17	0.35
	Bosque de Táscate	996.39	0.26

Zona	Tipo de vegetación	Superficie	
		ha	%
	Pastizal Inducido	124.41	0.03
	Pastizal Cultivado	87.12	0.02
	Bosque Mesófilo de Montaña	63.54	0.02
	Agricultura de Temporal	22.68	0.00
	Bosque de Pino	0.23	0.00
	Selva de Galería	0.18	0.00
	Agricultura de Riego	0.05	0.00
Subtotal			6.49
Total		383,567.44	100.00

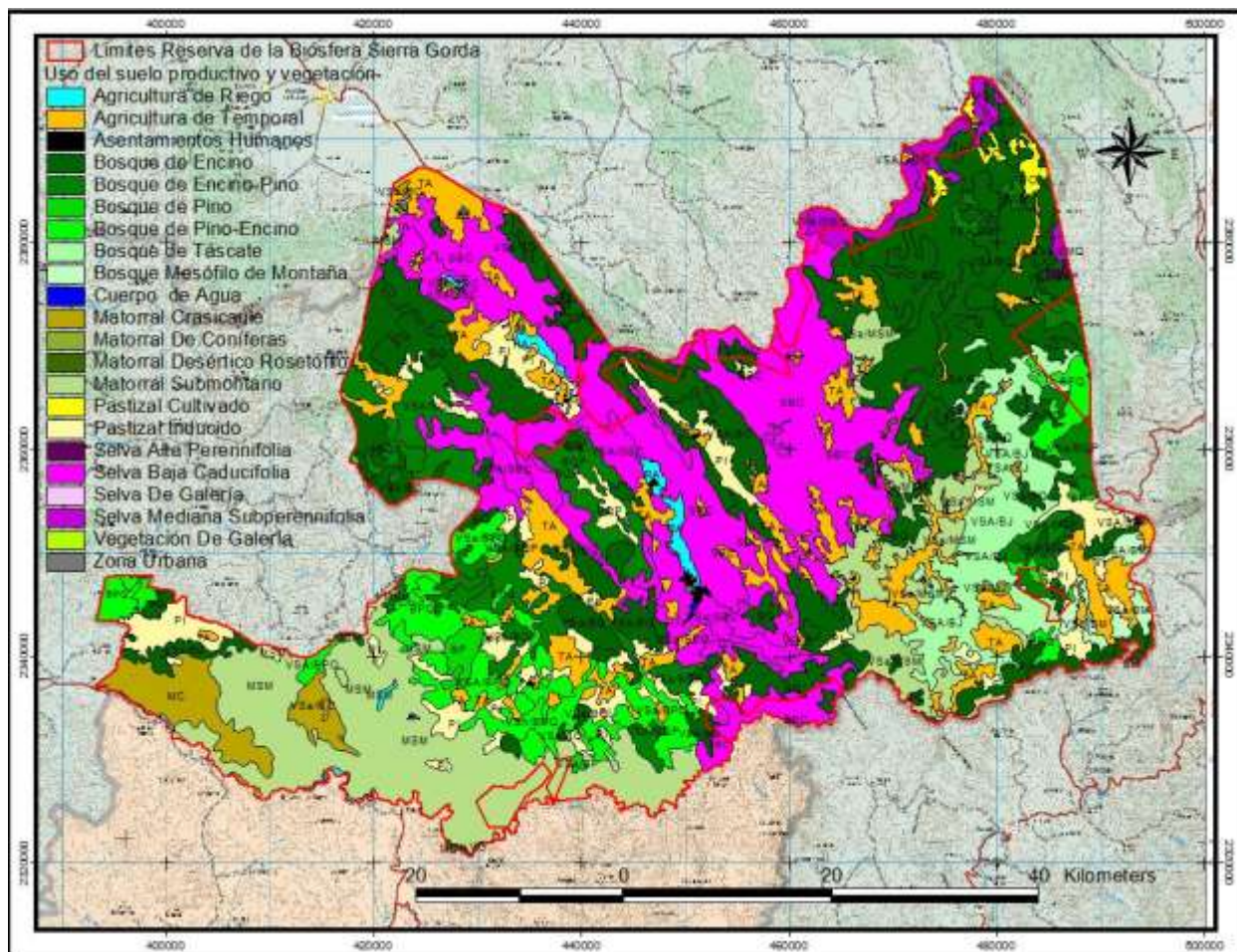


Figura 2.17. Uso del suelo productivo y vegetación de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.



Fotografía 2.22. Sistemas de producción en la Sierra Gorda, producción de jitomate en la unidad de producción El Lindero, Jalpan de Serra.



Fotografía 2.23. Sistema de producción manzana- maguey para pulque, localidad de Pinalito de la Cruz, Landa de Matamoros.



Fotografía 2.24. Producción de maíz en Landa de Matamoros.



Fotografía 2.25. Sistemas pecuarios, pastizales en la Florida, Arroyo Seco.



Fotografía 2.26. Papaya en vega de río, El Salado, Peñamiller.



Fotografía 2.27. Jitomate en vega de río, El Salado, Peñamiller.



Fotografía 2.28. Aguacate en la localidad de El Plátano, Pinal de Amoles.

3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA SIERRA GORDA

La Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (RBSG) se encuentra formada por cinco municipios del estado de Querétaro, localizados en su extremo norte-noreste. Dichos municipios son Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Peñamiller y Pinal de Amoles, de los cuales los tres primeros se encuentran en su totalidad dentro de dicha Reserva, mientras que los dos restantes contribuyen con la mayor parte de su territorio a la misma, como se observa en la figura 3.1.



Fuente: Modificado de <http://mapas.queretaro.gob.mx/#>

Figura 3.1. Localización de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda y los municipios del estado de Querétaro que la comprenden.

Bajo este contexto, a continuación, se presentará una breve referencia histórica del municipio Jalpan de Serra, previo a la descripción de sus actividades económicas.

3.1. Referencia histórica del municipio de Jalpan de Serra, en la Sierra Gorda

La palabra Jalpan es un vocablo compuesto proveniente del náhuatl, que significa lugar sobre arena (xalli = arena y pan = sobre), agregándose el apellido del misionero Fray Junípero Serra. La historia de este municipio se remonta a la época prehispánica, en la que sus primeros pobladores fueron de origen Olmeca, asentándose alrededor de 1700 a 1000 a.C. Posteriormente, transitaron otros grupos pertenecientes a las culturas Teotihuacana, Tolteca, Huasteca y Totonaca, según consta por los diversos vestigios arqueológicos presentes en la zona. Sus habitantes desarrollaron principalmente actividades agrícolas, como el cultivo del maíz y aprovechamiento del maguey, así como la minería, de la cual explotaron principalmente plata, plomo, fluorita, mercurio y cinabro. Al paso del tiempo, el territorio fue objeto de asedio por diversos grupos culturales como los Chichimecas y Jonaces, así como albergó también a pueblos como los Pames y Ximpeces, que se integraron a su forma de vida. Hacia el año 1400 d.C., los Mexicas y Purépechas penetraron el territorio queretano, quedando finalmente subyugados a los Mexicas.

La conquista española en territorio queretano se concretó en 1529, con la fundación del pueblo Huimilpan, avanzando posteriormente con la fundación de otras poblaciones como Querétaro (1531) y el establecimiento de la Fortaleza de los Chichimecas (1546) y de nuevos pueblos de indios Otomíes. Así mismo, se inicia la expansión de la evangelización promovida por los misioneros Dominicos, Agustinos y Franciscanos, edificándose así las primeras misiones con paredes de adobe y techos de paja. En 1744 se fundó el pueblo de Jalpan y se construyeron las misiones más importantes como son: Jalpan, Landa, Tilaco, Tancoyol y Concá, y se establecieron en ellas 54 familias provenientes de Querétaro. En 1748 se derrota finalmente a los Chichimecas y se da un proceso de pacificación en la que los misioneros juegan un papel muy importante, destacándose la participación de Fray Junípero Serra y Fray Francisco Palou, a partir de 1750, logrando la integración espiritual, cultural, social y productiva de los indígenas de esta parte de la Sierra Gorda.

El desarrollo económico de Jalpan es incipiente durante esta época, al no representar un sitio de interés económico más que militarmente estratégico. No obstante, Jalpan destaca durante la época de la Independencia, donde el movimiento alcanzó su máxima expresión, siendo duramente castigado en 1819. Una vez que la Independencia triunfara, Jalpan resurge a la vida económica y social, sin dejar de ser sede de algunos acontecimientos y lugar de refugio de las fuerzas conservadoras comandadas por el general Tomás Mejía, que asedió y logró tomar la plaza de Querétaro en 1857. Fue hecho prisionero y fusilado junto con Maximiliano de Habsburgo, quedando al mando su segundo, Rafael Olvera, quien se rindiera ante Benito Juárez y fuera nombrado gobernador del Estado de Querétaro, propiciando el resurgimiento de la paz en la región.

Posteriormente, el acercamiento de los servicios como la construcción de una carretera de terracería que comunicaba con la capital del estado (1880), la introducción del teléfono, la energía eléctrica, el telégrafo y la molienda de la caña de azúcar, impulsó el desarrollo de la región. Sin embargo, el movimiento revolucionario frenó el desarrollo nuevamente. Es a partir de 1962, que Jalpan sufre un desarrollo sostenido al lograrse la construcción de infraestructura y el establecimiento de servicios básicos como caminos, carretera, puentes, energía eléctrica y agua potable.

Con base en su vocación, la superficie total del Municipio de Jalpan se distribuye en los siguientes usos del suelo: 12.7% agrícola; 65.2% agropecuario, 16.4% forestal y 5.7% otros usos (comercio, viviendas, oficinas y espacios públicos).

3.2. Actividades económicas

3.2.1. Producción agrícola

La actividad agrícola en este municipio se enfoca principalmente a la producción de maíz y frijol, encontrando pequeñas áreas dedicadas a otro tipo de cultivos como mango, chile, sorgo y tomate rojo, como puede observarse en el cuadro 3.1.

3.2.2. Producción ganadera

La ganadería presente en este municipio es principalmente dedicada a la producción de bovino y gallinas, como se muestra en el cuadro 3.2. Este municipio es el que concentra la mayor población de bovinos en la Sierra Gorda. Las funciones objetivas en cada caso son la carne en canal y el huevo para plato, como puede observarse en el cuadro 3.3.

3.2.1. Producción forestal

La importancia de las áreas forestales en Jalpan de Serra se hace evidente en el cuadro 3.4, donde se describe que más del 70% se encuentra cubierto con diversos tipos de bosque. Mientras que el cuadro 3.5 resume el volumen y el valor de la producción forestal maderable reportada para el año 2014, que asciende a 3,570.00 m³ con un valor de \$1'989,000.00. Sin embargo, no se reporta el volumen de aprovechamiento forestal autorizado para el mismo año, lo que hace pensar, como en el caso del municipio Arroyo Seco, en una falta de regulación de esta actividad en el municipio.

3.2.1. Minería

Este tipo de actividad no tiene relevancia actualmente para el municipio. Sin embargo, el Servicio Geológico Mexicano reporta en su documento Panorama Minero del Estado de Querétaro, publicado en diciembre de 2014, la existencia de un proyecto en exploración en la mina La Guadalupe, para los minerales oro, plata, cobre, zinc y plomo, como se muestra en la figura 3.2.

Cuadro 3.1. Principales cultivos, superficie, producción y valor de la producción del municipio Jalpan de Serra, Querétaro (2014).

Cultivo/ Frutal	Tipo o Variedad	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)	Modalidad		Ciclo
								Superficie (ha)	Riego o Temporal	
Chile	Serrano	7.00	7.00	102.90	14.70	5,279.43	543.25	7.00	Riego	PV
Frijol	Otros negros	422.00	302.00	43.58	0.14	8,154.11	355.36	412.00	Temporal	PV
								10.00	Riego	OI
Mango	Tommy atkins	3.00	3.00	17.40	5.80	3,200.00	55.68	3.00	Riego	Perenne
Maíz	Blanco	1,377.00	1,137.00	1,020.35	0.90	3,007.69	3,068.89	1,306.00	Temporal	PV
								56.00	Riego	PV
								15.00	Riego	OI
Sorgo	Forrajero verde	6.00	6.00	123.00	20.50	750.00	92.25	6.00	Temporal	PV
Sorgo	Sorgo grano	16.00	16.00	27.20	1.70	2,850.00	77.52	16.00	Temporal	PV
Tomate rojo (jitomate)	Saladette	19.00	19.00	1,003.20	52.80	5,128.35	5,144.76	19.00	Riego	PV

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp. SAGARPA. [Consultado el 28 de septiembre de 2016].

Cuadro 3.2. Inventario ganadero según especie para el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.

Especie	Unidades	Año			
		2013	2014	2015**	
Bovino	Carne	Cabezas	12,117	12,190	11,833
	Leche	Cabezas	83	78	83
Porcino		Cabezas	2,634	2,755	2,651
Ovino		Cabezas	1,750	1,557	1,401
Caprino		Cabezas	263	234	205
Asnal		Cabezas	276	248	223
Caballar		Cabezas	421	387	356
Mular		Cabezas	228	207	186
Conejo		Cabezas	0	0	0
Ave*	Carne	Cabezas	12,865	12,500	13,050
	Huevo	Cabezas	2,500	2,300	2,200
Guajolote		Cabezas	1,450	1,276	1,148
Abeja		Colmenas	460	450	333

* Indica población por ciclo, en un año se contemplan cinco ciclos.

** Datos Preliminares

Nota: Debido a que el ganado de doble propósito (carne y leche), se reporta en bovino carne, los municipios de Pinal de Amoles, Arroyo Seco y Landa de Matamoros presentan producción de leche, pero no así inventario de cabezas de bovino leche.

Fuentes: Gobierno del Estado de Querétaro – SEDEA. 2014. Anuario Estadístico del Sector Rural del Estado de Querétaro 2014. Gobierno del Estado de Querétaro. Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

Gobierno del Estado de Querétaro – SEDEA. 2015. Anuario Estadístico del Sector Rural del Estado de Querétaro 2015. Gobierno del Estado de Querétaro. Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

Inventario ganadero por municipio, según especie. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Gobierno del Estado de Querétaro. Datos al 31 de diciembre de 2015 (Preliminar). http://sedea.queretaro.gob.mx/sites/sedea.queretaro.gob.mx/files/estadisticas/pecuario/INVENTARIO_2015.pdf

Cuadro 3.3. Volumen y valor de la producción pecuaria en el municipio Jalpan de Serra (2014).

Municipio		Jalpan de Serra	
Volumen de la producción	Carne en canal (toneladas)	Bovino	296.00
		Porcino	185.00
		Ovino	4.00
		Caprino	1.00
		Gallináceas	238.00
		Guajolotes	1.00
	Huevo para plato (toneladas)	12.00	
	Miel (toneladas)	4.00	
	Cera en greña (toneladas)	NS	
	Leche (miles de litros)	Bovino	216.00
Caprino		0.00	
Valor de la producción (miles de pesos)	Carne en canal	29,718.00	
	Huevo para plato	263.00	
	Miel	157.00	
	Cera en greña	6.00	
	Leche	Bovino	1,585.00
		Caprino	0.00

Fuente: Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD). SAGARPA. <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/index.jsp?recargar=false>. [Consultado el 06 de octubre de 2016]

Cuadro 3.4. Importancia de las áreas forestales en el municipio Jalpan de Serra, de acuerdo al uso del suelo y vegetación reportados en el Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Querétaro (2009).

Tipo de uso de suelo y vegetación	Superficie	
	(ha)	%
Agricultura temporal	8,965.03	7.56
Agricultura riego	2,594.57	2.19
Subtotal Agricultura	11,559.60	9.75
Bosque de encino	22,782.90	19.22
Bosque tropical caducifolio secundario	21,508.39	18.14
Bosque tropical caducifolio	19,549.83	16.49
Bosque de encino secundario	19,166.75	16.17
Bosque tropical subperennifolio	2,581.33	2.18

Tipo de uso de suelo y vegetación	Superficie	
	(ha)	%
Bosque de pino - encino	2,349.62	1.98
Bosque de táscate	1,624.93	1.37
Bosque tropical subperennifolio secundario	1,167.32	0.98
Bosque de pino secundario	388.15	0.33
Bosque de pino	108.66	0.09
Bosque mesófilo de montaña	107.56	0.09
Bosque de táscate secundario	0.29	0.00
Subtotal Bosque	91,335.73	77.05
Matorral subinerme secundario	9,042.22	7.63
Matorral subinerme	778.41	0.66
Subtotal Matorral	9,820.63	8.28
Pastizal inducido	5,157.15	4.35
Zona urbana	547.33	0.46
Cuerpo de agua	68.16	0.06
Sin vegetación	51.82	0.04
Total	118,540.43	100.00

Fuente: Modificado de: Gobierno del Estado de Querétaro – SEDEA. 2009. Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Querétaro. Departamento Forestal. Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro (SEDEA). Querétaro, México.

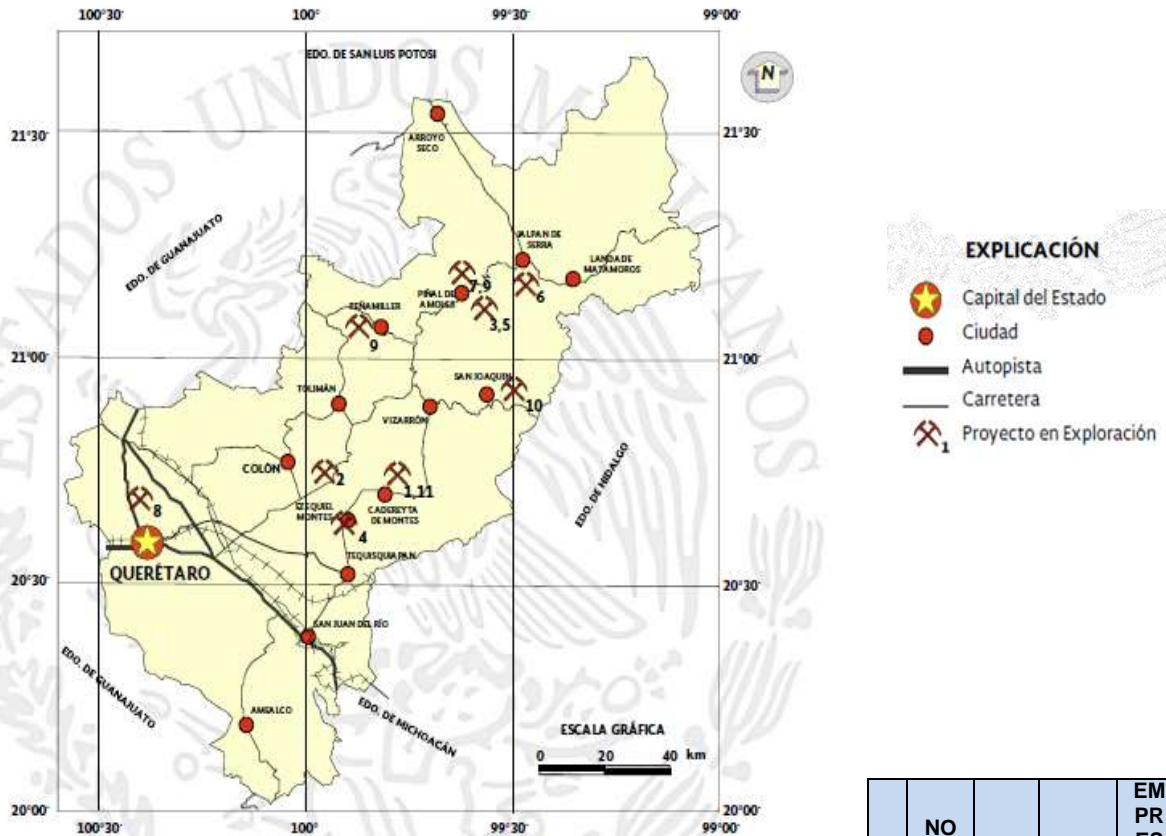
Cuadro 3.5. Volumen y valor de la producción forestal en el municipio Jalpan de Serra (2014).

Municipio	Volumen de la producción forestal		Valor de la producción forestal (miles de pesos)		Volumen de aprovechamiento forestal autorizado para el año 2014	
	Maderable (metros cúbicos rollo)	No maderable (toneladas)	Maderable	No maderable	Maderable (metros cúbicos rollo)	No maderable (toneladas)
Jalpan de Serra	3,570.00	0.00	1,989.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD). SAGARPA. <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/index.jsp?recargar=false>. [Consultado el 06 de octubre de 2016]

PROYECTOS EN EXPLORACIÓN

METÁLICOS



No.	NO MBRE PROY ECTO	MU NI CIP IO	SUB STA NCI AS	EM PR E A QU E EX PL OR A
1	Pat riar ca	Ca der ey ta	Au, Ag, Cu, Zn, Pb	Min era La Ne gra (Au rca na).
2	San Mar tín	Col ón	Au, Ag, Cu, Zn, Pb	Sta rco re Inte rnat ion al Min es

				Ltd (Ci a. Min era Pe ña de Ber nal)
3	Aidr a Fra cció n	Pin al de Am ole s	Au, Ag, Cu, Zn, Pb	Els a Alv ara do Pé rez y Soc ios.
4	El Tor o, El Águ ila, Par edón, San Ped ro	Ez equ iel Mo nte s	Au, Ag, Cu, Zn, Pb	Jua n Pe dro Bar ros o Día z Tor res
5	Los Ban quit os	Pin al de Am ole s	Au, Ag	Ser afín Go nzá lez Re yes
6	Min a La Gu ada lup e	Jal pan de Ser ra	Au, Ag, Cu, Zn, Pb	Lui s Mu ñoz Sá nch ez y Soc ios
7	Ro dez no Nor te, Sur	Pin al de Am ole s	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Cía . Min era Sie rra Gor da, S. A. de C. V.
8	San Ped rito	Qu eré tar	Au, Ag, Cu,	Sta rco re

		o	Zn, Pb	Internat ion al Min es Ltd b(C ia. Min era Pe ña de Ber nal)
9	Min a Gra nde	Pin al de Am ole s	Ag, Pb, Zn, Cu, Au	Mar ín Tor res Her rer a
10	Ga vilá n	San Joa quí n	Ag, Pb, Zn, Cu, Au	Solt oro, S. A. de C. V.
11	La Ne gra	Ca der eyt a	Ag, Pb, Zn, Cu, Au	Au arc ana Cor por atio n

Fuente: Servicio Geológico Mexicano. 2014. Panorama Minero del Estado de Querétaro. Dentro de la serie "Panorama Minero de los Estados". Servicio Geológico Mexicano (SGM). México. Diciembre 2014.

Figura 3.2. Proyectos mineros en exploración en el Estado de Querétaro.

Las concesiones de extracción de materiales pétreos presentes en este municipio se encuentran localizadas en su mayoría en su porción sur, como puede observarse en la figura 3.3, siendo un total de 14 sitios reportados. Sin embargo, debe señalarse que tres de los sitios reportados en la base de datos del REPDA, identificados con los números 5, 10 y 11 en el mapa, aparecen fuera de los límites municipales. La información de los títulos de concesión expedidos por la Comisión Nacional del Agua se resume en el cuadro 3.6.



Fuente: Sistema de Información Geográfica del Agua. Datos geográficos de los aprovechamientos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Archivos digitales *.kml de los aprovechamientos de extracción de materiales. <http://siga.conagua.gob.mx/REPGA/Menu/FrameKMZ.htm>. [Consultado el 01 de noviembre de 2016]

Figura 3.3. Sitios de extracción de materiales pétreos registrados en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.

Cuadro 3.6. Títulos con permisos de extracción de materiales pétreos registrados en el municipio de Jalpan de Serra, Querétaro.

	Titular	Título	Fecha registro	Volumen de extracción (m ³ /año)	Corriente o vaso	Tipo de material	Superficie (m ²)	Uso que ampara el Título	Latitud	Longitud
1	ANASTACIO SEGURA BARRERA	09QRO200012/26KDGE02	26/06/2002	600.00	Arroyo El Real	Grava y arena	3,750.00	COMERCIO	21°11'25.00"	-99°26'38.00"
2	EVA TORRES HERRERA	09QRO200014/26KDGE00	12/06/2000	1,000.00	Arroyo El Real	Grava y arena	8,000.00	COMERCIO	21°10'38.00"	-99°26'45.00"
3	J. ISABEL CHAVEZ CASTILLO	09QRO200020/26KAGE00	08/12/2000	1,000.00	Río Santa María	Grava y arena	4,200.00	COMERCIO	21°30'10.00"	-99°22'25.00"
4	LUIS MUÑOZ SANCHEZ	09QRO200021/26KDGE02	26/06/2002	800.00	Arroyo El Real	Grava y arena	5,000.00	COMERCIO	21°11'16.00"	-99°26'42.00"
5	MA. IRMA MONTES TREJO	09QRO200013/26KDGE02	27/08/2002	600.00	Arroyo El Real	Grava y arena	11,000.00	COMERCIO	21°12'05.00"	-99°37'25.00"
6	MARIA DEL PILAR SANCHEZ PALACIOS	09QRO200015/26KDGE02	27/08/2002	600.00	Arroyo El Real	Grava y arena	700.00	COMERCIO	21°11'07.00"	-99°26'46.00"
7	MARIA DEL PILAR SANCHEZ PALACIOS	09QRO200016/26KDGE02	07/01/2003	600.00	Arroyo El Real	Grava y arena	4,500.00	COMERCIO	21°11'00.00"	-99°26'24.00"
8	MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA	09QRO200007/26EAGE99	08/03/2000	2,000.00	Río Jalpan	Grava y arena	4,800.00	SERVICIOS	21°10'51.00"	-99°29'17.00"
9	MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA	09QRO200008/26EAGE99	08/03/2000	2,000.00	Río Jalpan	Grava y arena	800.00	SERVICIOS	21°10'39.00"	-99°29'47.00"
10	NELSON MONTOYA RENDON	09QRO200036/26KAGE02	27/08/2002	1,700.00	Río Jalpan	Piedra de río	7,500.00	COMERCIO	21°19'34.00"	-99°29'39.00"
11	NELSON MONTOYA RENDON	09QRO200030/26KAGE02	27/08/2002	1,000.00	Río Jalpan	Piedra de río	4,800.00	COMERCIO	21°17'30.00"	-99°29'30.00"
12	NEMECIO TREJO LEDEZMA	09QRO200017/26KDGE00	12/06/2000	10,000.00	Arroyo El Real	Grava, arena y piedra	3,300.00	COMERCIO	21°10'40.00"	-99°26'57.00"
13	RÍO ADENTRO, S.P.R. DE R.I.	09QRO200001/26KBGE98	17/03/1999	25,000.00	Presa Jalpan	Grava y arena	18,000.00	COMERCIO	21°11'03.00"	-99°29'03.00"
14	SOCIEDAD DE TRABAJADORES CONCESIONARIOS DE GRAVA Y ARENA EN LA ZONA RÍO ADENTRO, S.C. DE R.L.	09QRO200002/26KBGE98	14/04/1999	5,000.00	Presa Jalpan	Grava y arena	1,800.00	COMERCIO	21°10'57.00"	-99°29'09.00"
		Ubicado en Pinal de Amoles				Ubicado en Arroyo Seco				

Fuente: Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). Títulos con permisos de extracción de materiales pétreos. <http://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>. [Consultado el 01 de noviembre de 2016]

3.2.2. Actividades industriales y de servicios

Este municipio concentra un gran número de establecimientos que prestan servicios comerciales y financieros, contando por ejemplo con cuatro tianguis, dos mercados públicos, 16 establecimientos de hospedaje y 132 de preparación de alimentos y bebidas. Aquí se concentran importantes servicios regionales como los servicios de salud, servicios profesionales, legales y de contabilidad, entre otros, que facilitan el arribo de turistas y dan seguridad a la estancia de sus visitantes, por lo que este municipio se considera como el principal polo económico de la región.

Así mismo, se observa un mayor número de unidades económicas dedicadas a la industria, principalmente a la alimentaria, madera y productos metálicos. Pero el sector de mayor relevancia por el número de unidades económicas y los ingresos que genera es el comercio al menudeo y mayoreo, como puede observarse en el cuadro 3.7.

Cuadro 3.7. Actividades industriales y de servicios registradas en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro (2014).

Actividad Económica	Unidades económicas	%	Total de ingresos (millones de pesos)	%
Total municipal	927	100.00	776.675	100.00
11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	4	0.43	0.082	0.01
11C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	4	0.43		
31 - 33 industrias manufactureras	66	7.12	27.245	3.51
311 Industria alimentaria	30	3.24		
3118 Elaboración de productos de panadería y tortillas	21	2.27		
31181 Elaboración de pan y otros productos de panadería	11	1.19		
31183 Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	10	1.08		
311C Ramas agrupadas por el principio de confidencialidad	9	0.97		
31C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	7	0.76		
321 Industria de la madera	9	0.97		
332 Fabricación de productos metálicos	17	1.83		
3323 Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería	17	1.83		
33232 Fabricación de productos de herrería	17	1.83		
337 Fabricación de muebles, colchones y persianas	3	0.32		
43 Comercio al por mayor	27	2.91	124.249	16.00
434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	21	2.27		
43C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	6	0.65		
46 Comercio al por menor	451	48.65	403.228	51.92

Actividad Económica	Unidades económicas	%	Total de ingresos (millones de pesos)	%
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	181	19.53		
462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	5	0.54		
463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	94	10.14		
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	23	2.48		
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	67	7.23		
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	51	5.50		
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	19	2.05		
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	11	1.19		
51 Información en medios masivos	6	0.65	8.764	1.13
51C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	6	0.65		
52 Servicios financieros y de seguros	5	0.54	44.403	5.72
52C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	0.54		
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	7	0.76	0.710	0.09
531 Servicios inmobiliarios	4	0.43		
532 Servicios de alquiler de bienes muebles	3	0.32		
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	20	2.16	2.962	0.38
541 Servicios profesionales, científicos y técnicos	20	2.16		
5411 Servicios legales	10	1.08		
5412 Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	3	0.32		
5419 Otros servicios profesionales, científicos y técnicos	4	0.43		
541C Ramas agrupadas por el principio de confidencialidad	3	0.32		
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	30	3.24	9.516	1.23
561 Servicios de apoyo a los negocios	30	3.24		
61 Servicios educativos	9	0.97	9.931	1.28
611 Servicios educativos	9	0.97		
6116 Otros servicios educativos	3	0.32		
611C Ramas agrupadas por el principio de confidencialidad	6	0.65		
62 Servicios de salud y de asistencia social	35	3.78	6.590	0.85
621 Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	30	3.24		
62C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	0.54		
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y	8	0.86	1.814	0.23

Actividad Económica	Unidades económicas	%	Total de ingresos (millones de pesos)	%
otros servicios recreativos				
71C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	8	0.86		
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	148	15.97	46.724	6.02
721 Servicios de alojamiento temporal	16	1.73		
722 Servicios de preparación de alimentos y bebidas	132	14.24		
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	106	11.43	69.952	9.01
811 Servicios de reparación y mantenimiento	49	5.29		
812 Servicios personales	49	5.29		
8121 Salones y clínicas de belleza, baños públicos y bolerías	45	4.85		
812C Ramas agrupadas por el principio de confidencialidad	4	0.43		
813 Asociaciones y organizaciones	8	0.86		
SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	0.54	20.505	2.64

Fuente: INEGI. Censos Económicos 2014. Resultados definitivos. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/>. [Consultado el 21 de octubre de 2016].

3.3. Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra en los municipios de la Sierra Gorda se compone principalmente de la propiedad ejidal y privada, esta última considerada como otro tipo de tenencia como puede verse en el cuadro 3.8.

A continuación, se describe la información encontrada en el Registro Agrario Nacional (RAN), especificando los núcleos agrarios presentes en el municipio y sus principales características, así como su representación gráfica.

Cuadro 3.8. Superficie total y por tipo de tenencia de la tierra en los municipios de la Sierra Gorda, Querétaro (2014).

Municipio	Superficie							
	(ha)				%			
	Total	Ejidos	Comunidades	Otro tipo de tenencia	Total	Ejidos	Comunidades	Otro tipo de tenencia
Arroyo Seco	72,689.00	39,010.76	0.00	33,678.24	100.00	53.67	0.00	46.33
Jalpan de Serra	118,976.00	11,835.31	0.00	107,140.69	100.00	9.95	0.00	90.05
Landa de Matamoros	71,915.00	3,653.39	0.00	68,261.61	100.00	5.08	0.00	94.92
Pinal de Amoles	71,197.00	22,195.66	0.00	49,001.34	100.00	31.17	0.00	68.83

Peñamiller	70,483.00	47,145.94	0.00	23,337.06	100.00	66.89	0.00	33.11
------------	-----------	-----------	------	-----------	--------	-------	------	-------

Fuentes:

- Registro Agrario Nacional: Catálogo de núcleos agrarios <http://catalogo.datos.gob.mx/organization/ran>. [Consultado el 07 de octubre de 2016].
- Registro Agrario Nacional: Padrón e Historial de Núcleos Agrarios. PHINA v. 3.0. <http://phina.ran.gob.mx/phina2/>. [Consultado el 07 de octubre de 2016].
- Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD). Síntesis Estadísticas Municipales. INEGI. <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/contenido.jsp#>. [Consultado el 26 de octubre de 2016].

Para el municipio Jalpan de Serra, el RAN reporta para el año 2014 la existencia de seis ejidos que abarcan una superficie de 11,835.305299 ha, que albergan una superficie parcelada de 3,588.338391 ha y áreas de uso común de 8,144.503294 ha, como puede observarse en el cuadro 3.9 y la figura 3.4. Los beneficiarios totales registrados para el mismo año fueron 597 ejidatarios, 70 poseionarios y 431 avecindados.



No.	Núcleo Agrario
1	Guayabos
2	Jalpan
3	Lindero u Ojo de Agua
4	Pitzquintla
5	Tancama
6	Zoyapilca

Figura 3.4. Núcleos agrarios presentes en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.

Cuadro 3.9. Ejidos y superficies registradas por tipo de uso de la tierra en el municipio Jalpan de Serra, Querétaro.

No.	Núcleo Agrario	Fecha de inscripción	Superficie								Beneficiados			
			Plano interno (ha)	Parcelada (ha)	%	Uso Común (ha)	%	Asentamientos humanos				Ejidatarios	Posesionarios	Avecindados
								Delimitado al interior (ha)	%	Sin delimitar al interior (ha)	%			
1	Guayabos	19/12/1994	1,512.274350	700.258360	46.30	812.015990	53.70	0.000000	0.00	0.000000	0.00	75	6	0
2	Jalpan	09/02/2005	6,855.480322	1,556.850973	22.71	5,236.047666	76.38	62.581683	0.91	0.000000	0.00	243	45	333
3	Lindero u Ojo de Agua	01/07/1995	650.741332	348.780291	53.60	295.713254	45.44	6.247787	0.96	0.000000	0.00	56	4	17
4	Pitzquintla	16/05/1996	903.545473	401.385456	44.42	484.364958	53.61	17.795059	1.97	0.000000	0.00	98	9	48
5	Tancama	19/07/1994	997.228907	444.375602	44.56	537.014220	53.85	15.839085	1.59	0.000000	0.00	95	6	33
6	Zoyapilca	29/03/1994	916.034915	136.687709	14.92	779.347206	85.08	0.000000	0.00	0.000000	0.00	30	0	0
	Totales		11,835.305299	3,588.338391		8,144.503294		102.463614		0.000000		597	70	431

Fuente:

- Registro Agrario Nacional: Catálogo de núcleos agrarios <http://catalogo.datos.gob.mx/organization/ran>. [Consultado el 07 de octubre de 2016].
- Registro Agrario Nacional: Padrón e Historial de Núcleos Agrarios. PHINA v. 3.0. <http://phina.ran.gob.mx/phina2/>. [Consultado el 07 de octubre de 2016].

4. DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

4.1. Bases teóricas del empleo del SIG en planeación productiva

Un SIG en sentido restringido es aquel capaz de dar respuesta al objetivo para el cual es diseñado, debe conjugar cuatro componentes: una serie de dispositivos (máquinas electrónicas), unos programas (SIG), conjunto de datos geográficos (la base de datos espaciales) y expertos en el manejo de los tres elementos previos. En definitiva, amplían enormemente las posibilidades de análisis que brindan los mapas convencionales, además de facilitar su almacenamiento y visualización.

Un SIG se caracteriza principalmente por su capacidad para almacenar grandes masas de información geo- referenciada y su potencia para el análisis de la misma que lo hacen idóneo para abordar problemas de planificación y gestión.

En el ámbito de la planificación agrícola, la zonificación agroecológica en este trabajo tiene como principal objetivo otorgar espacios a cultivos atendiendo a sus exigencias edafoclimáticas para garantizar en gran medida el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los mismos.

La zonificación agroecológica es la sectorización de un territorio con diversos criterios, para identificar unidades geográficas relativamente homogéneas con características físicas, biológicas y socioeconómicas, con potencial ecológico para su evaluación. Y su objetivo siempre se relaciona con la clasificación y representación espacial de la aptitud de la tierra con respecto a un determinado uso.

Para determinar las bases de zonificación agroecológica para los cultivos existe diversidad de métodos científicos utilizados internacionalmente. Sin embargo, cada estudio tiene sus particularidades, determinadas entre otros aspectos por la disponibilidad de información ambiental. El empleo de uno u otro método dependen del tipo de cultivo, información existente sobre el mismo, nivel de precisión y efectividad respecto al resultado final en los trabajos de investigación.

Con base a la información señalada, el presente trabajo muestra un SIG destinado a la zonificación agroecológica de frutales tales como: aguacate, nogal, macadamia, durazno, manzano, pera, naranja, en la Reserva de la Sierra Gorda Querétaro, específicamente en el municipio de Jalpan de Serra.

4.2. Metodología empleada

La zona de estudio para elaborar el SIG se localiza en el Sistema de proyección WGS_1984_Zona_14N entre los paralelos 20° 50' y 21° 45' de latitud norte y los meridianos 98° 50' y 100° 10' de longitud oeste con una extensión de 383,567 ha, lo que representa el 32.02% del territorio total del estado.

La reserva comprende los municipios de Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles, y Peñamiller, todos en el estado de Querétaro, México.

La delimitación de zonas con potencial agrícola para una región implica ventajas en el manejo de los cultivos. El procedimiento radica en cotejar las disponibilidades agroecológicas. La selección de áreas se realiza mediante sobre posición de algebra de mapas, realizada a través de sistemas de información geográfica (Eastman, 1993).

4.2.1. Definición de variables

De acuerdo con Díaz et al. (2001), el eje primordial para la clasificación de potencial productivo, son los requerimientos agroecológicos, esto implica conocer cuáles son las necesidades de temperatura, precipitación, altitud, suelos y encontrar las zonas o regiones donde se cumplen dichos requerimientos en forma apta.

En este trabajo se consideraron cinco variables para la modelación del potencial son: temperatura máxima y mínima, precipitación, tipo de suelo y altitud.

4.2.2. Cartografía

Geopedología: para el desarrollo de este criterio solo se consideró el aspecto geomorfológico (hipsometría), generado a partir de la información altimétrica expresada en m.s.n.m., y las herramientas de análisis espacial del software empleado.

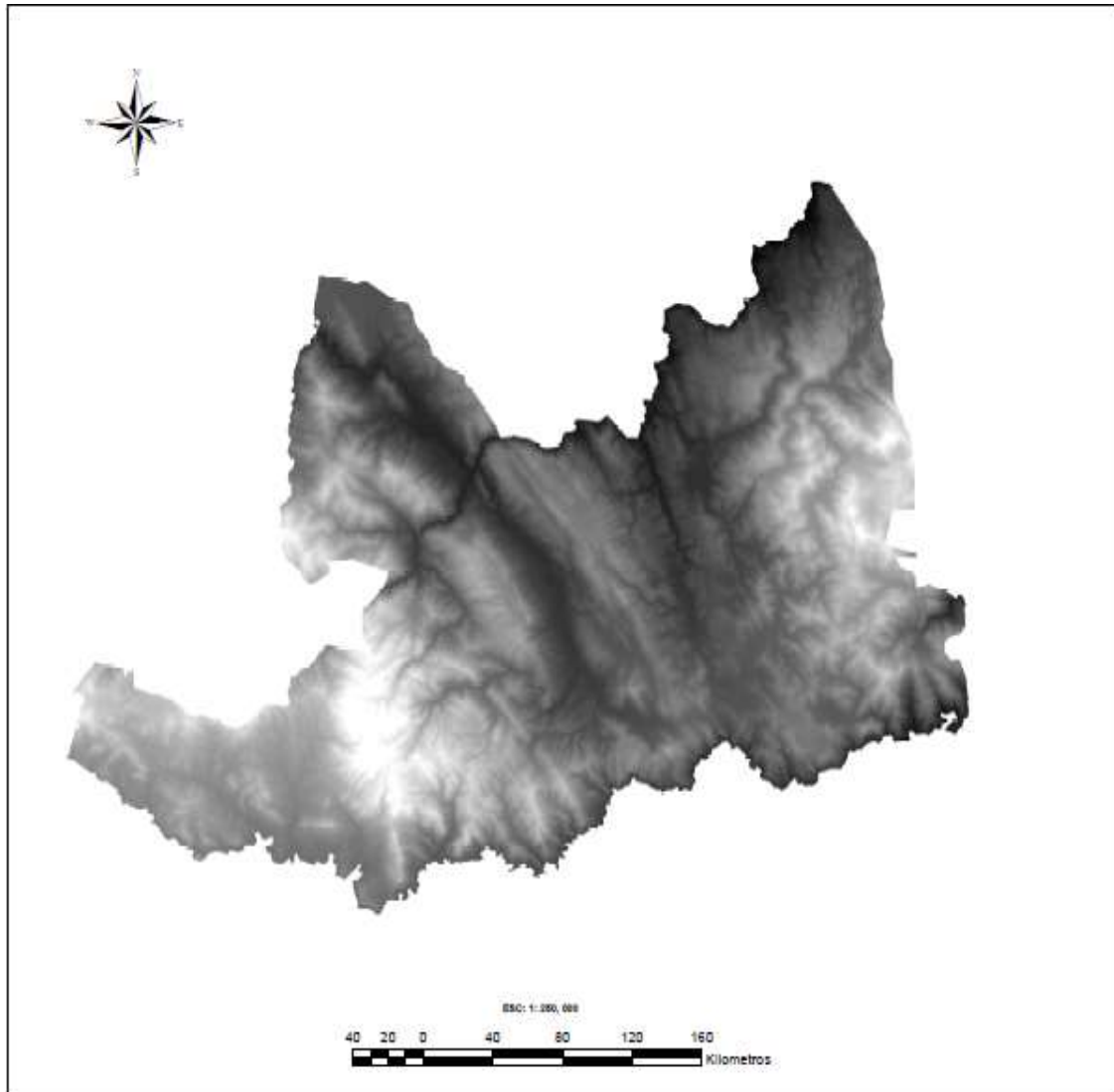
Climatología: basados en criterio de zonificación agroecológica; solo se consideraron las variables de temperatura (máx. y min) y precipitación a través de mapa de isoyetas.

La información señalada anteriormente fue procesada e integrada en el software ArcGIS ver. 10.1, donde se realizó la edición, procesamiento, análisis e impresión de la información en los diferentes mapas temáticos.

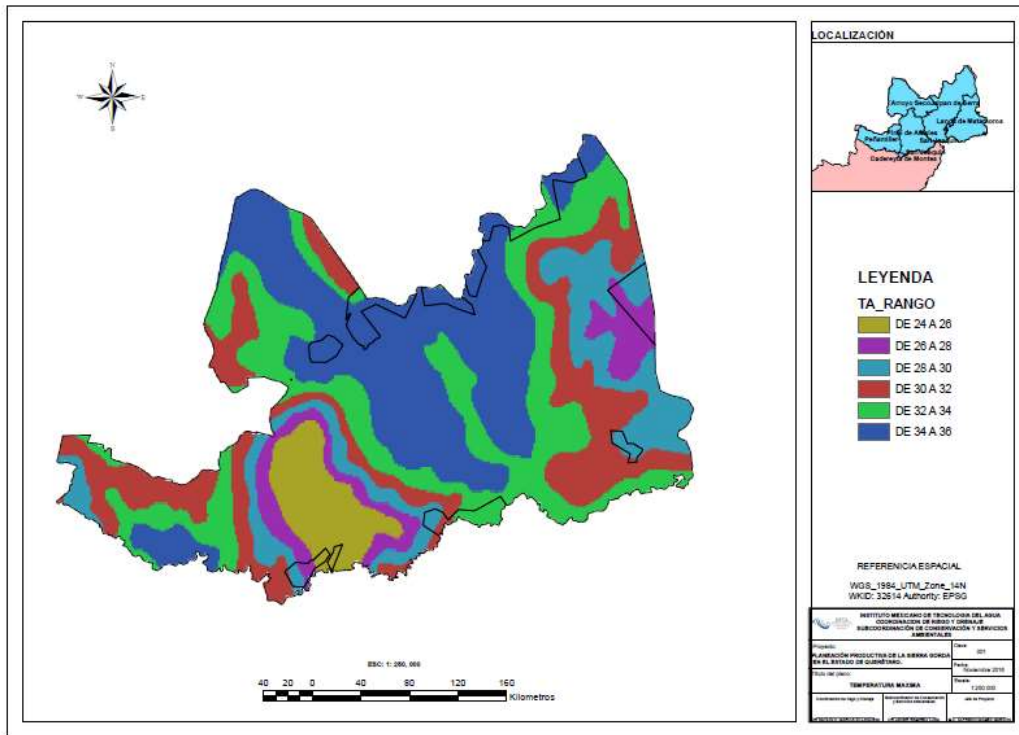
Fichas técnicas: la información edafoclimáticas se tomó de la 2da Edición de Requerimientos Agroecológicos de Cultivos publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) , para frutales tales como: aguacate, durazno, higo, macadamia, manzano, naranja, nogal (pecanera, cáscara de papel), pitahaya (roja y amarilla), pitayo, y zarzamora.

Los datos de suelo se digitalizaron con ArcGIS ver. 10.1 de las cartas 1: 50 000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

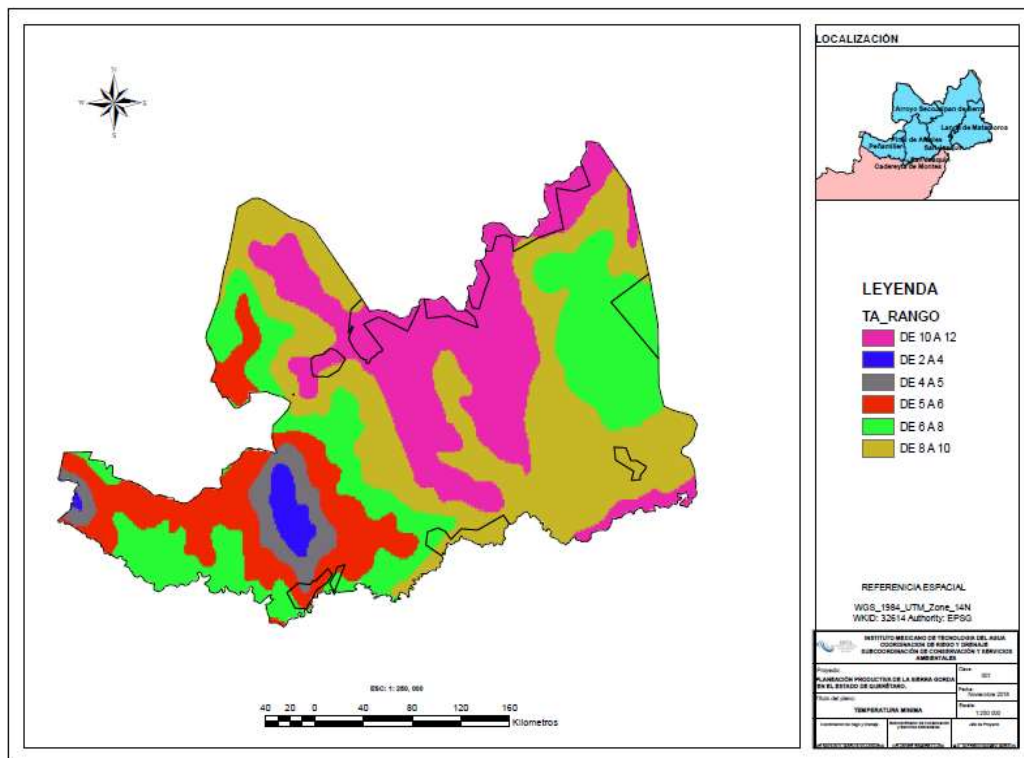
Superposición de los mapas: dentro del SIG se realizó la unión de los mapas temáticos, lo que permitió fusionar la información para obtener un sistema dinámico que permite la entrada de información específica, a través de un lenguaje estructura de consulta para determinar las zonas óptimas que poseen las mejores condiciones agroecológicas de adaptabilidad para un determinado cultivo.



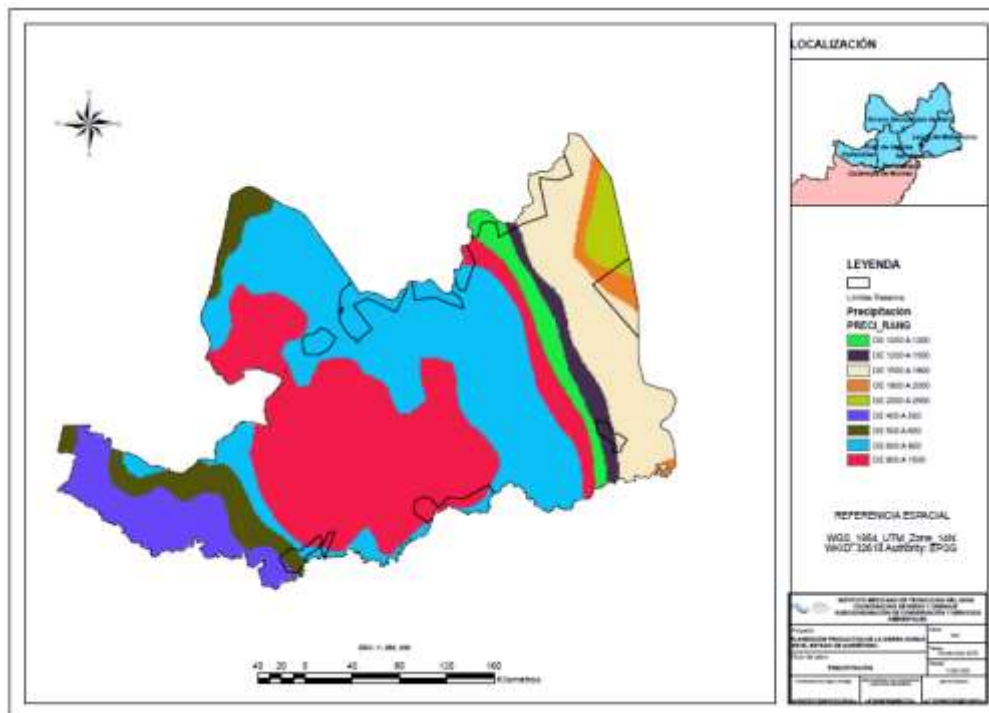
Fuente: INEGI. <http://inegi.org.mx/>
Figura 4.1. Mapa de altitud de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.
(Elaboración a partir del DEM).



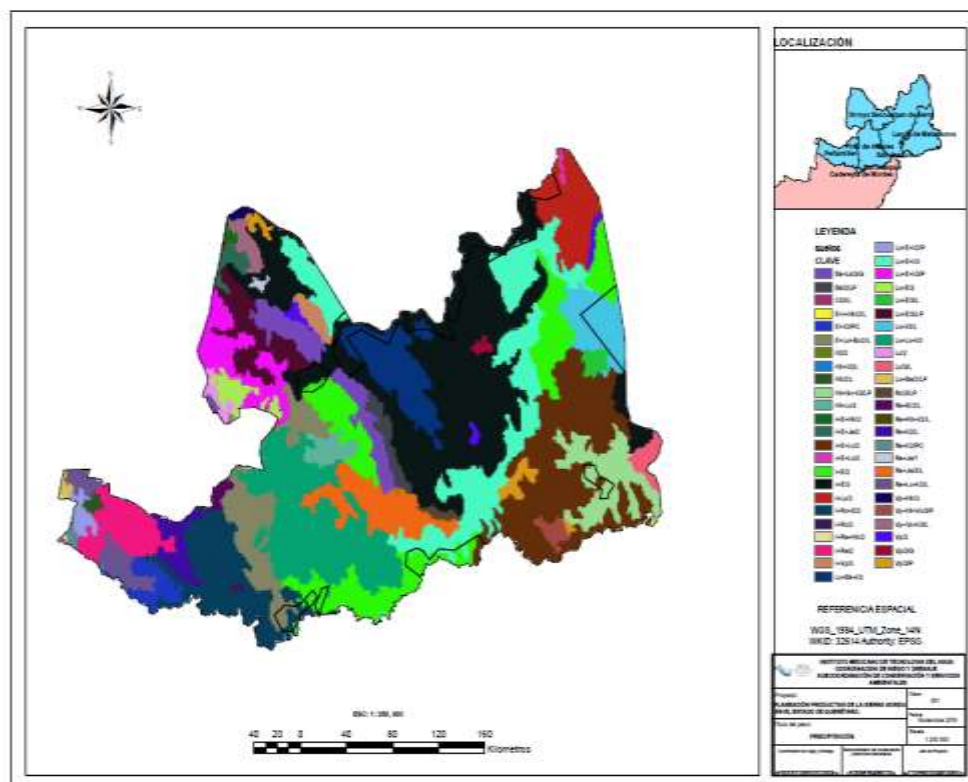
Fuente: INEGI. <http://inegi.org.mx/>
 Figura 4.2. Temperatura máxima de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.



Fuente: INEGI. <http://inegi.org.mx/>
 Figura 4.3. Temperatura mínima de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.



Fuente: INEGI. <http://inegi.org.mx/>
Figura 4.4. Precipitación anual de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.



Fuente: INEGI. <http://inegi.org.mx/>
Figura 4.5. Tipos de Suelo en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro.

4.2.3. Análisis multicriterio y multiobjetivo

El uso del análisis multicriterio es utilizado principalmente para analizar problemas, sistemas o casos con múltiples objetivos y con información cuantitativa y cualitativa. Tal como la información del espacio geográfico, la cual contiene una serie de elementos relacionados entre sí con diversos grados de complejidad lo cual contantemente resulta en un problema para el manejo y análisis de la información. El análisis multicriterio es idóneo para la modelación de la información espacial ya que es mediante este método que se puede generar una representación del mundo real, donde se pueden localizar elementos sobresalientes, identificación de fenómenos, áreas de interés entre otros.

Con el uso de la técnica multicriterio se generaron matrices de ponderación haciendo uso de la herramienta Superposición ponderada.

La herramienta combina los siguientes pasos:

- Reclassifica los valores en los rásteres de entrada en una escala.
- Multiplica los valores de celda de cada ráster de entrada por el peso de importancia de los rásteres.
- Suma los valores de celda resultante para producir el ráster de salida.

La herramienta solo acepta rásteres enteros como entrada. Se debe conocer los valores de escala a los ráster de entrada para poder comprender el significado de los valores en el ráster de salida.

Se utilizó una escala de evaluación con rango de 0 a 3, en incrementos de 1 (donde el menos apto es 1 y el más apto es 3), generando dos niveles de aptitud. i) Apto, ii) Apto con RIEGO.

Se utilizó la metodología descrita por la FAO, la cual propone definir zonas con alto potencial productivo, con base en combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos, edáficos y manejo bajo los que estos se desarrollan.

En el siguiente trabajo se generaron dos mapas del mismo cultivo; donde en el primero se tomaron en cuenta cinco factores: tipo de suelo, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y el modelo digital de elevación (MDE) y en el segundo solo cuatro factores: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y el modelo digital de elevación (MDE).

Se partió de la construcción de las matrices de ponderación, para la ponderación de las zonas con aptitud potencial para frutales, se agruparon, sistematizaron, los requerimientos de los frutales, para generar la matriz que detectara las zonas potenciales aptas.

Para el nivel ii) Apto con RIEGO la variable de mayor peso es la precipitación. A continuación, se presenta la variable de precipitación y sus respectivos intervalos:

Cuadro 4.1. Variables e intervalos en la definición del potencial frutícola (ii) Apto con RIEGO) para la Sierra Gorda.

Variable	Categorías	Intervalo
Aguacate		
Precipitación	Apto	800 – 1000 mm
	Apto con RIEGO	400 – 800 mm
Durazno		
Precipitación	Apto	800 – 1400 mm
	Apto con RIEGO	400 – 800 mm
Higo		
Precipitación	Apto	1500 – 2700 mm
	Apto con RIEGO	400 – 1500 mm
Macadamia		
Precipitación	Apto	1500 – 3100 mm
	Apto con RIEGO	400 – 1500 mm
Manzano		
Precipitación	Apto	> 600 mm
	Apto con RIEGO	400 – 600 mm
Naranja		
Precipitación	Apto	1000 – 1500 mm
	Apto con RIEGO	400 – 1000 mm
Nogal		
Precipitación	Apto	1000 – 1200 mm
	Apto con RIEGO	400 – 100 mm
Pitahaya		
Precipitación (Roja)	Apto	500 – 700 mm
	Apto con RIEGO	400 – 500 mm
Precipitación (Amarilla)	Apto	1300 – 2200 mm
	Apto con RIEGO	400 – 1300 mm
Pitaya		
Precipitación	Apto	500 – 550 mm
	Apto con RIEGO	400 – 500 mm
Zarzamora		
Precipitación	Apto	500 – 1200 mm
	Apto con RIEGO	400 – 500 mm

Una vez generados los insumos para la modelación de las clases de frutales propuestos, se continuo con el procedimiento de los datos en el software especializado ArcGIS 10.1, para la elaboración de mapas, que se realiza con el fin de conocer las áreas con potencial idóneo para el desarrollo de los grupos (clases) estratégicos de cultivos planteados en el siguiente trabajo.

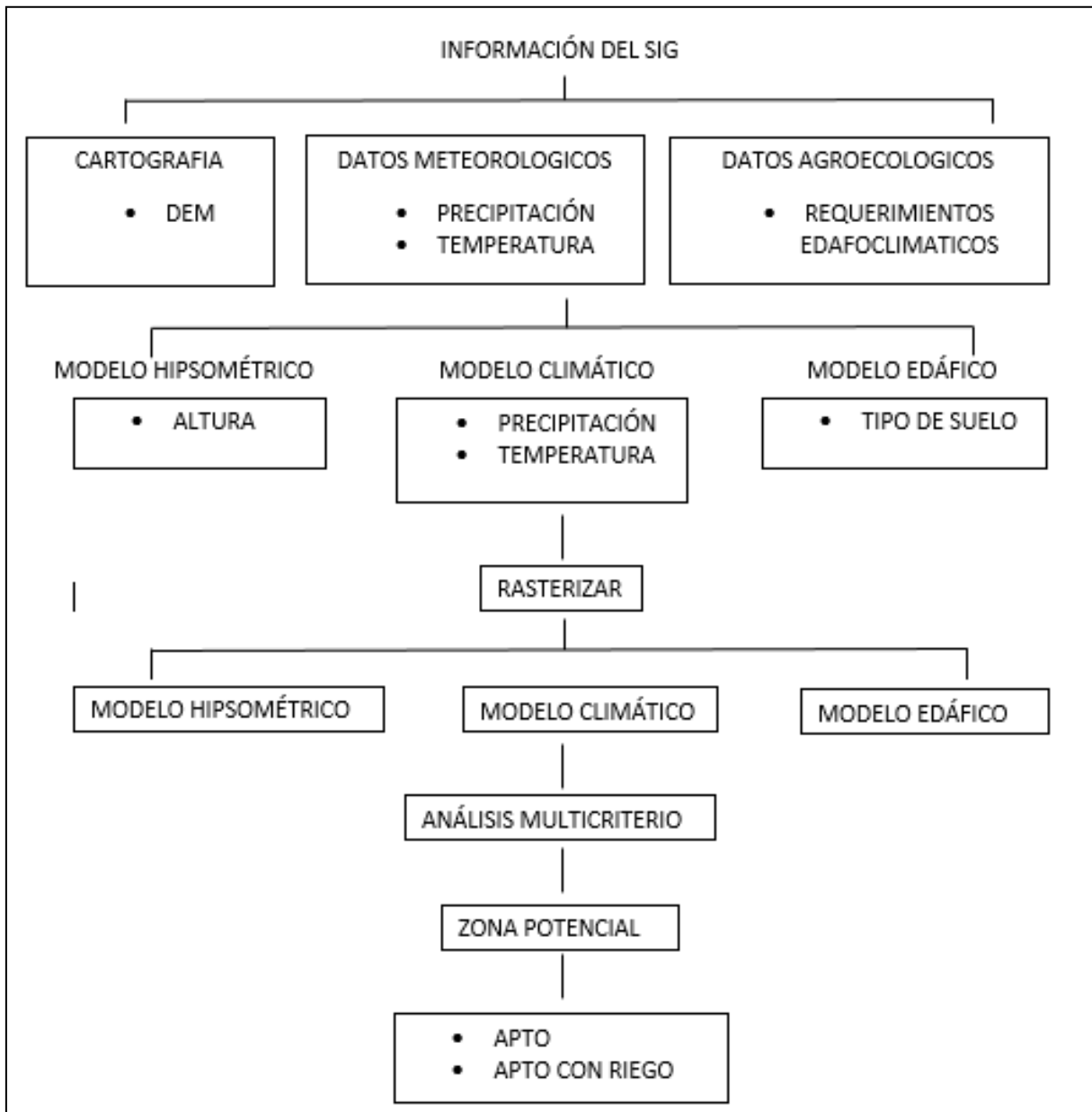


Figura 4.6. Esquema de la metodología para determinación del uso potencial agrícola.

El modelo de superposición ponderada se muestra en la siguiente imagen:

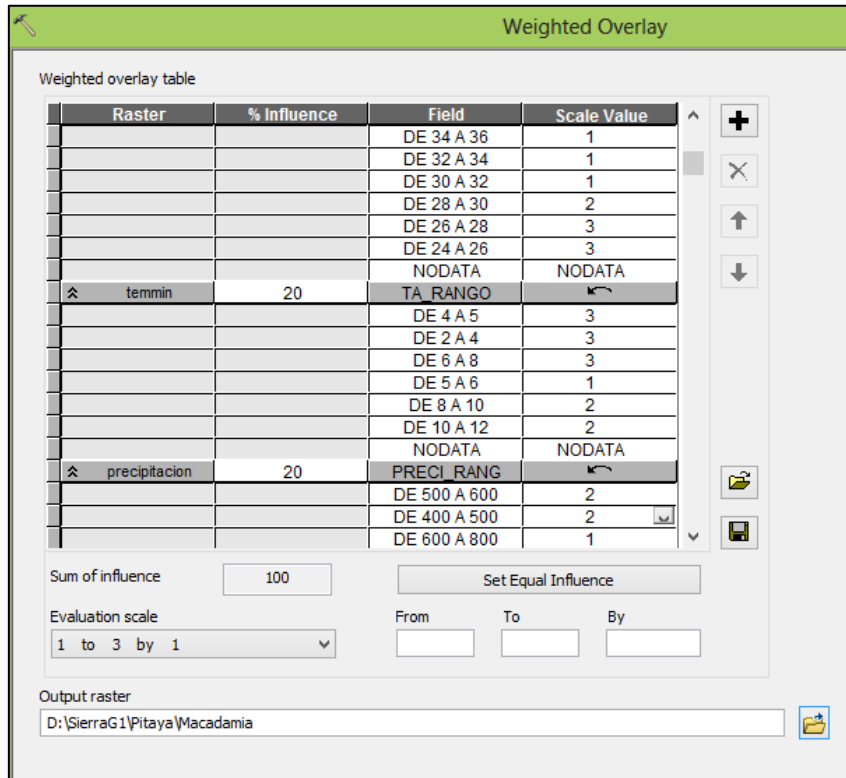


Figura 4.7. Ejemplo de Superposición ponderada para Macadamia.

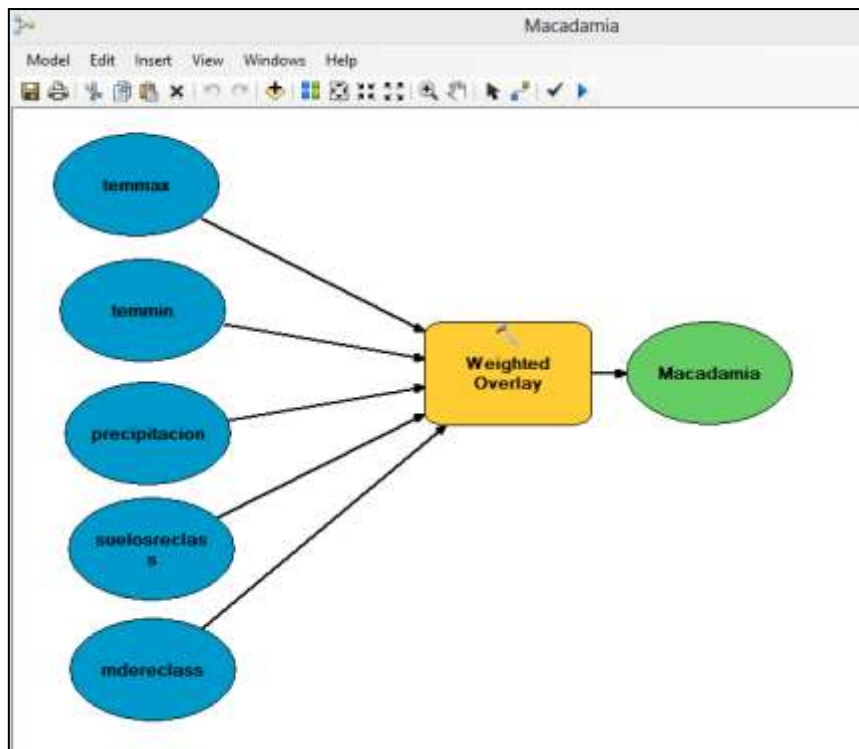


Figura 4.8. Modelo de superposición ponderada para Macadamia.

4.2.4. Información a emplear en el SIG - Requerimientos agroecológicos de los cultivos propuestos

A continuación, se presentan los cuadros con los requerimientos agroecológicos de los diversos frutales empleados en el SIG para realizar el análisis multicriterio y elaborar la propuesta de planeación productiva para para los diversos municipios que integran la Sierra Gorda de Querétaro.

Cuadro 4.2. Requerimientos agroecológicos para el Aguacate.	
CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	Nombre científico: <i>Persea americana</i> Mill., <i>Persea gratissima</i> Gaerth
	Nombres comunes: Aguacate, ahuacate, palta, cura, pagua, abacate, ahuacatl.
	Familia: Lauraceae.
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
Altitud: Raza mexicana: 1000-2500 m (Benacchio, 1982) - 1000-1900 m (Ibar, 1983). Temperatura: Rango 10 a 35°C, con un óptimo para fotosíntesis de 25 a 30°C. Las exigencias de temperatura varían dependiendo de la raza; para la raza mexicana la media óptima es de 20°C con una mínima invernal no inferior a -4°C. Precipitación (agua): Se requieren 800 a 1000 mm anuales para la raza mexicana. El exceso de agua le es perjudicial. Se cultiva sin riesgo en zonas con precipitaciones de 665 a 2000 mm por año (Ordúz y Rangel, 2002).	
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	
Profundidad de suelo: Requiere suelos moderadamente profundos, ya que puede cultivarse en terrenos accidentados u ondulados (Ibar, 1983). Prefiere suelos profundos (FAO, 1994). Textura: Prefiere suelos francos a franco-arcillo-limosos. Se puede cultivar bajo riego en suelos relativamente pesados y en zonas con baja precipitación, siempre que se asegure un buen drenaje de suelo (Benacchio, 1982). Se adapta a diversos tipos de suelo, desde los arenosos y sueltos hasta los limosos y compactos, pero las condiciones óptimas serían un suelo franco de consistencia media, húmica y rica en materia orgánica (Ibar, 1983). Requiere suelos de textura media con un contenido de materia orgánica de 2.5 a 5% (Bisonó, 2008).	

Cuadro 4.3. Requerimientos agroecológicos para el Café.	
CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	Nombre científico: <i>Coffea arabica</i> L. (Café arabica); <i>Coffea canephora</i> Pierre ex
	Nombres comunes: Café.
	Familia: Rubiaceae.
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
Altitud: <i>C. arábica</i> crece mejor en un clima subtropical, libre de heladas y sin vientos fuertes; las altitudes más frecuentes van de 600 a 2,000 m en los trópicos, aunque en altas latitudes se cultiva por debajo de los 600 m; los cafés robusta, liberica y excelsa son más tolerantes al calor y prosperan en el trópico desde el nivel del mar hasta los 1,100 m (IFA, 1992). Temperatura: Rango 5-30°C, con temperaturas medias óptimas para producción entre 16 y 22°C,	

una óptima nocturna y diurna de 17°C y 23°C, respectivamente. Los daños comienzan al pasar los límites de 13° y 27°C (Benacchio, 1982). Las temperaturas medias debajo de 16°C y arriba de 23°C no son adecuadas, siendo la óptima de 18-21°C (Alegre, 1959).

Precipitación (agua): La precipitación acumulada anual óptima es de 1200-1800 mm, siempre y cuando haya una buena distribución estacional y periodos secos cortos (Alegre, 1959). El requerimiento de precipitación anual va de 1,500 a 2,500 mm, bien distribuidos, pero con un periodo seco de 6 a 12 semanas; en algunos lugares las precipitaciones se complementan con riego (IFA, 1992).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo: Requiere suelos profundos, suelos someros menores de 30 cm dificultan el desarrollo radical (Pérez y Geissert, 2006)..

Textura: En suelos arcillosos, ligeramente ácidos y ricos en humus y bases intercambiables, requiere especialmente Potasio. Suelos volcánicos son a menudo muy adecuados, aunque el café se cultiva en una amplia variedad de suelos (IFA, 1992).

Cuadro 4.4. Requerimientos agroecológicos para el Durazno.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	Nombre científico: <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.
	Nombres comunes: Durazno, melocotón.
	Familia: Rosaceae.
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
Altitud: En algunas áreas se cultiva entre 1400 a 2500 m.	
Temperatura: Para temperatura máxima media anual, el gradiente es de 18 a 30 °C. Para temperatura mínima media anual, el gradiente es de 4 a 14 °C. El gradiente de temperatura media anual, es de 12 a 22 °C.	
Precipitación (agua): Requiere de 800 a 1400 mm en el año; los estratos de 1000 a 1100 y 1100 a 1200 mm alcanza a cubrir la demanda del cultivo.	
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	
Profundidad de suelo: Requiere suelos profundos (Teskey y Shoemaker, 1972), mayores a 1.8 m de espesor. La planta de durazno requiere de suelos profundos (CF, 2008).	
Tipo de suelo: El 81% de las plantaciones de durazno en el estado de Michoacán, México, se encuentra localizado sobre un suelo tipo Andosol, mientras que el resto se localiza en suelos tipo Feozem, Vertisol, Luvisol, Litosol, Regosol y Acrisol (Coria <i>et al.</i> , 2005).	

Cuadro 4.5. Requerimientos agroecológicos para el Higo.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	Nombre científico: <i>Ficus carica</i> L.
	Nombres comunes: Higuera, higo.
	Familia: Moraceae.
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
Altitud: Los árboles fructifican abundantemente en las laderas de las cordilleras montañosas o en elevaciones aproximadamente 900 a 1800 m sobre el nivel del mar, en regiones tropicales y subtropicales (Aragón, 1995).	
Temperatura: Rango 10-35°C, con un óptimo para fotosíntesis de 25-30°C. La temperatura media	

mínima debería ser superior a los 12°C. Es conveniente un periodo relativamente frío (Benacchio, 1982). La temperatura de congelación para la fruta es de -2.4°C (FAO, 2010).

Precipitación (agua): Las mayores producciones se obtienen en regiones semiáridas bajo condiciones de riego. Prospera en regiones donde la precipitación durante el ciclo de producción es de 300 a 2700 mm, siendo el óptimo alrededor de 1500 mm (FAO, 1994).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo: Desarrolla adecuadamente en suelos de mediana profundidad (FAO, 1994), aunque para la obtención de máximos rendimientos se prefieren suelos profundos (Benacchio, 1982).

Textura: Prefiere suelos con textura media (FAO, 1994). Prospera en suelos francos y franco-arcillosos (Benacchio, 1982). No debe plantarse en suelos arenosos (Aragón, 1995). Le son favorables suelos de textura franco-arcillosa (Soler, 1980).

Cuadro 4.6. Requerimientos agroecológicos para la Macadamia.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	<p>Nombre científico: <i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche (Cáscara lisa). <i>Macadamia tetraphylla</i> L.A.S. Johnson (Cáscara rugosa). <i>Persea americana</i> Mill., <i>Persea gratissima</i> Gaerth</p>
<p>Nombres comunes: Macadamia.</p>	
<p>Familia: Proteaceae.</p>	
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
<p>Altitud: Los árboles de macadamia pueden ser crecidos desde el nivel del mar hasta una elevación de 1900 m (Bittenbender <i>et al.</i>, 2013). La altitud determina el rendimiento y la calidad de la fruta. De esta forma, se señala que esta especie presenta un buen comportamiento bajo los 500 metros sobre el nivel del mar (Lavin <i>et al.</i>, 2001).</p>	
<p>Temperatura: El límite inferior de temperatura se ubica en los 12°C, mientras que el límite superior es de 38°C y la temperatura óptima para su desarrollo es alrededor de 24°C (FAO, 1994).</p>	
<p>Precipitación (agua): El límite inferior de precipitación es de 900 mm, con un límite superior de 3100 mm y un óptimo de 2000 mm anuales (FAO, 1994).</p>	
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	
<p>Profundidad de suelo: Requiere suelos con un mínimo de profundidad de 75 cm (Mosqueda, 1980). El suelo debe tener una profundidad mínima de 0.5 m y una capa de suelo superficial bien drenada (Lavin <i>et al.</i>, 2001).</p>	
<p>Textura: Desarrolla en suelos de textura media a pesada (FAO, 1994). La macadamia se desempeña en un amplio rango de tipos de suelo desde las arenas abiertas y roca de lava hasta los pesados suelos arcillosos, siempre que el suelo esté bien drenado (CRFG, 1997).</p>	

Cuadro 4.7. Requerimientos agroecológicos para el Manzano.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	<p>Nombre científico: <i>Malus domestica</i> Borkh. <i>Malus pumila</i> Mill.</p>
<p>Nombres comunes: Manzano, manzana.</p>	
<p>Familia: Rosaceae.</p>	
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	

<p>Altitud: En zonas subtropicales se requiere una altura mayor a 2000 m.</p> <p>Temperatura: Las temperaturas óptimas para crecimiento van de 18 a 24°C (Yuste, 1997b). El manzano soporta temperaturas inferiores a los -10°C, sin que por ello se afecte su corteza, aunque al descender por debajo de los 15°C pueden perderse algunas yemas florales.</p> <p>Precipitación (agua): Se requieren más de 500 a 600 mm de precipitación bien distribuida en la estación de crecimiento (Teskey y Shoemaker, 1972).</p>
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS
<p>Profundidad de suelo: Se prefieren suelos con una profundidad de 1.8 m o más (Teskey y Shoemaker, 1972).</p> <p>Textura: Los terrenos ideales son los que tienen un suelo de textura migajosa (Teskey y Shoemaker, 1972). Prefiere suelos de textura media (FAO, 1994). El suelo ideal para cultivar manzana debe tener textura franca o franco arenosa (DGIYEA, 1991).</p>

Cuadro 4.8. Requerimientos agroecológicos para el Naranja.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	<p>Nombre científico: <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.</p>
	<p>Nombres comunes: Naranja dulce.</p>
	<p>Familia: <i>Rutaceae</i>.</p>
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
<p>Altitud: 500-1000 m (Benacchio, 1982). En regiones tropicales, la naranja debe establecerse en altitudes no menores a 400 m, para no afectar la calidad del fruto en cuanto a sólidos solubles, acidez y relación sólidos solubles/acidez (Leal y Salamancas, 1977).</p> <p>Temperatura: Las temperaturas frescas durante la noche, favorecen el desarrollo del color naranja intenso de la cáscara. Esta especie puede resistir temperaturas extremas de hasta -2°C y 50°C, sin daño aparente, siempre que exista alta humedad ambiental y del suelo. Los umbrales mínimo y máximo de desarrollo están en 12.8 y 35°C, respectivamente, en tanto que el rango térmico óptimo se localiza entre los 23 y 32°C (Jackson y Sauls; citados por Zapiain, 1999).</p> <p>Precipitación (agua): Las naranjas se cultivan frecuentemente en zonas con lluvia de 1000 a 1500 mm (Morton, 1987).</p>	
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	
<p>Profundidad de suelo: Mayor 120 cm (Benacchio, 1982).</p> <p>Textura: Franco-arenosa, franca y franco-arcillosa (Benacchio, 1982). El mejor suelo para el naranjo es el de textura media de origen aluvial reciente, sin embargo, se puede desarrollar en una amplia gama de tipos de suelos, desde arenas gruesas hasta arcillas pesadas (Morin, citado por Zapiain, 1999).</p>	

Cuadro 4.9. Requerimientos agroecológicos para el Nogal.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	<p>Nombre científico: <i>Carya illinoensis</i> Koch.</p>
	<p>Nombres comunes: Nogal pecanero, nogal, nogal nuez encarcelada.</p>
	<p>Familia: Juglandaceae.</p>
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
<p>Altitud: Más de 2000 m en zonas subtropicales.</p> <p>Temperatura: El rango térmico para crecimiento del nogal es de 12 a 35°C con un óptimo de 27°C.</p>	

Sin embargo, en su rango geográfico de distribución predominan las temperaturas medias anuales entre los 18 y 22°C, con máximas en promedio de 32-35°C y mínimas de - 5°C. Dependiendo de la variedad el nogal requiere un periodo de 400 a 600 HF (temperaturas por debajo de 7.2°C) para brotar y florecer (González *et al.*, 2010).

Precipitación (agua): Aunque se sugiere disponer de agua de riego para su cultivo, bajo temporal suelen ser suficientes de 1000 a 1200 mm (Luna, 1979).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo: Requiere suelos profundos (Luna, 1979), por lo menos de un espesor mayor a 1.8 m. Para un buen enraizamiento y una buena producción, el suelo deberá ser profundo y fértil, sin capas compactas intermedias que puedan evitar la penetración de las raíces, presentar un buen drenaje y aireación y tener una buena capacidad de retención de agua (González *et al.*, 2010).

Textura: Le son favorables suelos con textura franca y franca-arenosa (Chávez y Medina, 1994). Desarrolla en suelos de textura ligera a media (FAO, 1994). El nogal prospera en suelos con textura desde migajón-arenosa hasta migajón-arcillosa y suelos aluviales (González *et al.*, 2010).

Cuadro 4.10. Requerimientos agroecológicos para el Pistacho.

CARCATERÍSTICAS DESCRIPTIVAS



Nombre científico: *Pistacia vera* L.

Nombres comunes: Pistacho, pistache, pistachero.

Familia: Anacardiaceae.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud: Mayor de 762 m (Ferguson, 1990). Mayor que 800 m (Spina, 1983). Mayor que 914 m (Maranto y Crane, 1988).

Temperatura: Prefiere veranos cálidos e inviernos relativamente fríos. Necesita de 200 a 400 horas frío (HF), aunque hay variedades con un requerimiento de hasta 1000 HF como la KERMÁN (Tarango, 1993).

Precipitación (agua): 400 a 600 mm/ciclo, sin riego o riego ocasional; es una planta de clima semidesértico con aire muy seco, pocos días nublados, baja precipitación (Tarango, 1993).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo: Requiere de suelos profundos (Benacchio, 1982), de por lo menos 2 m de espesor. Las vides maduras tienen un enraizamiento profundo que llega a 2-3 m, o más incluso, en suelos profundos.

Textura: Se adapta a una amplia gama de texturas de suelo, aunque prefiere los suelos franco-arenosos (Sibbett, 1990).

Cuadro 4.11. Requerimientos agroecológicos para la Pitahaya.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS



Nombre científico: *Hylocereus undatus* Haw.; *H. pitahaya*; *H. triangularis* Britt. (Acuña *et al.*, 2002).

Nombres comunes: Pitahaya.


Familia: Cactaceae.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud: La pitahaya amarilla crece entre los 800 y los 1850 m, mientras que la pitahaya roja crece

<p>desde los 0 hasta los 800 m (OIRSA, 2003).</p> <p>Temperatura: Temperatura ambiental de 28 a 30°C para la pitahaya roja y de 18 a 25°C para la pitahaya amarilla (OIRSA, 2003).</p> <p>Precipitación (agua): La pitahaya roja requiere de 500-700 mm de agua al año, mientras que la pitahaya amarilla necesita de 1300-2200 mm de precipitación anual (OIRSA, 2003).</p>
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS
<p>Profundidad de suelo: Para su desarrollo óptimo requiere de suelos con una profundidad mayor a 150 cm, aunque puede desarrollarse en suelos con media profundidad (FAO, 2000).</p> <p>Textura: Requiere de suelos franco arenosos para su buen desarrollo (OIRSA, 2003).</p>

Cuadro 4.12. Requerimientos agroecológicos para la Pitaya.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	<p>Nombre científico: <i>Stenocereus queretaroensis</i> (Weber) Buxbaum.</p>
	<p>Nombres comunes: Pitaya.</p>
	<p>Familia: Cactaceae.</p>
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
<p>Altitud: El límite inferior de altitud en los estados de Jalisco, Zacatecas y Nayarit, México, parece estar entre 600 y 800 m (Ruiz, 1998; observaciones no publicadas). El rango óptimo de altitud parece estar entre 1000 y 1600 m (Pimienta y Nobel, 1994).</p> <p>Temperatura: Se desarrolla en el intervalo de temperatura entre 10 y 40°C, suele ser más sensible a las bajas temperaturas sobre todo en crecimiento vegetativo o desarrollo floral (Bárceñas y Jiménez, 2010).</p> <p>Precipitación (agua): El límite inferior de precipitación anual está entre 500 y 550 mm, de acuerdo con poblaciones extremas ubicadas cerca del poblado de El Zapoqui, Zacatecas, México, y cerca de la localidad de Santa María de los Ángeles, Jalisco, México</p>	
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	
<p>Profundidad de suelo: Desarrolla en suelos delgados o de mediana profundidad. Géneros familiarizados a <i>Stenocereus</i> requieren para su óptimo desarrollo, suelos de media profundidad (FAO, 1994).</p> <p>Textura: Le son favorables suelos con textura media a ligera.</p>	

Cuadro 4.13. Requerimientos agroecológicos para la Zarzamora.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	
	<p>Nombre científico: <i>Rubus fruticosus</i> L.</p>
	<p>Nombres comunes: Zarzamora, mora negra, zarza.</p>
	<p>Familia: Rosaceae.</p>
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	
<p>Altitud: Mayor a 1500 m. La altitud de las zonas productoras de Michoacán varía entre los 1200 y 1900 msnm (Chávez, 2011).</p> <p>Temperatura: La mínima para este cultivo es de 5°C, la máxima de 22°C y la óptima de 17°C (FAO, 1994).</p> <p>El requerimiento de frío para cultivares de zarzamora varía de 400 a 700 horas frío (Díaz, 1987).</p> <p>Precipitación (agua): Se produce mayoritariamente bajo condiciones de riego, pero bajo temporal se requieren 300 mm como mínimo durante el ciclo de producción. El máximo de precipitación que</p>	

el cultivo tolera durante este periodo de producción es de 1500 mm y el óptimo es de 900 mm (FAO, 1994).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo: Exige un suelo profundo (Yuste, 1997b), por lo menos mayor que 1 m.

Textura: Prefiere suelos de textura ligera (FAO, 1994), como suelos francos y franco-arenosos. En Michoacán se cultiva en suelos desde muy pesados hasta muy arenosos predominando los de tipo franco-limo-arcillosos.

Cuadro 4.14. Requerimientos agroecológicos para la Vid.

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS



Nombre científico: *Vitis vinifera* L.

Nombres comunes: Vid, uva, parra.

Familia: Vitaceae.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud: La vid puede prosperar desde los 0 hasta los 3000 m, dependiendo de la latitud (Galet, 1976). Esto es, en bajas latitudes puede cultivarse en zonas de mayor altura, y, en zonas de latitudes medias y altas, se puede cultivar a menor altitud.

Temperatura: La temperatura base para crecimiento es de 10°C (Williams, 1987). El óptimo de temperatura varía según la fase fenológica. Para la brotación es de 8-10°C, para la floración 18-22°C, para el envero 22-26°C, para la maduración 20-24°C y para la cosecha 18-22°C (Dalmaso y Eynard, 1979).

A mediados del invierno, la vid puede tolerar temperaturas de -15 a -18°C, aunque existen variedades rusas que resisten hasta -24 a -27°C (Rozhanets, citado por Santibáñez, 1994). El óptimo de temperatura para fotosíntesis es 20-30°C; para el crecimiento de brotes es 20°C y para floración es 19-25°C (Schneider, citado por Santibáñez, 1994).

Precipitación (agua): 400 a 1100 mm, aunque requiere veranos secos y con alta insolación (Benacchio, 1982). Un déficit hídrico moderado en el suelo durante la maduración es favorable para la acumulación óptima de azúcar (Fursa *et al.*; citados por Santibáñez, 1994).

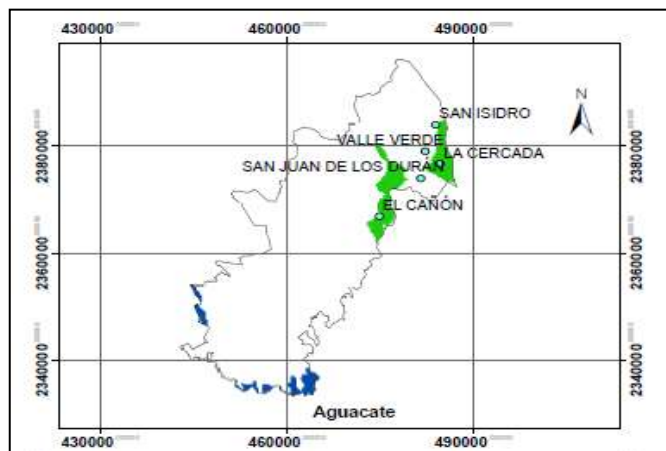
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo: Mayor a 60-80 cm (Tarango, 1993).

Textura: Prefiere suelos de textura franco-arenosa (Benacchio, 1982). Se adapta bien a muy diferentes tipos de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, pero es preferible evitar suelos muy arcillosos, sobre todo con problemas de drenaje (Weaver, 1976).

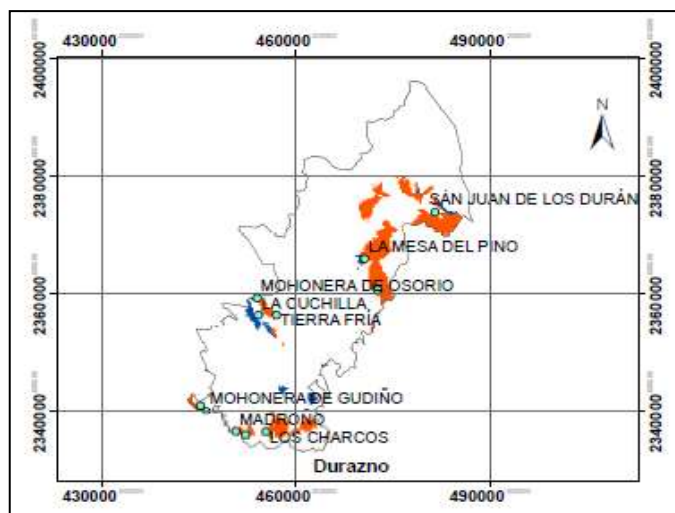
5. RESULTADOS DE PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y CONVERSIÓN AGRÍCOLA CON IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS PATRÓN E INJERTO, EN EL MUNICIPIO DE JALPAN DE SERRA

A continuación, se presenta la propuesta de planificación productiva para el municipio de Jalpan de Serra, en la Sierra Gorda de Querétaro, resultado del procesamiento en el SIG, donde cada una de las variables consideradas para la zonificación agroecológica constituye una capa ráster de información, que plasmada en los diferentes mapas temáticos (figuras 5.1 a 5.7) permite apreciar la distribución espacial de dicha variable en el área de estudio.



Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Aguacate representan 663.10 ha que corresponden al 0.56 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de San Isidro, Valle Verde, La Cercada, el Cañón y San Juan de los Durán.

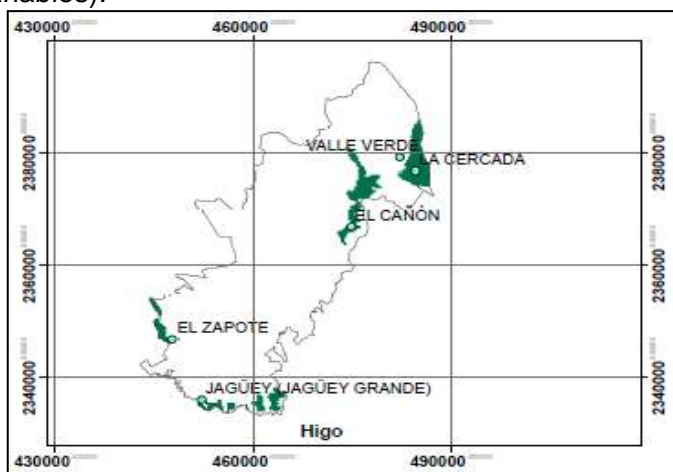
Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Aguacate representan 246.60 ha que corresponden al 0.21 % del total de la superficie.



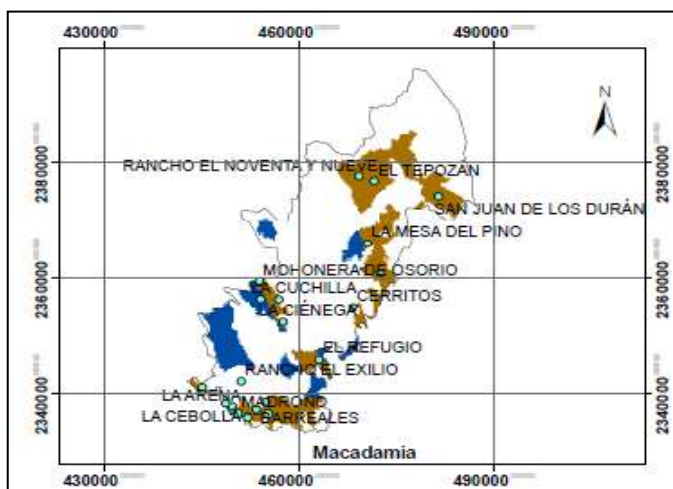
Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Durazno representan 10,472.00 ha que corresponden al 8.84 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de San Juan de los Durán, La Mesa del Pino, Mohonera de Osorio, La Cuchilla, Tierra Fria, Madroño, Los Charcos y Mohonera de Gudiño.

Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Durazno representan 1,209.70 ha que corresponden al 1.02 % del total de la superficie.

Figura 5.1. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Aguacate y Durazno, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).



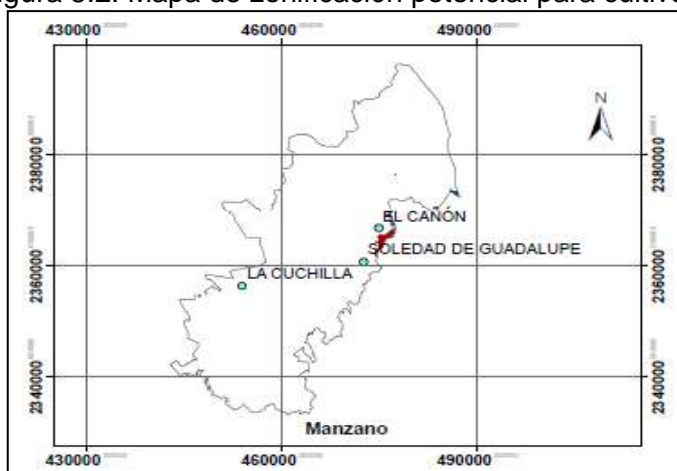
Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Higo representan 797.10 ha que corresponden al 0.67 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de Valle Verde, La Cercada, El Cañón, El Zapote y Jagüey Grande.



Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Macadamia representan 23,650.70 ha que corresponden al 19.96 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de Rancho el noventa y nueve, El Tepezán, San Juan de los Durán, La Mesa del Pino, Mohonera de Osorio, La Cuchilla, Cerritos, La Ciénega, El Refugio, Rancho El Exilio, La Arena, La Cebolla, El Madroño y Barreales.

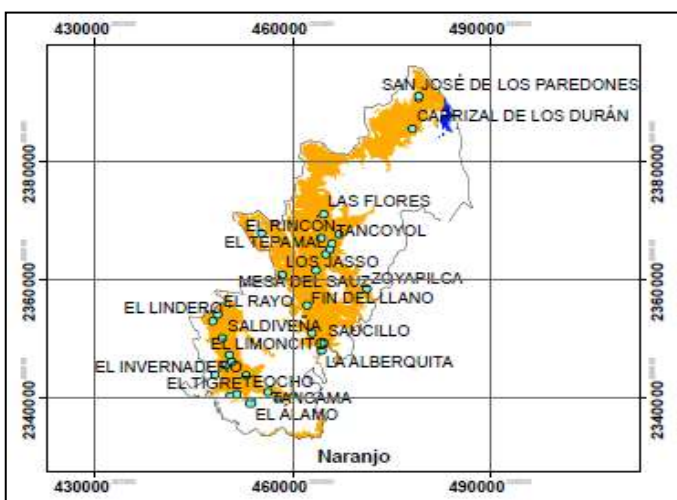
Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Macadamia representan 10,296.90 ha que corresponden al 8.69 % del total de la superficie.

Figura 5.2. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Higo y Macadamia, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).



Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Manzano representan 47.10 ha que corresponden al 0.04 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de El Cañón y Soledad de Guadalupe.

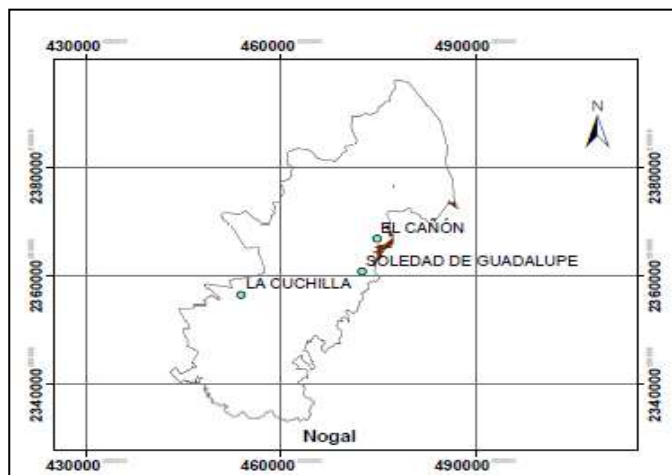
Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Manzano representan 19.40 ha que corresponden al 0.02 % del total de la superficie.



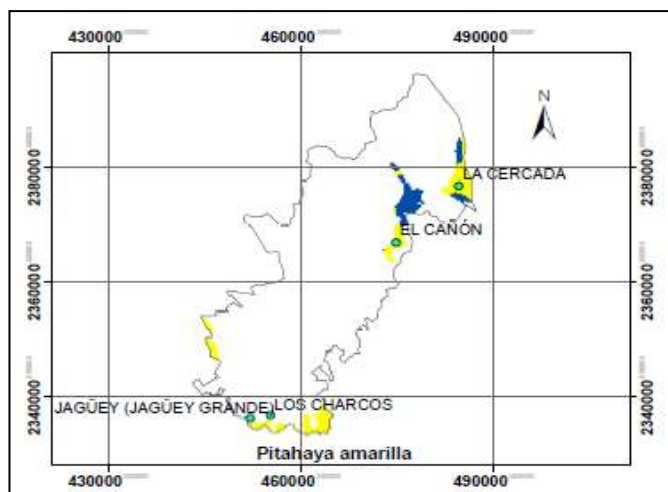
Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Naranja representan 48,206.40 ha que corresponden al 40.68 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de San José de los Paredones, Carrizal de los Durán, Las Flores, El Rincón, Tancoyol, Los Jasso, El Tepamal, Mesa del Sauz, Zoyapilca, El Rayo, El Lindero, Saldiveña, El Limón, Tancáma, Saucillo, Fin del Llano, entre otras.

Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Naranja representan 591.00 ha que corresponden al 0.5 % del total de la superficie.

Figura 5.3. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Manzano y Naranja, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).



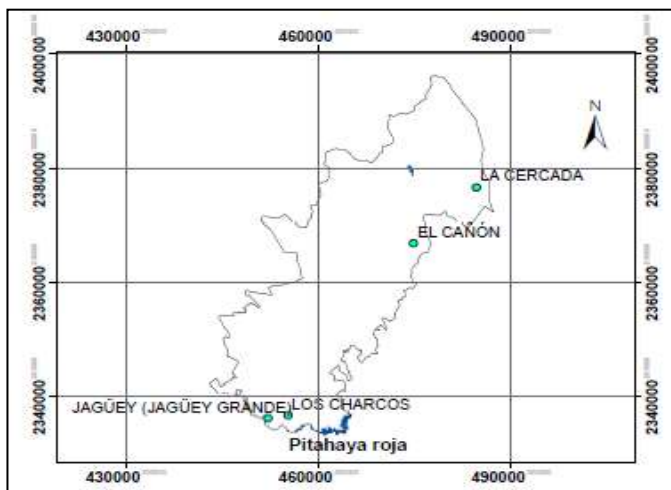
Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Nogal representan 66.50 ha que corresponden al 0.06 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de El Cañón y Soledad de Guadalupe.



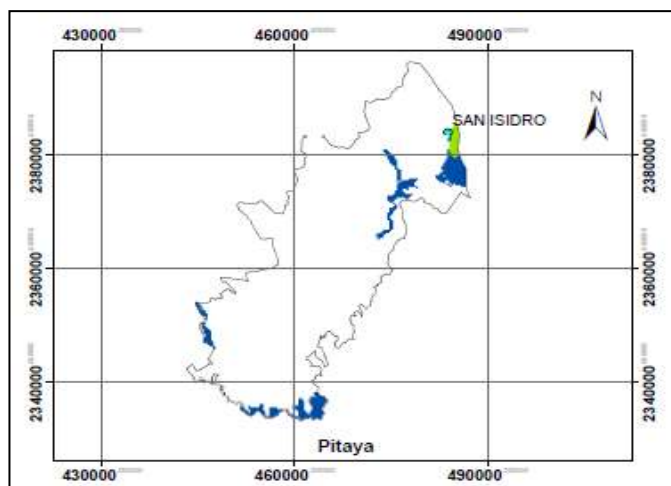
Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Pitahaya amarilla representan 531.00 ha que corresponden al 0.45 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de El Cañón, La Cercada y Jagüey Grande.

Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Pitahaya amarilla representan 269.70 ha que corresponden al 0.23 % del total de la superficie.

Figura 5.4. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Nogal y Pitahaya Amarilla, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).



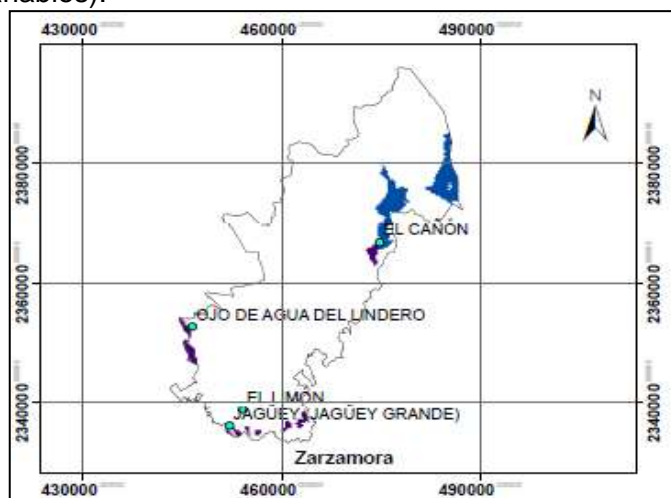
Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Pitahaya roja representan 71.1 ha que corresponden al 0.06 % del total de la superficie.



Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Pitaya representan 72.80 ha que corresponden al 0.06 % del total de la superficie, ubicada en la comunidad de San Isidro.

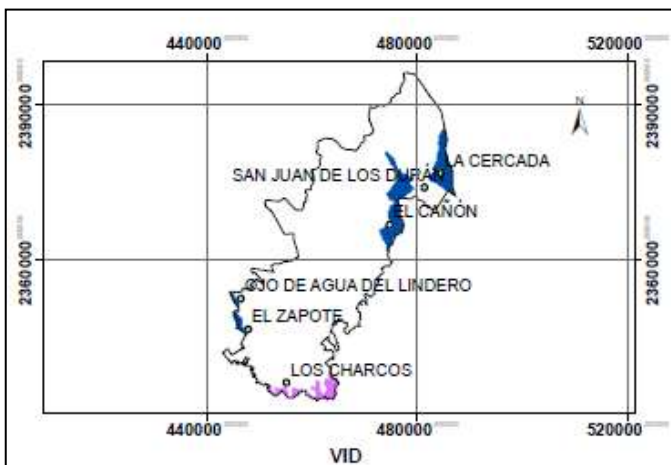
Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Pitaya representan 628.70 ha que corresponden al 0.53 % del total de la superficie.

Figura 5.5. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Pitahaya roja y Pitaya, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).



Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Zarcamora representan 167.20 ha que corresponden al 0.14 % del total de la superficie, ubicadas en las comunidades de El Cañón, Ojo de Agua del Lindero y Jagüey Grande.

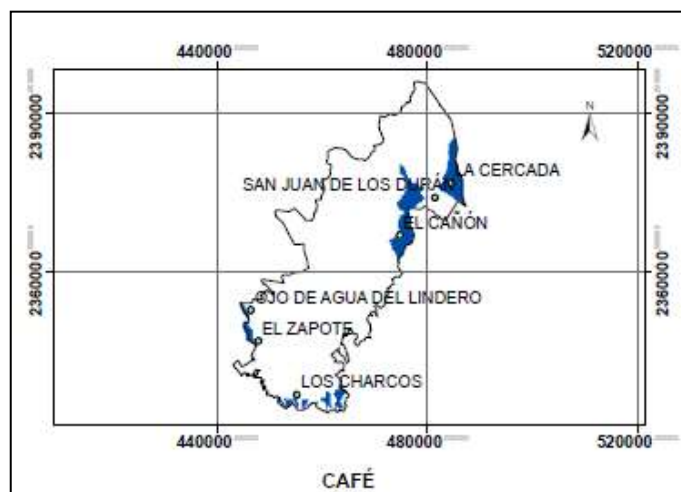
Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Zarcamora representan 497.8 ha que corresponden al 0.42 % del total de la superficie.



Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Vid representan 209.24 ha que corresponden al 0.18 % del total de la superficie.

Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Vid representan 803.43 ha que corresponden al 0.68 % del total de la superficie.

Figura 5.6. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Zorzamora y Vid, para el municipio de Jalpan de Serra (cinco variables).



Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Café representan 9,317.27 ha que corresponden al 7.86 % del total de la superficie.



Las zonas aptas indicadas por el SIG para el cultivo de Pistacho representan 897.15 ha que corresponden al 0.76 % del total de la superficie.

Las zonas aptas con riego indicadas por el SIG para el cultivo de Pistacho representan 709.71 ha que corresponden al 0.60 % del total de la superficie.

Figura 5.7. Mapa de zonificación potencial para cultivo de Café y Pistacho, para el municipio de Jalpan de Serra (uso de cinco variables).

La modelación multicriterio generada con el programa de sistemas de información geográfica arroja que el área presenta dos niveles de aptitud (apto y apto con RIEGO) lo cual significa que existen condiciones idóneas para obtener diversos frutales. El potencial apto se encuentra en zonas de montaña, laderas, donde los suelos dominantes son ricos en nutrientes.

Los mejores rendimientos se obtienen en lugares donde es posible suministrar riego adecuadamente en las etapas fenológicas de la planta, es por esta razón que identificar las zonas potenciales para desarrollar la agricultura bajo riego en este trabajo es fundamental.

De acuerdo al análisis realizado en el SIG, para el municipio de Jalpan de Serra, las áreas aptas para Naranja, ocuparon el mayor porcentaje de la superficie; seguidas de la Macadamia y el Durazno. Los resultados obtenidos para las áreas aptas con riego indican una buena aptitud para el desarrollo de la Macadamia.

Los frutales evaluados presentan una buena alternativa para el municipio, y su distribución puede ampliarse si se considera el uso de sistemas de riego, para dicho municipio la especie que presenta una mejor adaptación es el Naranja, ya que, si juntamos las zonas aptas y zonas aptas con riego, se alcanza un porcentaje de 41.18 %, y puede decirse que es el cultivo más recomendable.

Cuadro 5.1. Resultado de las áreas del SIG para los diferentes frutales, considerando cinco variables.

Frutal	Jalpan de Serra			
	Zona Apta (ha)	%	Z. Apta con RIEGO (ha)	%
Naranja	48,206.40	40.68	591	0.50
Macadamia	23,650.70	19.96	10,296.90	8.69
Durazno	10,472.00	8.84	1,209.70	1.02
Pistacho	897.15	0.76	709.71	0.60
Higo	797.1	0.67	----	----
Aguacate	663.1	0.56	246.6	0.21
Pitahaya amarilla	531	0.45	269.7	0.23
Vid	209.24	0.18	803.43	0.68
Zarzamora	167.2	0.14	497.8	0.42
Pitaya	72.8	0.06	628.7	0.53
Nogal	66.5	0.06	----	----
Manzano	47.1	0.04	19.4	0.02
Pitahaya roja	----	----	71.1	0.06
Café	----	----	9,317.27	7.86

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan de la ejecución del proyecto “Planeación Productiva de la Sierra Gorda del Estado de Querétaro” y particularmente para el municipio de Jalpan de Serra, son las siguientes:

- Se obtuvieron 28 mapas para 14 cultivos potenciales: aguacate, café, durazno, macadamia, manzano, naranja, nogal, pitahaya roja, pistache, pitahaya amarilla, pitahaya, uva y zarzamora, se presentan dos mapas por cada cultivo, uno donde se definen las áreas naturales con potencial natural y en el segundo mapa las áreas potenciales pero auxiliadas con riego.
- De acuerdo al análisis realizado en el SIG, para el municipio de Jalpan de Serra, las áreas aptas para el Naranja, ocuparon el mayor porcentaje de la superficie; seguidas de la Macadamia y el Durazno. Los resultados obtenidos para las áreas aptas con riego indican una buena aptitud para el desarrollo de la Macadamia.
- Los frutales evaluados presentan una buena alternativa para el municipio, y su distribución puede ampliarse si se considera el uso de sistemas de riego, para dicho municipio la especie que presenta una mejor adaptación es el Naranja, ya que, si juntamos las zonas aptas y zonas aptas con riego, se alcanza un porcentaje de 41.18 %, y se puede decir que es el cultivo más recomendable.

7. LITERATURA CONSULTADA

- Castro Díaz, José. 2011. Informe sobre el mercado del mercurio en México. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Montreal (Quebec), Canadá. <http://www3.cec.org/islandora/es/item/10100-mexican-mercury-market-report-es.pdf>. [Consultado el 19 de octubre de 2016].
- INEGI. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI. Recurso electrónico.
- INEGI. 2010. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010. INEGI. Recurso electrónico.
- Gobierno del Estado de Querétaro – SEDEA. 2009. Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Querétaro. Departamento Forestal. Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro (SEDEA). Querétaro, México.
- Gobierno del Estado de Querétaro – SEDEA. 2014. Anuario Estadístico del Sector Rural del Estado de Querétaro 2014. Gobierno del Estado de Querétaro. Secretaría de Desarrollo Agropecuario.
- Gobierno del Estado de Querétaro – SEDEA. 2015. Anuario Estadístico del Sector Rural del Estado de Querétaro 2015. Gobierno del Estado de Querétaro. Secretaría de Desarrollo Agropecuario.
- Gobierno Municipal de Jalpan de Serra. 2015. Plan Municipal de Desarrollo Jalpan de Serra 2015-2018. Querétaro, México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 2da Edición de Requerimientos Agroecológicos de cultivos, y para frutales: aguacate, café, durazno, higo, macadamia, manzano, naranja, nogal (pecanera, cáscara de papel), pistache, pitahaya (roja y amarilla), pitayo, uva y zarzamora
- Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda; Carabias Lilo, Julia; Provencio, Enrique; De la Mora Elvira, Javier; Ruíz Corzo, Martha Isabel; 1a. edición; Septiembre de 1999; Instituto Nacional de Ecología; Av. Revolución 1425, Col. Tlacopac, México, D.F.
- Servicio Geológico Mexicano. 2014. Panorama Minero del Estado de Querétaro. Servicio Geológico Mexicano. Diciembre 2014. México.

8. PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- Buscador de Datos por Área Natural Protegida. Sierra Gorda. <http://sig.conanp.gob.mx-website-pagsig->.
- Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Montreal (Quebec), Canadá. <http://www3.cec.org/islandora/es/item/10100-mexican-mercury-market-report-es.pdf>. [Consultado el 19 de octubre de 2016].
- Educación especial. Características y tipos de servicios de educación especial. http://www.seslp.gob.mx/transparencia/estadisticas/educacion_especial.pdf
- Enciclopedia Municipal de e-local. Jalpan de Serra, Querétaro. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM22queretaro/municipios/22009a.html>. [Consultado el 19 de septiembre de 2016]
- Estadística de Población y Vivienda. Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro (SEDEA). http://sedea.queretaro.gob.mx/poblacion_vivienda#pinal. [Consultado el 19 de septiembre de 2016]
- INEGI. Censos Económicos 2014. Resultados definitivos. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/default.aspx>. [Consultado el 28 de septiembre de 2016]
- Inventario Forestal y de los Suelos del Estado de Querétaro. http://sedea.queretaro.gob.mx/inventario_forestal. [Consultado el 06 de octubre de 2016]
- Inventario ganadero por municipio, según especie. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Gobierno del Estado de Querétaro. Datos al 31 de diciembre de 2015 (Preliminar). http://sedea.queretaro.gob.mx/sites/sedea.queretaro.gob.mx/files/estadisticas/pecuario/INVENTARIO_2015.pdf
- Listado de escuelas de Querétaro. Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C. [http://api.imco.org.mx/wiki/index.php/Listado_de_escuelas_de_Quer%C3%A9taro_\(Primera_Parte\)](http://api.imco.org.mx/wiki/index.php/Listado_de_escuelas_de_Quer%C3%A9taro_(Primera_Parte)). [Consultado el 12 de octubre de 2016].
- Mapa Cartográfico de Querétaro. Gobierno del Estado de Querétaro. <http://mapas.queretaro.gob.mx/#>. [Consultado el 19 de septiembre de 2016]
- Padrón e Historial de Núcleos Agrarios. PHINA v. 3.0. <http://phina.ran.gob.mx/phina2/>. [Consultado el 10 de octubre de 2016]
- Secretaría de Salud – Dirección General de Información en Salud. Catálogo CLUES. Junio 2016. <http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/clues.html>. [Consultado el 19 de septiembre de 2016]
- Sistema de Información Geográfica del Agua. Datos geográficos de los aprovechamientos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Archivos digitales *.kml de los aprovechamientos de extracción de materiales. <http://siga.conagua.gob.mx/REPGA/Menu/FrameKMZ.htm>. [Consultado el 01 de noviembre de 2016]
- Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD). SAGARPA. <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/index.jsp?recargar=false>. [Consultado el 06 de octubre de 2016]
- Unidad de Servicios para la Educación Básica en el Estado de Querétaro (USEBEQ). <http://www.usebeq.edu.mx/webusebeq/Escuelas/escuelas.php>. [Consultado el 12 de octubre de 2016].

- Servicio Geológico Mexicano. Inventarios mineros. Estado de Querétaro. http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Municipio_b.jsp?wparam=2#.
- Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). Títulos con permisos de extracción de materiales pétreos. <http://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>. [Consultado el 01 de noviembre de 2016]