

Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Coordinación de Riego y Drenaje

Subcoordinación de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales



**“ESTUDIO PARA LA PLANEACIÓN PRODUCTIVA EN LOS MUNICIPIOS DE
AMEALCO DE BONFIL Y HUIMILPAN”**

Informe final

Marzo de 2018

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO.....	1
3. JUSTIFICACIÓN.....	2
3.1. Región Amealco o Sierra Queretana.	2
3.2. Potencial Frutícola.....	4
4. RESULTADOS	5
4.1. Sistema de Información Geográfica (SIG)	5
4.1.1. Recorridos de campo.....	6
4.1.1.1. <i>Amealco del Bonfil</i>	6
4.1.1.2. <i>Huimilpan</i>	9
4.1.2. Generación de cartografía temática de variables involucradas en el análisis	12
4.1.2.1. <i>Mapas de recorridos</i>	21
4.1.2.2. <i>Mapas de hidrología</i>	21
4.1.2.3. <i>Mapas de isotermas e isoyetas</i>	22
4.1.2.4. <i>Mapa de Horas Frío</i>	24
4.1.2.5. <i>Mapa de suelos</i>	26
4.1.2.6. <i>Mapas de Modelo Digital de Elevación (MDE) y pendientes</i>	26
4.1.3. Recopilación de la información de los requerimientos agroecológicos específicos de los cultivos para cada variable considerada en el análisis.....	54
4.1.4. Elaboración del análisis de aptitud para cada cultivo y determinación de zonas aptas para el cultivo dentro de cada municipio	54
4.1.4.1. <i>Análisis de aptitud para cada cultivo</i>	55

a) <i>Aguacate</i>	56
b) <i>Chabacano</i>	57
c) <i>Frambuesa</i>	58
d) <i>Macadamia</i>	58
e) <i>Manzano</i>	59
f) <i>Melocotón</i>	60
g) <i>Nogal pecanero</i>	60
h) <i>Pera</i>	61
i) <i>Pistache</i>	61
j) <i>Zarzamora</i>	62
4.1.4.2. <i>Zonificación agroecológica para el cultivo de frutales en el municipio de Amealco de Bonfil</i>	64
4.1.4.3. <i>Zonificación agroecológica para el cultivo de frutales en el municipio de Huimilpan, Qro.</i>	74
4.1.4.4. <i>Zonificación agroecológica para el cultivo de frutales en el municipio de San Juan del Río</i>	81
4.2. <i>Cursos de capacitación a habitantes de los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan, Qro., y a personal de la SEDEA, sobre uso eficiente del agua y energía renovable</i>	88
4.2.1. <i>Huimilpan, Qro.</i>	88
4.2.1.1. <i>Objetivo</i>	88
4.2.1.2. <i>Programa de trabajo</i>	89
4.2.1.3. <i>Listas de asistencia:</i>	91
4.2.1.4. <i>Materiales didácticos</i>	95
4.2.1.5. <i>Memoria fotográfica</i>	98
4.2.2. <i>Amealco de Bonfil, Qro.</i>	118
4.2.2.1. <i>Objetivo</i>	118
4.2.2.2. <i>Programa de trabajo</i>	119
4.2.2.3. <i>Listas de asistencia</i>	121
4.2.2.4. <i>Materiales didácticos</i>	141
4.2.2.5. <i>Memoria fotográfica</i>	144
4.3. <i>Integración de tres proyectos ejecutivos de sistemas productivos pilotos</i>	163

4.3.1. Diseño de un invernadero equipado con captación de agua de lluvia en el municipio de Huimilpan, Querétaro	163
4.3.2. Diseño de un sistema de riego con energía fotovoltaica en la comunidad Galindillo, Amealco de Bonfil, Querétaro	163
4.3.3. Diseño de un techo verde en la Casa de la Cultura en el municipio de Huimilpan.....	164
5. LITERATURA CONSULTADA	165
6. ANEXOS.....	167
6.1. Comunidades por municipio	168
6.1.1. Comunidades en el Municipio de Amealco de Bonfil.....	168
6.1.2. Comunidades en el Municipio de Huimilpan	171
6.1.3. Comunidades en el Municipio de San Juan del Río	173
6.2. Requerimientos agroecológicos de los cultivos analizados.....	177
6.2.1. Aguacate	177
6.2.2. Chabacano.....	182
6.2.3. Frambuesa	186
6.2.4. Macadamia.....	190
6.2.5. Manzano	194
6.2.6. Melocotón.....	200
6.2.7. Nogal pecanero.....	206
6.2.8. Pera	211
6.2.9. Pistacho	217
6.2.10. Zarzamora.....	220
6.3. Integración de tres Proyectos ejecutivos	223

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Información climatológica de las 21 estaciones meteorológicas presentes en la zona de estudio.	14
Cuadro 2. Datos de temperaturas máximas y mínimas usados para generar mapa de isotermas e isoyetas.	22
Cuadro 3. Calculo de horas frío (H.F) para las estaciones del área de estudio.	25
Cuadro 4. Clasificación de pendientes de acuerdo al grado de inclinación del terreno.	27
Cuadro 5. Zonificación agroecológica para aguacate en los diferentes municipios.	57
Cuadro 6. Zonificación agroecológica para chabacano en los diferentes municipios.	57
Cuadro 7. Zonificación agroecológica para frambuesa en los diferentes municipios.	58
Cuadro 8. Zonificación agroecológica para macadamia en los diferentes municipios.	59
Cuadro 9. Zonificación agroecológica para manzano en los diferentes municipios.	59
Cuadro 10. Zonificación agroecológica para melocotón en los diferentes municipios.	60
Cuadro 11. Zonificación agroecológica para nogal pecanero en los diferentes municipios.	60
Cuadro 12. Zonificación agroecológica para pera en los diferentes municipios.	61
Cuadro 13. Zonificación agroecológica para pistache en los diferentes municipios.	62
Cuadro 14. Zonificación agroecológica para zarzamora en los diferentes municipios.	62
Cuadro 15. Resumen de zonificación agroecológica, por cultivo y municipio.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Región Amealco o Sierra Queretana.....	2
Figura 2. Climas presentes en la Región Amealco o Sierra Queretana.....	3
Figura 3. Municipio Amealco de Bonfil.	6
Figura 4. Municipio Huimilpan.....	10
Figura 5. Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.....	13
Figura 6. Recorridos realizados en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.....	28
Figura 7. Hidrología presente en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.	29
Figura 8. Isotermas Tmax calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.	30
Figura 9. Isotermas Tmin calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.	31
Figura 10. Horas frío calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.	32
Figura 11. Isoyetas calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.	33
Figura 12. Tipos de suelo presentes en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.	34
Figura 13. Modelo de Elevación Digital (MDE) del municipio de Amealco de Bonfil, Qro.	35
Figura 14. Mapa de pendientes encontradas en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.....	36
Figura 15. Recorridos realizados en el municipio de Huimilpan, Qro.	37
Figura 16. Hidrología presente en el municipio de Huimilpan, Qro.....	38
Figura 17. Isotermas Tmax calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.	39
Figura 18. Isotermas Tmin calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.	40
Figura 19. Horas frío calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.	41
Figura 20. Isoyetas calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.....	42
Figura 21. Tipos de suelo presentes en el municipio de Huimilpan, Qro.	43

Figura 22. Modelo de Elevación Digital (MDE) del municipio de Huimilpan, Qro.	44
Figura 23. Mapa de pendientes encontradas en el municipio de Huimilpan, Qro.	45
Figura 24. Hidrología presente en el municipio de San Juan del Río, Qro.	46
Figura 25. Isotermas Tmax calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.	47
Figura 26. Isotermas Tmin calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.	48
Figura 27. Horas frío calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.	49
Figura 28. Isoyetas calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.	50
Figura 29. Tipos de suelo presentes en el municipio de San Juan del Río, Qro.	51
Figura 30. Modelo de Elevación Digital (MDE) del municipio de San Juan del Río, Qro.	52
Figura 31. Mapa de pendientes encontradas en el municipio de San Juan del Río, Qro.	53
Figura 32. Lenguaje del <i>Raster Calculator</i> del Software ArcGIS. (Ejemplo Nogal).....	55
Figura 33. Diagrama de zonificación agroecológica.....	56
Figura 34. Zonificación potencial para cultivo de Aguacate en el municipio Amealco de Bonfil.....	64
Figura 35. Zonificación potencial para cultivo de Chabacano en el municipio Amealco de Bonfil.....	65
Figura 36. Zonificación potencial para cultivo de Frambuesa en el municipio Amealco de Bonfil.....	66
Figura 37. Zonificación potencial para cultivo de Macadamia en el municipio Amealco de Bonfil.....	67
Figura 38. Zonificación potencial para cultivo de Manzano en el municipio Amealco de Bonfil.....	68

Figura 39. Zonificación potencial para cultivo de Melocotón en el municipio Amealco de Bonfil.....	69
Figura 40. Zonificación potencial para cultivo de Nogal en el municipio Amealco de Bonfil.....	70
Figura 41. Zonificación potencial para cultivo de Pera en el municipio Amealco de Bonfil.....	71
Figura 42. Zonificación potencial para cultivo de Pistacho en el municipio Amealco de Bonfil.....	72
Figura 43. Zonificación potencial para cultivo de Zarzamora en el municipio Amealco de Bonfil.....	73
Figura 44. Zonificación potencial para cultivo de Aguacate en el municipio Huimilpan.	74
Figura 45. Zonificación potencial para cultivo de Chabacano en el municipio Huimilpan.....	75
Figura 46. Zonificación potencial para cultivo de Macadamia en el municipio Huimilpan.....	76
Figura 47. Zonificación potencial para cultivo de Manzano en el municipio Huimilpan.	77
Figura 48. Zonificación potencial para cultivo de Pera en el municipio Huimilpan.	78
Figura 49. Zonificación potencial para cultivo de Pistacho en el municipio Huimilpan.	79
Figura 50. Zonificación potencial para cultivo de Zarzamora en el municipio Huimilpan.	80
Figura 51. Zonificación potencial para cultivo de Aguacate en el municipio San Juan del Río.	81
Figura 52. Zonificación potencial para cultivo de Chabacano en el municipio San Juan del Río.	82
Figura 53. Zonificación potencial para cultivo de Macadamia en el municipio San Juan del Río.	83
Figura 54. Zonificación potencial para cultivo de Manzano en el municipio San Juan del Río.	84

Figura 55. Zonificación potencial para cultivo de Pera en el municipio San Juan del Río.	85
Figura 56. Zonificación potencial para cultivo de Pistacho en el municipio San Juan del Río.	86
Figura 57. Zonificación potencial para cultivo de Zarzamora en el municipio San Juan del Río.	87

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Presa San Miguel, ubicada en la comunidad de San Miguel Tlaxcaltepec, del municipio Amealco de Bonfil, Qro.	7
Fotografía 2. Vista panorámica, límites estatales; al fondo Presa de Tepuxtepec, Michoacán.	8
Fotografía 3. Producción de nopal verdulero en la comunidad El Varal, del municipio Amealco de Bonfil, Qro.	8
Fotografía 4. Cultivo de avena forrajera en la comunidad La Piedad, del municipio Amealco de Bonfil, Qro.	9
Fotografía 5. Producción ganadera en la comunidad Los Cues, en el municipio de Huimilpan, Qro.	11
Fotografía 6. Huerta de frutales en la comunidad San Pedro, en el municipio de Huimilpan, Qro.	11

1. INTRODUCCIÓN

El estado de Querétaro forma parte del extenso territorio de la República Mexicana, encontrándose en el centro del país, en una zona donde coinciden tres regiones naturales: el Eje Neo-volcánico Transversal, la Sierra Madre Occidental y la Altiplanicie Mexicana. La entidad ocupa una superficie de 11,769 kilómetros cuadrados, limitando con los estados de San Luis Potosí al norte, Hidalgo al este, Estado de México al sureste, Michoacán al suroeste y Guanajuato al oeste. Para su administración política se divide en 18 municipios, que son: Amealco de Bonfil, Arroyo Seco, Cadereyta de Montes, Colon, Corregidora, El Marques, Ezequiel Montes, Huimilpan, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pedro Escobedo, Peñamiller, Pinal de Amoles, Querétaro, San Joaquín, San Juan del Rio, Tequisquiapan y Tolimán.

La Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro contrató al IMTA recientemente para desarrollar la planeación productiva de los municipios de la Sierra Gorda como son Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y Peñamiller, así como de la cuenca del río Gatos en el municipio de San Joaquín, enfocándose en el uso de tecnologías para el uso eficiente del agua y la incorporación de las energías renovables en la producción agropecuaria. Tras estas experiencias, solicitó nuevamente su intervención para realizar un *“Estudio para la planeación productiva en los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan”*, cuyos resultados se presentan en el presente documento.

2. OBJETIVO

Realizar un plan de producción sustentable en los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan en el Estado de Querétaro, que considere:

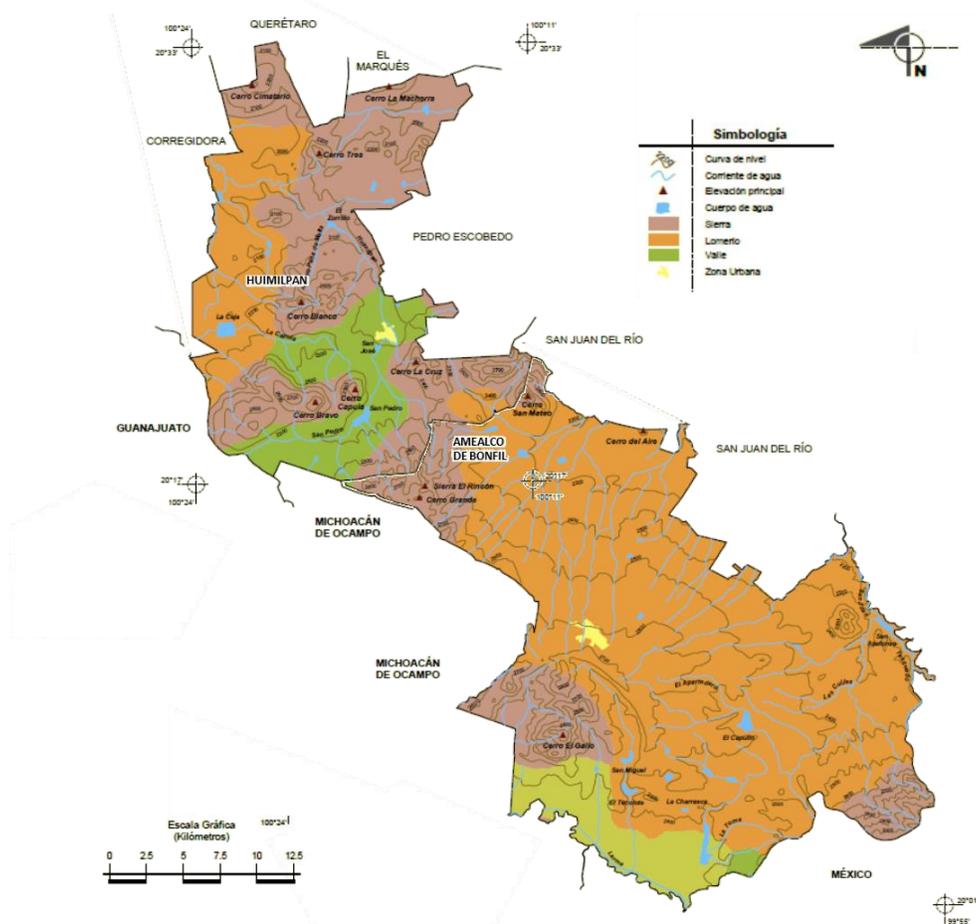
- a) Integrar un Sistema de Información Geográfica (SIG) con mapas de elevación, variables climáticas, especies frutales nativas e introducidas y de valoración del potencial productivo de especies frutales a introducir, de acuerdo a las variables climáticas estudiadas.
- b) Capacitar a habitantes de los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan, Qro. y a personal de SEDEA, sobre el tema uso eficiente del agua y energía renovable, con actividades de cosecha de agua y suelo, a fin de sensibilizar a los habitantes de dichas áreas productivas.
- c) Integrar tres proyectos ejecutivos de sistemas productivos pilotos seleccionados en las áreas más adaptadas a la introducción de frutales y cultivos de hortaliza que involucren tecnologías de cosecha de agua de lluvia y/o manantiales, sistemas de ferti-riego adaptados a área de montaña y suministro de energía eléctrica renovable y/o fósil.

3. JUSTIFICACIÓN

El estado de Querétaro está conformado por una gran variedad de paisajes naturales, cuyas características de relieve y clima han permitido la identificación de cinco regiones que agrupan a los 18 municipios. A continuación, se describe la región a estudiar, denominada Región Amealco o Sierra Queretana.

3.1. Región Amealco o Sierra Queretana.

En la parte sur del estado de Querétaro, se encuentra la Región Amealco, que está formada por los municipios de Amealco y Huimilpan. Colinda al norte con la Región San Juan del Río, al noroeste con la Región Querétaro, al sur con Michoacán y al este con el Estado de México. La región se caracteriza por tener un relieve donde encontramos cerros y lomeríos, con altitudes que van de 2000 hasta 3000 m.s.n.m, destacando los cerros de Santa Teresa y El Gallo.

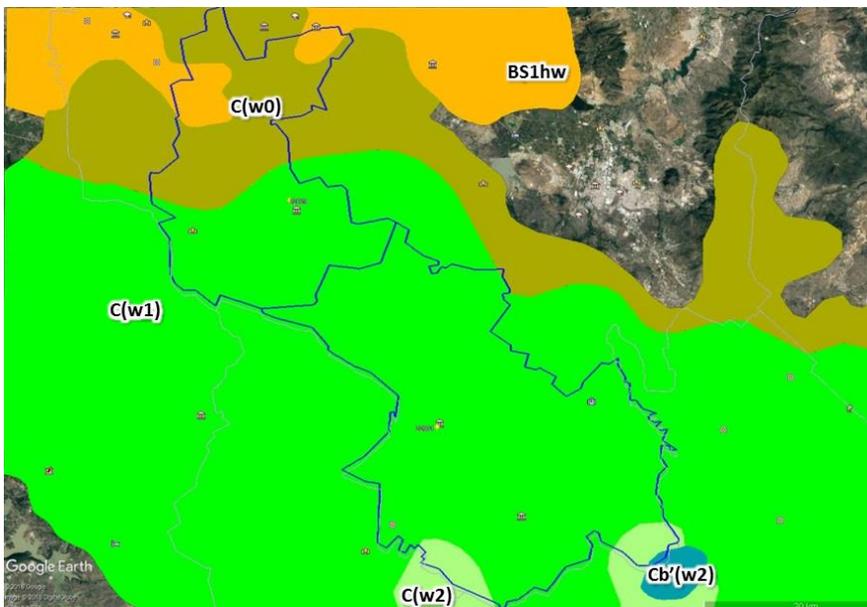


Fuente: Modificado de INEGI. <http://www.inegi.org.mx>

Figura 1. Región Amealco o Sierra Queretana.

El origen de la zona serrana de Amealco es volcánico, por lo que encontramos diversos tipos de suelo. Por ejemplo, en las laderas hay suelos suaves que presentan una capa superficial blanda de tono oscuro, ricos con alto contenido de materia orgánica y nutrientes y fertilidad moderada, características que permiten el buen desarrollo de la agricultura en esta zona. También se observan suelos de tono rojizo, ricos en materia orgánica y que permiten la filtración del agua, por lo que son aprovechados para la siembra de árboles.

El clima que predomina en la región es templado húmedo con verano fresco. Los meses más fríos son los de diciembre y enero, mientras que el más caluroso es el de mayo.



Descripción de climas:

BS1hw: Semiárido semicálido

C(w0): Templado subhúmedo

C(w1): Templado subhúmedo

C(w2): Templado subhúmedo

Cb'(w2): Templado semifrío

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Climas presentes en la Región Amealco o Sierra Queretana

La vegetación natural en el área de bosques de pino-encino, matorrales y pastizales. El bosque mixto, de pino-encino, se localiza en la región Amealco, justamente en la cima del cerro El Gallo y en las laderas que dan hacia Chinteje de la Cruz. Estas son partes elevadas de la sierra que permiten su desarrollo. Los matorrales se pueden localizar en las partes laterales de la sierra.

En Amealco destacan los ríos Arroyo Hondo y Arroyo Canoas que desembocan en la presa Constitución del municipio de San Juan del Río. El sistema hidrológico del municipio de Huimilpan deriva de las cuencas de los ríos Lerma y Panuco, tiene como río principal al de Huimilpan que es afluente del río Querétaro. Esta zona se caracteriza por ser de recarga acuífera, debido a que los suelos son altamente permeables, existe gran filtración hacia el subsuelo y después el agua acumulada se extrae por medio de pozos y norias.

Los principales escurrimientos son de los ríos San Pedro Huimilpan y San Miguel Tlaxcaltepec.

3.2. Potencial Frutícola

La actividad frutícola en el estado de Querétaro es favorecida por la diversidad agroclimática existente. Desde el punto de vista de sistemas productivos, se presentan cultivos criollos de Manzano, Olivo, Nogal, Ciruelo, Tejocote, Pera, Membrillo, Almendro, Durazno, Chabacanos, Zarzamora Higuera, Cítricos, Café, Guayaba y Mango, así como en muchos casos las hortalizas de cierto valor estacional.

Los árboles frutales en las diversas regiones son una alternativa para la producción agrícola, bien en particular con cultivos endémicos como, ejemplo, el aguacate o bien con cultivos que se pueden introducir como el nogal australiano.

La producción frutícola identificada en el municipio de Amealco de Bonfil se dedica al cultivo de algunos frutales como manzano, ciruelo, pera y durazno, presentes en huertos familiares para el autoconsumo. Mientras que en Huimilpan se observan árboles frutales de almendra, chabacano, manzano, durazno y pera.

El presente estudio identificó el potencial frutícola de los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan, a través de la integración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) con mapas de elevación, variables climáticas diversas (temperatura, precipitación, horas frío, etc.), para la valoración del potencial productivo de especies frutales, de acuerdo a sus requerimientos específicos para su establecimiento.

Así mismo, se brindó capacitación a los habitantes de los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan, Qro., y a personal de la SEDEA, sobre el uso eficiente del agua y energía renovable, a fin de sensibilizar a los habitantes de dichas áreas productivas. Como resultado de los cursos de capacitación, se identificaron e integraron los diseños de tres proyectos ejecutivos de sistemas productivos pilotos seleccionados en las áreas más aptas para la producción de frutales y cultivos de hortaliza, que involucran tecnologías de cosecha de agua de lluvia y/o manantiales, sistemas de ferti-riego adaptados a área de montaña y suministro de energía eléctrica renovable y/o fósil, para mejorar la producción agrícola.

4. RESULTADOS

4.1. Sistema de Información Geográfica (SIG)

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 determinados 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.

Con base a la información señalada, el presente trabajo muestra un SIG destinado a la zonificación agroecológica de en

Como parte esencial para la planeación productiva del cultivo de frutales en los municipios de Huimilpan y Amealco de Bonfil, Qro., se elaboró de un Sistema de Información Geográfica para el análisis de las variables determinantes para el establecimiento de las especies frutales potenciales, por medio del cual se diferenciaron las zonas agroecológicas dentro de cada municipio aptas para el cultivo de las especies frutales seleccionadas tales como: aguacate, nogal pecanero, macadamia, melocotón, manzano, pera y zarzamora, bajo las condiciones naturales de humedad, altitud, tipo de suelo y temperatura máxima y mínima, propias de la zona de estudio.

Para ello, fue necesario realizar diversas fases durante este trabajo, que consistieron básicamente en lo siguiente:

1. Recorridos de campo para recopilación de información de especies frutales nativas e introducidas existentes en la región
2. Generación de cartografía temática de variables involucradas en el análisis
3. Recopilación de la información de los requerimientos específicos de cada cultivo para cada variable considerada en el análisis

4. Elaboración del análisis para cada cultivo, mediante la aplicación del álgebra de mapas con el programa ArcGIS 10.1 (ESRI, 2013).

4.1.1. Recorridos de campo

Previo a este análisis, se realizaron recorridos de campo para la identificación de las especies de frutales presentes en la región, como punto de partida para la selección de las especies a incluir en este estudio, pudiendo ser especies nativas e introducidas.

Los recorridos de campo iniciaron en el mes de enero del presente año, comenzando con un recorrido general en ambos municipios, para localizar las principales carreteras de entradas y salidas. Posteriormente se efectuaron recorridos de campo en los cuales se entrevistaron algunos productores, con la finalidad de conocer las actividades productivas principales en ambos municipios. Con base a estos recorridos, a continuación se presenta un panorama general para cada uno de los municipios.

4.1.1.1. Amealco del Bonfil

El municipio de Amealco se localiza al extremo sur del estado, limitando con los municipios de San Juan del Río al noreste y con Huimilpan al noroeste, así como con los estados de México al sureste y Michoacán al suroeste (Figura 1). Su superficie es de aproximadamente 682 km².



Figura 3. Municipio Amealco de Bonfil.

La agricultura se dedica principalmente al maíz, que se cultiva en abundancia gracias a la existencia de suelos muy fértiles en el sureste. Además se observan cultivos de frijol, haba, trigo, cebada y avena forrajera. Los frutales encontrados en este municipio son

manzano, ciruelo, pera y durazno, presentes en huertos familiares para el autoconsumo. El ganado bovino y porcino es en pequeña escala, sólo de consumo familiar.

Este municipio se caracteriza por tener un relieve donde encontramos cerros y lomeríos, con altitudes que van de 2000 hasta 3000 m.s.n.m, destacando los cerros de Santa Teresa y El Gallo.

El origen de la zona serrana de Amealco es volcánico, por lo que encontramos diversos tipos de suelo. Por ejemplo, en las laderas hay suaves que presentan una capa superficial blanda de tono oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes con fertilidad moderada, debido a ello la agricultura tiene buen desarrollo en la zona; también hay suelos de tono rojizo, ricos en materia orgánica y que permiten la filtración del agua, por lo que son aprovechados para la siembra de árboles.

El clima que predomina en la región es templado húmedo con verano fresco. Los meses más fríos son los de diciembre y enero, mientras que el más caluroso es el de mayo.

La vegetación natural en el área de bosques de pino-encino, matorrales y pastizales. El bosque mixto, de pino-encino, se localiza en la región Amealco, justamente en la cima del cerro El Gallo y en las laderas que dan hacia Chinteje de la Cruz. Estas son partes elevadas de la sierra que permiten su desarrollo. Los matorrales se pueden localizar en las partes laterales de la sierra.

En Amealco destacan los ríos Arroyo Hondo y Arroyo Canoas que desembocan en la presa Constitución del municipio de San Juan del Río.



Fotografía 1. Presa San Miguel, ubicada en la comunidad de San Miguel Tlaxcaltepec, del municipio Amealco de Bonfil, Qro.



Fotografía 2. Vista panorámica, límites estatales; al fondo Presa de Tepuxtepec, Michoacán.



Fotografía 3. Producción de nopal verdulero en la comunidad El Varal, del municipio Amealco de Bonfil, Qro.



Fotografía 4. Cultivo de avena forrajera en la comunidad La Piedad, del municipio Amealco de Bonfil, Qro.

4.1.1.2. *Huimilpan*

El municipio de Huimilpan se encuentra localizado en el suroeste del estado de Querétaro, forma parte de la Sierra Queretana, misma que pertenece a la Sierra Madre Oriental. En la parte este, limita con los municipios de Pedro Escobedo, Amealco de Bonfil y una mínima parte de San Juan del Río, al oeste limita con el municipio de Corregidora y el estado de Guanajuato, y en la parte sur colinda con el municipio de Amealco de Bonfil y los estados de Michoacán de Ocampo y Guanajuato; y al norte colinda con los municipios de El Marqués, Querétaro y Pedro Escobedo. Cuenta con una superficie de 388.4 km².



Figura 4. Municipio Huimilpan.

Su paisaje presenta importantes elevaciones, llanuras en altiplano, cañadas y pequeños valles, así como algunas de las planicies que bordean al río Lerma, dentro de las cuales destaca el Cerro de Santa Teresa con 2 500 msnm. Otros de mayor altura son los cerros Bravo, Capula, el Picacho y el de la Cruz que alcanza 2 650 msnm.

El sistema hidrológico del municipio depende de las cuencas de los ríos Lerma y Pánuco; teniendo como río principal el río Huimilpan, que es afluente del río Pueblito y que en su trayecto cuenta con cuatro presas almacenadoras de importancia:

- San José con 1.5 millones de metros cúbicos
- El Zorrillo con 3.0 millones de metros cúbicos
- Presa San Pedro con 5 millones de metros cúbicos
- Ceja de Bravo con una capacidad de 4.6 millones de metros cúbicos.

En el municipio de Huimilpan se visitaron las comunidades de Los Cues, Paniagua, El Vegil, Las Taponas, San Pedro, San Ignacio, entre otras.



Fotografía 5. Producción ganadera en la comunidad Los Cues, en el municipio de Huimilpan, Qro.



Fotografía 6. Huerta de frutales en la comunidad San Pedro, en el municipio de Huimilpan, Qro.

4.1.2. Generación de cartografía temática de variables involucradas en el análisis

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.

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 las cuales son:

- Temperatura máxima
- Temperatura mínima,
- Precipitación
- Tipo de suelo y
- Altitud

La caracterización del comportamiento de la temperatura y la precipitación en el área de estudio se realizó con base al análisis de la información proveniente de 21 estaciones meteorológicas presentes en la zona, conocidas como Agostadero, Amealco, Ceja de Bravo, El Batán, Epitacio Huerta, Galindo, Huimilpan, La Concepción, La Llave, La Venta, Presa Centenario, Presa El Capulín, Presa San Ildefonso, Querétaro (DGE), San Juan del Río (DGE), San Lucas Totolmaloya, San Pablo, Santa Teresa, Taxhie, Temascales y Tlaxcalilla (Figura 5), las cuales registran los valores de temperatura media, máximos, mínimos y precipitaciones normales, analizados durante el periodo comprendido entre 1951 – 2010, que se presentan en el Cuadro 1.

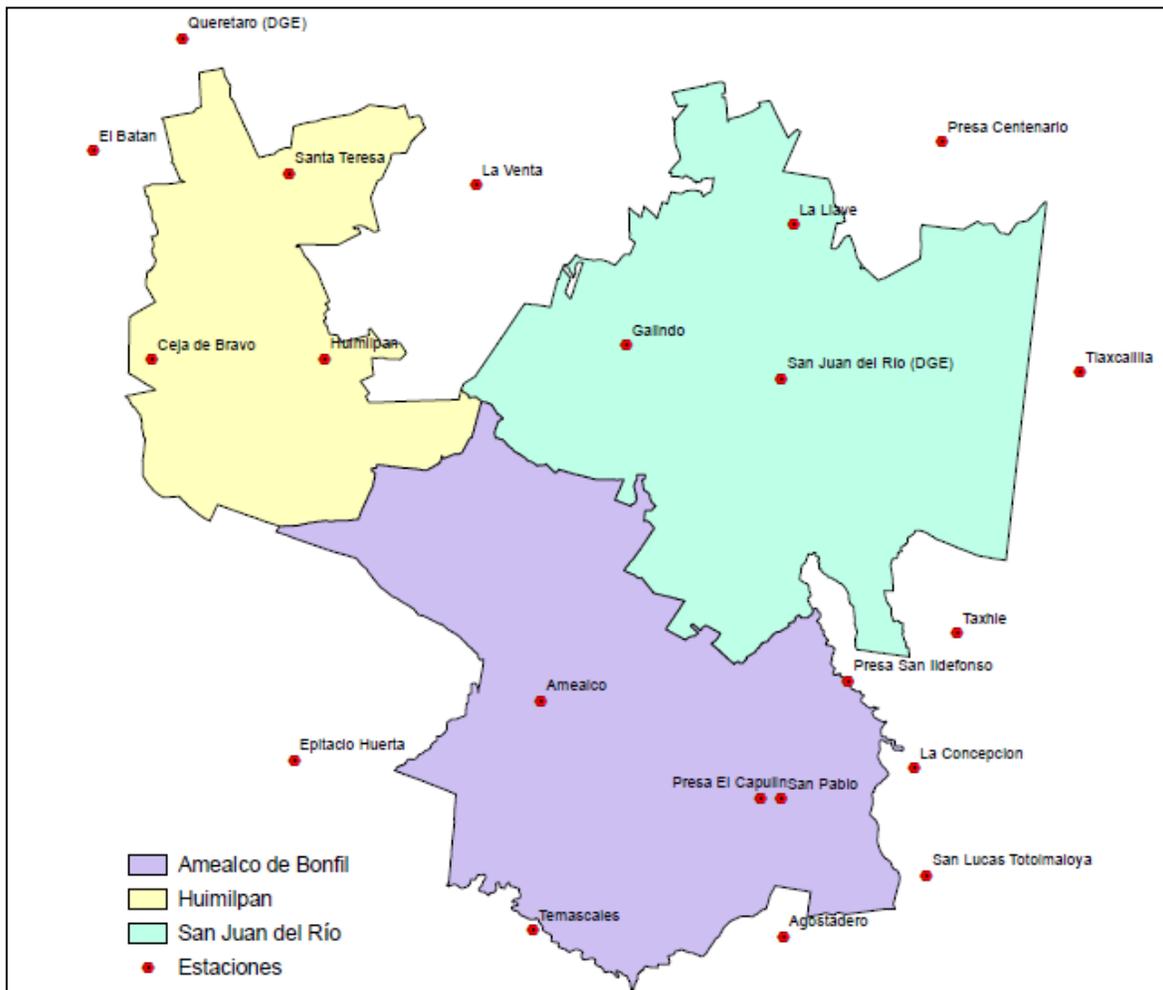


Figura 5. Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio

Cuadro 1. Información climatológica de las 21 estaciones meteorológicas presentes en la zona de estudio.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : MEXICO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00015194 AGOSTADERO	LATITUD: 20° 02' 54'' N				LONGITUD: 099° 59' 41'' W				ALTURA: 2713 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	19.6	20.5	23.1	24.6	24.6	21.9	19.9	20.5	20.2	20.6	20.3	19.7	21.3
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	11.6	12.4	14.4	15.8	16.6	15.4	14.4	14.6	14.4	13.7	12.8	12.1	14.0
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	3.6	4.2	5.6	7.0	8.6	8.9	8.8	8.7	8.6	6.9	5.3	4.4	6.7
PRECIPITACION NORMAL	21.2	11.3	4.8	21.4	70.1	135.5	222.9	169.9	122.9	59	12.9	8.6	860.5

ESTADO DE : QUERETARO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00022001 AMEALCO	LATITUD: 20° 11' 05'' N				LONGITUD: 100° 08' 44'' W				ALTURA: 2626 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	21.1	22.0	24.1	25.3	25.7	24.1	22.2	22.5	21.8	21.6	21.9	21.4	22.8
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	12.9	13.7	15.7	16.9	17.7	16.6	15.6	15.7	15.3	14.5	14.1	13.4	15.2
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.8	5.4	7.3	8.5	9.4	9.2	9.0	8.9	8.8	7.3	6.3	5.3	7.5
PRECIPITACION NORMAL	18.6	14.5	10.7	20.9	59.9	141.9	181.3	150.5	154.0	57.1	11.6	12.4	833.4

ESTADO DE : QUERETARO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00022050 CEJA DE BRAVO	LATITUD: 20° 22' 57'' N				LONGITUD: 100° 23' 14'' W				ALTURA: 2181 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	22.6	24.9	27.0	28.2	29.1	27.0	24.5	25.0	25.0	24.6	24.0	23.3	25.4
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	14.1	16.0	17.9	19.3	20.2	19.2	17.4	17.7	17.5	17.0	15.7	14.9	17.2
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	5.6	7.1	8.7	10.3	11.3	11.3	10.2	10.4	10.1	9.4	7.3	6.5	9.0
PRECIPITACION NORMAL	7.0	4.0	3.8	11.2	28.6	82.6	116.9	94.7	69.9	44.7	15.5	3.1	482.0



SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : QUERETARO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00022004 EL BATAN			LATITUD: 20° 30' 15'' N				LONGITUD: 100° 25' 28'' W				ALTURA: 1895 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	23.4	24.8	27.3	29.4	30.5	28.4	26.7	26.5	25.8	25.3	24.5	23.6	26.4
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	13.6	14.8	17.2	19.8	21.3	20.6	19.4	19.3	18.8	17.5	15.4	14.1	17.7
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	3.8	4.8	7.1	10.1	12.0	12.8	12.2	12.2	11.8	9.6	6.3	4.7	9.0
PRECIPITACION NORMAL	15.2	12.1	7.7	17.9	39.9	119.0	150.4	130.6	116.5	47.8	12.5	6.9	676.5

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : MICHOACAN DE OCAMPO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00016233 EPITACIO HUERTA			LATITUD: 20° 08' 57'' N				LONGITUD: 100° 17' 50'' W				ALTURA: 2503 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	21.4	23.2	25.9	27.5	27.7	25.4	23.3	23.4	22.7	22.2	21.9	21.5	23.8
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	12.5	13.9	16.3	18.3	19.0	18.0	16.8	16.7	16.4	15.0	13.7	12.8	15.8
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	3.7	4.7	6.8	9.0	10.2	10.7	10.3	10.1	10.1	7.8	5.5	4.2	7.8
PRECIPITACION NORMAL	10.7	14.9	7.0	21.8	58.1	134.2	197.1	139.5	140.1	58.4	13.5	6.6	801.9

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : QUERETARO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00022028 GALINDO			LATITUD: 20° 23' 35'' N				LONGITUD: 100° 05' 33'' W				ALTURA: 1937 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	23.7	25.6	28.6	30.2	30.5	28.2	26.4	26.6	25.8	25.3	24.9	23.8	26.6
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	14.2	15.8	18.6	20.5	21.6	20.9	19.8	19.8	19.2	17.9	16.4	14.7	18.3
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.8	6.0	8.5	10.9	12.7	13.6	13.2	12.9	12.6	10.4	7.8	5.7	9.9
PRECIPITACION NORMAL	10.8	5.2	6.6	23.6	47.6	107.7	154.5	115.1	100.6	50.4	14.7	4.9	641.7



SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : QUERETARO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00022029 HUIMILPAN			LATITUD: 20° 23' 02'' N				LONGITUD: 100° 16' 50'' W				ALTURA: 2271 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	21.0	22.4	24.4	26.3	26.7	24.9	22.7	22.6	22.0	21.7	21.4	20.9	23.1
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	12.7	14.0	15.8	17.6	18.4	17.8	16.7	16.7	16.0	14.9	13.7	13.0	15.6
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.5	5.5	7.2	9.0	10.1	10.7	10.6	10.7	10.0	8.2	6.0	5.1	8.1
PRECIPITACION NORMAL	16.8	8.9	7.7	23.6	45.7	132.3	192.0	149.7	119.9	62.8	10.7	3.7	773.8

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : MEXICO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00015189 LA CONCEPCION			LATITUD: 20° 08' 48'' N				LONGITUD: 099° 54' 53'' W				ALTURA: 2351 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	19.6	21.5	23.6	25.1	25.5	23.4	21.7	21.7	21.0	20.6	20.5	20.1	22.0
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	10.0	11.4	13.5	15.4	16.8	16.6	15.8	15.7	15.2	13.5	11.7	10.7	13.9
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	0.4	1.3	3.3	5.7	8.1	9.8	9.9	9.8	9.4	6.4	2.9	1.3	5.7
PRECIPITACION NORMAL	11.5	14.0	9.5	21.3	53.9	136.5	168.5	150.2	128.2	70.8	15.9	5.6	785.9

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : QUERETARO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00022042 LA LLAVE			LATITUD: 20° 27' 51'' N				LONGITUD: 099° 59' 29'' W				ALTURA: 1894 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	23.2	24.5	26.5	28.6	29.4	28.0	26.7	26.4	25.7	25.1	24.1	23.1	26.0
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	13.8	14.8	16.8	19.2	20.7	20.5	19.9	19.8	19.1	17.6	15.8	14.1	17.7
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.5	5.1	7.1	9.7	11.9	13.0	13.1	13.2	12.4	10.0	6.8	5.0	9.3
PRECIPITACION NORMAL	6.4	3.0	5.3	14.9	29.7	69.2	91.0	87.0	51.6	27.3	6.6	7.8	399.8



SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : QUERETARO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00022067 LA VENTA			LATITUD: 20° 29' 10'' N				LONGITUD: 100° 11' 15'' W				ALTURA: 1906 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	22.0	23.8	25.7	28.0	28.5	26.9	25.5	25.6	26.1	25.3	24.6	23.1	25.4
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	13.1	14.4	15.9	18.2	19.4	19.1	18.2	18.2	18.3	16.9	15.4	14.0	16.8
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.2	5.0	6.1	8.4	10.2	11.3	10.8	10.9	10.4	8.4	6.2	4.9	8.1
PRECIPITACION NORMAL	17.3	8.1	6.6	18.3	36.0	77.1	112.4	85.5	78.3	35.1	11.0	0.9	486.6

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : QUERETARO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00022025 PRESA CENTENARIO			LATITUD: 20° 30' 47'' N				LONGITUD: 099° 54' 00'' W				ALTURA: 1889 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	22.6	24.3	27.2	29.0	29.4	27.7	26.3	26.3	25.1	24.1	23.7	22.5	25.7
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	13.5	14.9	17.6	20.0	21.2	20.9	19.9	19.8	19.1	17.1	15.6	14.1	17.8
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.4	5.6	8.1	10.9	12.9	14.1	13.5	13.4	13.0	10.1	7.5	5.7	9.9
PRECIPITACION NORMAL	11.4	4.4	7.4	18.2	38.3	87.3	86.7	83.6	71.5	36.3	9.3	5.9	460.3

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : QUERETARO											PERIODO: 1951-2010		
ESTACION: 00022047 PRESA EL CAPULIN			LATITUD: 20° 07' 45'' N				LONGITUD: 100° 00' 35'' W				ALTURA: 2746 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	18.7	20.3	22.3	24.5	24.9	23.2	21.2	21.3	20.4	20.1	19.7	18.8	21.3
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	11.6	12.9	14.6	16.8	17.7	17.1	16.1	16.1	15.5	14.4	13.0	11.8	14.8
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.6	5.4	6.9	9.1	10.6	11.1	10.9	10.9	10.6	8.7	6.4	4.8	8.3
PRECIPITACION NORMAL	15.3	14.5	8.3	19.2	46.8	143.2	187.9	170.7	172.5	75.4	15.0	4.4	873.2



SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : MEXICO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00015190 PRESA SAN ILDEFONSO	LATITUD: 20° 11' 51'' N				LONGITUD: 099° 57' 23'' W				ALTURA: 2290 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	20.9	22.6	25.2	26.7	26.8	24.8	22.8	22.8	22.1	21.8	21.8	21.0	23.3
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	12.7	13.9	16.4	18.2	18.9	18.0	16.9	16.8	16.4	15.1	14.1	13.0	15.9
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	4.4	5.3	7.6	9.7	10.9	11.3	10.9	10.8	10.7	8.4	6.4	5.0	8.5
PRECIPITACION NORMAL	13.8	9.6	10.0	22.4	55.9	137.7	168.7	149.1	123.2	71.4	15.8	7.7	785.3

ESTADO DE : QUERETARO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00022063 QUERETARO (DGE)	LATITUD: 20° 34' 13'' N				LONGITUD: 100° 22' 11'' W				ALTURA: 1871 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	23.1	24.8	27.7	29.9	30.9	29.6	27.1	27.2	26.0	26.0	24.7	23.6	26.7
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	15.3	16.6	19.0	21.3	22.8	22.3	20.7	20.7	19.8	18.7	16.9	15.6	19.1
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	7.5	8.3	10.2	12.7	14.7	15.0	14.3	14.1	13.7	11.5	9.0	7.5	11.5
PRECIPITACION NORMAL	16.0	16.6	4.1	13.3	38.7	80.2	134.9	86.6	83.3	34.7	8.2	9.1	525.7

ESTADO DE : QUERETARO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00022022 SAN JUAN DEL RIO (DGE)	LATITUD: 20° 22' 27'' N				LONGITUD: 099° 59' 54'' W				ALTURA: 1933 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	23.0	24.8	27.7	29.3	29.9	28.0	26.0	26.2	25.2	24.6	24.3	23.3	26.0
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	14.1	15.5	18.1	20.0	21.3	20.7	19.4	19.5	18.8	17.3	16.0	14.7	18.0
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	5.3	6.1	8.5	10.7	12.7	13.4	12.9	12.8	12.4	10.1	7.7	6.1	9.9
PRECIPITACION NORMAL	11.6	11.4	7.0	18.4	38.0	79.9	107.7	91.3	83.0	46.7	7.7	5.3	508.0



SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
NORMALES CLIMATOLOGICAS

ESTADO DE : MEXICO												PERIODO: 1951-2010	
ESTACION: 00015260 SAN LUCAS TOTOLMALOYA			LATITUD: 20° 05' 03'' N				LONGITUD: 099° 54' 25'' W				ALTURA: 2737 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	18.0	19.4	21.5	23.0	23.6	21.9	19.9	20.0	19.4	19.2	19.2	18.7	20.3
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	10.8	11.8	13.7	15.5	16.4	15.9	14.7	14.7	14.3	13.2	12.3	11.3	13.7
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	3.6	4.3	5.9	7.9	9.3	9.9	9.5	9.4	9.3	7.3	5.3	4.0	7.1
PRECIPITACION NORMAL	16.4	14.8	10.9	25.7	51.8	111.5	162.4	131.1	117.4	63.7	17.6	7.0	730.3

ESTADO DE : QUERETARO												PERIODO: 1951-2010	
ESTACION: 00022033 SAN PABLO			LATITUD: 20° 07' 42 '' N				LONGITUD: 099° 59' 48'' W				ALTURA: 2404 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	19.2	20.5	23.3	24.4	24.8	22.5	21.1	20.8	20.3	20.2	20.2	19.3	21.4
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	11.5	12.5	14.8	16.3	17.2	16.2	15.4	15.3	14.8	13.8	12.8	11.9	14.4
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	3.8	4.6	6.3	8.2	9.5	9.8	9.7	9.7	9.3	7.5	5.5	4.5	7.4
PRECIPITACION NORMAL	15.6	9.1	9.5	22.1	55.6	137.2	191.9	172.2	151.3	71.3	18.4	7.4	861.6

ESTADO DE : QUERETARO												PERIODO: 1951-2010	
ESTACION: 00022058 SANTA TERESA			LATITUD: 20° 29' 31 '' N				LONGITUD: 100° 18' 12'' W				ALTURA: 2092 MSNM		
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	21.9	23.4	25.7	28.2	28.8	26.4	24.6	24.3	23.8	23.2	22.9	22.0	24.6
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	14.2	15.4	17.3	19.5	20.2	19.0	18.1	17.7	17.4	16.5	15.6	14.6	17.1
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	6.5	7.4	8.9	10.8	11.6	11.5	11.5	11.1	11.0	9.7	8.2	7.2	9.6
PRECIPITACION NORMAL	4.4	2.4	4.9	8.6	21.8	62.5	93.1	87.3	83.3	38.4	9.1	4.7	420.5



SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : MEXICO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00015192 TAXHIE	LATITUD: 20° 13' 33'' N				LONGITUD: 099° 53' 21'' W				ALTURA: 2260 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	24.4	25.7	27.8	28.7	28.9	27.5	26.6	26.5	25.7	25.7	25.7	25.4	26.6
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	13.4	15.0	17.1	18.8	19.4	19.1	18.5	18.4	17.9	16.7	15.5	14.1	17.0
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	2.5	4.3	6.5	8.8	10.0	10.6	10.5	10.2	10.0	7.7	5.3	2.8	7.4
PRECIPITACION NORMAL	12.4	12.2	8.8	23.4	56.3	112.1	137.1	125.8	107.0	61.1	14.5	6.9	677.6

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : MICHOACAN DE OCAMPO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00016124 TEMASCALES	LATITUD: 20° 03' 03'' N				LONGITUD: 100° 08' 58'' W				ALTURA: 2409 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	19.5	21.0	23.3	25.0	25.1	22.9	21.0	21.1	20.5	20.4	20.4	19.6	21.7
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	10.2	11.4	13.7	15.7	16.8	16.5	15.6	15.5	15.1	13.5	11.9	10.5	13.9
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	0.8	1.7	4.1	6.5	8.5	10.2	10.1	9.9	9.6	6.7	3.4	1.5	6.1
PRECIPITACION NORMAL	17.2	8.5	6.7	24.3	51.2	128.1	180.9	159.7	132.1	62.1	14.5	7.8	793.1

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLOGICAS													
ESTADO DE : HIDALGO													PERIODO: 1951-2010
ESTACION: 00013156 TLAXCALILLA	LATITUD: 20° 22' 43'' N				LONGITUD: 099° 48' 51'' W				ALTURA: 2200 MSNM				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	19.8	20.8	23.9	27.0	27.2	25.2	24.0	23.7	22.0	21.7	21.1	20.1	23.0
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	11.7	12.5	14.8	17.0	17.7	17.3	16.6	16.5	15.3	13.8	13.0	11.9	14.8
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	3.6	4.1	5.6	6.9	8.3	9.5	9.2	9.2	8.7	5.9	4.9	3.6	6.6
PRECIPITACION NORMAL	6.4	8.0	5.3	26.8	41.5	105.3	97.4	86.2	80.8	35.7	10.0	7.9	511.3

La información fue tomada del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), considerando las estaciones con diez años de registros y que contaron con datos de precipitación, temperatura máxima, mínima y media. Estas variables se interpolaron mediante el ArcGIS 10.1, (ESRI, 2013), para la elaboración de los mapas de isotermas, isoyetas y horas frío.

La información cartográfica generada para los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan se presenta en forma de las cartas temáticas que se señalan a continuación:

1. Recorridos
2. Hidrología
3. Isotermas Tmax
4. Isotermas Tmin
5. Isoyetas
6. Horas frío
7. Modelo Digital de Elevación (MDE)
8. Pendientes

Adicionalmente, se generó la misma cartografía para el municipio de San Juan del Río, a excepción de la correspondiente a los recorridos, dado que estos no se realizaron en dicho municipio. Lo anterior debido al acuerdo que se tuvo con la parte contratante de incluir esta cartografía y a la necesidad de contar con ella para la posterior zonificación de áreas de potencial frutícola en la zona de estudio.

Los mapas generados para los tres municipios se presentan en las Figuras 6 a 31.

4.1.2.1. Mapas de recorridos

Los mapas de recorrido se realizaron con base a la información en formato shapefile de las cartas topográficas del área de estudio, tomando en cuenta las carreteras principales y localidades, trazado para cada municipio del área de estudio las rutas de los recorridos mediante la unión de los puntos tomados con un GPS Garmin III Plus de mano en el programa Google Earht, y que fueron transferidos a la representación gráfica en un mapa elaborado con Arc Gis 10.1.

4.1.2.2. Mapas de hidrología

Los mapas de hidrología generados para el área de trabajo tuvieron su origen en la información disponible de INEGI, la cual fue incorporada a la base de datos generada para el SIG del presente estudio.

De forma similar, los mapas de hidrológica se realizaron con información de las cartas topográficas del área de estudio, obtenidas en formato shape, tomando como puntos de interés los manantiales, cuerpos de agua, corrientes de agua y área de cultivo.

En este caso, los mapas para cada municipio se enriquecieron, agregando la información de nuevos bordos trazados mediante Google Earth, debido a que cada año se establecen alrededor de 400 bordos nuevos para el almacenamiento de agua de lluvia.

4.1.2.3. Mapas de isotermas e isoyetas

Para la elaboración de los mapas de isotermas e isoyetas de los municipios, se generó la base de datos con los promedios de las variables climáticas de las estaciones meteorológicas y se almacenó en el Arc GIS 10.1, construyendo los mapas a escalas 1:200,000 y 1:250,000 respectivamente. Los datos empleados para este procedimiento se muestran en el Cuadro 2.

El criterio seguido para la selección de las estaciones utilizadas ha sido la elección de aquellas que reúnen las características similares a las del área de estudio, desechándose aquellas con datos de periodos menores a 10 años.

Cuadro 2. Datos de temperaturas máximas y mínimas usados para generar mapa de isotermas e isoyetas.

Estación	Nombre	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitación (mm)
15194	Agostadero	21.3	6.7	860.5
22001	Amealco	22.8	7.5	833.4
22050	Ceja de Bravo	25.4	9.0	482.0
22004	El Batán	26.4	9.0	676.5
16233	Epitacio Huerta	23.8	7.8	801.9
22028	Galindo	26.6	9.9	641.7
22029	Huimilpan	23.1	8.1	773.8
15189	La Concepción	22.0	5.7	786.0
22042	La Llave	26.0	9.3	399.8
22067	La Venta	25.4	8.1	486.6
22025	Presa Centenario	25.7	9.9	460.3
22047	Presa El Capulín	21.3	8.3	873.2
15190	Presa San Ildefonso	23.3	8.5	785.3
22063	Querétaro (DGE)	26.7	11.5	525.7
22022	San Juan del Río (DGE)	26.0	9.9	508.0

15260	San Lucas Totolmaloya	20.3	7.1	730.3
22033	San Pablo	21.4	7.4	861.6
22058	Santa Teresa	24.6	9.6	420.5
19192	Taxhie	26.6	7.4	677.6
16124	Temascales	21.7	6.1	793.1
13156	Tlaxcalilla	23.0	6.6	511.3

Fuente: Elaboración propia

La interpolación para el cálculo de isotermas ($T_{max} - T_{min}$) fue realizada con el método Distancia Inversa Ponderada (IDW), que presupone que la variable que se representa cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde su ubicación de muestra. Es el método más utilizado y es inversamente proporcional a la distancia, encontrándose incorporado en el programa Arc GIS 10.1.

Debido a la baja densidad de estaciones, para poder determinar las isoyetas se consideró la topografía respectiva del área de estudio, así mismo los posibles efectos de esta en cuanto a su distribución, a través de tendencias de incrementos y disminuciones como el desarrollo de convecciones y el efecto Foehn o “sombra de lluvia”.

Se observa un significativo incremento de niveles de precipitación, así como un incremento de los niveles de humedad en el clima hacia el sur de la cuenca, con una ligera disminución en el Valle del Río Lerma. Bien es conocido que los niveles de precipitación al sur del Río Lerma, ya estando en los estados vecinos de México y Michoacán la precipitación incrementa en forma significativa, debido al incremento de los niveles de altura por la Sierra del Eje Neovolcánico Central. Todo el sur del estado de Querétaro se encuentra en la “Sombra de lluvia” por su ubicación en la cadena montañosa (Eje Neovolcánico), además de la Sierra Madre Oriental, la cual se encuentra más hacia el oriente, más allá del Valle del Río Moctezuma, en el norte del estado de Hidalgo y en el norte de Puebla. También se observa que al poniente del Valle de Río Moctezuma el terreno vuelve a ascender hasta la división continental, y así también las ocurrencias de movimientos convectivos aumentan, dejando al sur de Querétaro otra vez en la unidad climatológica de semihúmedo.

En el municipio de Amealco frecuentemente ocurren precipitaciones de origen convectivo – orográfico, debido a que parte de la sierra la Peña Nado (Cerro Pelón) ubicada al sureste, Cerro La Cruz ubicado al sur del municipio y la serranía El Rincón ubicada al noroeste del municipio, se localizan en la división continental. En estos sitios se observan niveles de precipitación superiores a las 800 mm/año, en las cimas de las montañas Peña Nado (Cerro Pelón) y El Rincón hasta más de 1000 mm/año, pero no existen estaciones en estas montañas por lo que no hay forma de comprobarlo.

Hacia el norte estas precipitaciones tienden a disminuir, entrando al Valle de San Juan del Río con precipitaciones inferiores de 500 mm / año. También hacia el oeste de la serranía de El Rincón los niveles de precipitación tienden a disminuir.

El norte de la serranía El Rincón del municipio de Huimilpan, como el cerro Cápula (al suroeste del poblado de Huimilpan) y toda la serranía ubicada al sureste del poblado de Huimilpan; extendiéndose hasta el cerro del Cimatarío; separa los valles de San Juan del Río y las valles del Bajío; funcionando como “ordeñadores” de masas de aire cargados de humedad, induciendo movimientos convectivos orográficos, presentándose climas semihúmedos hacia el norte entre los valles de San Juan de Río y la Región de la ciudad de Querétaro, Apaseo El Grande, ambas presentando un clima semiseco estepario, con niveles de precipitación inferiores a los 500 y 600 mm/año respectivos.

4.1.2.4. Mapa de Horas Frío

Muchas especies necesitan acumular frío durante el reposo invernal para florecer adecuadamente. La acumulación de horas frío posibilita los cambios fisiológicos responsables de la floración y fructificación normal del cultivo. El periodo de reposo va desde el inicio de la caída de las hojas o la fecha media de la primera helada, aproximadamente desde el primero de noviembre, en el otoño hasta, el penúltimo mes del invierno, variando de acuerdo al clima presente del 1 de febrero en zonas templado cálida, el 15 de febrero en zonas templadas, y el 1 de marzo en zonas frías continentales, unos días antes del desborre de las yemas, entendido como la primera manifestación del crecimiento de la yema, cuando comienzan a hincharse en primavera y las escamas protectoras que las recubren se abren y la borra aparece al exterior (García, 2012).

En este periodo de latencia se producen cambios en el metabolismo y crecimiento de las especies frutales que dan una resistencia al frío. Además, una gran cantidad de frutales y diversos cultivos necesitan de este letargo invernal para poder vegetar y florecer adecuadamente.

Este reposo es controlado por la vernalización, es decir, las yemas de los árboles necesitan acumular un determinado número de horas frío para inducir la salida del reposo invernal, con lo que asegura haber pasado el periodo de heladas. En agricultura, se conoce por hora frío aquella cuya temperatura está por debajo de los 7 °C.

Cuando las plantas no acumulan adecuadamente el frío necesario durante su reposo, sufren una serie de desórdenes fisiológicos que afectan su producción.

Cálculo de Horas Frío

Existen diversos métodos para calcular las horas frío, tal es el caso de los métodos de Sharpe, Weimberger y Da Mota, por citar algunos.

El método Da Mota (1957) es uno de los más utilizados. Correlaciona las horas frío y la temperatura media de los meses durante el periodo invernal que va de Noviembre a Febrero. Cuantifica las horas frío a través de la fórmula siguiente:

$$H.F = 485.1 - 28.52 (Xi)$$

Donde X_i = temperatura promedio de los meses de Noviembre a Febrero.

Aplicando esta fórmula con la información de cada una de las estaciones meteorológicas localizadas en la zona de estudio, se calculó las horas frío de los meses de noviembre a febrero, así como el total de horas frío para el área de influencia de cada estación. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Calculo de horas frío (H.F) para las estaciones del área de estudio.

Estación	Nombre	Temperaturas medias				H.F. Nov	H.F. Dic	H.F. Ene	H.F. Feb	Total de H. F
		Nov	Dic	Ene	Feb					
22001	Amealco	14.1	13.4	12.9	13.7	83.0	102.9	117.2	94.4	397.5
22033	San Pablo	12.8	11.9	11.5	12.5	120.0	145.7	157.1	128.6	551.5
22047	Presa El Capulín	13	11.8	11.6	12.9	114.3	148.6	154.3	117.2	534.4
15190	Presa San Ildefonso	14.1	13	12.7	13.9	83.0	114.3	122.9	88.7	408.9
15189	La Concepción	11.7	10.7	10	11.4	151.4	179.9	199.9	160.0	691.2
15260	San Lucas Totolmaloya	12.3	11.3	10.8	11.8	134.3	162.8	177.1	148.6	622.8
15194	Agostadero	12.8	12.1	11.6	12.4	120.0	140.0	154.3	131.5	545.8
16124	Temascaltes	11.9	10.5	10.2	11.4	145.7	185.6	194.2	160.0	685.5
16233	Epitacio Huerta	13.7	12.8	12.5	13.9	94.4	120.0	128.6	88.7	431.7
22058	Santa Teresa	15.6	14.6	14.2	15.4	40.2	68.7	80.1	45.9	234.9
22029	Huimilpan	13.7	13	12.7	14	94.4	114.3	122.9	85.8	417.4
22050	Ceja de Bravo	15.7	14.9	14.1	16	37.3	60.2	83.0	28.8	209.2
22004	El Batan	15.4	14.1	13.6	14.8	45.9	83.0	97.2	63.0	289.1
22067	La Venta	15.4	14	13.1	14.4	45.9	85.8	111.5	74.4	317.6
22063	Querétaro (DGE)	16.9	15.6	15.3	16.6	3.1	40.2	48.7	11.7	103.7
22028	Galindo	16.4	14.7	14.2	15.8	17.4	65.9	80.1	34.5	197.8
22042	La Llave	15.8	14.1	13.8	14.8	34.5	83.0	91.5	63.0	272.0
22022	San Juan del Río (DGE)	16	14.7	14.1	15.5	28.8	65.9	83.0	43.0	220.6
19192	Taxhie	15.5	14.1	13.4	15	43.0	83.0	102.9	57.3	286.2
13156	Tlaxcalilla	13	11.9	11.7	12.5	114.3	145.7	151.4	128.6	540.1
22025	Presa Centenario	15.6	14.1	13.5	14.9	40.2	83.0	100.1	60.2	283.4

Fuente: Elaboración propia

La interpolación para el cálculo de horas frío fue realizada con el método Distancia Inversa Ponderada (IDW), que presupone que la variable que se representa cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde su ubicación de muestra. Es el método más utilizado y es inversamente proporcional a la distancia, encontrándose incorporado en el programa Arc GIS 10.1.

4.1.2.5. Mapa de suelos

La información sobre tipos de suelo se obtuvo mediante la digitalización con Arc GIS 10.1 de las Cartas Edafológicas escala 1:50,000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), que cubren la zona de estudio en el Estado de Querétaro y se mencionan a continuación.

Clave	Nombre
F14C65	Querétaro
F14C66	Villa del Marqués
F14C67	Tequisquiapan
F14C75	Apaseo el Alto
F14C76	La Estancia
F14C77	San Juan del Río
F14C86	Amealco
F14C87	Polotitlán

La base de datos generada incluye información de unidades de suelo, fases físicas, texturas, suelos profundos y suelos delgados.

4.1.2.6. Mapas de Modelo Digital de Elevación (MDE) y pendientes

El modelo de elevación digital se descargó directamente de la página web de INEGI (<http://www.inegi.org.mx>), del cual se derivó la capa de porcentaje de pendiente del terreno mediante Arc GIS 10.1 (ESRI, 2013).

El factor topográfico de la pendiente es un elemento primario para la caracterización del espacio físico e insumo necesario en la zonificación agroecológica, debido a que es un factor que condiciona el mayor o menor desarrollo de la agricultura.

La información primaria de pendientes es generada de acuerdo a la metodología que se resume a continuación:

- A partir de un MDE (Modelo Digital de Elevación), se generó un mapa de pendientes (Slope Map) tipo ráster en grados de pendientes en el software Arc

GIS, con la ayuda de la herramienta. “Slope” ubicada en el ArcToolBox – Spatial Analyst Tools – Surface – Slope

- Posteriormente se procedió a una reclasificación de los valores en grados de las pendientes, correspondientes a la Clasificación de Pendientes adoptadas por INEGI (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación de pendientes de acuerdo al grado de inclinación del terreno.

Pendientes		Tipo de Pendientes	Umbral Geomorfológico
Grados	% aprox.		
0 – 2	0 – 4.5	Horizontal	Erosión nula a leve
2 – 5	4.5 – 11.0	Suave	Erosión débil, difusa
5 – 10	11.0 – 22.0	Moderada	Erosión moderada a fuerte Inicio de erosión lineal
10 – 20	22.0 – 44.5	Fuerte	Erosión intensa Erosión lineal frecuente Cárcavas incipientes
20 – 30	44.5 – 67.0	Muy fuerte a Moderadamente escarpada	Cárcavas frecuentes
30 – 45	67.0 – 100	Escarpada	Coluvionamiento Inicio de derrumbes
> 45	> 100	Muy escarpada a Acantilada	Desprendimientos y derrumbes

Por lo anterior, en el área de estudio dominan las áreas con pendientes suaves (de 2° a 5°) prácticamente corresponden a laderas de lomeríos, colinas suaves y elevaciones menores abarcan el 35.8 % de la zona de estudio.

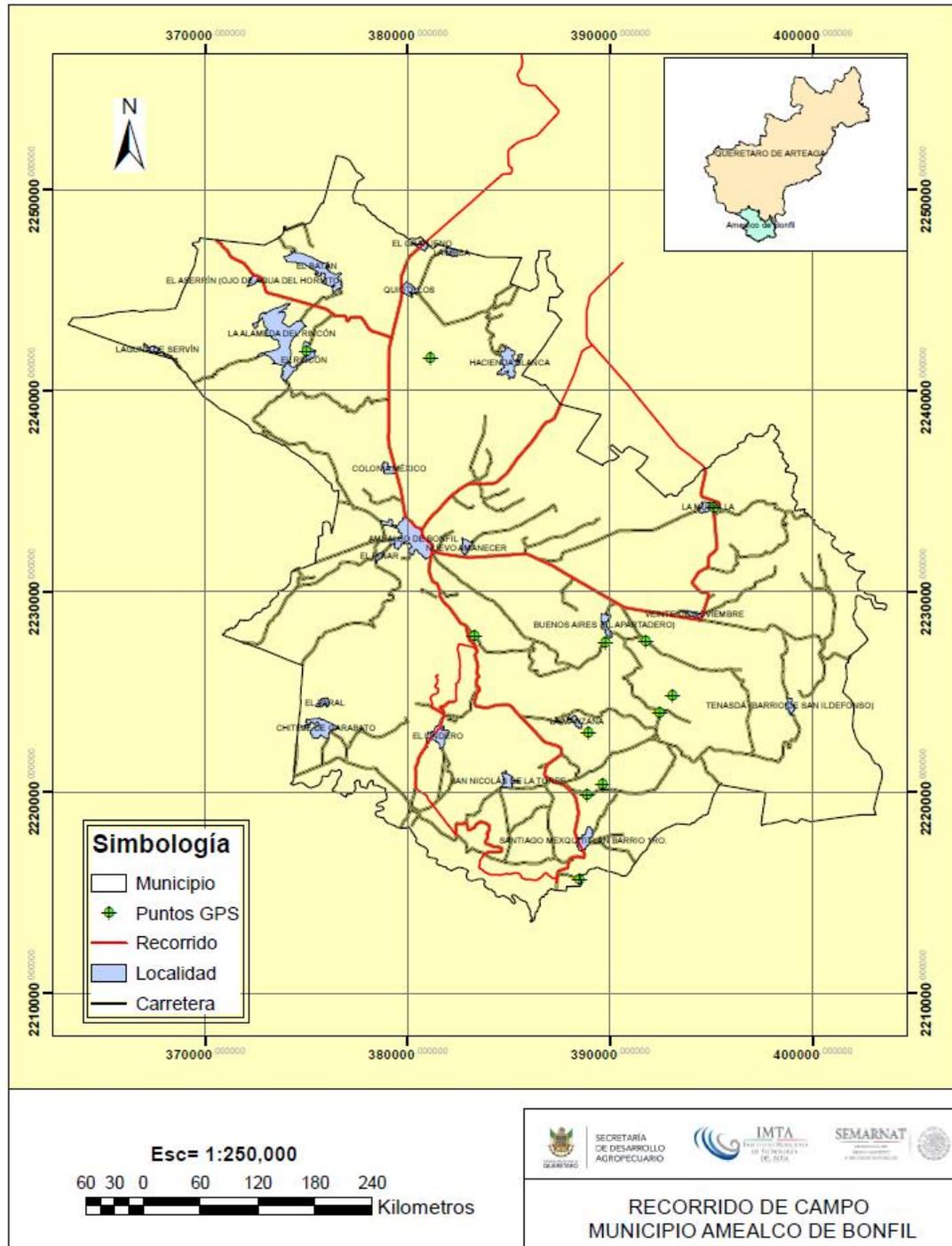


Figura 6. Recorridos realizados en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

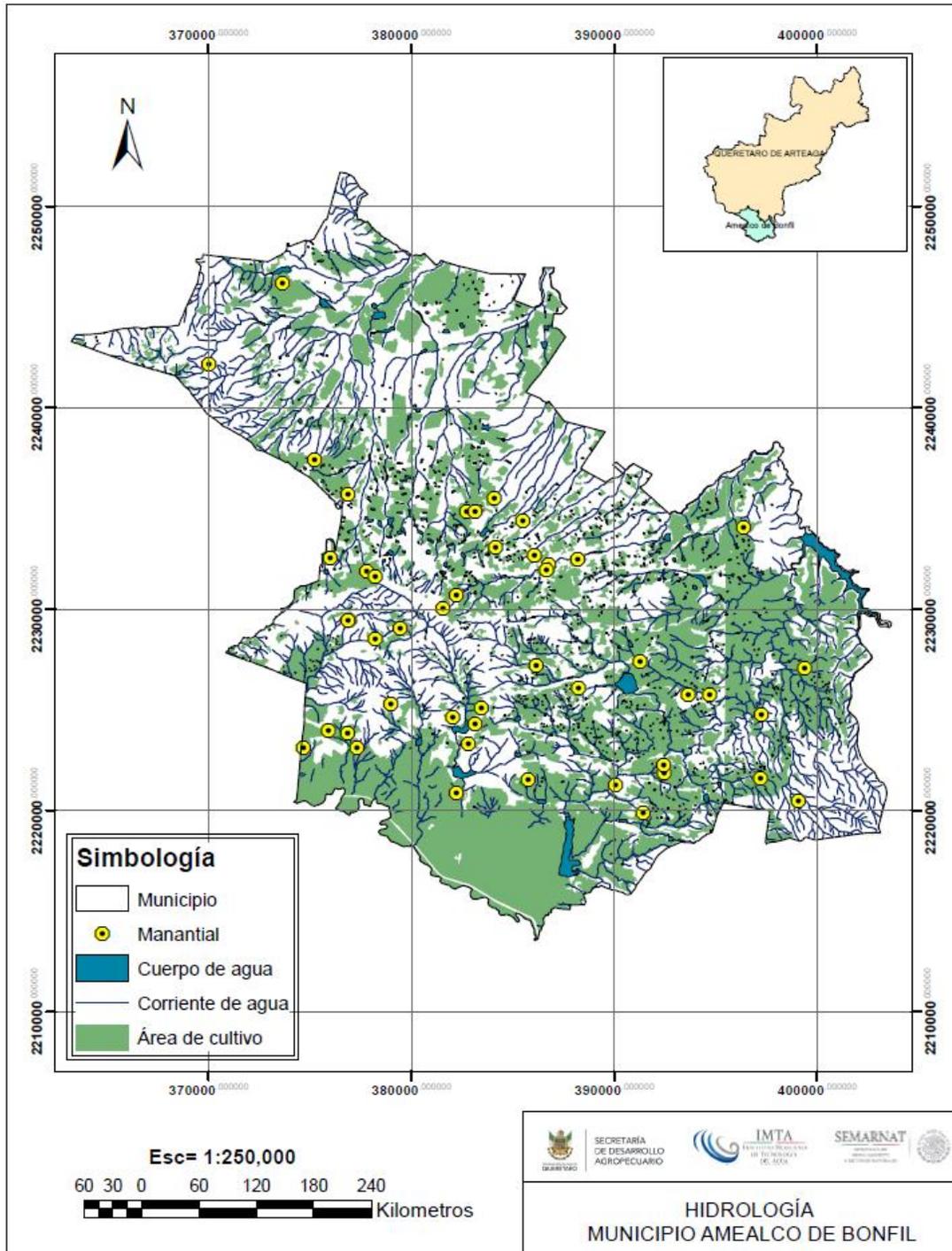


Figura 7. Hidrología presente en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

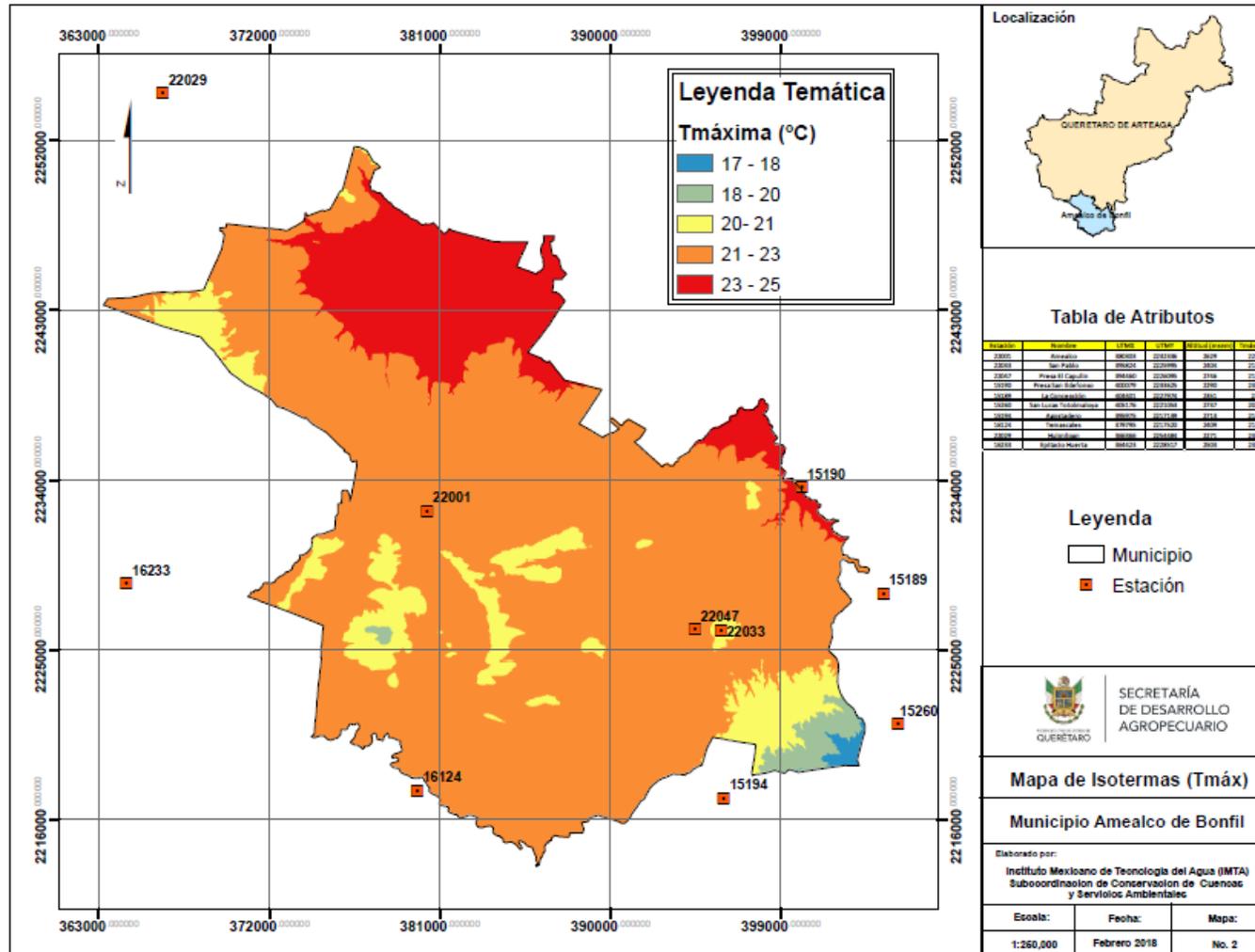


Figura 8. Isothermas Tmax calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

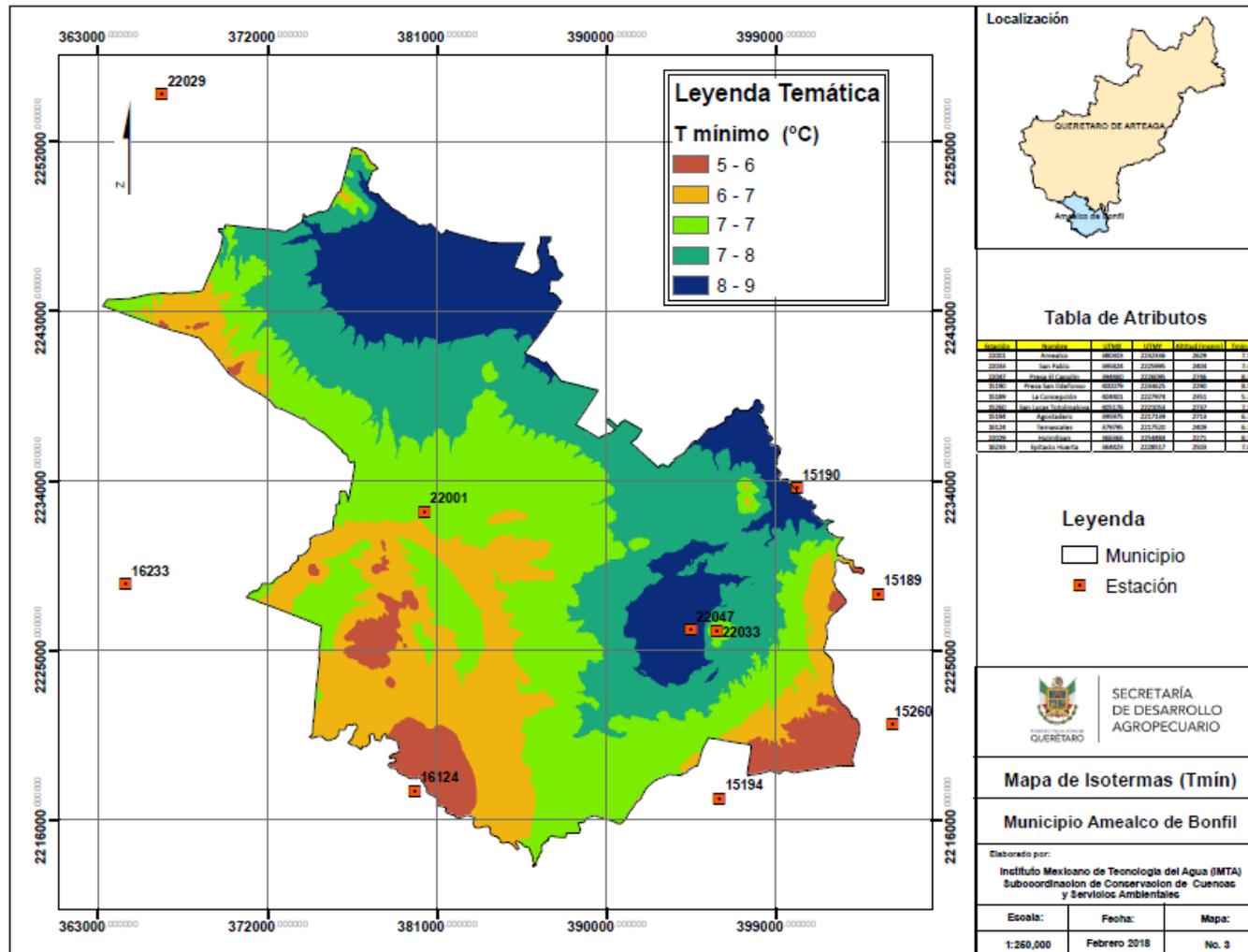


Figura 9. Isothermas Tmin calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

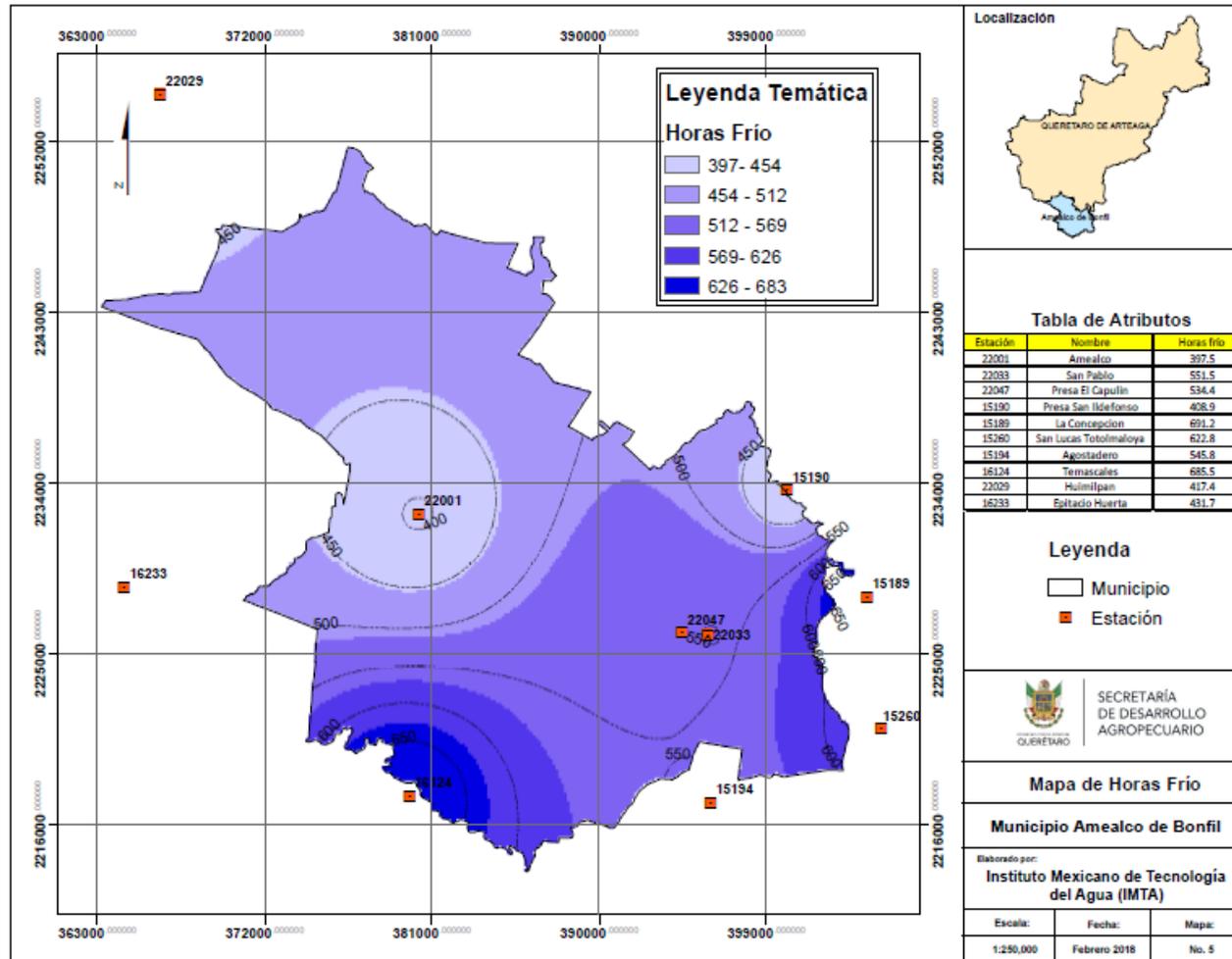


Figura 10. Horas frío calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

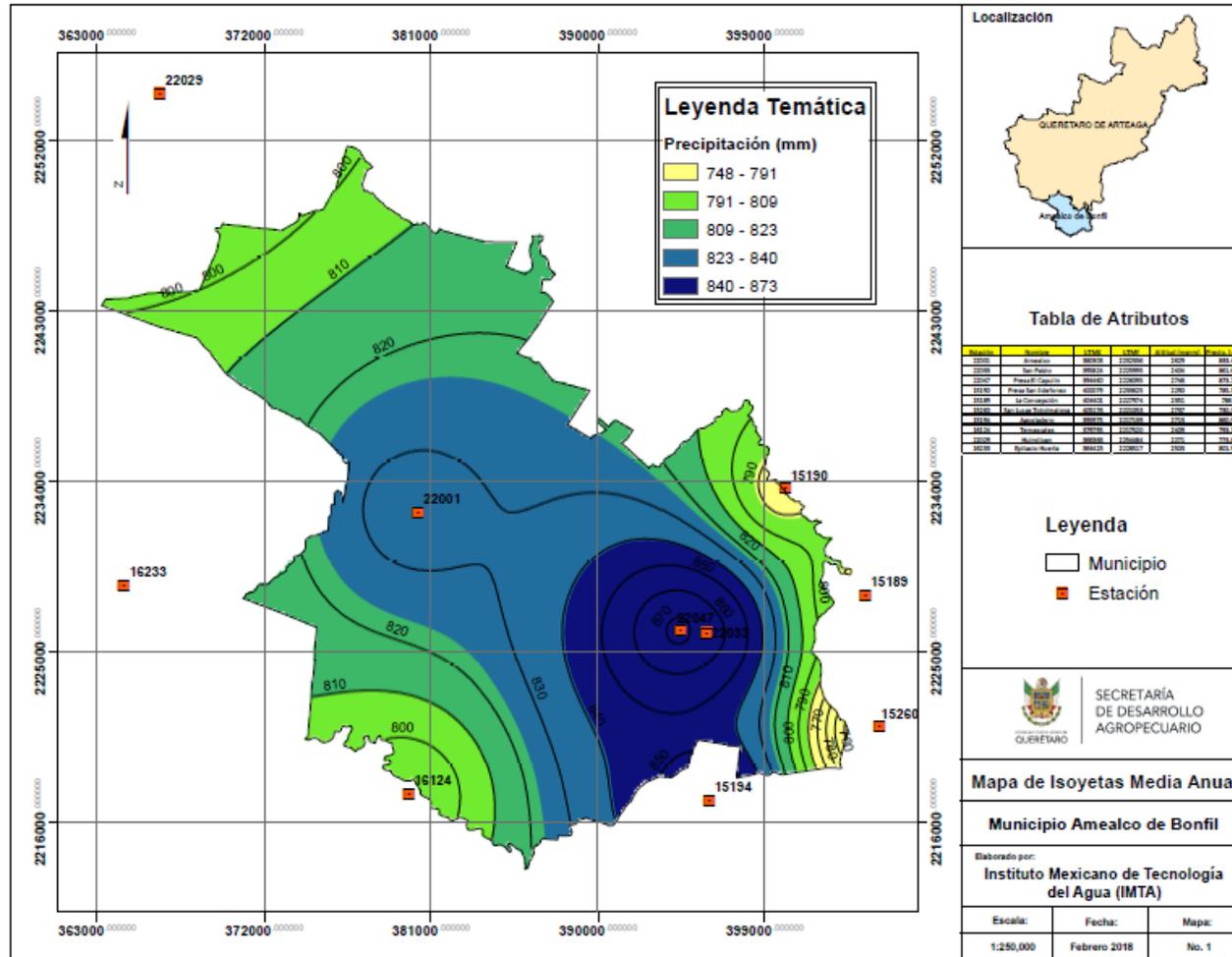


Figura 11. Isoyetas calculadas para el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

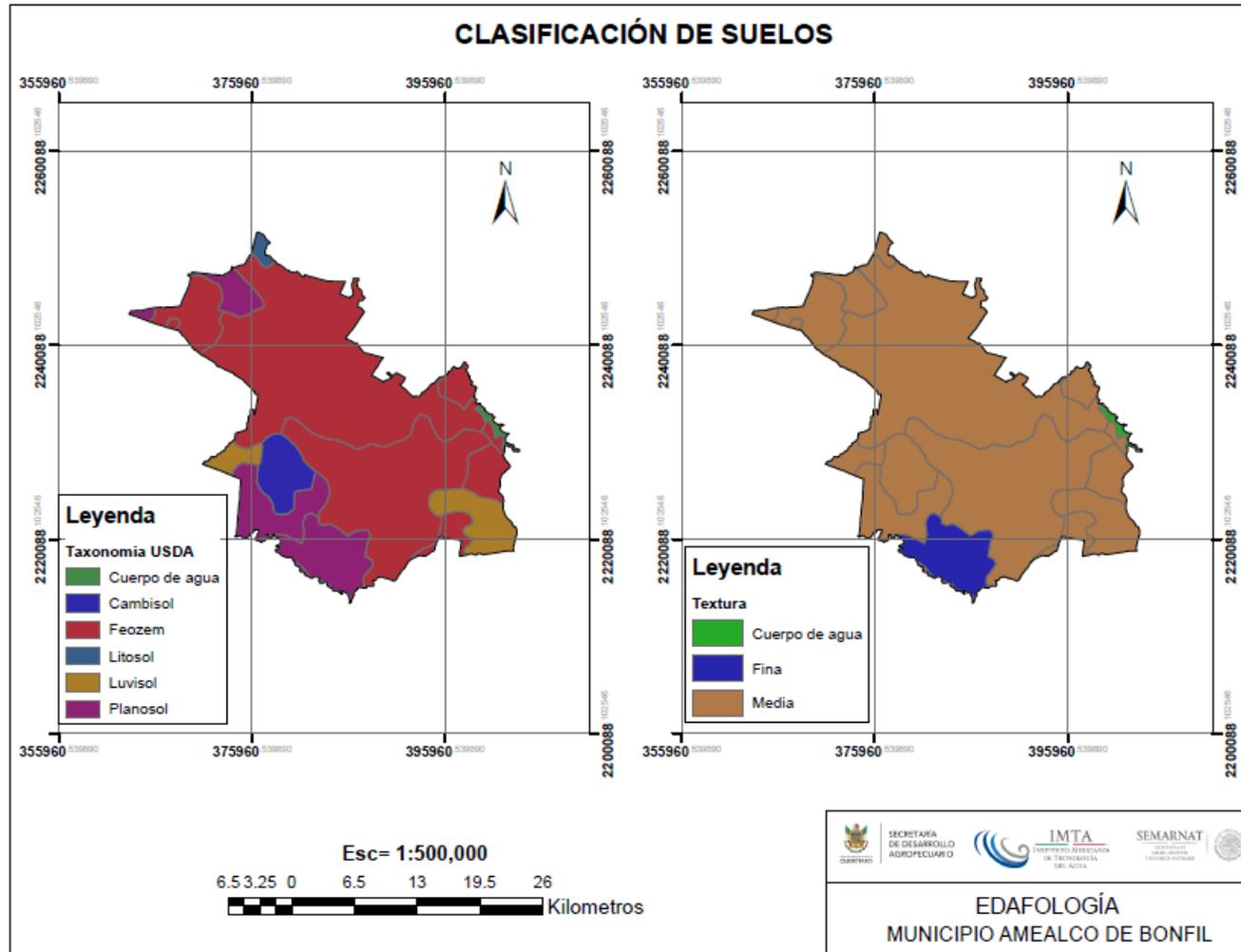


Figura 12. Tipos de suelo presentes en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

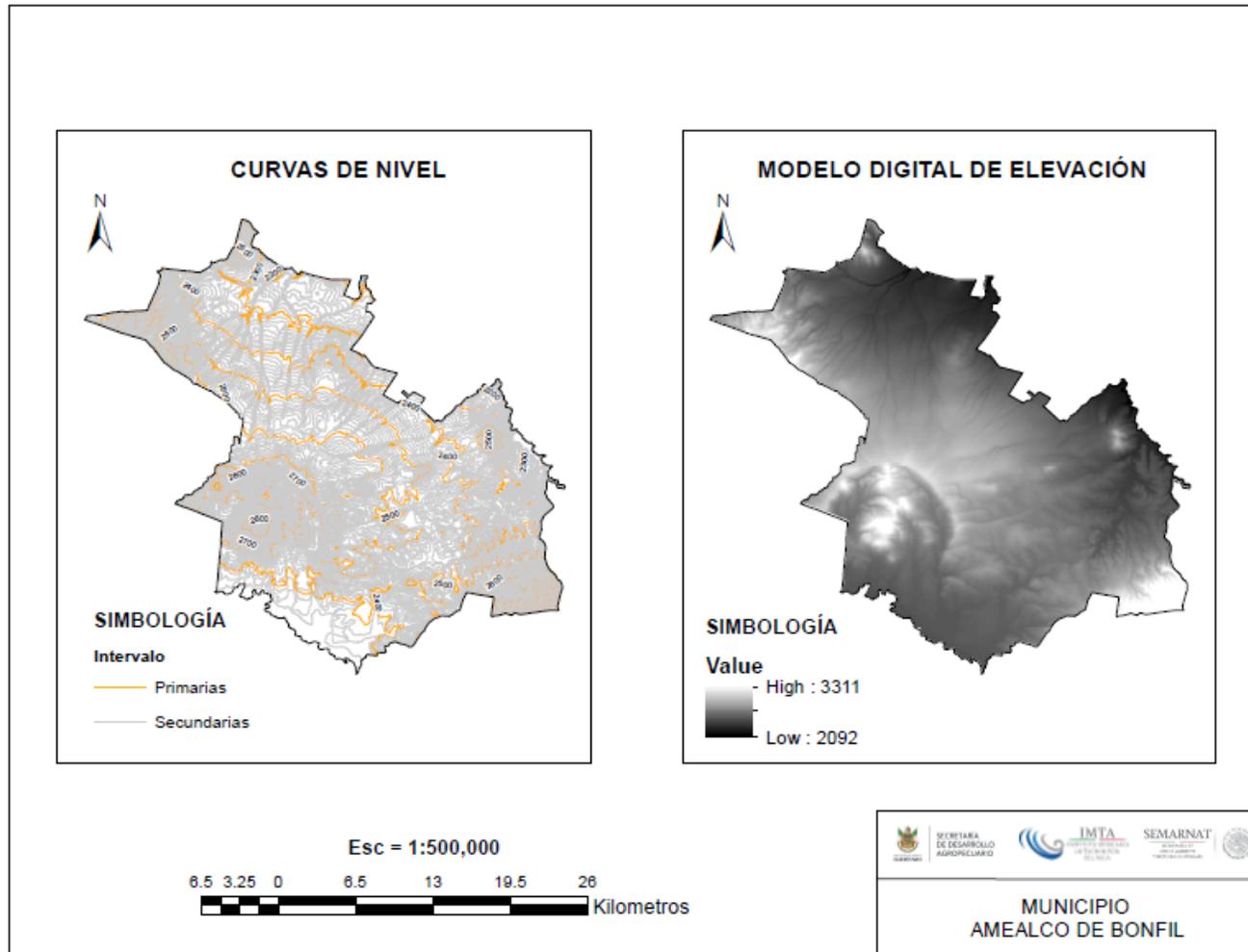


Figura 13. Modelo de Elevación Digital (MDE) del municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

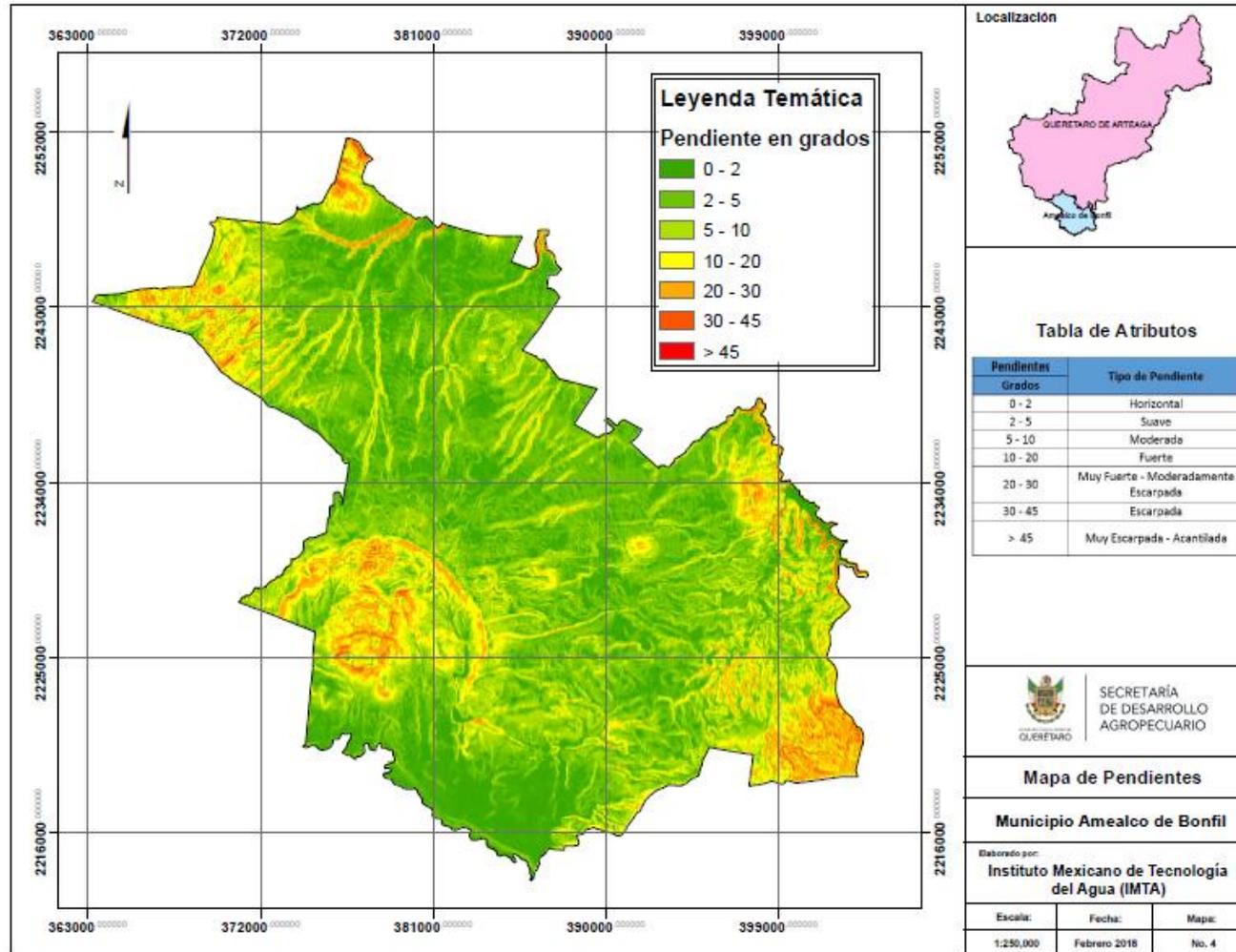


Figura 14. Mapa de pendientes encontradas en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

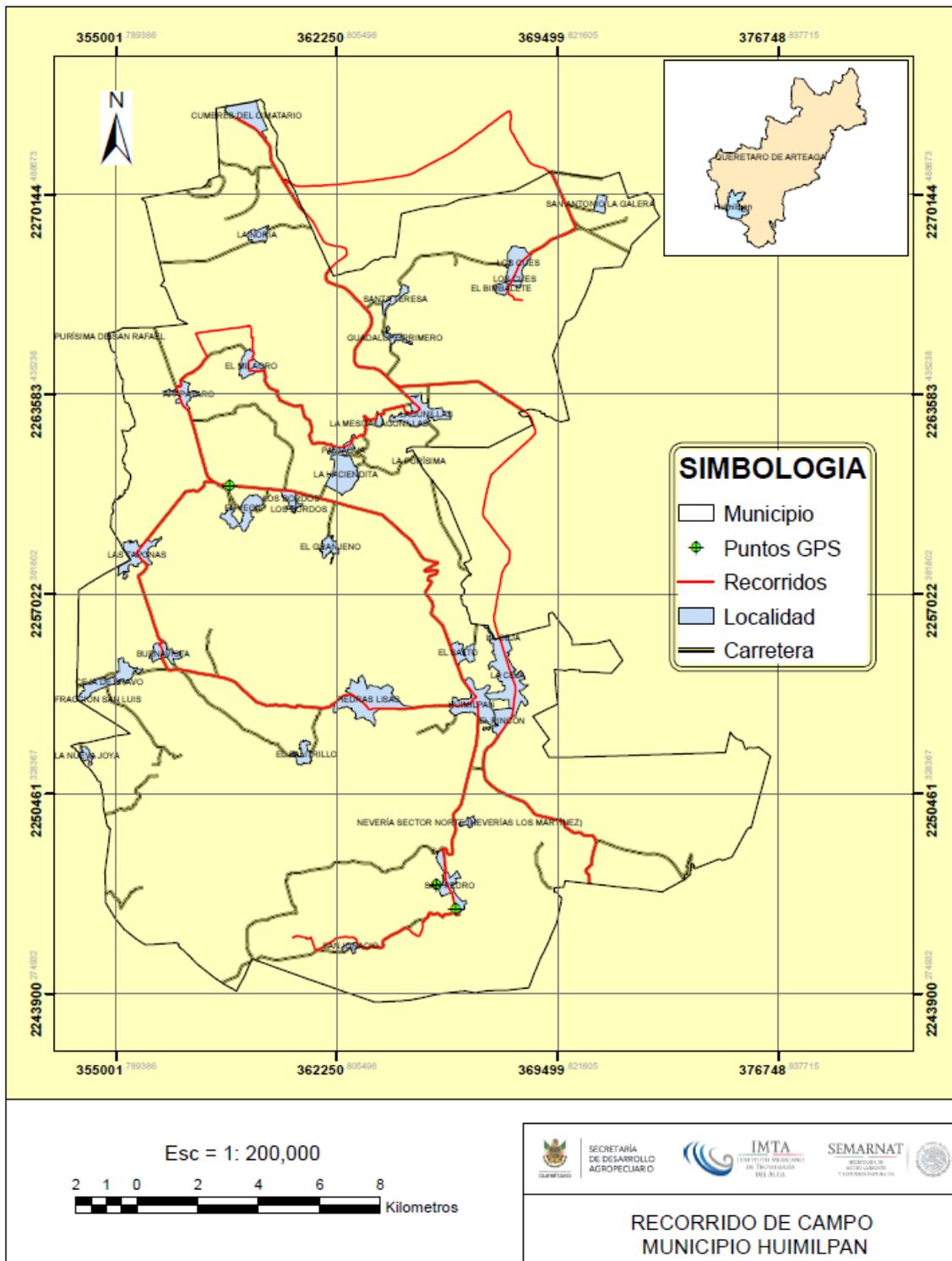


Figura 15. Recorridos realizados en el municipio de Huimilpan, Qro.

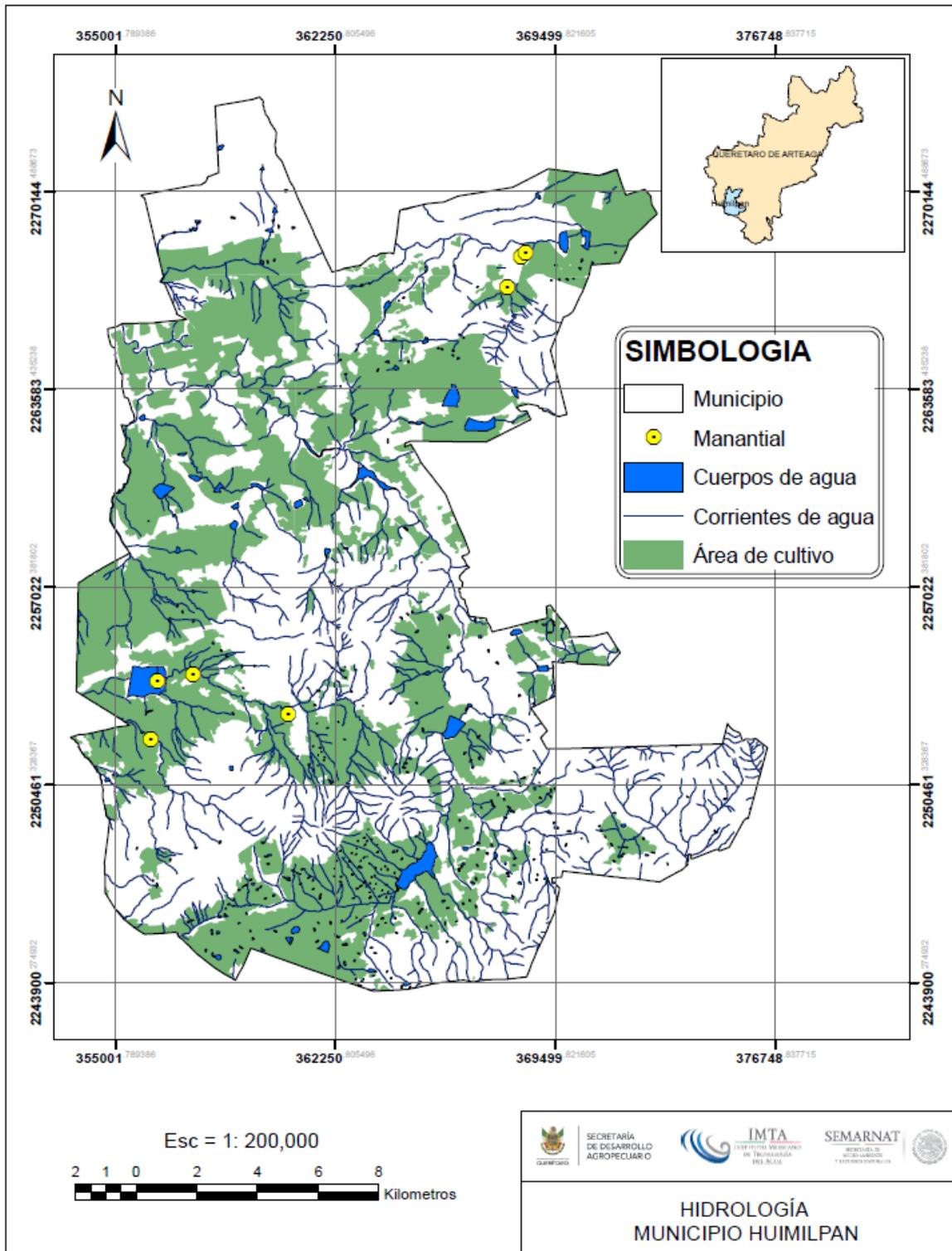


Figura 16. Hidrología presente en el municipio de Huimilpan, Qro.

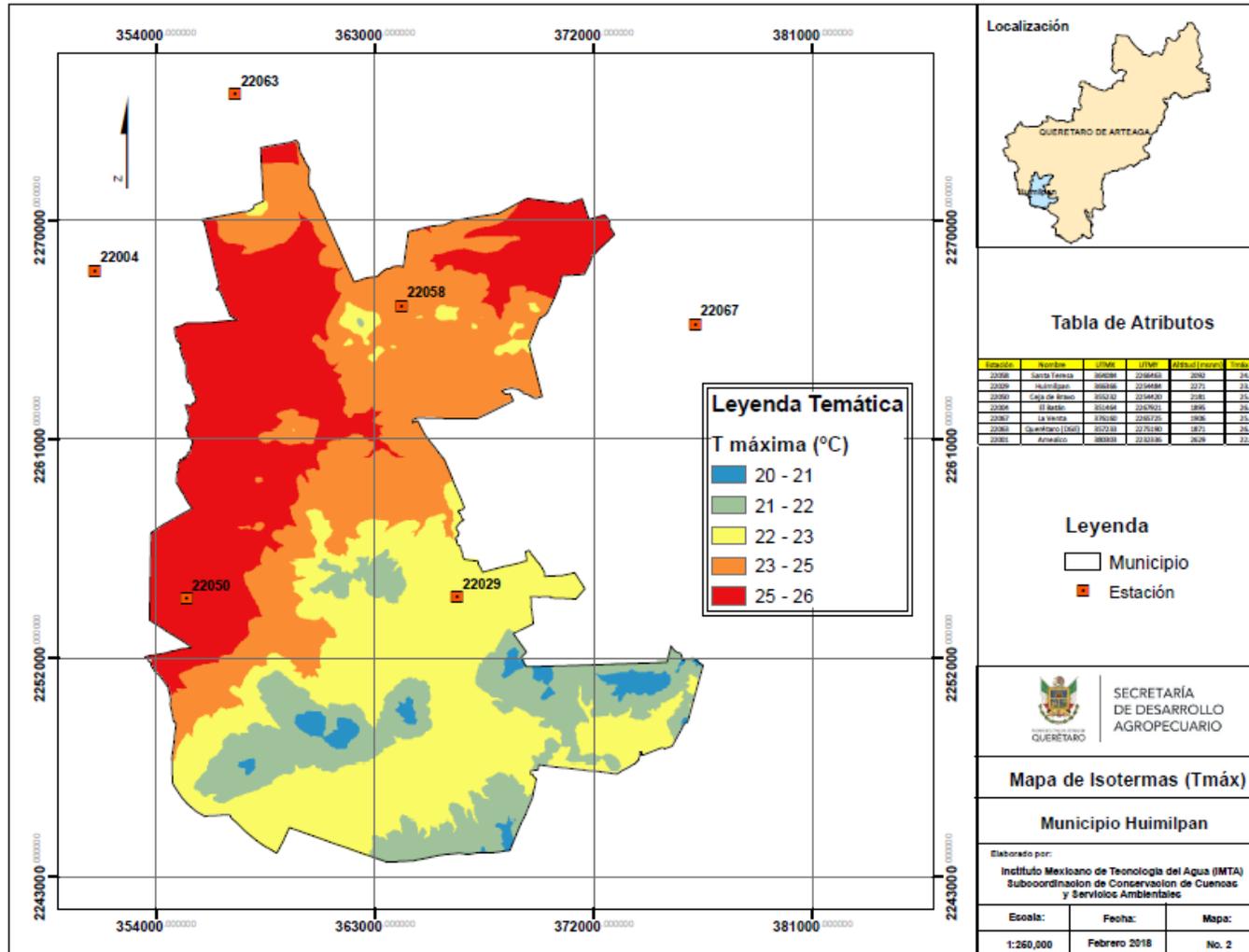


Figura 17. Isothermas Tmax calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.

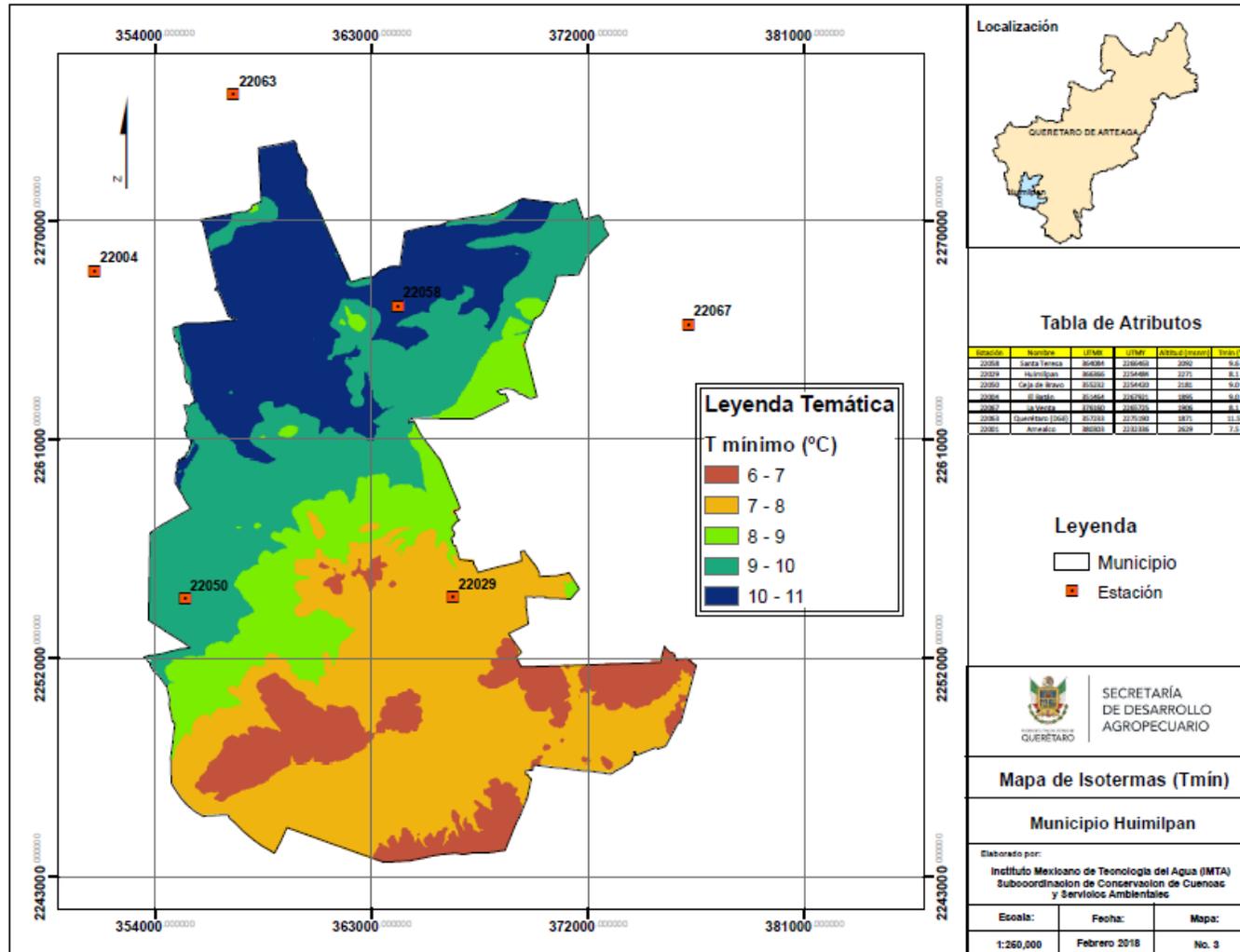


Figura 18. Isothermas Tmin calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.

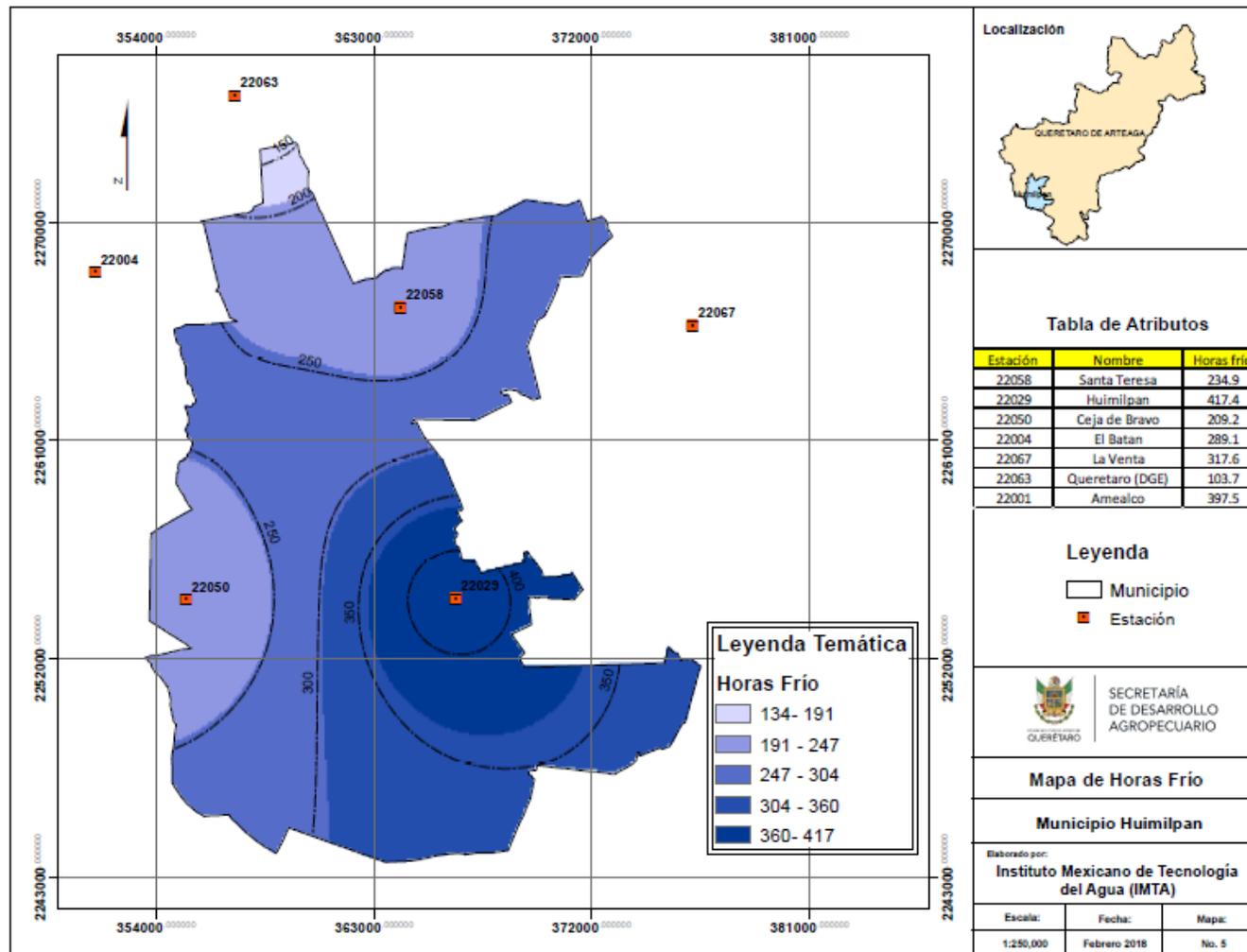


Figura 19. Horas frío calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.

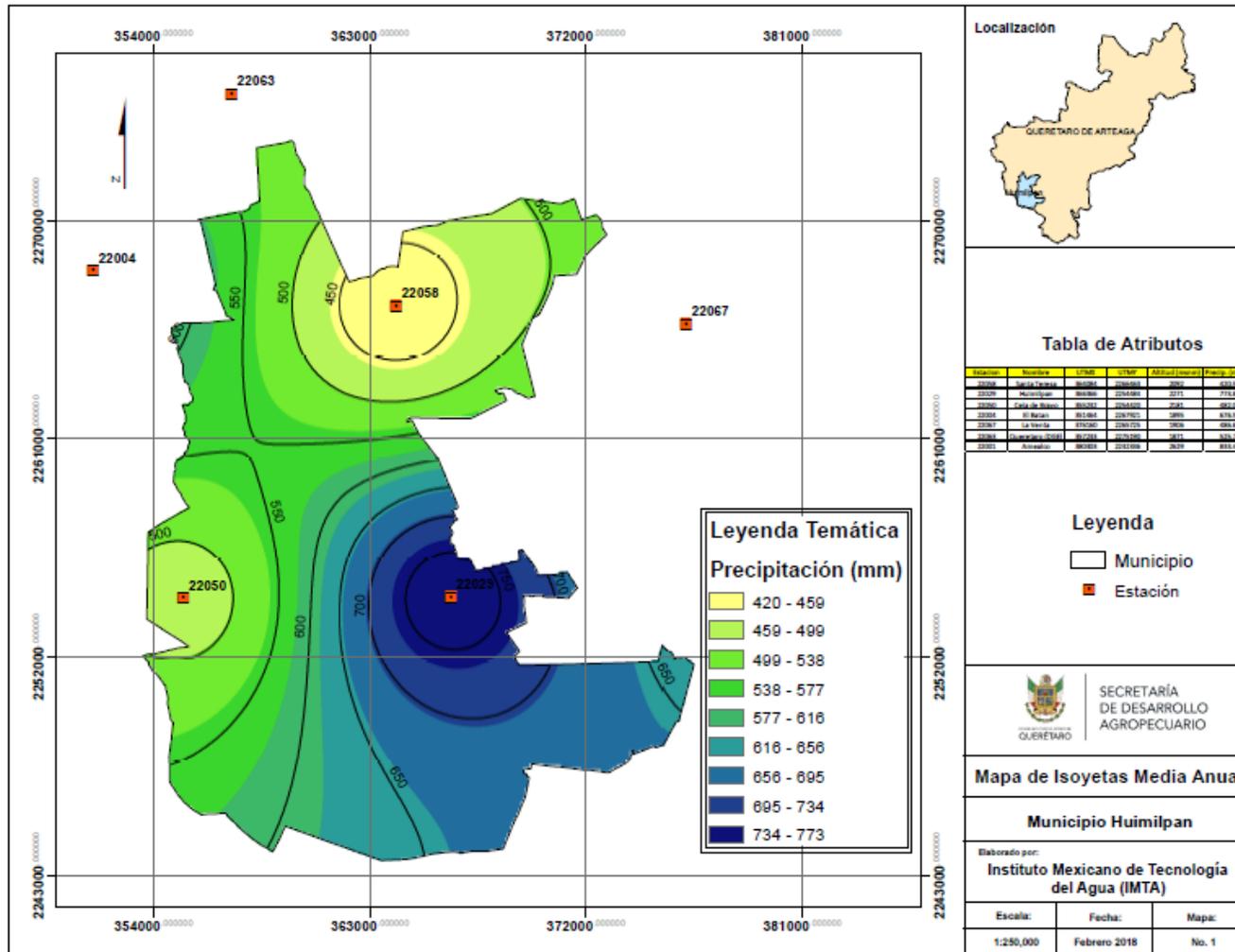


Figura 20. Isoyetas calculadas para el municipio de Huimilpan, Qro.

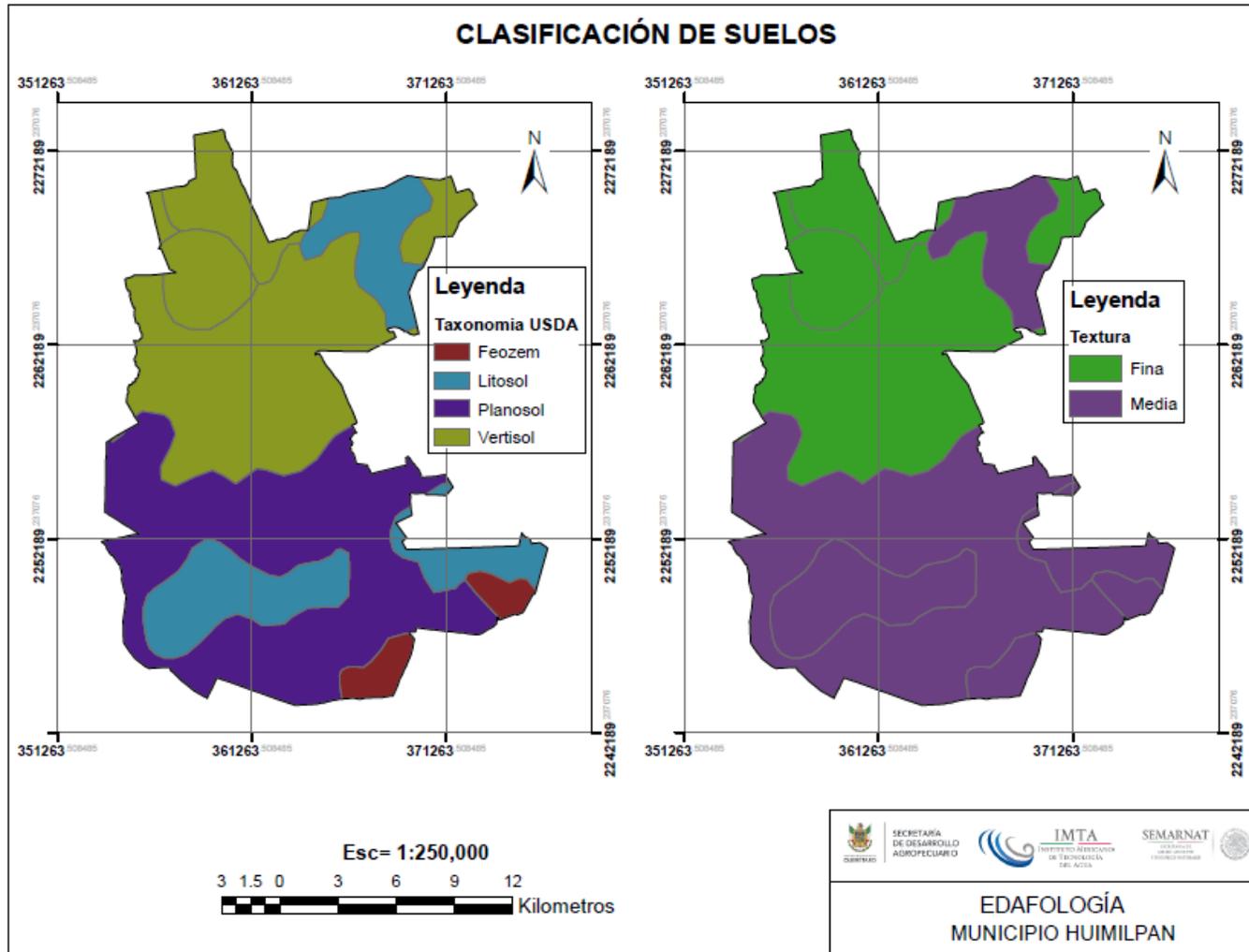


Figura 21. Tipos de suelo presentes en el municipio de Huimilpan, Qro.

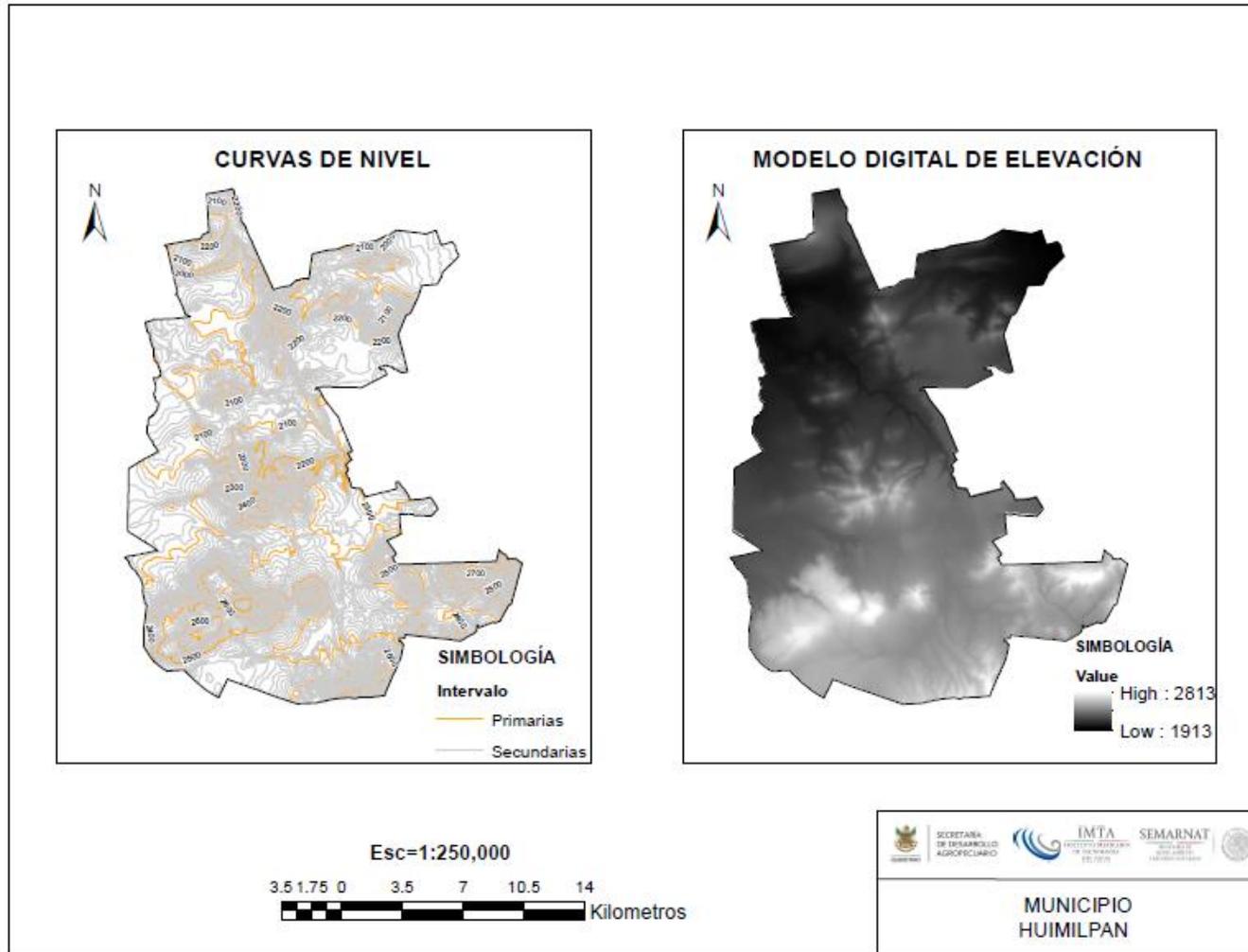


Figura 22. Modelo de Elevación Digital (MDE) del municipio de Huimilpan, Qro.

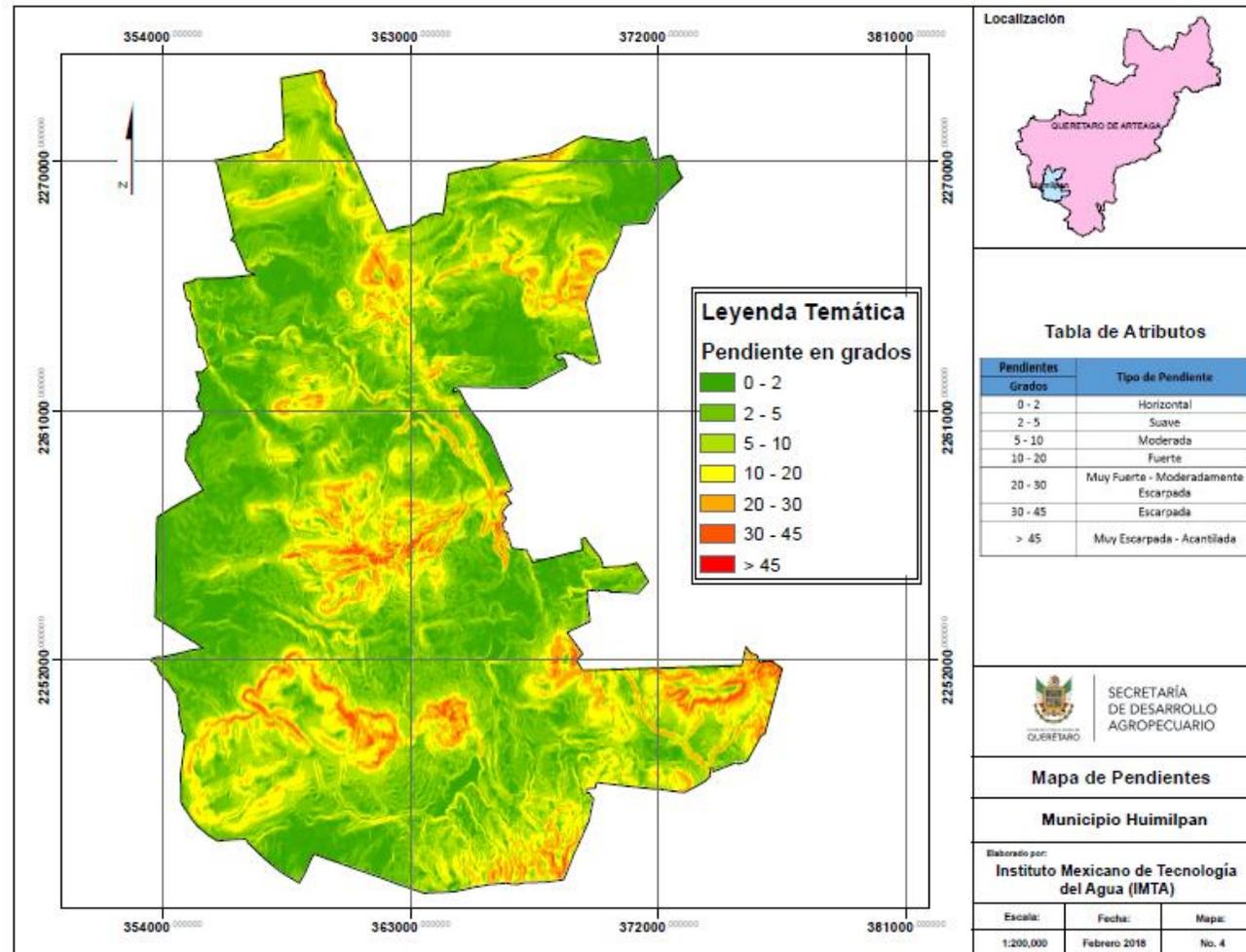


Figura 23. Mapa de pendientes encontradas en el municipio de Huimilpan, Qro.

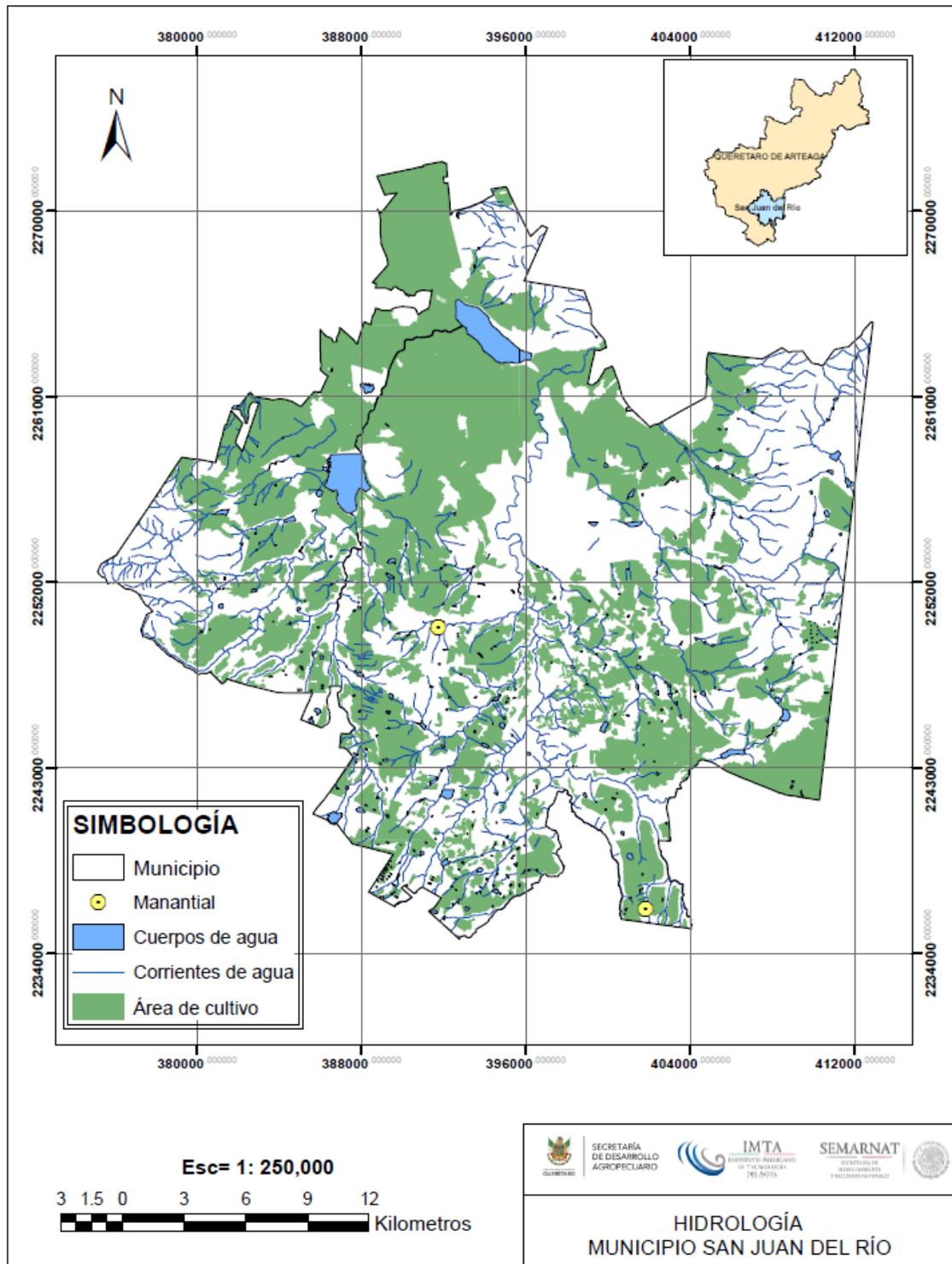


Figura 24. Hidrología presente en el municipio de San Juan del Río, Qro.

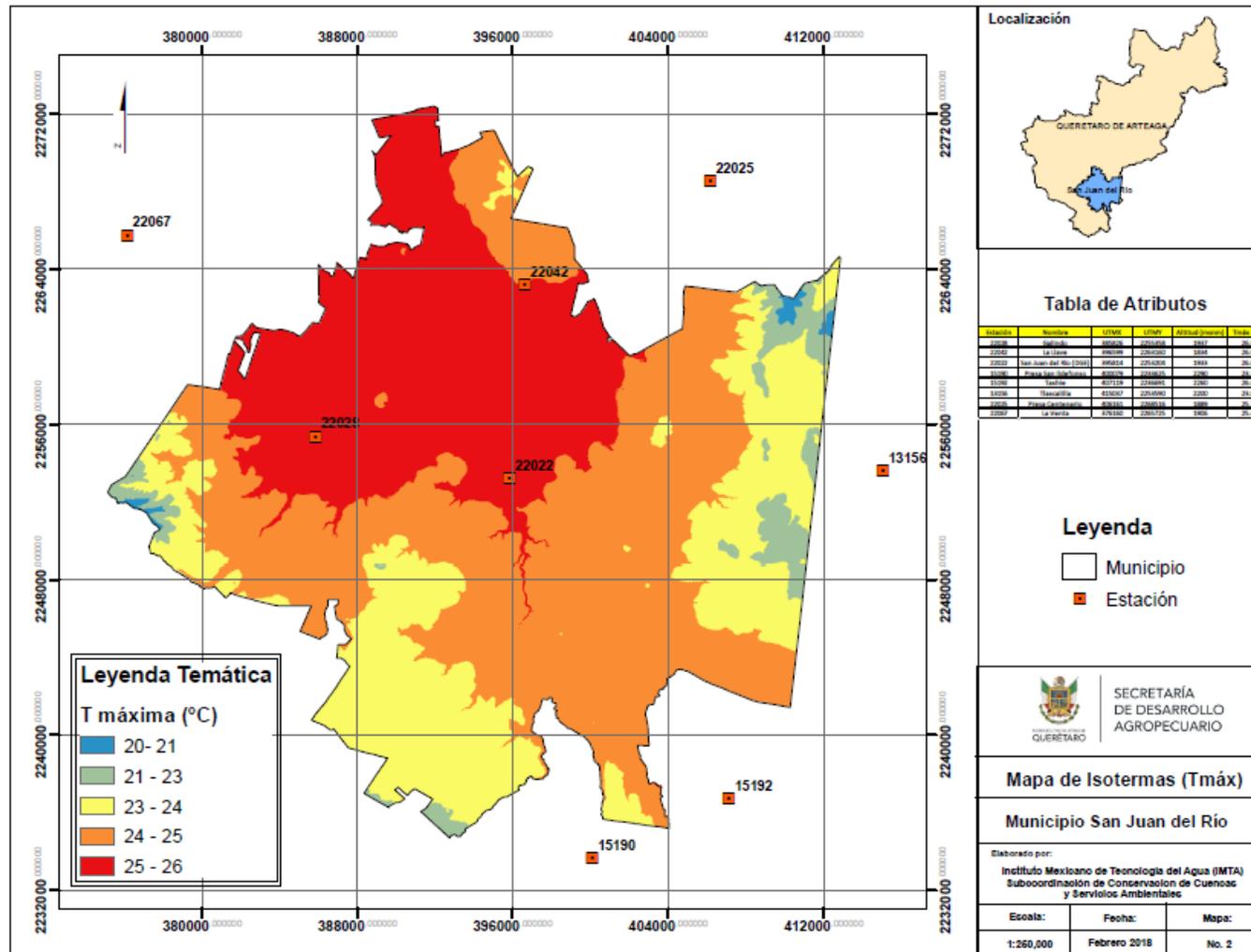


Figura 25. Isothermas Tmax calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.

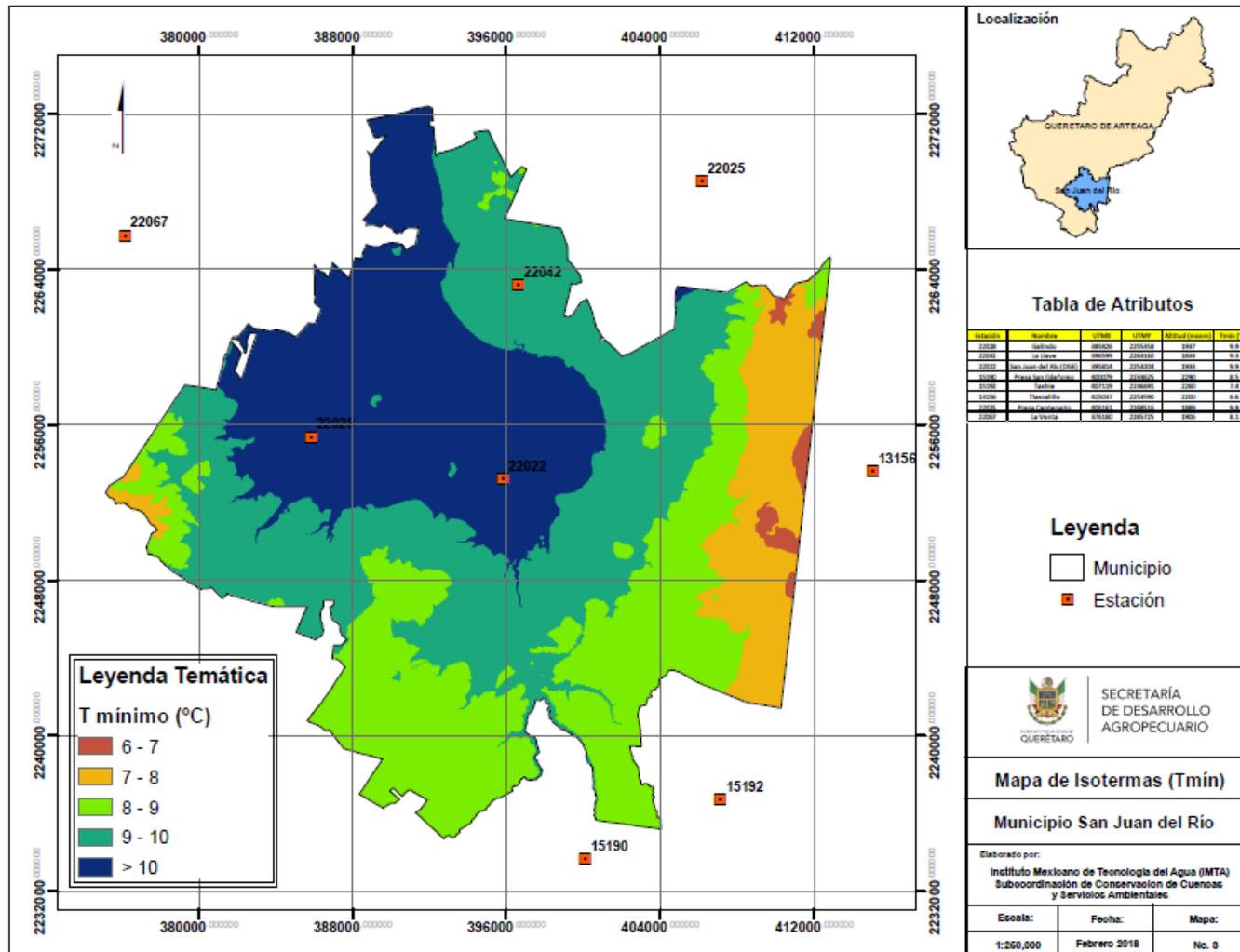


Figura 26. Isothermas Tmin calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.

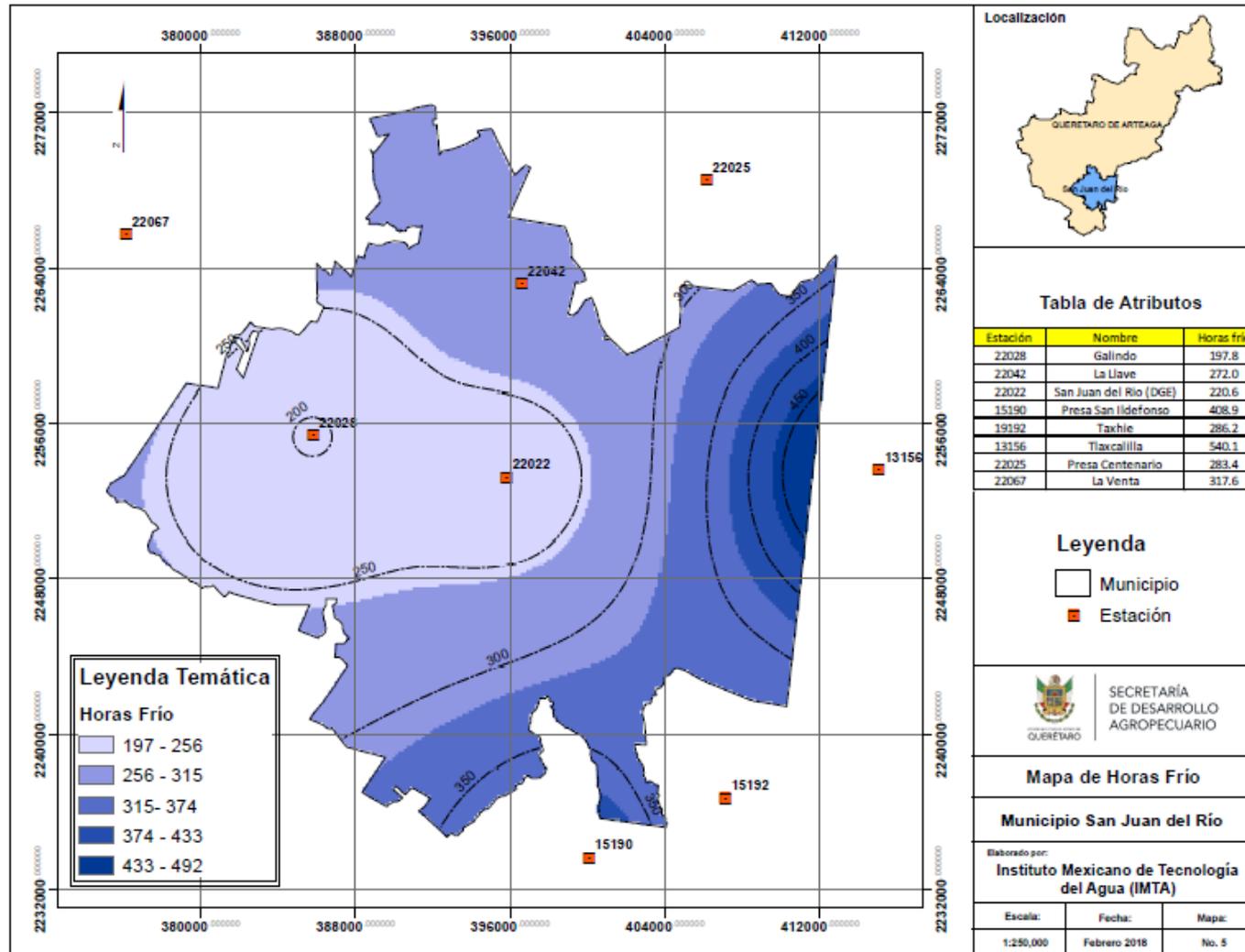


Figura 27. Horas frío calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.

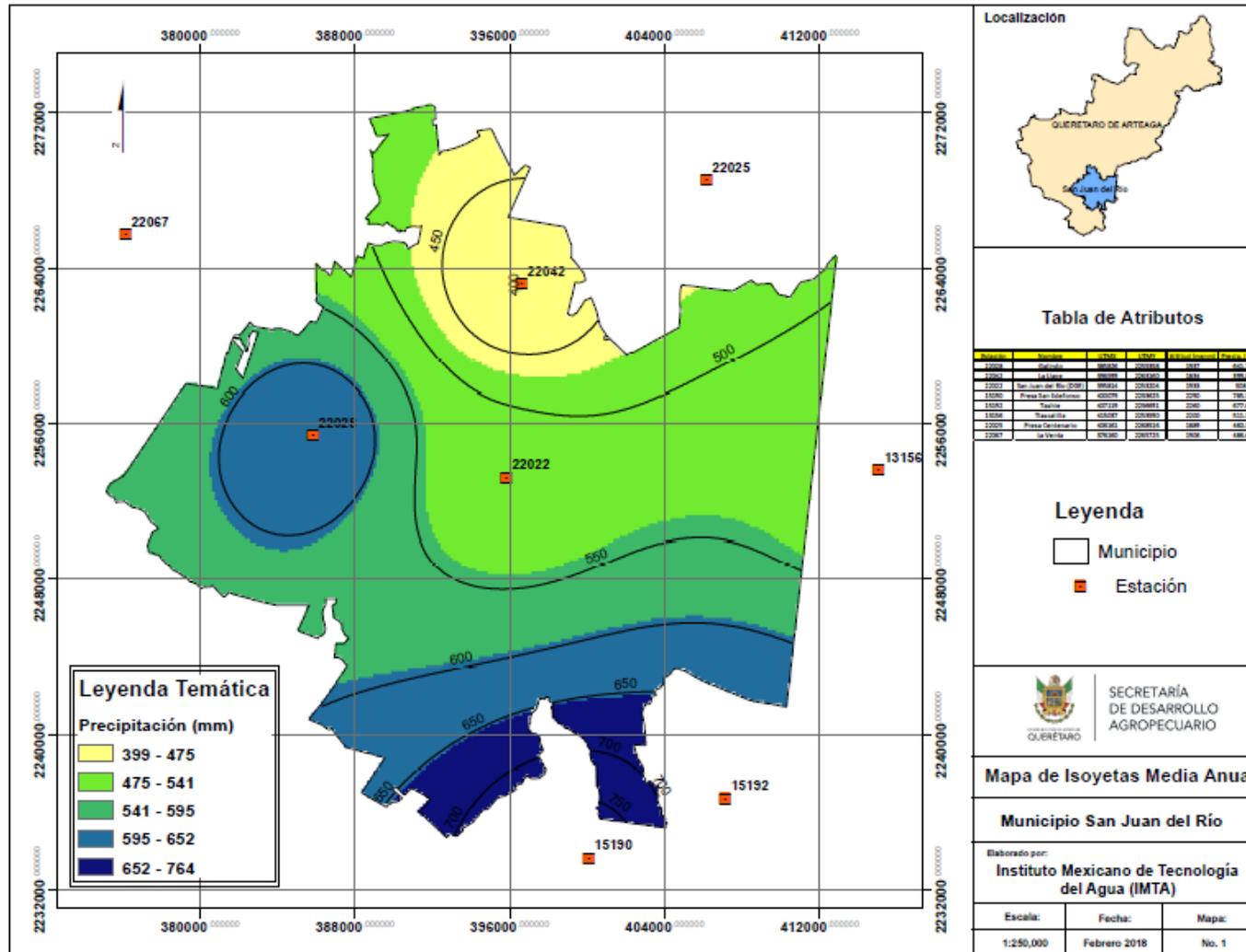


Figura 28. Isoyetas calculadas para el municipio de San Juan del Río, Qro.

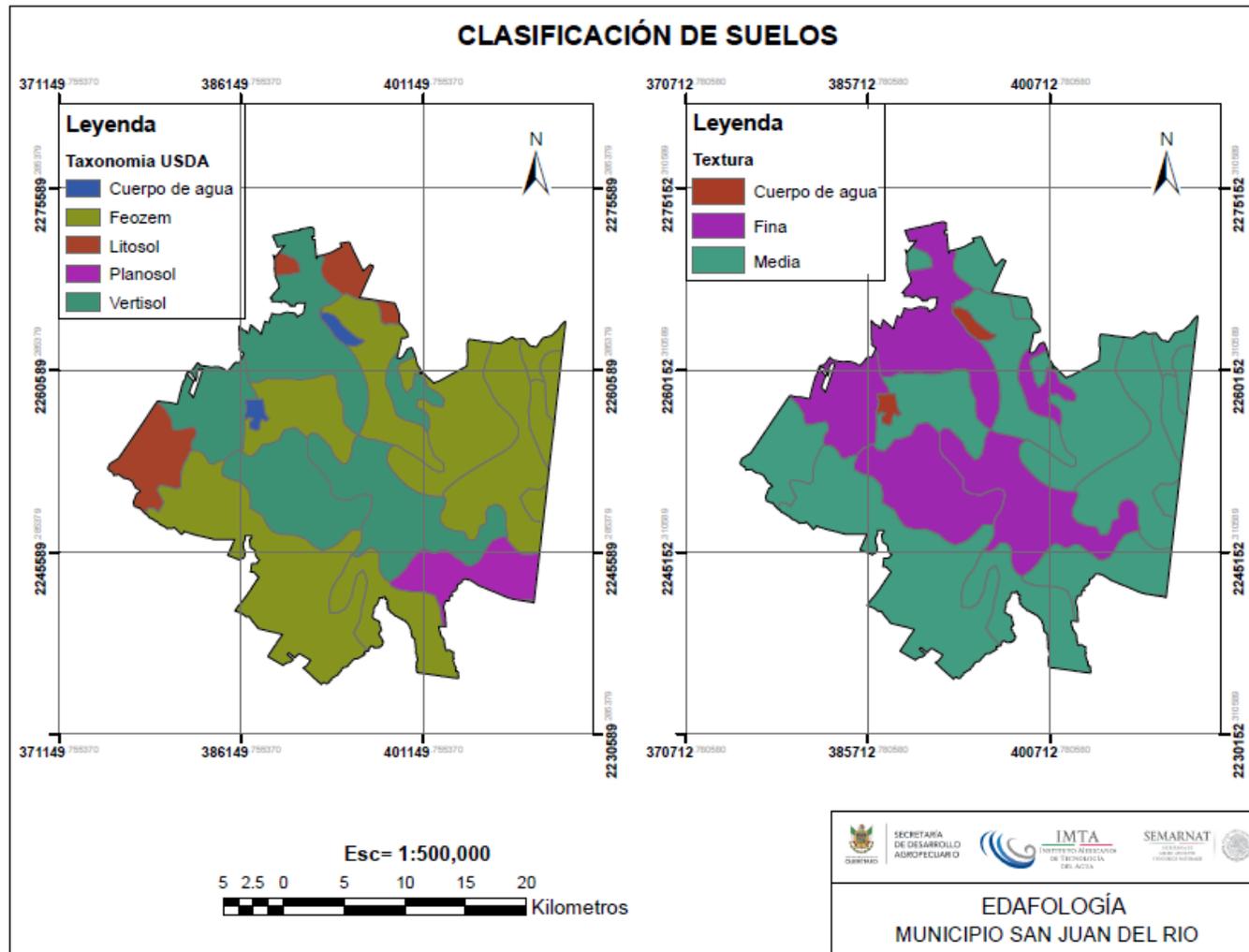


Figura 29. Tipos de suelo presentes en el municipio de San Juan del Río, Qro.

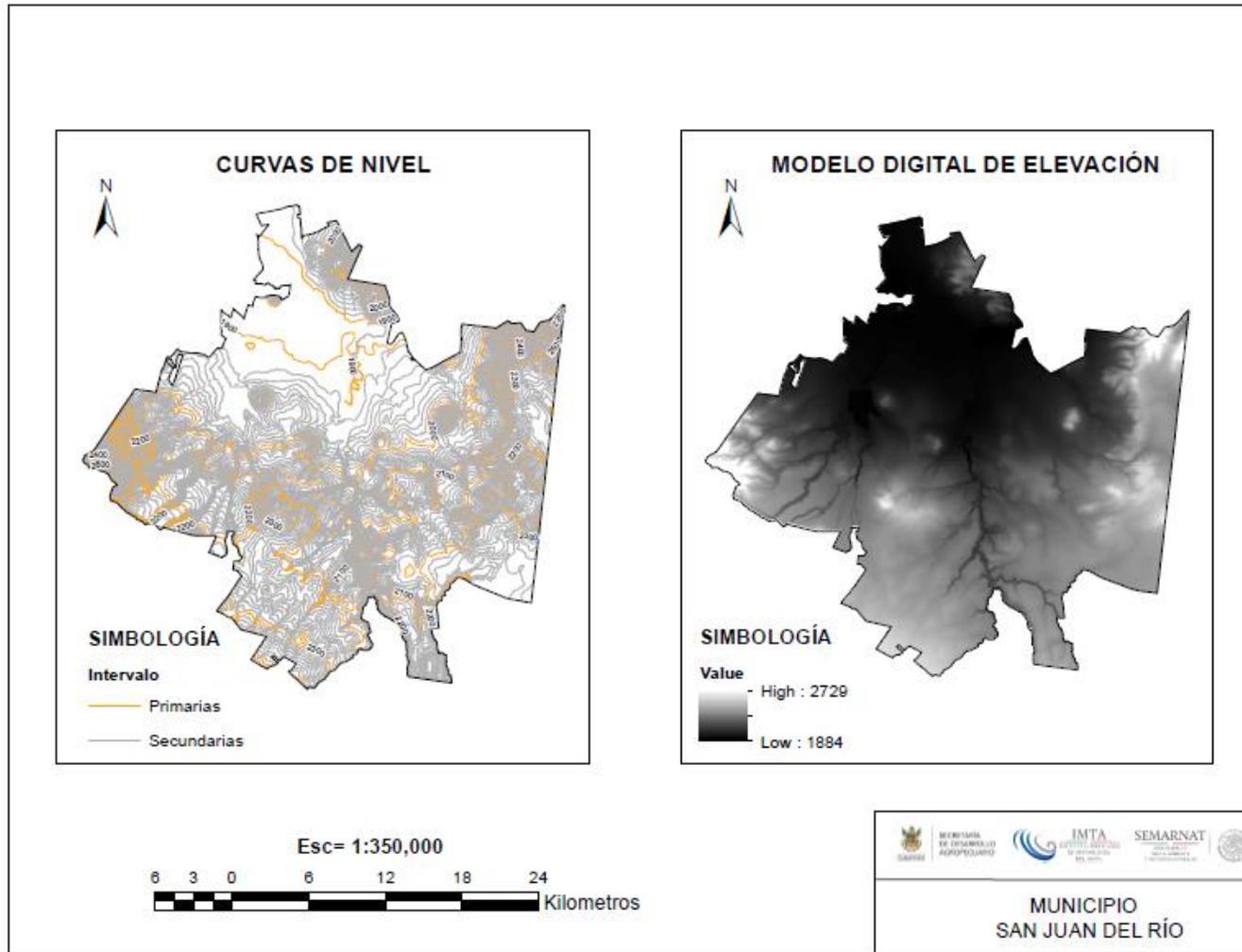


Figura 30. Modelo de Elevación Digital (MDE) del municipio de San Juan del Río, Qro.

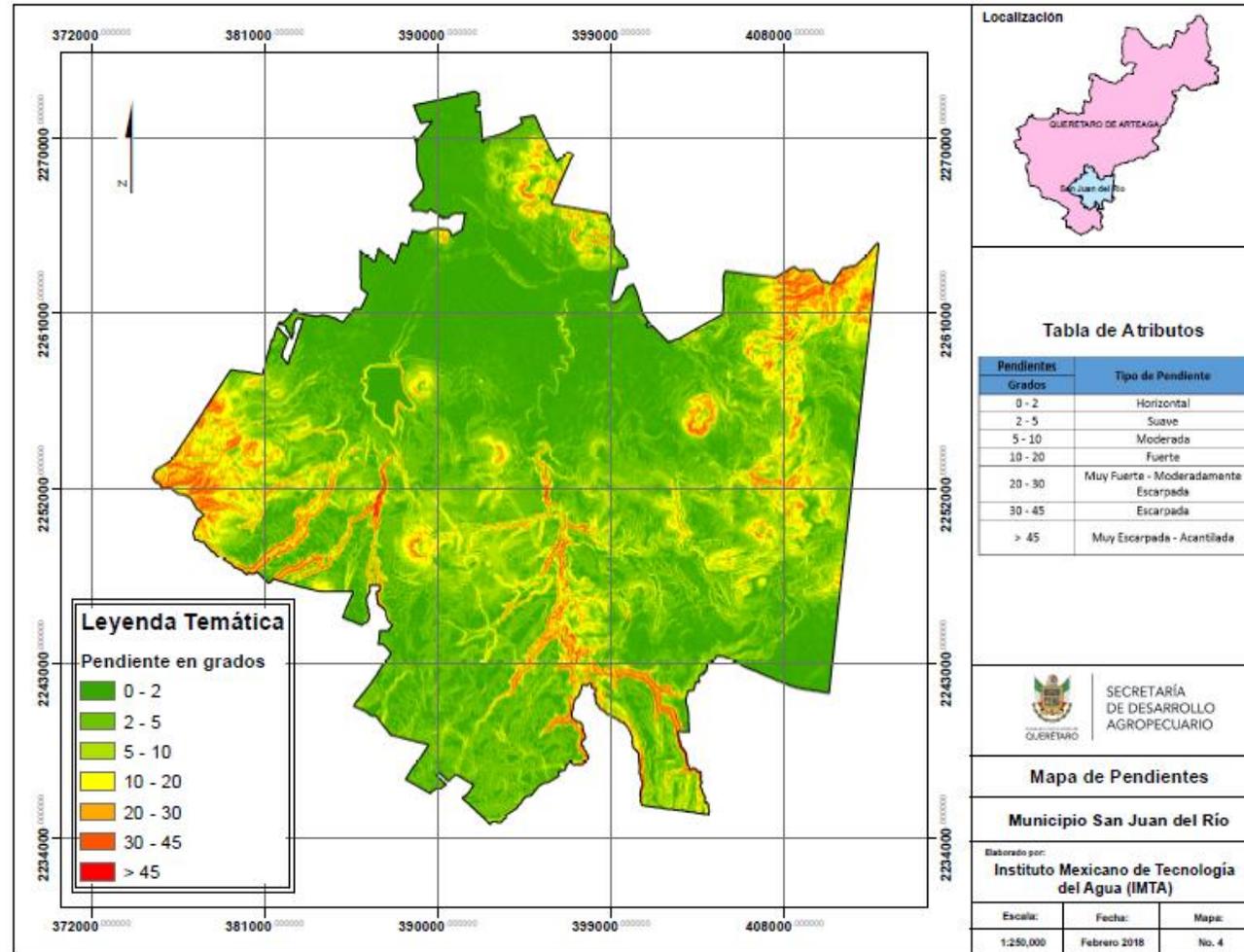


Figura 31. Mapa de pendientes encontradas en el municipio de San Juan del Río, Qro.

4.1.3. Recopilación de la información de los requerimientos agroecológicos específicos de los cultivos para cada variable considerada en el análisis

Una vez hecho lo anterior, se recurrió a la revisión de literatura para la recopilación de la información sobre los requerimientos de temperatura, horas frío, precipitación, suelo, agua, pendientes y topografía de cada cultivo, para incorporarla en el análisis realizado mediante la aplicación del programa Arc GIS 10.1 (ESRI, 2013).

La información necesaria se tomó de la publicación titulada “*Requerimientos agroecológicos de cultivos*” de Ruiz, et. al. (2013), consultándose para los cultivos que se mencionan a continuación, seleccionados con base a su adaptabilidad a las condiciones biofísicas presentes en la zona de estudio, además de ser cultivos de alto valor en el mercado (*Anexo 6.2. Requerimientos agroecológicos de los cultivos analizados*).

- a) Aguacate
- b) Chabacano
- c) Frambuesa
- d) Macadamia
- e) Manzano
- f) Melocotón
- g) Nogal pecanero
- h) Pera
- i) Pistacho
- j) Zorzamora

4.1.4. Elaboración del análisis de aptitud para cada cultivo y determinación de zonas aptas para el cultivo dentro de cada municipio

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

La superposición de mapas es un procedimiento simple donde dos o más coberturas temáticas son combinadas y el resultado es una nueva cobertura temática compuesta.

Los resultados obtenidos del proceso de álgebra de mapas realizado para la zonificación agroecológica de los 10 cultivos señalados dentro del área de estudio, se detallan a continuación.

4.1.4.1. Análisis de aptitud para cada cultivo

Para solicitar al software SIG las zonas óptimas de adaptabilidad del cultivo se empleó la herramienta *Raster Calculator* introduciendo las condiciones mediante el siguiente lenguaje estructurado:

$$[\text{Elevacion(msnm)} \geq 2000,1,0] \& [\text{T mínimo (}^\circ\text{C)} \geq 5,1,0] \& [\text{T máximo (}^\circ\text{C)} \leq 30,1,0] \& [\text{Precipitación (mm)} \geq 800,1,0] \& [\text{Pendiente (}^\circ\text{)} \leq 5,1,0] \& [\text{Horas frío (hrs)} \geq 600,1,0] \&$$

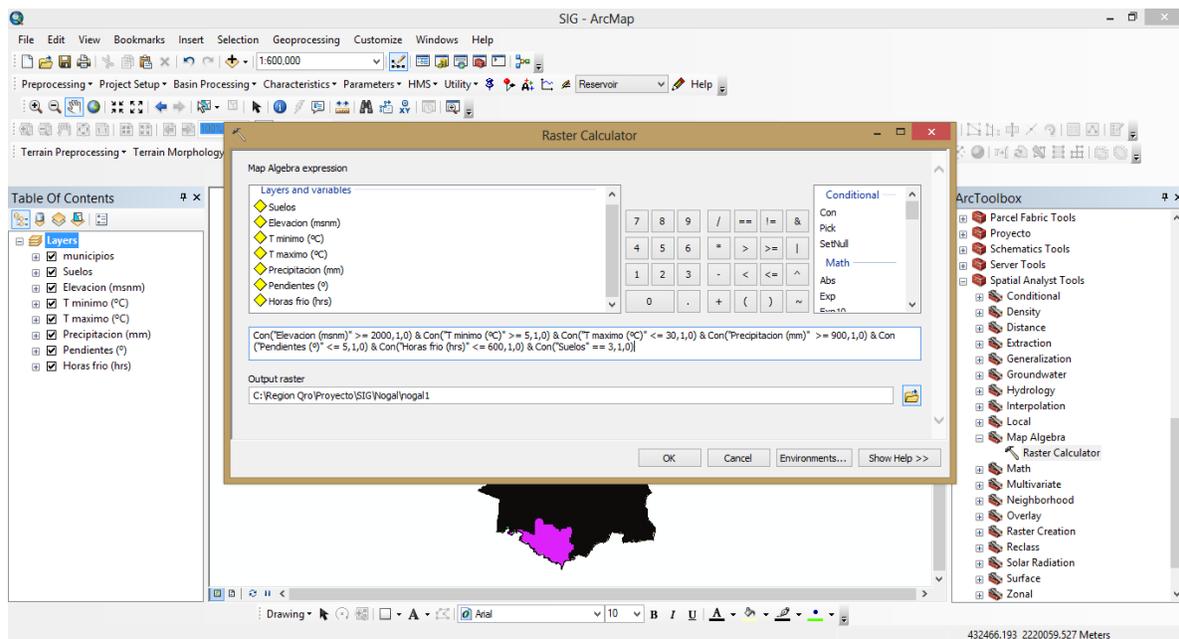


Figura 32. Lenguaje del *Raster Calculator* del Software ArcGIS. (Ejemplo Nogal)

El *Raster Calculator* y el SIG brindan herramientas analíticas importantes para la planificación y la toma de decisiones acerca del uso de la tierra. La utilización de ambas aplicaciones prácticas permitió la integración del conjunto de variables climáticas, topográficas y edafológicas recolectadas en el área de estudio, que permitieron producir mapas de potencial productivo para cada cultivo y municipio.

Los elementos de entrada para el modelo de zonificación agroecológica fueron los mapas de isoyetas, isotermas (tmax, tmin), pendientes, tipo de suelos, horas frío y MDE.

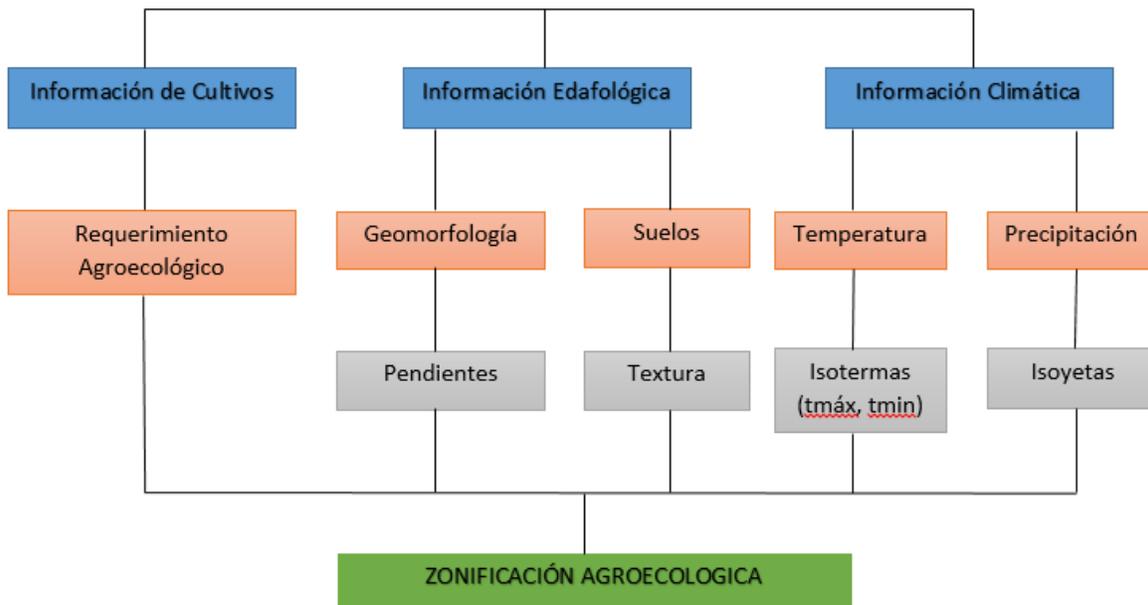


Figura 33. Diagrama de zonificación agroecológica.

El modelo de integración como se observa en el diagrama, fue definido teniendo en cuenta trabajos previos de zonificación.

Cada una de las variables consideradas para la zonificación agroecológica constituye una capa *ráster* de información, que plasmada en los diferentes mapas temáticos permite apreciar la distribución de los diversos cultivos propuestos en el área de estudio. De esta manera, se obtuvieron las superficies de uso potencial para el cultivo de las especies frutales seleccionadas, al realizar la sobreposición de los valores de las variables estudiadas y los requerimientos agroecológicos de cada cultivo, encontrando los siguientes resultados.

a) *Aguacate*

El aguacate en México es uno de los productos de la exportación nacional más exitosos. Estados Unidos es el principal mercado para este fruto, seguido de Japón, Canadá, España, etc. La producción de aguacate en México proviene principalmente del estado de Michoacán; seguido por el Estado de México, Jalisco, Nayarit y Morelos.

El cultivo de aguacate es idóneo en zonas que tienen una altitud entre 1,600 a 2,200 msnm, con lluvia de 1,050 a 1,150 mm y una temperatura ambiente de 15 a 19 °C y lo más importante, necesita suelos permeables y profundos (franco – arenoso) sin calcáreos ni cloruros y un ph de 6.0 a 7.5.

En este estudio de zonificación del potencial productivo, el aguacate resulto ser el cultivo menos apto, debido a que el área de estudio no cumple con los requisitos agroecológicos necesarios para calificarla como apto para el cultivo, observándose en el siguiente cuadro la superficie potencial encontrada para cada municipio.

Cuadro 5. Zonificación agroecológica para aguacate en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	61.97	70,884.92
Huimilpan	11.27	30,132.41
San Juan del Río	100.27	76,034.97

b) *Chabacano*

La producción de Chabacano en México es baja, contrastado con la alta demanda existente en el mercado nacional y las posibilidades de exportación. De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Zacatecas ocupa el primer lugar en producción de chabacano a nivel nacional. Pese a que cuenta con muy poca superficie destinada a este cultivo, la entidad es líder en producción debido a su alto rendimiento por hectárea, seguido por los estados de Puebla, Sonora, Distrito Federal, Chihuahua, Baja California Jalisco y Nuevo León.

El chabacano tiene requerimientos de frío desde 300 a 1000 horas frío dependiendo del cultivar. Una de las limitantes de este frutal es su brotación rápida e inmediata cuando el árbol termina su reposo, debido a la necesidad de pocas horas de calor, por lo que resulta susceptible al daño por heladas tardías. En algunos viveros de Querétaro se ha concentrado la máxima diversidad genética de este fruto en nuestro país, y se han generado nuevas variedades adaptadas a las condiciones de clima y suelo del estado.

El estudio de zonificación presenta muy buen nivel de aptitud para este cultivo, particularmente en el municipio de Amealco de Bonfil, como puede observarse en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Zonificación agroecológica para chabacano en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	32,448.32	38,498.58
Huimilpan	2,422.36	35,721.32
San Juan del Río	6,529.10	69,606.14

c) *Frambuesa*

Una de las producciones frutícolas más emblemáticas y con mayor crecimiento en México es la Frambuesa. Esta frutilla es producida en ocho entidades federativas del país: Baja California, Colima, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Puebla. Siendo los principales productores Jalisco, Baja California y Michoacán, según los datos de SAGARPA.

México cuenta con excelente condiciones edafoclimáticas para la producción de frambuesa. Las condiciones climáticas en las zonas productivas tienen las siguientes características;

- Cálido a templado subhúmedo
- Temperatura promedio anual 20.5 °C, con mínimas de 7 °C y máximas promedio en torno a 25 °C.
- Pluviometría de 850 a 1,100 mm entre los meses de mayo y septiembre.

Los suelos varían de más livianos, con texturas francas y arenosas.

El cultivo de Frambuesa presentó buena aptitud solamente en el municipio de Amealco de Bonfil, debido a que cumple con la mayoría de requerimientos edafoclimáticos.

Cuadro 7. Zonificación agroecológica para frambuesa en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	13,052.56	57,905.60
Huimilpan	-----	-----
San Juan del Río	-----	-----

d) *Macadamia*

La macadamia es considerada la nuez más fina del mundo por su alto contenido de aceite. La macadamia es un producto muy atractivo tanto económicamente como ambientalmente. Los árboles absorben mucho dióxido de carbono (CO₂) y permiten una cubierta forestal en zonas ya deforestadas. Además se puede cultivar simultáneamente con café, frutales o en áreas ganaderas con sistemas agrosilvopastoriles. En México no se produce ni el 0.5 % de la producción internacional, sin embargo se ha incrementado en las regiones tropicales y subtropicales de ciertos estados siendo Puebla, Veracruz, Chiapas y Michoacán las entidades con mayor producción.

Es indispensable asesorarse porque existen de 30 a 50 variedades y es necesario conocer bien la variedad que se cosechará, dado que cada una responde de forma distinta al nivel del mar, y puede sembrarse desde los 200 o 300 metros hasta los 1800 msnm. Las variedades 100 % mexicanas más cultivadas son Alberca 527, Huatusco y Victoria.

El cultivo de Macadamia presentó un nivel bueno en el municipio de Amealco de Bonfil, y como se menciona en la literatura, sería de vital importancia para reforestar las zonas más deterioradas en el municipio.

Cuadro 8. Zonificación agroecológica para macadamia en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	11,075.24	59,871.65
Huimilpan	2,309.69	35,833.98
San Juan del Río	5,943.22	70,192.02

e) *Manzano*

La manzana (*Malus domestica*) es una de las frutas que más se consumen y se cultiva en todas partes del mundo. Sus variedades difieren en forma, tamaño y color, que va desde el rojo brillante u oscuro hasta el verde y amarillo. De acuerdo con las estadísticas de la SAGARPA,, para el cierre de 2016 esta fruta presentó una producción total de 716,930 toneladas, con un valor de 4.66 mil millones de pesos, en una superficie cosechada de 54,248 hectáreas, siendo el estado de Chihuahua el que aportó el 81.8% del volumen de producción nacional. La manzana es un cultivo que presenta una mayor disponibilidad en el otoño.

Para la zona de estudio, presenta un potencial no muy amplio, siendo mayor en el municipio de Huimilpan.

Cuadro 9. Zonificación agroecológica para manzano en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	4,270.11	66,676.78
Huimilpan	8,157.15	29,986.52
San Juan del Río	5,836.19	70,299.05

f) *Melocotón*

El Melocotón se produce durante todo el año, sin embargo, entre los meses de abril a septiembre se cosechan tres cuartas partes de la producción. En México existen seis entidades federativas donde se obtiene el 74 % del volumen generado en el país, entre estos destacan: Michoacán, Estado de México y Zacatecas. Es una fruta muy resistente al frío; puede soportar mínimas invernales de -20 °C.

En el presente estudio el Melocotón presentó excelente grado de aptitud en el municipio de Amealco de Bonfil.

Cuadro 10. Zonificación agroecológica para melocotón en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	30,983.64	39,963.25
Huimilpan	-----	-----
San Juan del Río	-----	-----

g) *Nogal pecanero*

La producción de nuez en México ha estado en aumento en los últimos años. Las cinco principales entidades productoras de nuez en el país son: Chihuahua, Sonora, Coahuila, Nuevo León e Hidalgo. Estos aportan el 95 % de la producción nacional. El resto de las entidades que conforman la producción de nuez son Aguascalientes, Baja California, Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. México ocupa el sexto lugar en producción de nuez, exporta este producto a destinos como: Estados Unidos, Canadá, Rusia, China, Hong Kong, etc.

En el presente estudio el Nogal presentó un grado bajo de aptitud en el municipio de Amealco de Bonfil.

Cuadro 11. Zonificación agroecológica para nogal pecanero en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	1,543.55	69,403.34
Huimilpan	-----	-----
San Juan del Río	-----	-----

h) *Pera*

La pera (*Pyrus communis*) es uno de los frutos más característicos del otoño. Requiere de climas templados y húmedos para su crecimiento y desarrollo. En México cada año se producen más de 24 mil toneladas de pera, principalmente en los estados de Puebla, Michoacán y Morelos, destinándose al mercado internacional más de 40 toneladas de este producto.

De forma similar que el Manzano, la Pera presenta un potencial no muy amplio en la zona de estudio, siendo mayor en los municipios de Amealco de Bonfil y San Juan del Río.

Cuadro 12. Zonificación agroecológica para pera en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	6,191.09	64,767.07
Huimilpan	1,059.08	37,180.36
San Juan del Río	5,284.12	70,975.06

i) *Pistache*

El pistache es un árbol que tolera sequía así como niveles considerables de salinidad. Se adapta a regiones que presentan veranos largos y secos condiciones climáticas características de algunas áreas dentro de las zonas áridas. En México la superficie ocupada por esta especie es limitada.

La introducción de esta especie a México se lleva a cabo principalmente en algunos municipios del estado de Chihuahua, en los cuales su cultivo no ha sido del todo satisfactorio dado que es una especie susceptible a los daños por *Verticilium* y por pudrición texana, causada por el hongo *Phymatotrichum omnivorum*. También se cultiva en los estados de Coahuila y Durango. En la región de Delicias se producen variedades tales como: Kerman, Red Aleppo, Sfax, Aegina, Bronte, Peters, chico y Nazareth, siendo algunas de ellas fructificando satisfactoriamente.

El pistache es una especie exigente en frío, situación que algunas regiones, como las antes citadas no acumulan las horas frío necesarias que esta especie requiere.

El área de estudio en este trabajo presenta características similares, por lo que para producir pistache en esta región se tendría que recurrir al uso de compensadores de frío para solucionar este problema.

Cuadro 13. Zonificación agroecológica para pistache en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	39,890.02	31,068.13
Huimilpan	1,121.04	37,118.39
San Juan del Río	10,838.64	65,420.54

j) *Zarzamora*

México es el quinto productor de berries del mundo, antecedido por China, Estados Unidos, Rusia y Polonia. En México, este mercado ha ganado importancia económica en los últimos años, siendo la fresa la frutilla más importante entre las berries, debido a su volumen de producción. Además se producen frambuesas, zarzamoras y arándano, en los estados de Michoacán, Jalisco, Baja California, Puebla y México.

La superficie con potencial productivo en la zona de estudio para el cultivo de Zarzamora es reducida, siendo mayor en San Juan del Río, como puede observarse en el siguiente Cuadro.

Cuadro 14. Zonificación agroecológica para zarzamora en los diferentes municipios.

Municipio	Apto (ha)	No apto (ha)
Amealco de Bonfil	3,554.67	67,392.22
Huimilpan	985.84	37,157.83
San Juan del Río	4,298.28	71,836.97

Resumiendo:

De acuerdo a los resultados, en el municipio de Amealco de Bonfil las áreas aptas para el Pistacho, ocuparon el mayor porcentaje de la superficie, seguidas por el Chabacano y el Melocotón.

Para el municipio de Huimilpan, las áreas aptas para el Manzano ocuparon el mayor porcentaje de la superficie, seguidas del Chabacano y la Macadamia.

Para el municipio de San Juan del Río, las áreas para el cultivo del Pistacho ocuparon el mayor porcentaje, seguidas por el Chabacano y la Macadamia

Los cultivos de Nogal, Melocotón y Frambuesa no mostraron aptitud en los municipios de Huimilpan y San Juan del Río.

Cuadro 15. Resumen de zonificación agroecológica, por cultivo y municipio.

Cultivo	Amealco		Huimilpan		San Juan del Río	
	Superficie apta (ha)	%	Superficie apta (ha)	%	Superficie apta (ha)	%
Pistacho	39,890.02	56.23	1,121.04	2.94	10,838.64	14.24
Chabacano	32,448.02	45.74	2,422.36	6.35	6,529.10	8.58
Melocotón	30,983.64	43.67	-----	-----	-----	-----
Frambuesa	13,052.56	18.40	-----	-----	-----	-----
Macadamia	11,075.24	15.61	2,309.69	6.06	5,943.22	7.81
Pera	6,191.09	8.73	1,059.08	2.78	5,284.12	6.94
Manzano	4,270.11	6.02	8,157.15	21.39	5,836.19	7.67
Zarzamora	3,554.67	5.01	985.84	2.58	4,298.28	5.65
Nogal	1,543.00	2.17	-----	-----	-----	-----
Aguacate	61.97	0.09	11.27	0.03	100.27	0.13
Superficie total por municipio (ha)	70,946.89	100.00	38,143.67	100.00	76,135.24	100.00

4.1.4.2. Zonificación agroecológica para el cultivo de frutales en el municipio de Amealco de Bonfil

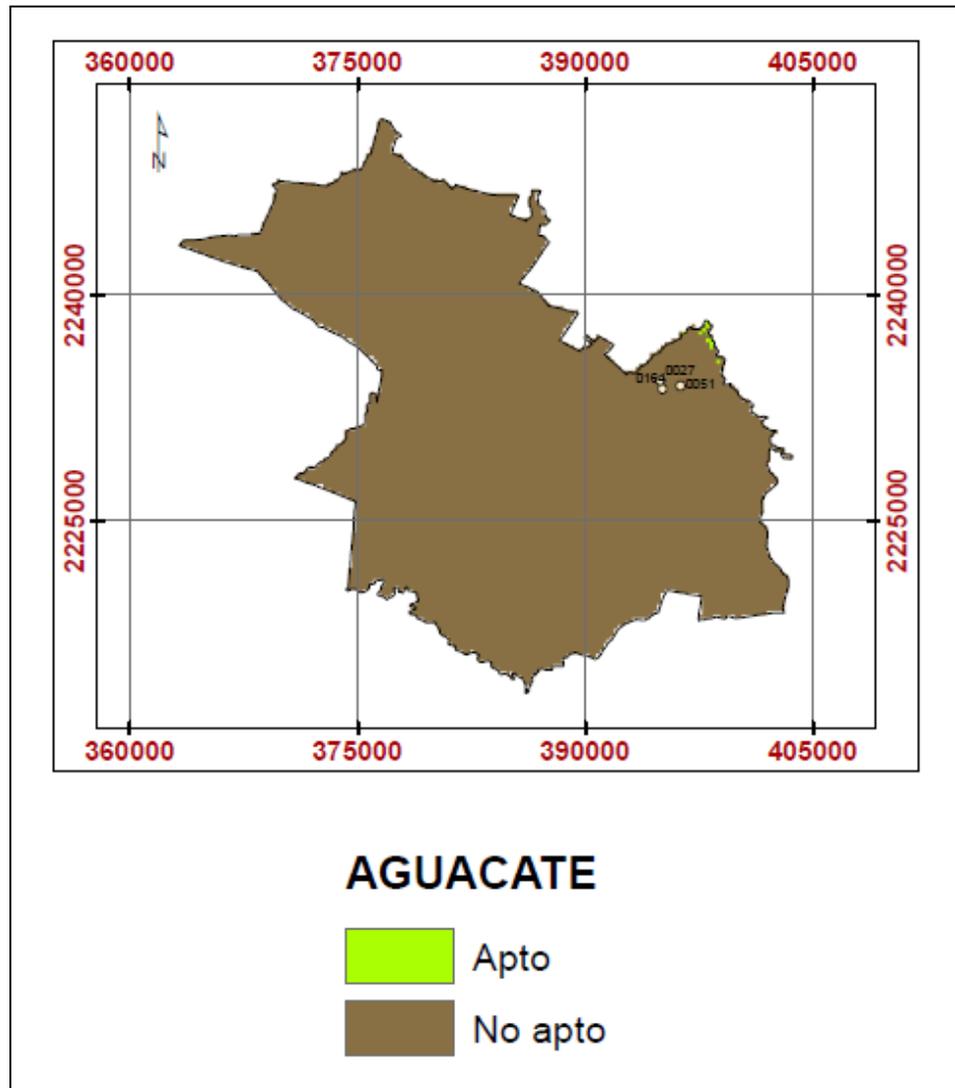


Figura 34. Zonificación potencial para cultivo de Aguacate en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Aguacate dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en los límites con el Estado de México, cerca de las localidades de Galindillo, La Muralla y El Saucito.

El área que cubre dentro del municipio es de 61.97 hectáreas que representa el 0.09 % del territorio.

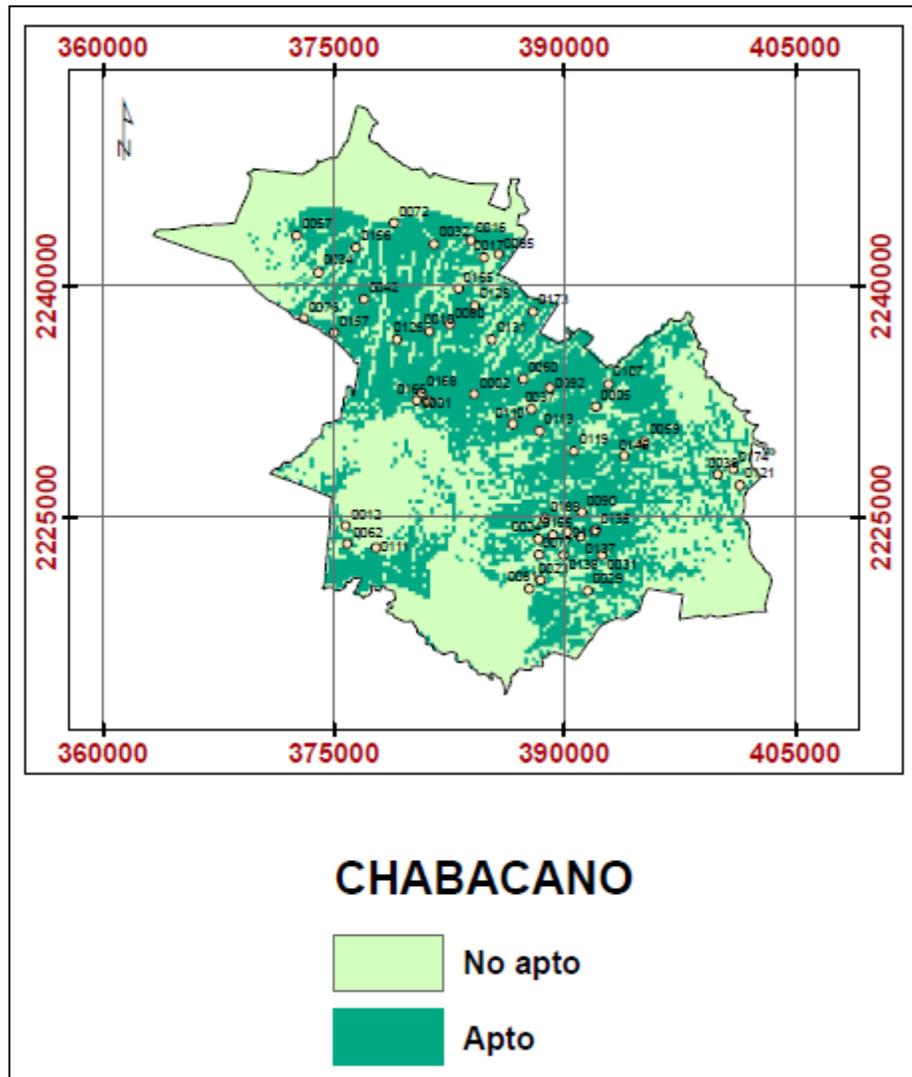


Figura 35. Zonificación potencial para cultivo de Chabacano en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Chabacano dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de La alameda del rincón, El Rayo, San Martín, Amealco de Bonfil, San Ildefonso, Jacal de la Piedad, Las Salvas, La Cruz (San Bartolo), Ejido El Rincón (La Botija), El Varal, Bordos Cuates, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 32,448 hectáreas que representa el 45.50 % del territorio.

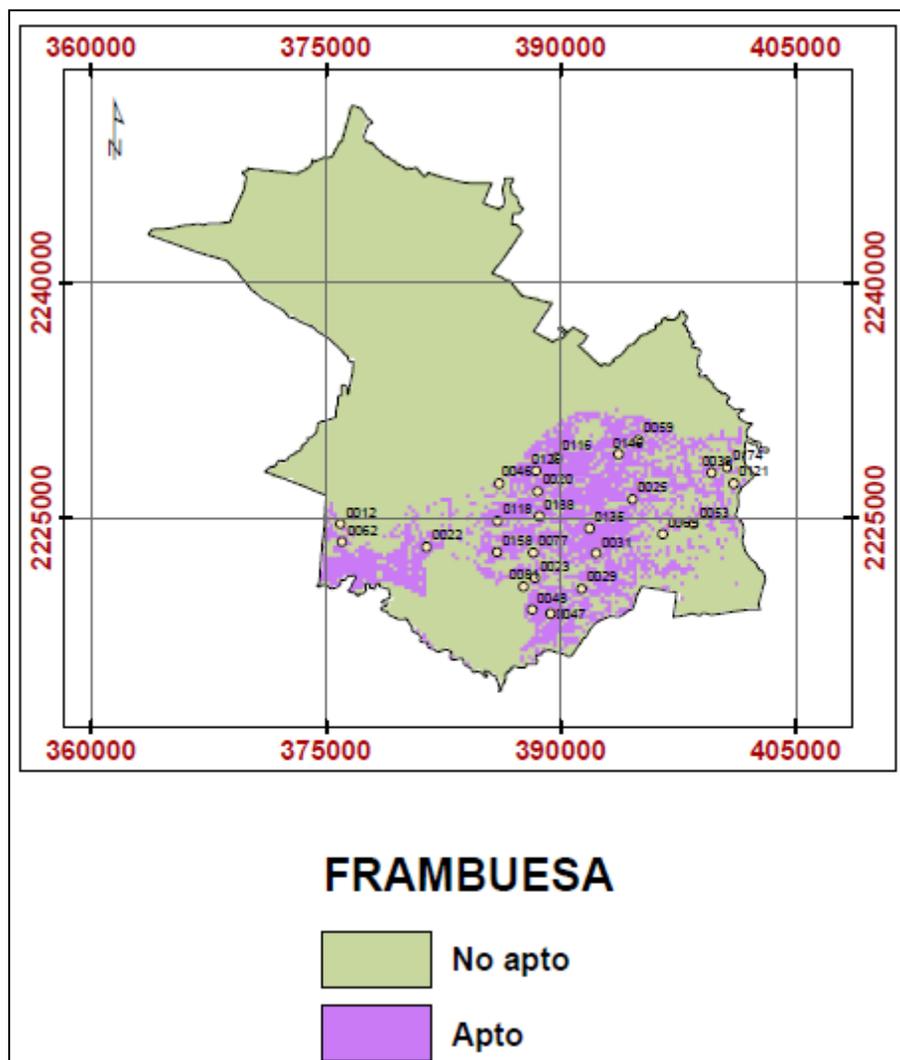


Figura 36. Zonificación potencial para cultivo de Frambuesa en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Frambuesa dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de San Ildefonso, El Varal, Chinteje de Garabato, Santiago Mexquititlan, La Ladera, Loma del Chivo, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 13, 052.56 hectáreas que representa el 18.31 % del territorio.

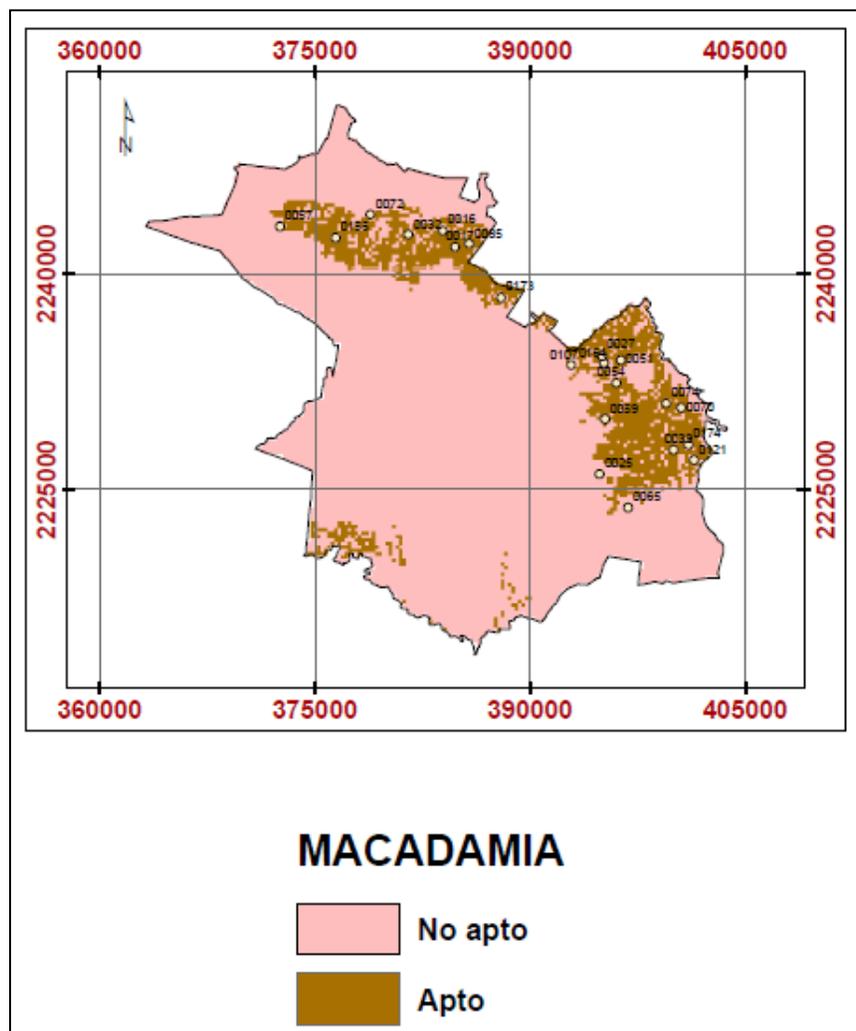


Figura 37. Zonificación potencial para cultivo de Macadamia en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Macadamia dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de El Rayo, El Pino, Barrio de Santa Teresa (Santiago Mexquititlán Barrio 6to, Colonia México, La Piní, Mesillas, Yosphi, San Ildefonso, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 11,075.24 hectáreas que representa el 15.53 %.

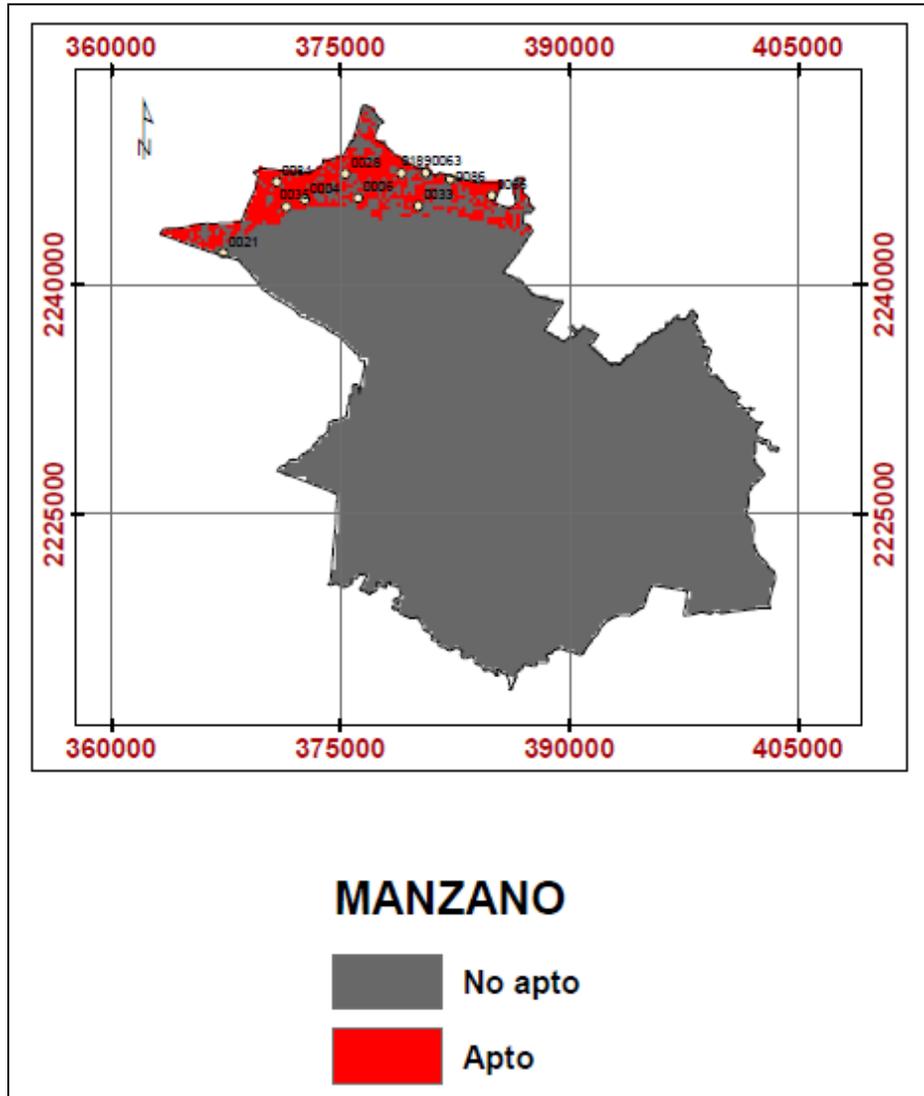


Figura 38. Zonificación potencial para cultivo de Manzano en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Manzano dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran las localidades de Laguna de Servín, San Mateo (Palos Altos), San Antonio La Labor Galindillo, Quiotillos, El Atoron, El salvador, el Aserin (Ojo de Agua Del Hornito), entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 4,270.11 hectáreas que representa el 5.99 %.

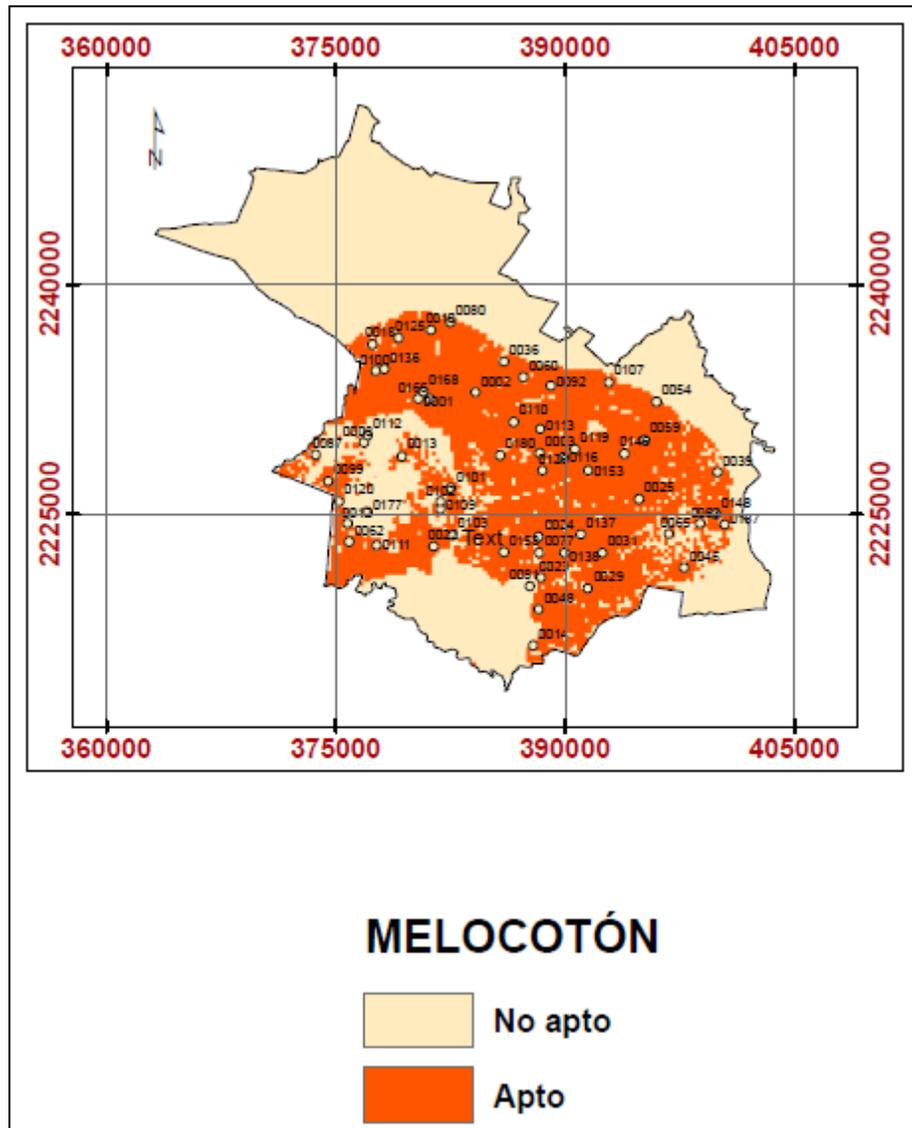


Figura 39. Zonificación potencial para cultivo de Melocotón en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Melocotón dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de Mal Paso (La Laguna), Las Salvas, Ejido de San Juan Dehedó, Chinteje de Garabato, Donicá, San Pablo, Mesillas, Llano Largo, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 30,983.64 hectáreas que representa el 43.46 %.

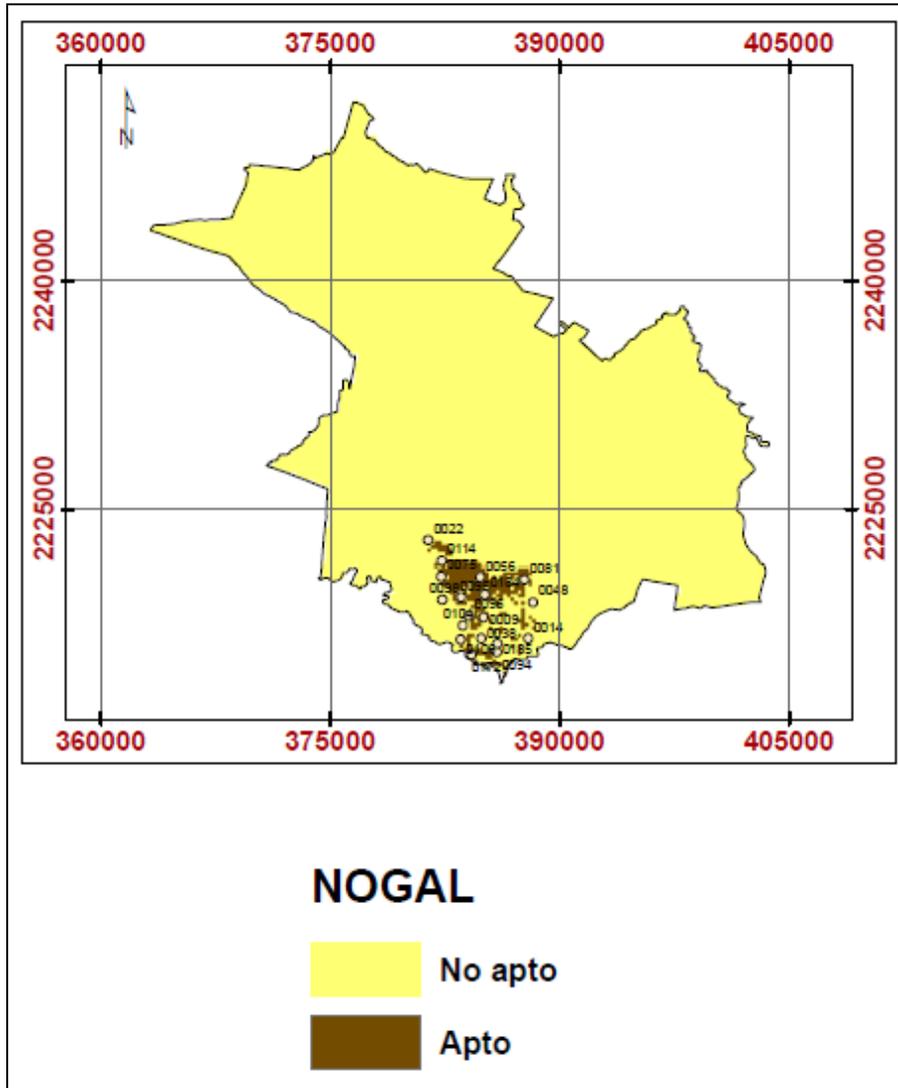


Figura 40. Zonificación potencial para cultivo de Nopal en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Nopal dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de El Lindero, Barrio Presa del Tecolote (El Lindero), Los Arcos, Amárcigo (San Luis), Tierras Negras (Santiago Mexquitlán Barrio 6to), La Purísima, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 1,543.00 hectáreas que representa el 2.16 % del territorio.

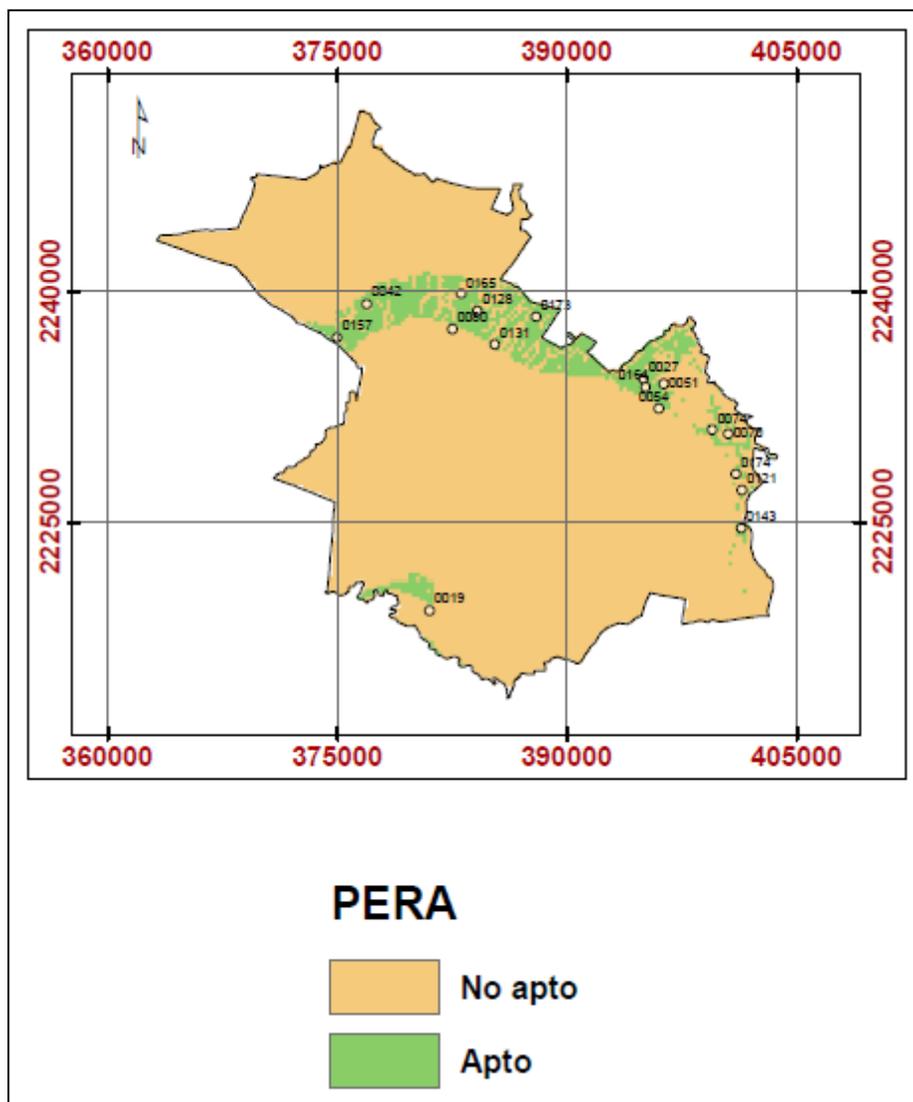


Figura 41. Zonificación potencial para cultivo de Pera en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Pera dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de Mesa de San Martín, San Martín, Familia Anaya, Bordo Cuates, Rancho el Siete (La Palizada), La Muralla, La concepción (La Concha), Tesquedó (Puerto del Chivato), Las Grullas, Cuisillos (Barrio de San Idefonso), entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 6,191.09 hectáreas que representa el 8.68 % del territorio.

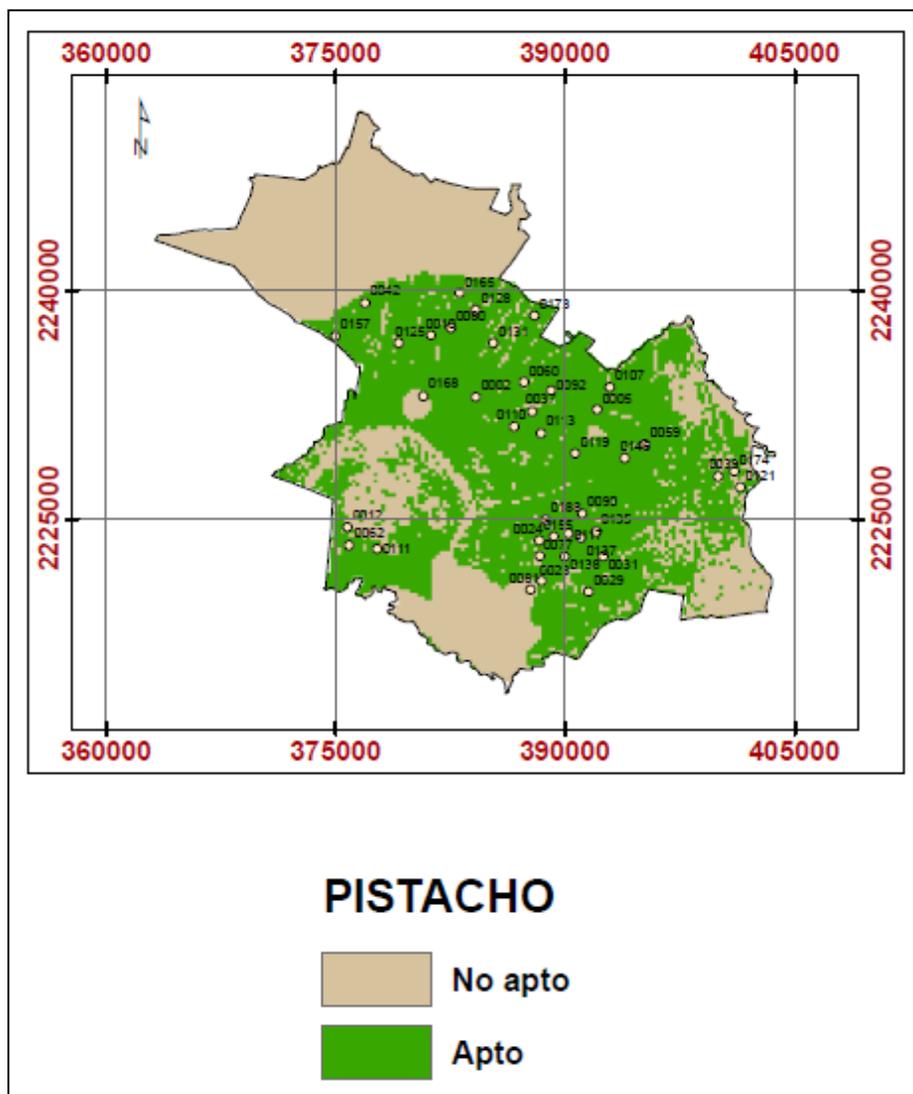


Figura 42. Zonificación potencial para cultivo de Pistacho en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Pistacho dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de Las Salvas, El Varal, La Soledad, Santiago Mexquititlán Barrio 5to (El Pastoreo), San Martín, Barrio de San José (San Bartolo), El Atorón, Galindillo, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 39,890.02 hectáreas que representa el 55.95 % del territorio.

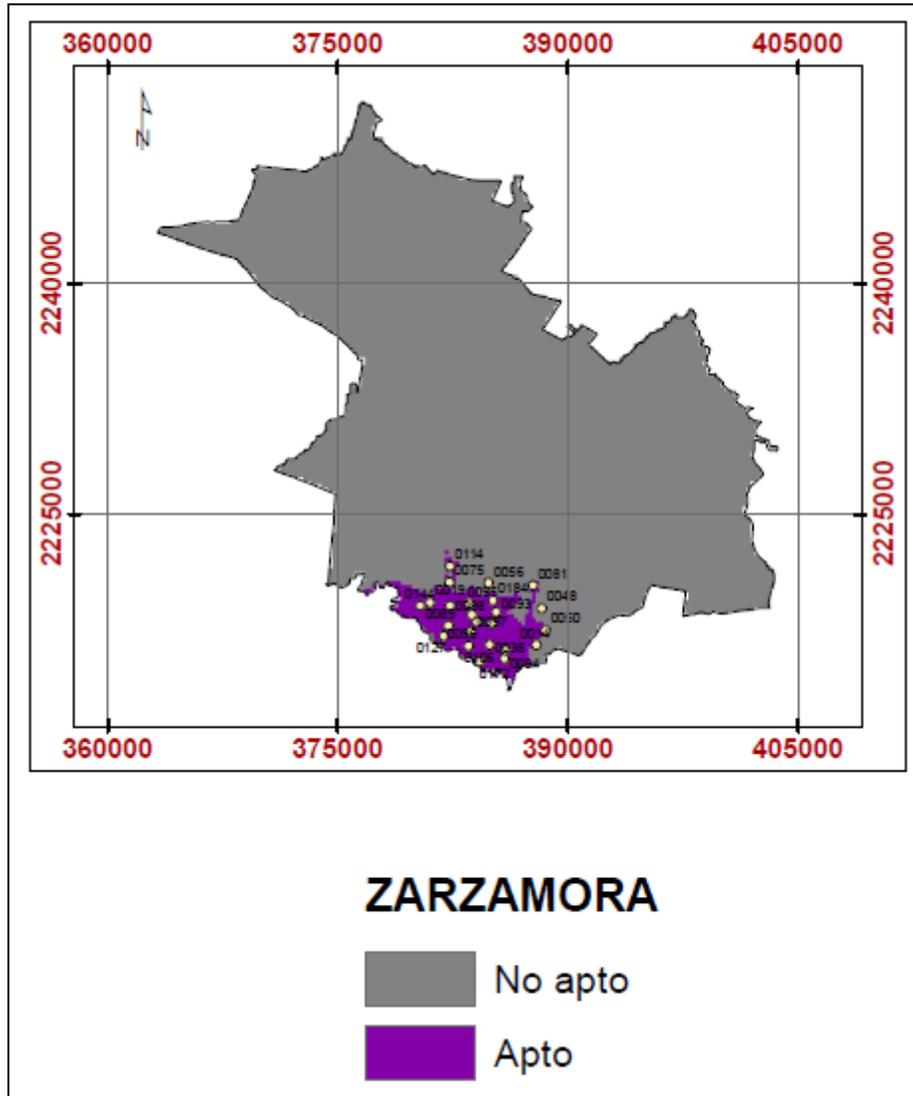


Figura 43. Zonificación potencial para cultivo de Zarzamora en el municipio Amealco de Bonfil.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Zarzamora dentro del municipio de Amealco de Bonfil se encuentran en las localidades de Barrio Presa del Tecolote (El Lindero), Lomas de las Liebres (Los Árboles), Santiago Mexquititlán Barrio 1ro, Las Lajas, Guadalupe El Terrero, Rincón de la Florida, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 3,554.67 hectáreas que representa el 4.99 % del territorio.

4.1.4.3. Zonificación agroecológica para el cultivo de frutales en el municipio de Huimilpan, Qro.

En este municipio se encontraron superficies potenciales solamente para siete de los cultivos estudiados, quedando excluidos la Frambuesa, el Melocotón y el Nogal pecanero.

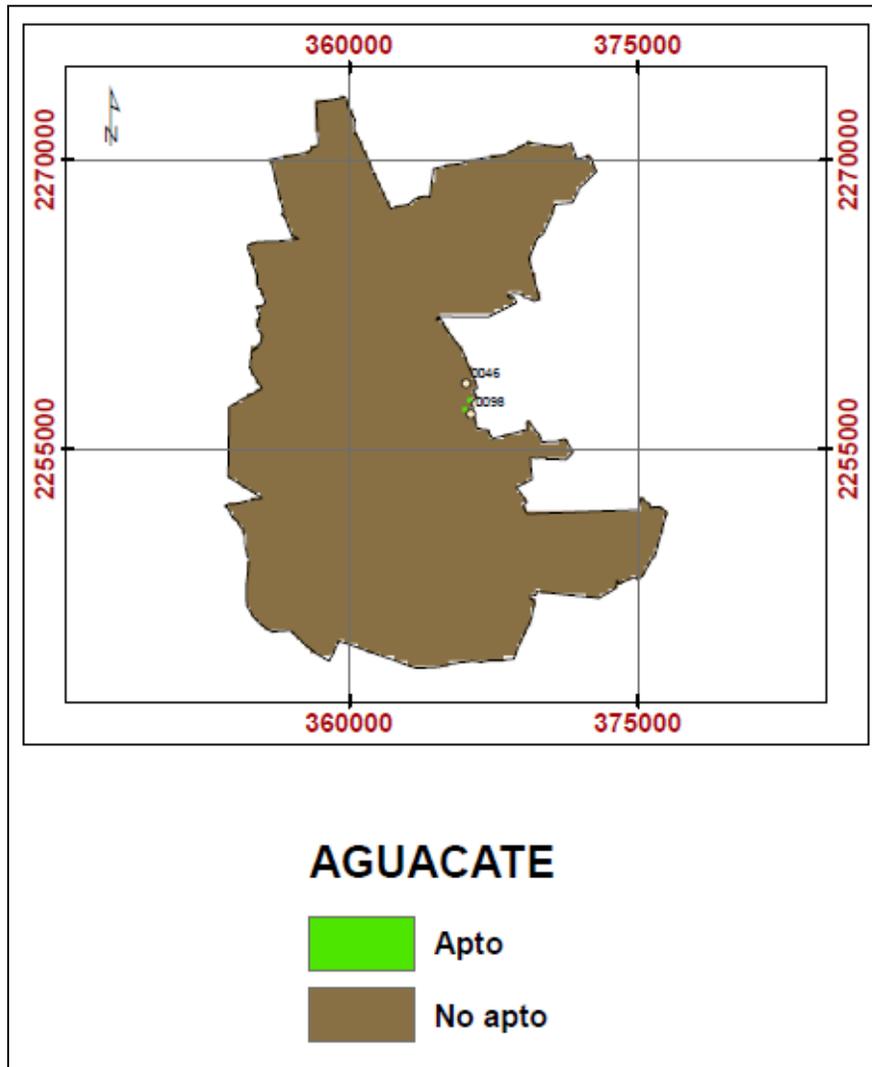


Figura 44. Zonificación potencial para cultivo de Aguacate en el municipio Huimilpan.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Aguacate dentro del municipio de Huimilpan se encuentran entre las localidades de Guadalupe Segundo Fracción 2 (La Peña Colorada) y El Charco Prieto.

El área que cubre dentro del municipio es de 11.27 hectáreas que representa el 0.03 % del territorio.

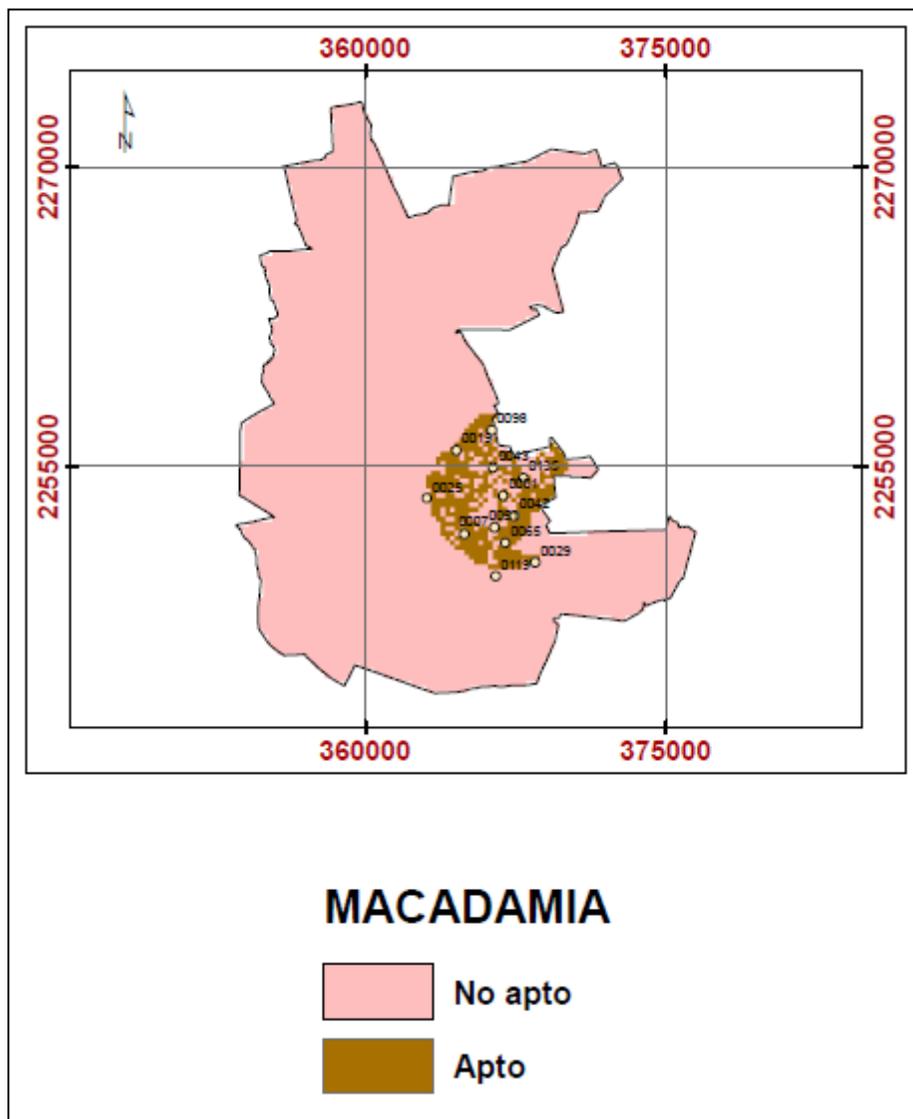


Figura 46. Zonificación potencial para cultivo de Macadamia en el municipio Huimilpan.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Macadamia dentro del municipio de Huimilpan se encuentran en las localidades de Piedras Lisas, Capula, Familia Durán, San Francisco (San Francisco Nevería), Nevería Sector Norte (Neverías de los Martínez), El Rincón, Huimilpan, La Ceja, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 2,309.69 hectáreas que representa el 5.95 % del territorio.

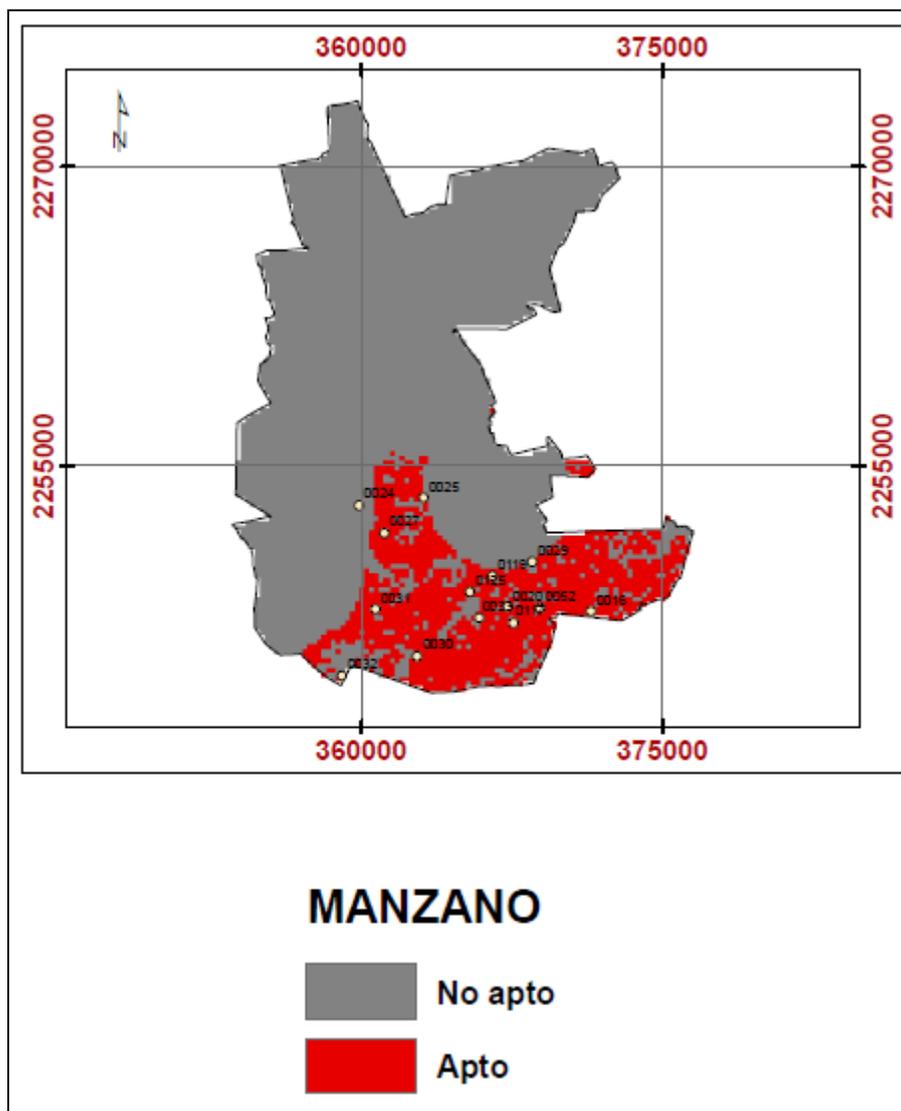


Figura 47. Zonificación potencial para cultivo de Manzano en el municipio Huimilpan.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Manzano dentro del municipio de Huimilpan se encuentran en las localidades de El Peral, Piedras Lisas, El Salitrillo, San Francisco (San Francisco Nevería), San Pedrito, El Sauz, San Ignacio, La Joya, Pío Xii, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 8,157.15 hectáreas que representa el 21.02 % del territorio.

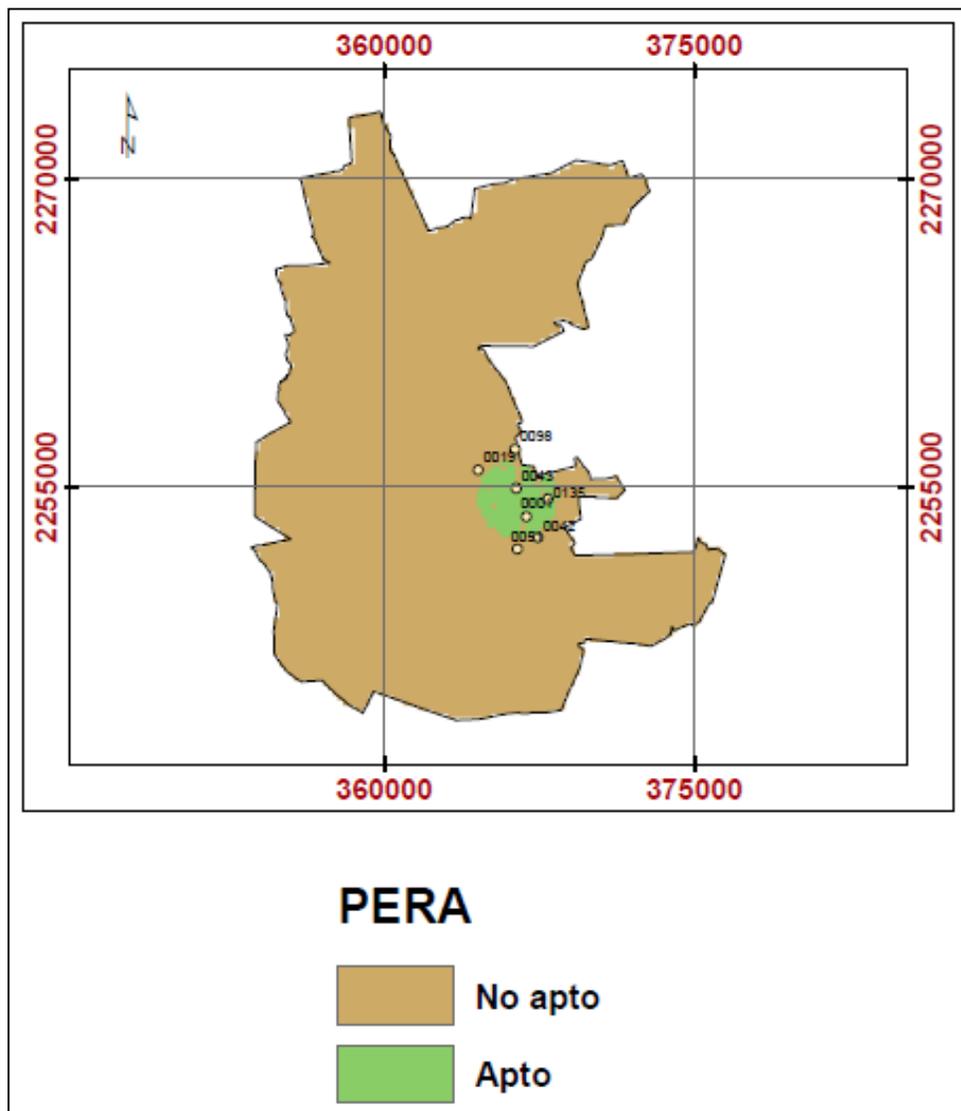


Figura 48. Zonificación potencial para cultivo de Pera en el municipio Huimilpan.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Pera dentro del municipio de Huimilpan se encuentran en las localidades de El Granjeno, Las Monjas, El Charco Prieto, Rancho El Cid, Rancho La Cascada, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 1,059.08 hectáreas que representa el 2.73 % del territorio.

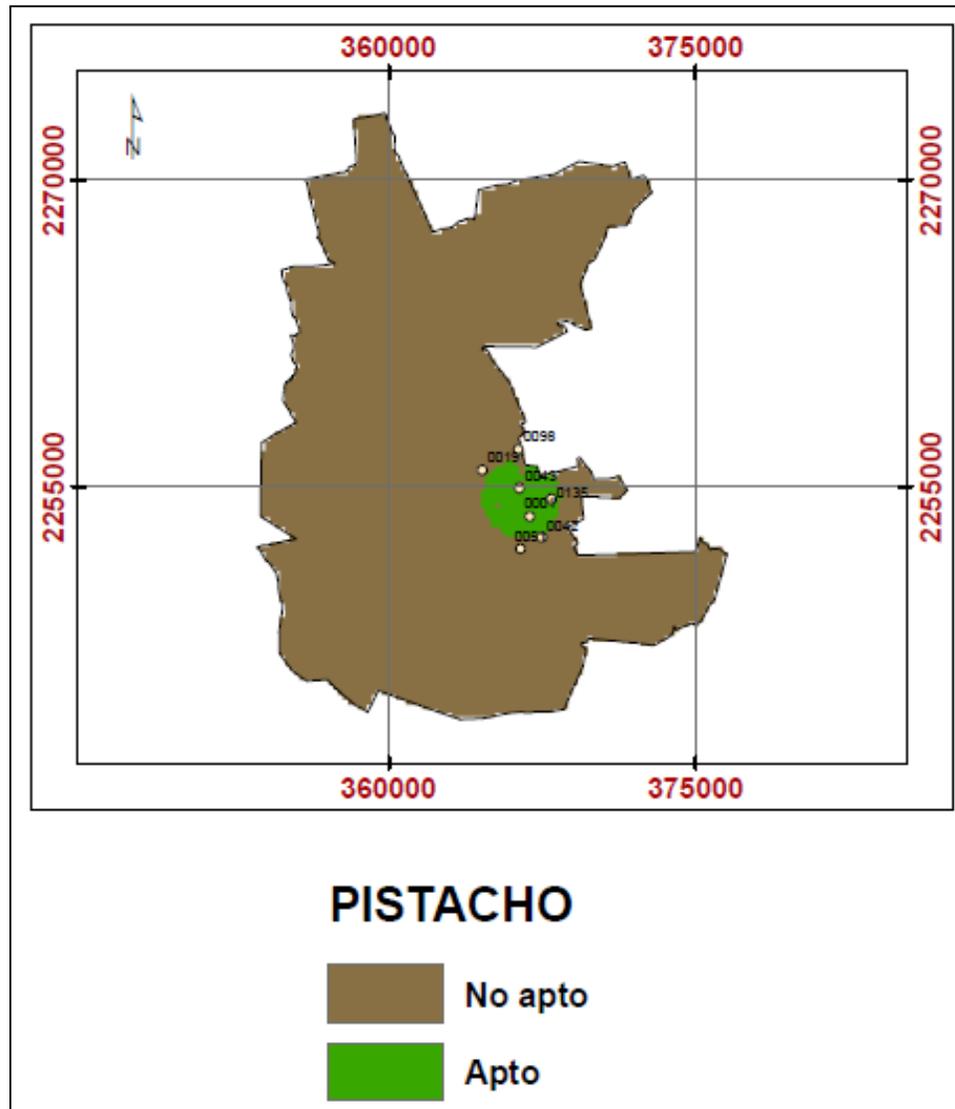


Figura 49. Zonificación potencial para cultivo de Pistacho en el municipio Huimilpan.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Pistacho dentro del municipio de Huimilpan se encuentran en las localidades de El Charco Prieto, Las Monjas, La Ceja, El Llano, Huimilpan, El Salto, El Rincón, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 1,121.04 hectáreas que representa el 2.89 % del territorio.

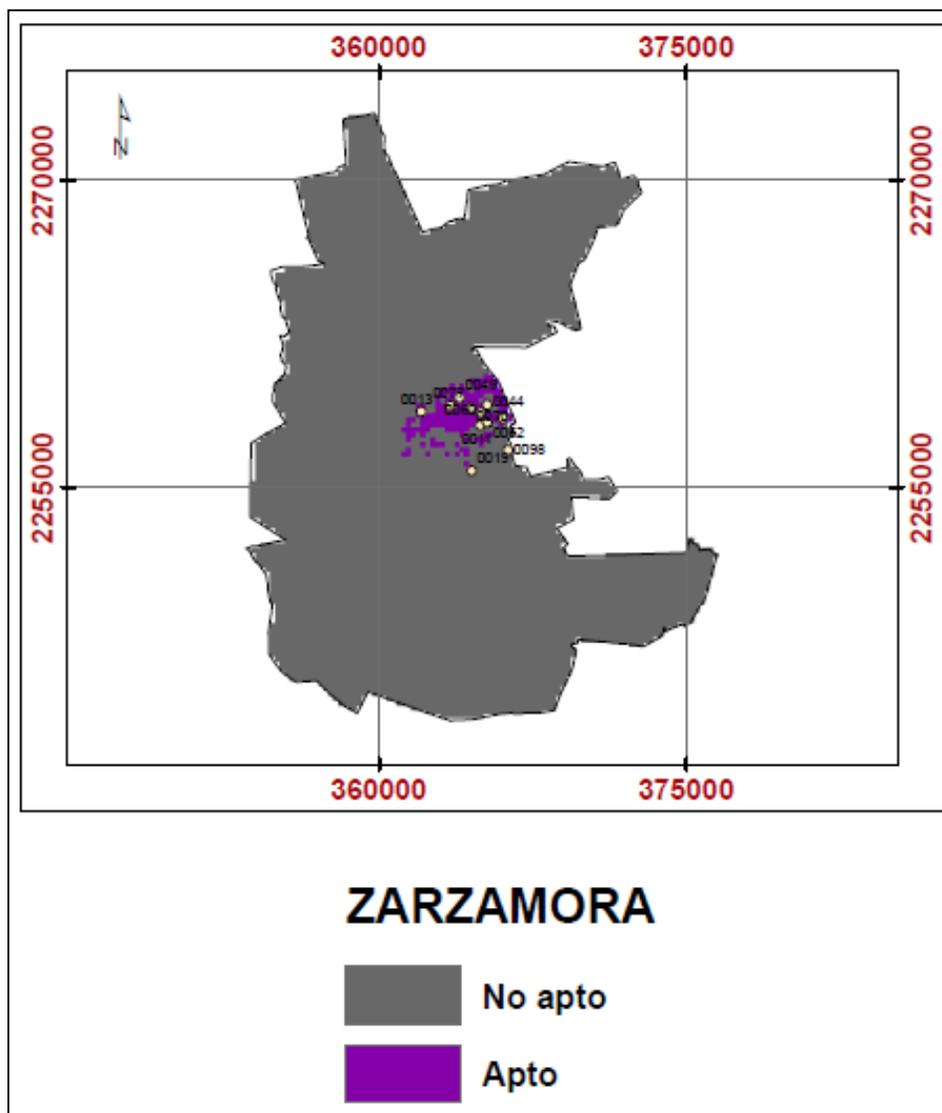


Figura 50. Zonificación potencial para cultivo de Zucchini en el municipio Huimilpan.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Zucchini dentro del municipio de Huimilpan se encuentran en las localidades de El Granjeno, Las Monjas, El Charco Prieto, Rancho El Cid, Rancho La Cascada, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 985.84 hectáreas que representa el 2.54 % del territorio.

4.1.4.4. Zonificación agroecológica para el cultivo de frutales en el municipio de San Juan del Río

En este municipio tampoco se encontraron superficies potenciales para los cultivos de Frambuesa, Melocotón y Nogal pecanero.

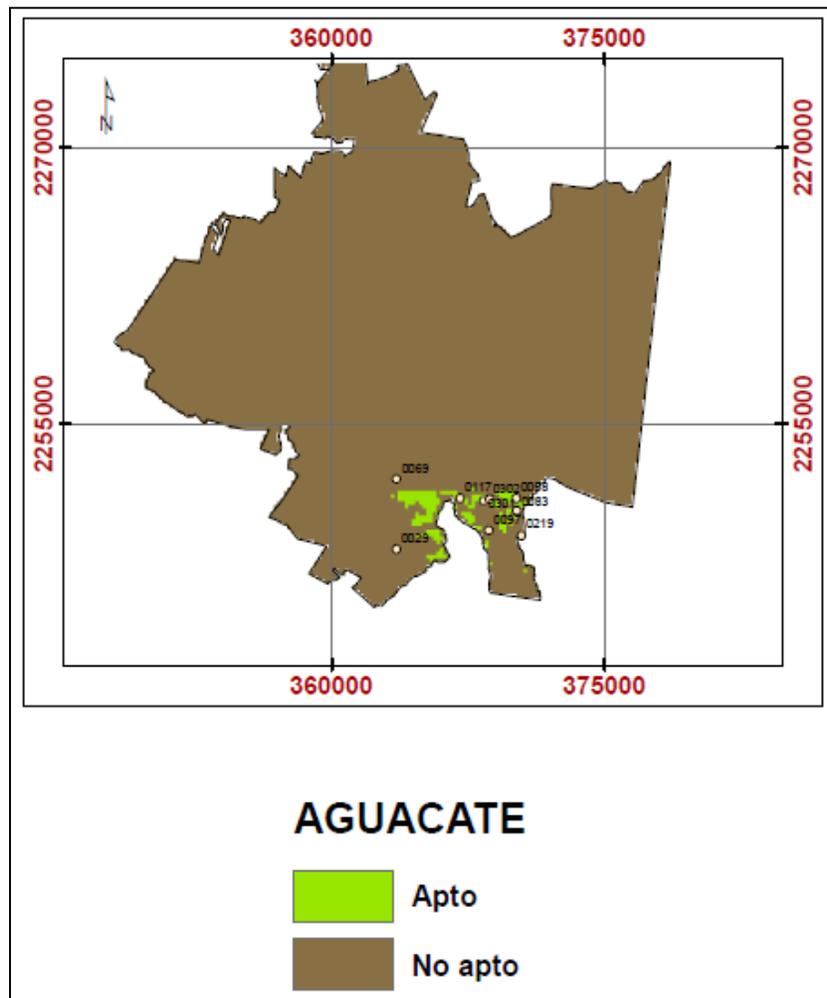


Figura 51. Zonificación potencial para cultivo de Aguacate en el municipio San Juan del Río.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Aguacate dentro del municipio de San Juan del Río se encuentran en las localidades de Tuna Mansa, La Laborcilla, Pueblo Nuevo, Doxocua, Familia Reséndiz (Doxocua), San Sebastián Loma Linda, San Sebastián de las Barrancas Sur, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 100.30 hectáreas que representa el 0.13 % del territorio.

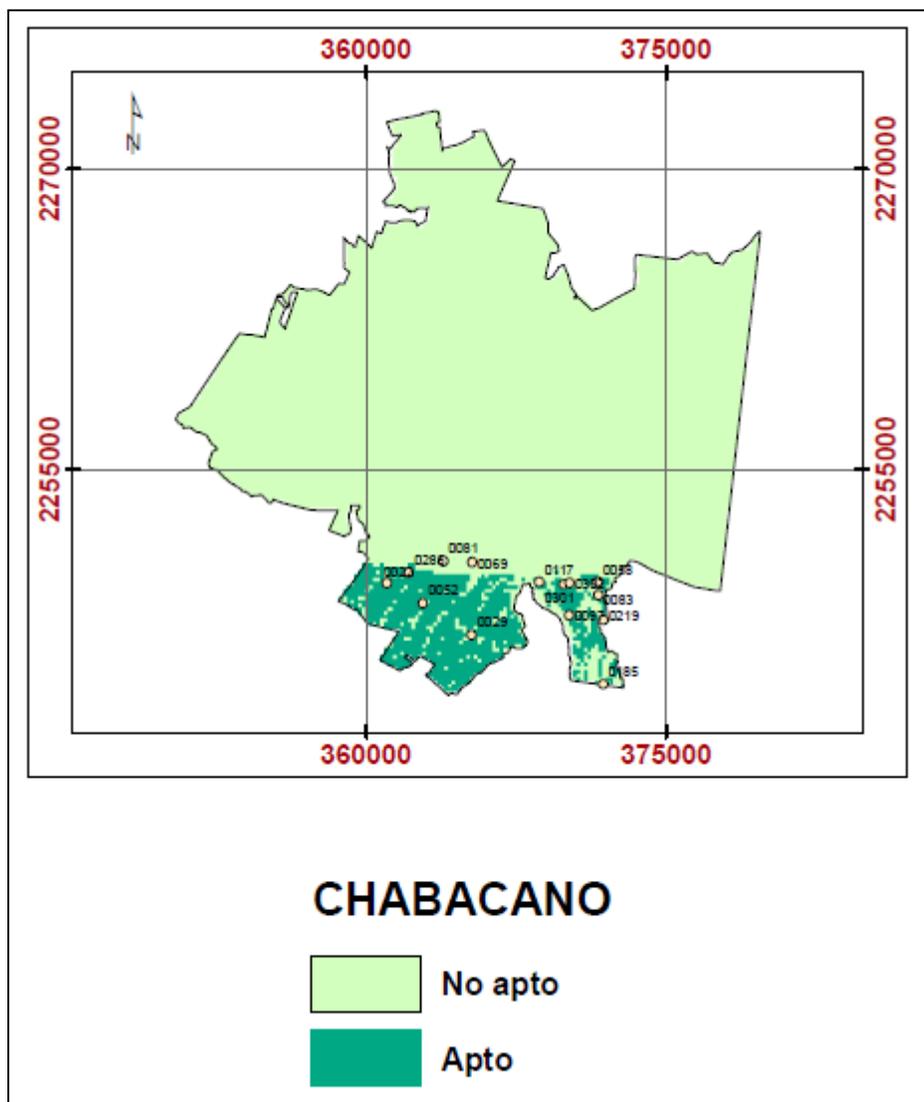


Figura 52. Zonificación potencial para cultivo de Chabacano en el municipio San Juan del Río.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Chabacano dentro del municipio de San Juan del Río se encuentran en las localidades de El Granjeno, Mesa de San Antonio, Estancia de Bordos, Paso de Mata, Santa Rita, Tuna Mansa, Santa Lucía, El Chaparro, Rancho San Benito Cazador, Los García, La Laborcilla, Pueblo Nuevo, San Sebastián de las Barrancas Sur, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 6,529.10 hectáreas que representa el 8.47 % del territorio.

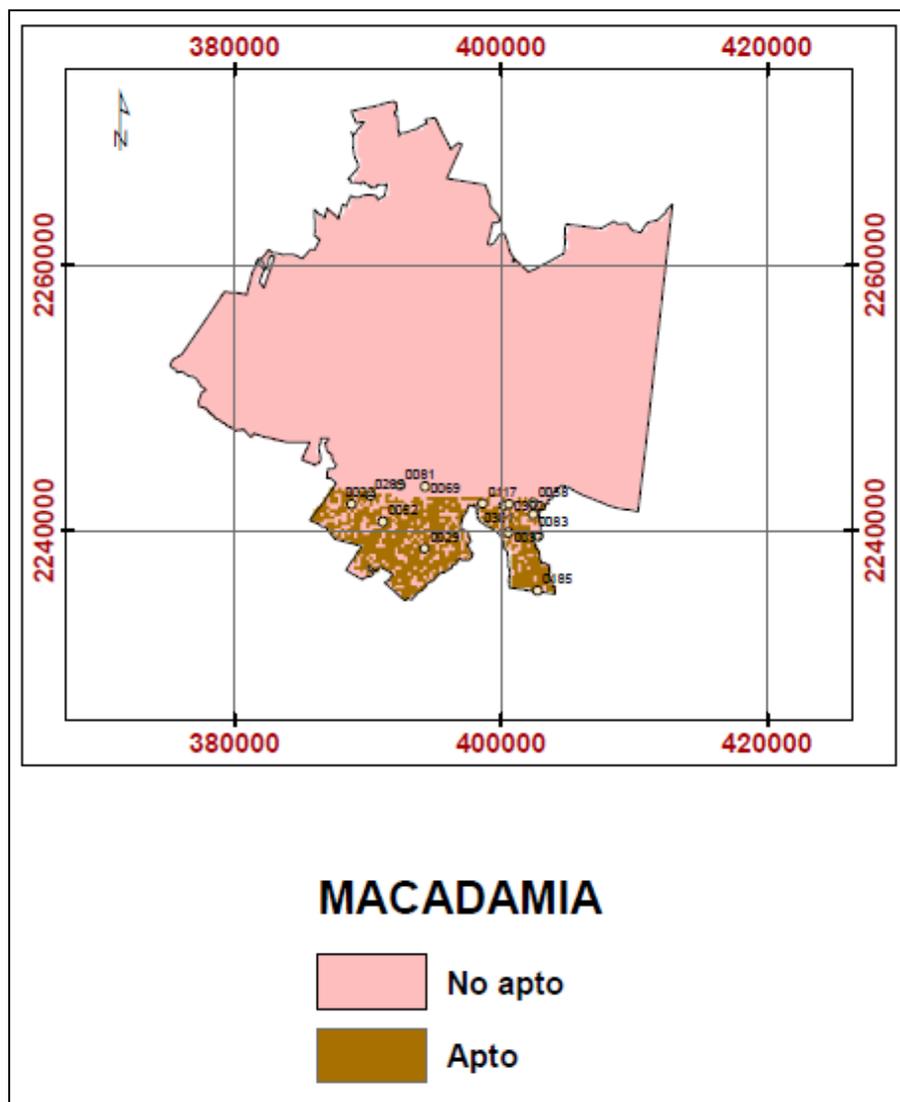


Figura 53. Zonificación potencial para cultivo de Macadamia en el municipio San Juan del Río.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Macadamia dentro del municipio de San Juan del Río se encuentran en las localidades de La Corregidora, Tuna Mansa, San Antonio Zatlauco, Cofradía Grande, San Sebastián de las Barrancas Norte, La Laborcilla, Doxocua, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 5,943.22 hectáreas que representa el 7.71 % del territorio.

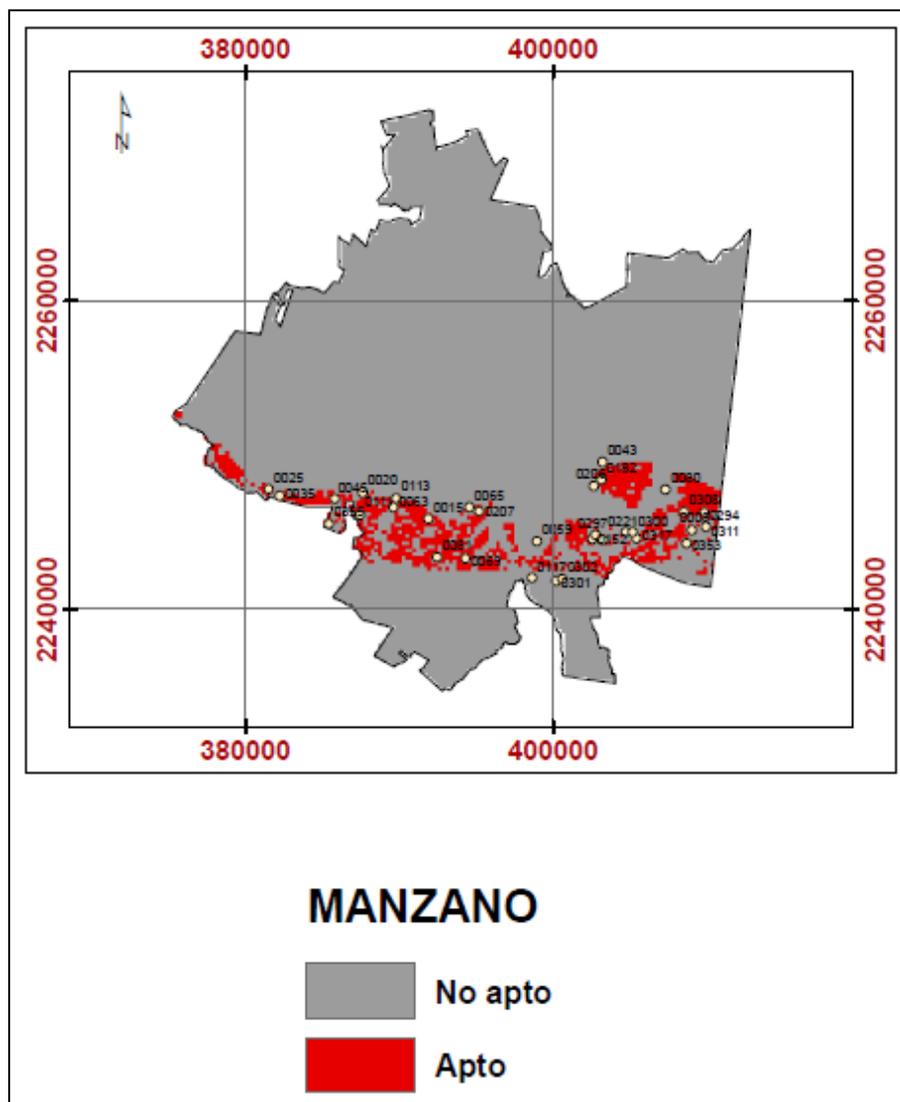


Figura 54. Zonificación potencial para cultivo de Manzano en el municipio San Juan del Río.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Manzano dentro del municipio de San Juan del Río se encuentran en las localidades de El Granjeno, Mesa de San Antonio, Estancia de Bordos, Paso de Mata, Santa Rita, Tuna Mansa, Santa Lucía, El Chaparro, Rancho San Benito Cazador, Los García, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 5,836.19 hectáreas que representa el 7.57 % del territorio.

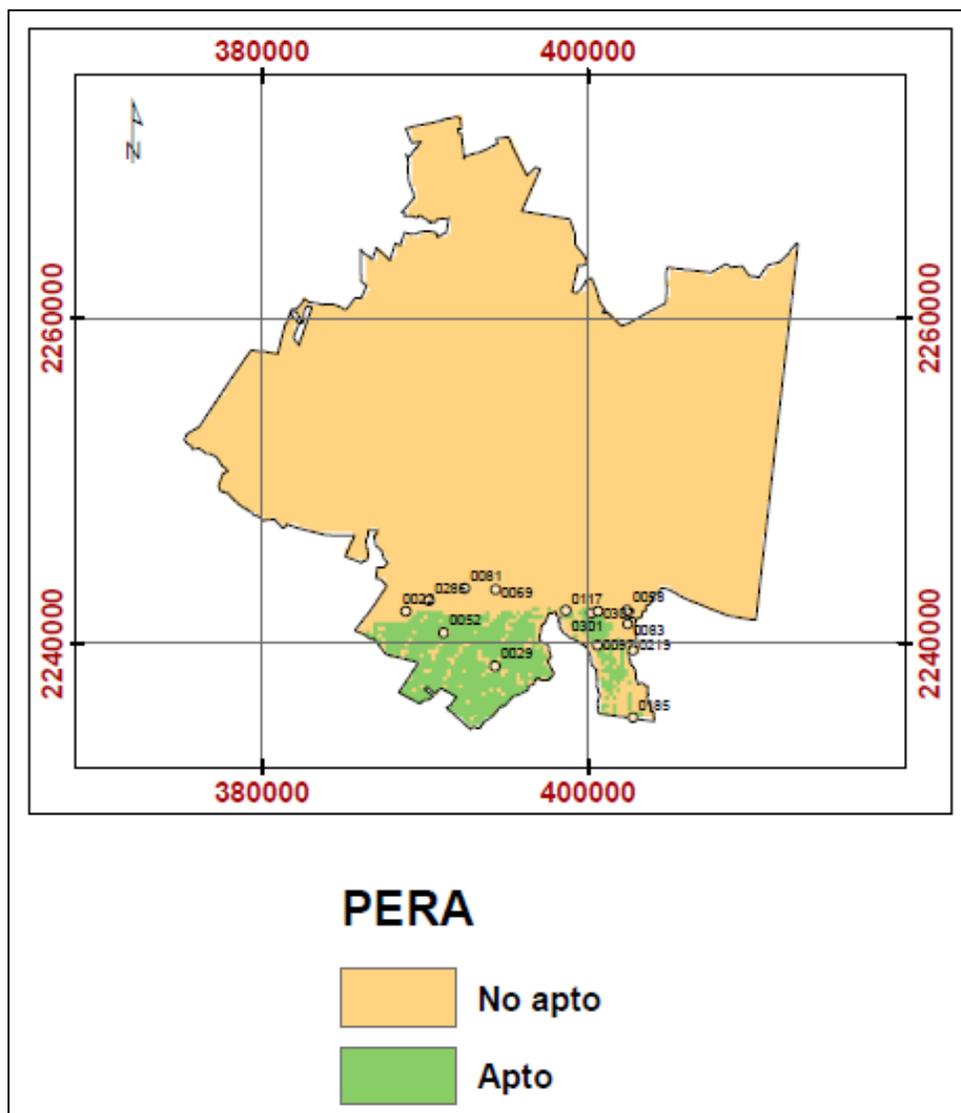


Figura 55. Zonificación potencial para cultivo de Pera en el municipio San Juan del Río.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Pera dentro del municipio de San Juan del Río se encuentran en las localidades de La Laborcilla, San Antonio Zatlauco, Pueblo Nuevo, San Sebastián de las Barrancas Sur, La Nueva Esperanza, Tuna Mansa, Colonia Revolución, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 5,284.12 hectáreas que representa el 6.86 % del territorio.

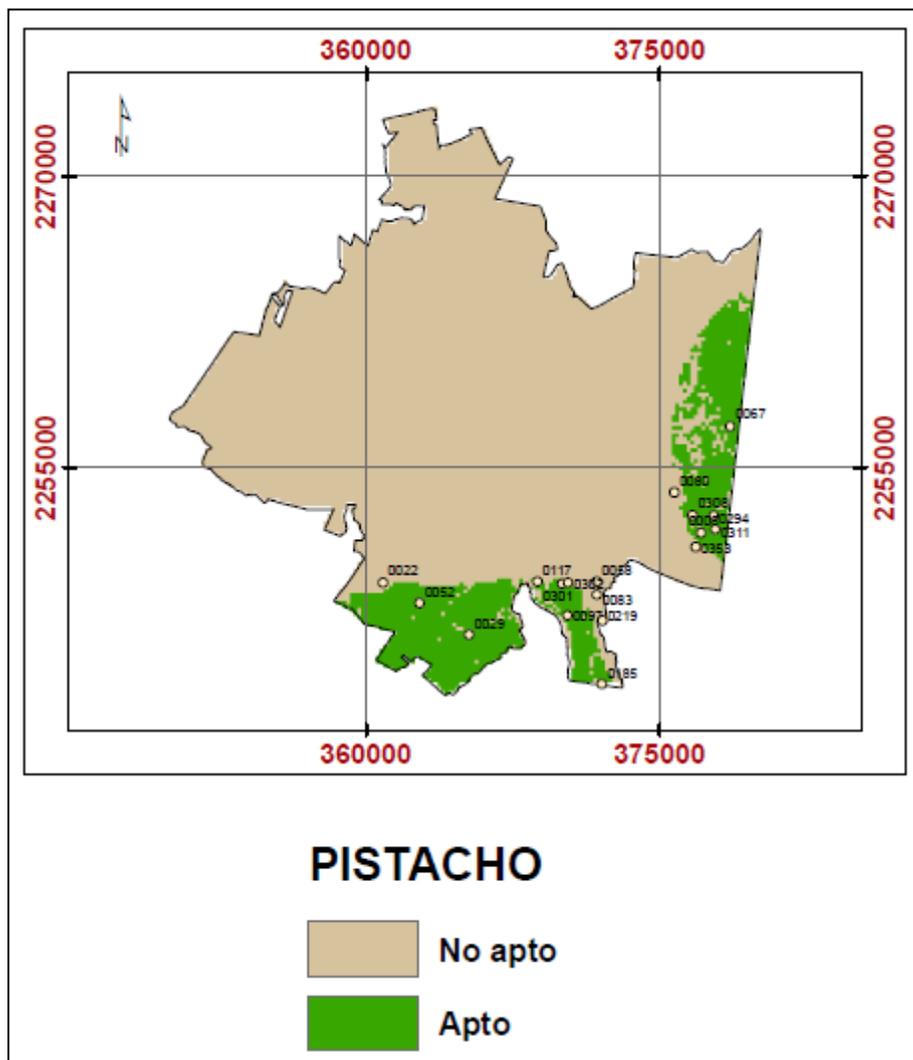


Figura 56. Zonificación potencial para cultivo de Pistacho en el municipio San Juan del Río.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Pistacho dentro del municipio de San Juan del Río se encuentran en las localidades de El Sitio, San Miguel Arcángel, Estancia de Santa Lucia, La Laborcilla, San Antonio Zatlauco, Cofradía Grande, Doxocua, Los García, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 10,838.64 hectáreas que representa el 14.07 % del territorio.

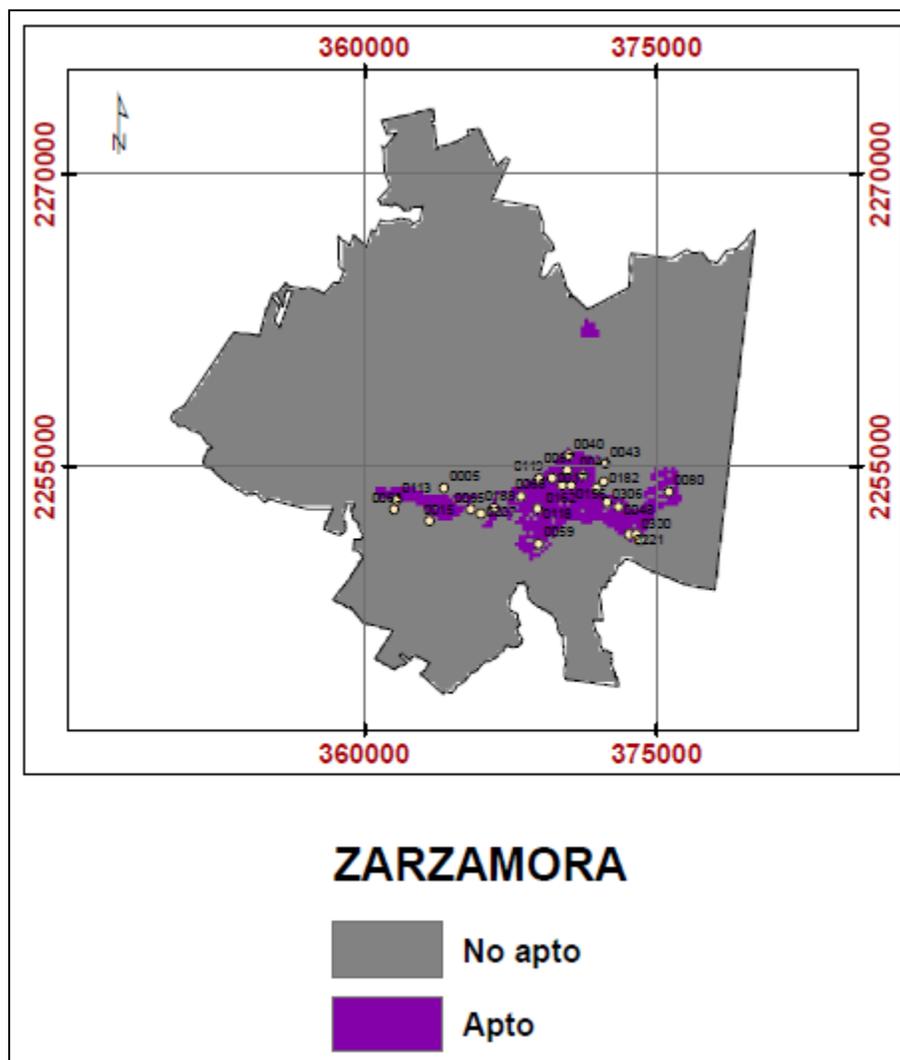


Figura 57. Zonificación potencial para cultivo de Zucchini en el municipio San Juan del Río.

Las zonas agroecológicamente más aptas para el cultivo de Zucchini dentro del municipio de San Juan del Río se encuentran en las localidades de Rosa de Castilla, Rancho los Tres Juanes, San Miguel Arcángel, Paso de Mata, Santa Bárbara de la Cueva, Puerta de Palmillas (Familia Castelán), Palma de Romero, Los Llanitos, El Chaparro, entre otras.

El área que cubre dentro del municipio es de 4,298.27 hectáreas que representa el 5.58 % del territorio.

4.2. Cursos de capacitación a habitantes de los municipios de Amealco de Bonfil y Huimilpan, Qro., y a personal de la SEDEA, sobre uso eficiente del agua y energía renovable

Se impartieron dos cursos de capacitación, uno por cada municipio, coordinando la organización entre las autoridades regionales, locales y el IMTA, invitando a técnicos y productores de cada municipio identificados por dichas autoridades.

Para el caso de Huimilpan, Qro., se acudió con el Director de Desarrollo Agropecuario del gobierno municipal, Ing. Miguel Ángel Rodríguez, quien se encargó de invitar a los productores a través de sus colaboradores, difundiendo el programa entregado por el IMTA, así como de la prestación del Salón de Actos de la Unidad Deportiva del municipio y el mobiliario para el desarrollo del curso. Así mismo, nombró al MVZ Ulises Vega García para que se encargara de facilitar lo necesario para el buen desarrollo de las actividades, prestando el transporte necesario para el traslado de los participantes durante el recorrido de campo realizado durante el segundo día del curso-taller.

En el caso del municipio de Amealco de Bonfil, las actividades fueron coordinadas entre la Dirección Regional de SEDEA en San Juan del Río, Qro., a través del Director Regional, Ing. Héctor Ugalde, quien asignó al Ing. Gerardo Flores para la invitación de los productores mediante la difusión del programa de curso formulado por el IMTA, y del seguimiento necesario a las actividades a desarrollar y establecer contacto con la Universidad del Estado de Querétaro, para facilitar una visita a sus invernaderos presentes en dicho municipio.

En ambos casos, el IMTA proporcionó la capacitación, los servicios de cafetería y las visitas realizadas a las huertas frutícolas llevadas a cabo en ambos municipios.

A continuación se presentan los detalles para cada uno de ellos.

4.2.1. Huimilpan, Qro.

Nombre del curso: Curso – taller “Aprovechamiento del agua y empleo de energía renovable en la producción agropecuaria”

Fecha: 20 y 21 de Febrero de 2018

Lugar: Unidad Deportiva del Municipio de Huimilpan, Querétaro.

4.2.1.1. Objetivo

Brindar asesoría y capacitación a los habitantes de Huimilpan, Qro., y a personal de la SEDEA, en el aprovechamiento y uso eficiente del agua, así como el uso de energías renovables y su aprovechamiento en la producción agropecuaria.

4.2.1.2. Programa de trabajo

Jiutepec, Mor., 31 de Enero de 2018

A QUIEN CORRESPONDA:
POBLADO DE HUIMILPAN, ESTADO
DE QUERÉTARO, QRO.
PRESENTE:

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro tiene a bien invitarlos a asistir al:

**CURSO – TALLER: “APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA
RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA”**

A desarrollarse en la fecha y lugar indicados a continuación:

Fecha: 20 y 21 de Febrero de 2018

Lugar: Unidad Deportiva del Municipio de Huimilpan, Estado de Querétaro.

OBJETIVO: Brindar asesoría y capacitación a los habitantes de Huimilpan y personal de la SEDEA, en el aprovechamiento y uso eficiente del agua, así como el uso de energías renovables y su aprovechamiento en la producción agropecuaria.

DIRIGIDO A: Habitantes de Huimilpan y personal de la SEDEA, Estado de Querétaro.

PROGRAMA

HORARIO	TEMA	RESPONSABLE
Martes 20 de Febrero de 2018		
09:00 –09:10	Registro de participantes	IMTA
09:11 – 09:30	Palabras de bienvenida	IMTA/ SEDEA/Mpio. Huimilpan
9:31 – 10:15	Presentación de los trabajos que se están llevando a cabo en el Municipio	José Javier Ramírez Luna
10:16 – 11:15	Cultivo de Pistache (Fertilización, enfermedades y control de plagas)	José Javier Ramírez Luna
11:16 – 11:30	Preguntas y Repuestas	Todos
11:31 – 12:30	Funcionamiento y puesta en marcha de tecnologías alternativas en la producción agropecuaria	José Javier Ramírez Luna
12:31 – 13:30	Cultivo de Melocotón (Fertilización, enfermedades y control de plagas)	Emir Delgado Quezada
13:31 – 14:00	Receso	Todos
14:00 - -1500	Prácticas de conservación de recursos materiales	Werner Wruck Spillecke
15:00 – 16:00	Prácticas de Manejo Pecuario	Marcia Yáñez Kernke

16:01 – 16:15	Preguntas y Respuestas	Todos
Miércoles 21 de Febrero de 2018		
09:00 – 09:20	Registro de participantes	IMTA
09:21 – 13:00	Visita de Campo huerta de Frutales (Peras, Manzanas, etc.). (Sr. Macario Maya)	Todos
13:01 – 14:00	Traslado	Todos
14:01 – 15:00	Visita de campo a vivero de frutales (Sr. Manuel Robles).	Todos
15:00 – 15:30	Clausura (Palabras de Agradecimiento)	IMTA/SEDEA/ Mpio. Huimilpan

Esperando contar con su presencia, reciba un cordial saludo.

Atentamente



Dr. José Javier Ramírez Luna
Subcoordinador de Conservación de Cuencas
y Servicios Ambientales del IMTA

4.2.1.3. Listas de asistencia:

A) Sesión teórica: 20 de febrero de 2018

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Maria Patricia Ruiz Evangelista	El Perai	patricia.ruz@gmail.com	4481259302	
	Maria del Rocio Rios Gomez	Piedras Lisas	rosarios2101@outlook	4481008304	
	ALEJANDRO PÉREZ GUTIÉRREZ	PIEDRAS LISAS	zponespi@outlook	4425096740	
	Gema Martínez Saavedra	SAVAEDRA Huimilpan		4482785287	Gema Martínez S.
	Beatriz Saavedra Cabrera	Huimilpan	betto_wan@hotmail.com	4481138105	
	MA ANGÉLICA FONSECA SOTO	Loc. EL GRANJEÑO Huimilpan, QRO		4423921765	+
	JOSÉ PORFIRIO GARCÉS RIVERA	Loc. EL GRANJEÑO Huimilpan, QRO		4423921765	+

Hoja ___ de ___



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUERÉTARO



CURSO - TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Martes 20 de Febrero de 2018

Lugar: Unidad Deportiva del Municipio de Huimilpan, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
1.	J. CARLOS	LA BONILLA	4422-86344		
	ELIZONDO Laura Conrado	La Hacienda		44-25-49-17-96	
	Raúl Cruz	El Zorrillo	4421583060		Raúl Cruz
	Mises Vega Conde	Huimilpan	4481005106	elisesvega@yahoo.com.mx	
	Miguel Ángel Baeza	Huimilpan	4423059188	mrodriguez@electra.com	
	MACARIO MAYA	SAN PEDRO			

Hoja ___ de ___

B) Visitas de campo: 21 de febrero de 21018



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO

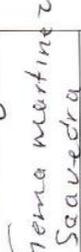


QUERÉTARO
ESTÁ EN NOSOTROS

CURSO - TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Miércoles 21 de Febrero de 2018
Lugar: Unidad Deportiva del Municipio de Huimilpan, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Maria del Rocío Ríos Gómez	Piedras Lisas		4481008308	
	Maria Patricia Ruiz Evangelista	El Peral	patriciuriz8@gmail.com	4481259302	
	Genma Martinez Saavedra	Huimilpan		448 2785287	
	Maria Angelica Fonseca Soto	El granjeno		4423 921765	+
	José Portirio Gacheco Rivera	El granjeno		4423 921765	+
	J. Carlos Elizondo Gutierrez	Lagunillas		442860384	
	Beatriz Saavedra Cabrera	Huimilpan	beatrizvan@hotmail.com	4481138105	

Hoja ____ de ____



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUERÉTARO



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Miércoles 21 de Febrero de 2018

Lugar: Unidad Deportiva del Municipio de Huimilpan, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Jo Carlos Carranza Gatica	Lagunillas		442 2860384	
	Laura Colomado Agui Morales	La Hacienda		44-25-49-17-96	
	MARCO MARTEL SAN PEDRO				
	MIGUEL MARTEL SAN PEDRO				

Hoja ____ de ____

4.2.1.4. *Materiales didácticos*

A) *Gafetes*

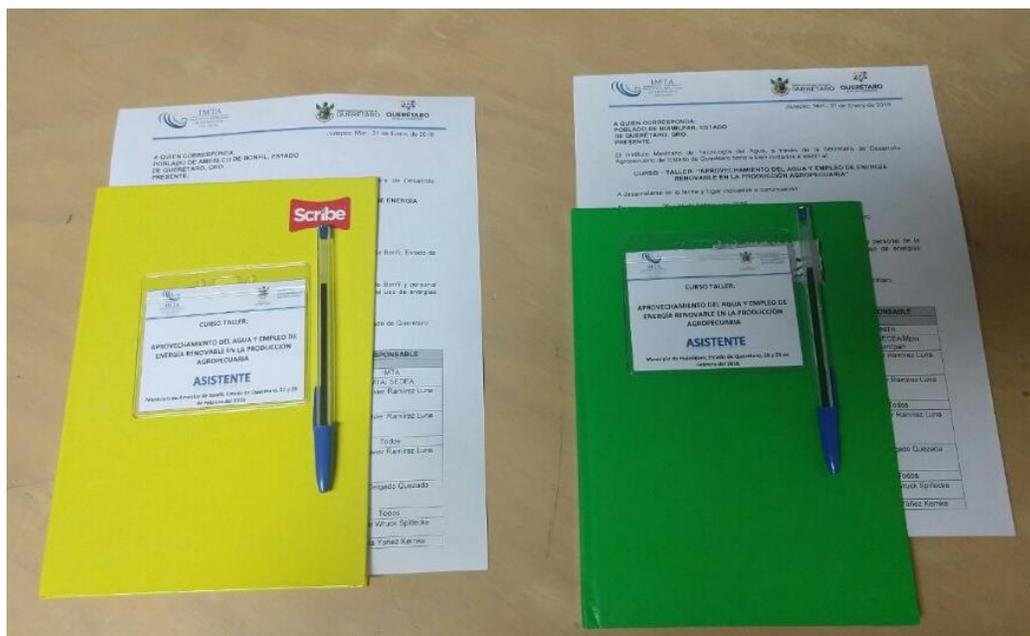
  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>	  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>
<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>ASISTENTE</p> <p>Municipio de <u>Huimilpan</u>, Estado de Querétaro, 20 y 21 de Febrero del 2018</p>	<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>ASISTENTE</p> <p>Municipio de <u>Huimilpan</u>, Estado de Querétaro, 20 y 21 de Febrero del 2018</p>
  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>	  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>
<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>INSTRUCTOR</p> <p>Municipio de <u>Huimilpan</u>, Estado de Querétaro, 20 y 21 de Febrero del 2018</p>	<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>INSTRUCTOR</p> <p>Municipio de <u>Huimilpan</u>, Estado de Querétaro, 20 y 21 de Febrero del 2018</p>
  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>	  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>
<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>STAFF</p> <p>Municipio de <u>Huimilpan</u>, Estado de Querétaro, 20 y 21 de Febrero del 2018</p>	<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>STAFF</p> <p>Municipio de <u>Huimilpan</u>, Estado de Querétaro, 20 y 21 de Febrero del 2018</p>

B) Trípticos



Trípticos de los temas impartidos durante el curso

C) Papelería



Material de papelería entregada a cada participante del curso.

D) *Constancia*



OTORGAN LA PRESENTE CONSTANCIA A:

POR HABER PARTICIPADO EN EL CURSO:

“APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA
PRODUCCIÓN AGROPECUARIA”

CELEBRADO EN LA UNIDAD DEPORTIVA, MUNICIPIO DE HUIMILPAN, ESTADO DE QUERÉTARO
LOS DÍAS 20 Y 21 DE FEBRERO DE 2018, CON UNA DURACIÓN DE 16 HORAS.

JIUTEPEC, MOR., A 21 DE FEBRERO DE 2018

DR. JOSÉ JAVIER RAMÍREZ LUNA
SUBCOORDINADOR DE CONSERVACIÓN DE CUENCAS Y SERVICIOS AMBIENTALES
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

4.2.1.5. Memoria fotográfica

A) Sesión teórica: 20 de febrero de 2018



Salón de Actos de la Unidad Deportiva del Municipio de Huimilpan, Qro.



Servicio de cafetería ofrecido durante el curso en el municipio de Huimilpan., Qro.



Exposición de motivos del curso por parte del Dr. J. Javier Ramírez Luna, Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.



Inauguración del curso por parte del Ing. Miguel Ángel Rodríguez, Director de Desarrollo Agropecuario del Municipio de Huimilpan, Qro.



Presentación de trabajos previos desarrollados en el municipio, para el desarrollo de un SIG para la detección del potencial frutícola y la identificación de proyectos ejecutivos



Presentación del tema *Funcionamiento y puesta en marcha de tecnologías alternativas en la producción agropecuaria*, por parte del Dr. J. Javier Ramírez Luna.



Presentación de los temas *Cultivo de Pistache y Cultivo del Melocotón*, por parte del Ing. Emir Delgado Quezada.



Receso durante el curso e invitación a los participantes a una breve convivencia.



Presentación del tema *Prácticas de conservación de recursos naturales*, con la participación del M.I. Werner Wruck Spillecke.



Presentación del tema *Prácticas de manejo pecuario*, con la participación de la M. Sc. Marcia A. Yáñez Kernke.

B) Visita de campo: 21 de febrero de 2018

a) Visita a la huerta del Sr. Macario Maya Morales



Frutales y nopal establecidos sobre los bordos de terrazas de formación sucesiva.



Comentarios sobre la poda y manejo sanitario de las especies frutales.



Recorrido sobre la parcela del Sr. Macario Maya y comentarios sobre su manejo.



Al fondo se observa una fuente de agua de la que el Sr. Maya pretende abastecer el riego para los frutales establecidos sobre su parcela, utilizando posiblemente energía fotovoltaica.



El Sr. Maya comenta el proceso de establecimiento de las prácticas de manejo en su parcela.



Los participantes hacen comentarios y preguntas sobre el tema.



Árboles de ciruelo presentes en el terreno del Sr. Maya.



Comentarios sobre la edad de los cultivos presentes y las prácticas de manejo prestadas para su conservación.

b) *Visita al vivero del Sr. Miguel Maya*



El propietario comenta que ha reunido especies vegetales de diversos estados.



Cultiva principalmente pera y durazno, vendiendo en fresco y procesando parte de sus productos en forma de conservas para su venta, además de la venta de plantas.



Hace comentarios sobre sus experiencias en el manejo de la tierra, captación de agua de lluvia y uso de tecnologías alternativas como baños secos.



Explica al grupo el uso de la “Rueda Salomónica” como una guía para las actividades agrícolas.

Visita al vivero Pie de la Sierra, propiedad del Ing. Manuel Robles



Vivero propiedad del Ing. Manuel Robles, que se dedica a la propagación y venta de plantas de durazno y manzana principalmente.



El Ing. Manuel Robles conduce al grupo por su huerta de aguacate y comenta sobre su manejo.



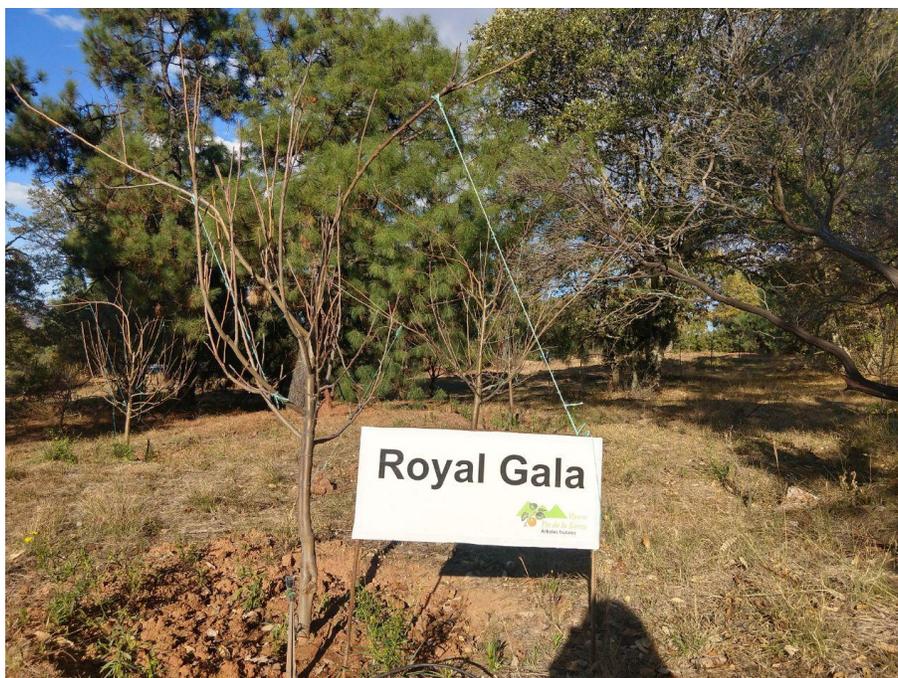
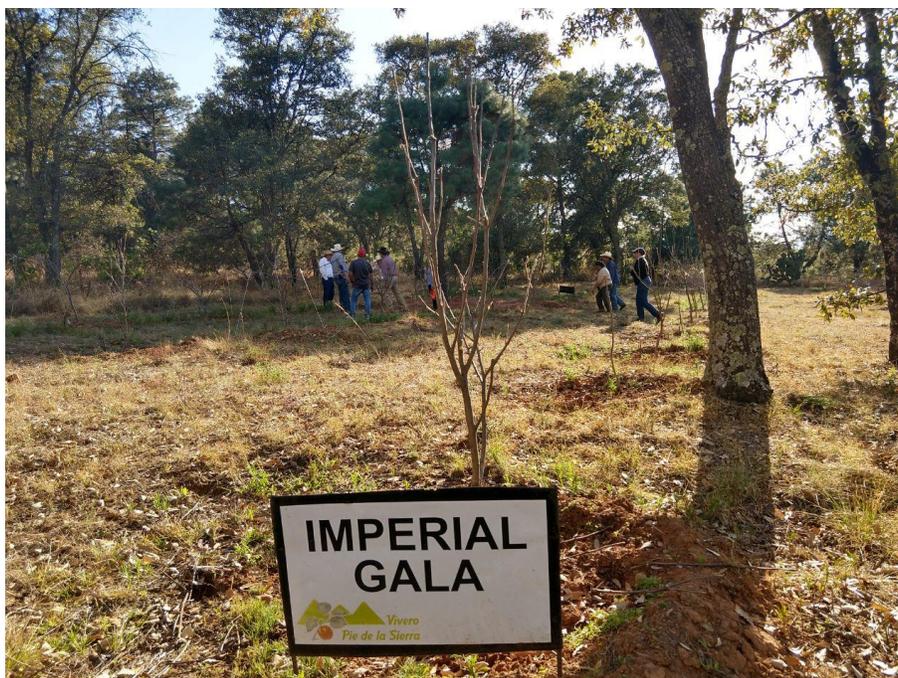
El asesor del Ing. Manuel Robles comenta sobre los problemas sanitarios presentes en el aguacate.



El Dr. J. Javier Ramírez Luna señala algunos detalles sobre el manejo de la huerta y muestra al propietario los detalles sobre el cultivo y el terreno.



Principales variedades de durazno propagadas y vendidas en el vivero Pie de la Sierra.



Algunas de las variedades de manzana propagadas y vendidas en el vivero Pie de la Sierra.



Manejo de los materiales vegetativos para su injerto, reproducción y venta a nivel local y nacional.



Huerta de durazno en terrazas de formación sucesiva, de donde se toma el material para la producción del vivero.



Entrega de diplomas a los participantes del Curso – taller “Aprovechamiento del agua y empleo de energía renovable en la producción agropecuaria.”



Entrega de diplomas a los participantes del Curso – taller “Aprovechamiento del agua y empleo de energía renovable en la producción agropecuaria.”



4.2.2. Amealco de Bonfil, Qro.

Nombre del curso:	Curso – taller “Aprovechamiento del agua y empleo de energía renovable en la producción agropecuaria”
Fecha:	22 y 23 de Febrero de 2018
Lugar:	Auditorio del Centro de Desarrollo Indigenista del Municipio de Amealco de Bonfil, Querétaro.

4.2.2.1. *Objetivo*

Brindar asesoría y capacitación a los habitantes de Amealco de Bonfil, Qro., y a personal de la SEDEA, en el aprovechamiento y uso eficiente del agua, así como el uso de energías renovables y su aprovechamiento en la producción agropecuaria.

4.2.2.2. Programa de trabajo

¡Iutepec, Mor., 31 de Enero de 2018

**A QUIEN CORRESPONDA:
POBLADO DE AMEALCO DE BONFIL, ESTADO
DE QUERÉTARO, QRO.
PRESENTE:**

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro tiene a bien invitarlos a asistir al:

**CURSO – TALLER: “APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA
RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA”**

A desarrollarse en la fecha y lugar indicados a continuación:

Fecha: 22 y 23 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

OBJETIVO: Brindar asesoría y capacitación a los habitantes de Amealco de Bonfil y personal de la SEDEA, en el aprovechamiento y uso eficiente del agua, así como el uso de energías renovables y su aprovechamiento en la producción agropecuaria.

DIRIGIDO A: Habitantes de Amealco de Bonfil y personal de la SEDEA, Estado de Querétaro.

P R O G R A M A

HORARIO	TEMA	RESPONSABLE
Jueves 22 de Febrero de 2018		
09:00 –09:10	Registro de participantes	IMTA
09:11 – 09:30	Palabras de bienvenida	IMTA/ SEDEA
9:31 – 10:15	Presentación de los trabajos que se están llevando a cabo en el Municipio	José Javier Ramírez Luna
10:16 – 11:15	Cultivo de Pistache (Fertilización, enfermedades y control de plagas)	José Javier Ramírez Luna
11:16 – 11:30	Preguntas y Repuestas	Todos
11:31 – 12:30	Funcionamiento y puesta en marcha de tecnologías alternativas en la producción agropecuaria	José Javier Ramírez Luna
12:31 – 13:30	Cultivo de Melocotón (Fertilización, enfermedades y control de plagas)	Emir Delgado Quezada
13:31 – 14:00	Receso	Todos
14:00 - -1500	Prácticas de conservación de recursos materiales	Werner Wruck Spillecke
15:00 – 16:00	Prácticas de Manejo Pecuario	Marcia Yáñez Kerke

16:01 – 16:15	Preguntas y Respuestas	Todos
Viernes 23 de Febrero de 2018		
09:00 –09:20	Registro de participantes.	IMTA
09:21 – 13:00	Visita de Campo huerta de melocotón (dudas, comentarios, aclaraciones e intercambio de ideas)	Todo
13:01 – 14:00	Traslado	Todos
14:01 – 14:40	Visita de Campo a invernadero de Fresas (dudas, comentarios, aclaraciones e intercambio de ideas)	Todos
14:41 – 15:30	Visita de Campo a invernadero de Jitomate (dudas, comentarios, aclaraciones e intercambio de ideas)	Todos
15:30 – 16:30	Clausura (Palabras de Agradecimiento)	IMTA/SEDEA/ Mpio. Amealco de Bonfil.

Esperando contar con su presencia, reciba un cordial saludo.

Atentamente



Dr. José Javier Ramírez Luna
Subcoordinador de Conservación de Cuencas
y Servicios Ambientales del IMTA

4.2.2.3. Listas de asistencia

A) Sesión teórica: 22 de febrero de 2018

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Maria Isabel	Stgo Mexq.	estrellita.isabell @hotmail.com	21481116868	
	Dominguez Villegas	Barrio Pámez	susanarodriguez yahoo.com	4481691345	
	Susana Rodri- quez-Jurado	San Juan Dehecho		4421104137	
	Felix Ramirez Altilano	Stg. Mexq Barrio Gñ.		4481140044	
	Ismael Gonzalez Domínguez	Santiago Mexqatlan Barrio V		4481162588	
	Rosa Myranda Hilario	El Bothe		5534616083	
	Leticia Mondesi	San Bartolo			

Hoja ___ de ___



CURSO – TALLER APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018 Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Galacio Mirambón Dominguez	Loma Linda		448 102 7755	
	Tomas Diaz	Santiago Vest		712 17 646 98	
	Rosario Vazquez Mauricio Horcado Emilio	Santiago Mexq. Barrio III		427 117 7884	
	Francisco Ayala	Barrio I		448 110 1610	
	Antonio Velazquez Marquez	Barrio V		427 290 8149	
	Fernando Angeles	XAJAY		448 103 5075	
	Alejandro Carrón	LA TORRE		448 106 7116	



CURSO - TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	JALVARADOR ALVAREZ	GALINDILLO			
	PIYU ALVAREZ	GALINDILLO			
	Felipe Garcia Garcia	Xahai			
	Liana Cruz Jacinto	Xahai			
	Abraham Gonzalez Hiran de	B IV Santiago		4481138386	Johana Cruz Jacinto
	Carolina Felipe Juan	Santiago Mexhtlan		4271168011	Abraham Gonzalez
	Luz Esperanza Cleofas no	Santiago Mexhtlan		4481085944	



QUERÉTARO ESTÁ EN NOSOTROS

CURSO – TALLER
APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018
Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
1	Roben Becerra Red	El Atocon		448 1697 384	
	Jose Luis Lara Mtz	EL MEZQU		4271124304	
	Luis Cuera I.	B IV Santiago Mexquititlan		-148110 21 415	
	Gerardo Corra Diaz	Santiago Mexquititlan Barrio H	Labohenrj12@gmail.com	555-056-6685	Gerardo Corra
	MANUEL DIAZ MEXQUITITLAN	Santiago			
	Elvira Felipentob	Santiago Mexquititlan		448102 3197	Elvira
	Manuel Felipe peche	Santiago Mexquititlan			X



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Garcencio	El Bothe			
	Isaac Francisco Jy San Felipe	B. G. -			
	Clara Juan Gonzalez	San Felipe B. G. -			
	Jessica Herrera Popat	Santiago Acapulco B.		5517611342	
	Juan Carlos Yañez Yañez	Tenaxda		44810660807	
	Oscar Miranda	Loma Linda		4481102833	
	Pedro Ugalde B.	El Atomin		4481010440	

Hoja ___ de ___



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO

QUERÉTARO
ESTÁ EN NOSOTROS

CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	VICTORIN GARCIA URRUTEGUI	El Bothe		448 113 5304	
	Gaudencio Vazquez M.	El Bothe		448 113 5304	
	Oscar Garcia F	Tencanda		448 59 60 702	
	Margarito G. Xajay			448 59 60 702	
	Catalina F	Xajay		448 59 60 702	
	Isabel Perez Mauricio Beatriz Perez Martinez	Santiago Merquitlan B1 Santiago Merquitlan B T	holisabel-p-m@hotmail.com	448 408 0386	
				448 113 5303	

Hoja ____ de ____



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUERÉTARO



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Tomas Diaz Dominguez	Santiago Mexq Barrio B y-		712-1764678	
	Mauricio Morales Enido	Santiago Mexq Barrio III		4291197884	
	S. Ascencion Nicolas B	Santiago Mexq Barrio Primero		1148113403	
	Saverio Floriano Gregorio	Barrio 4º			
	Juan Perez	Santiago Mexq B V		4484880386	
	FRANCISCO SABINO	Barrio III		448 116 2749	
	Jesus Praxedis Villalva	San Ildefonso		448 116 3325	



CURSO – TALLER APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018
Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

Table with 6 columns: No., Nombre, Poblado, Correo electrónico, Teléfono, Firma. It lists participants from Santiago Mexquit and Tenasuca.



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Jose Luis Garduño rega	Guadalupe el torero		448 115 77 55	
	Horibizas REAL	EL Tepozan	ful68.perez@hotmail.com	948-105-7292	
	Pedro Real Garcias	EL Tepozan		427-2777	
	Carolina Real Garcias	E / Tepozan		55 22975715	
	Mra. Juana Garcia Anguiles	San Mateo de Azuca	mariajg31@gmail.com		
	Luis Garcia Miranda	El Tepozan		448-111-6176	
	Marcelino Real Marquez	El Tepozan		2451038862	

Hoja ____ de ____



CURSO – TALLER APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Jueves 22 de Febrero de 2018
Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

Table with 6 columns: No., Nombre, Poblado, Correo electrónico, Teléfono, Firma. Contains handwritten entries for participants like Bonifacia Dominguez Hernandez and Maximo Abelardo Zafra Aguilar.

B) Visita de campo: 23 de febrero de 2018



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO

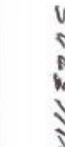
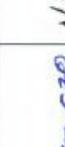
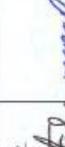
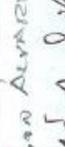


QUERÉTARO
ESTA EN NOSOTROS

CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018
Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Córeo electrónico	Teléfono	Firma
	ROCELIO MONDRAJÓN ALVAREZ				
	Rogelio Mondrajon A Alvarez		rogelionm@570	4481163325	
	Ernesto Pizarro Trujillo	Barrio II San Felipe	@990411-com	4481105534	
	Pedro Galde B.	El Atorón	neto.perez@iik.com	4481010440	
	Noe Alvarez	Mesillas		4481018382	
	marcelino	El teposán		2481038862	
	Luis Gerardo Mirado	El Teposán	N/A	448-111 7176	
	Arturo Alvarez Franco	El pino	ou/a	448-10-83-795	

Hoja ___ de ___



CURSO – TALLER APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018
Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

Table with 6 columns: No., Nombre, Poblado, Correo electrónico, Teléfono, Firma. Contains handwritten entries for participants like Rosa Miranda, Juana Cruz Jacinto, Felipe Garcia Xajay, Victoria Garcia Marquez, and Fernando Angeles.



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Oscar Miranda Loma Dominguez	Santiago Mex. DVI		448 110 2833	
	Los Encinos-Silva Robo	Santiago Mexp.		4423966910	
	Harcicio Huelgas	Barrio III		427 119 78 84	
	Francisco Avala	Barrio I		448 110610	
	Saver Brenes	Barrio 4º			Saver 78
	Felix Ramirez A.	Barrio 6º		442 110 4137	
	Jesus Rogelio M. San	San Mateo	roger.pez.5700@gmail.com	448 116 3323	



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
1	Robien Becerra	El Atoyac		448 1697 384	
2	José Luis Urea Méz	El Atoyac	jalaramcalco@yahoo.com.mx	427 112 43 04	
3	Beatriz Pérez Martínez	Santiago B. J		498 113 7530	
4	Luz Carlos / 448	tenozda		448 106 08 07	
5	Demecio Antonio	El Botne			
6	Juan Pérez Hda	Santiago B. J		448 489 03 86	
	Abraham González	Barrio 4		427 116 80 11	

Hoja ___ de ___



QUERÉTARO
ESTÁ EN NOSOTROS



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Antonio Mariano	Santiago Mexquititlan			
	MAUSILEO DIAS	santiago			
	Esteban Felipe	Santiago Mexquititlan			
	Manuel Felipe	Santiago Mexquititlan			X
	Antonio Venegas MÁRQUEZ	Barrio 50		427 290 81 49	
	Jessica Herrera Reperto	Santiago Mexquititlan Barrio 1		5517611342	
	Hernández Maribel Flores	Santiago Mexquititlan Barrio 1			

Hoja ___ de ___



CURSO – TALLER
APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018
Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Isabel Pérez Martínez	Santiago Mexquititlan BVI	holaisabel-p-m@hotmial.com	4484880386	
	Margarito BONIFADO DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ	SANTIAGO			
	Alberto Felipe Andrés	Santiago Mexq. Barrio 6			131214
	CLAYDA	JUAN GONZALE			
	LISA CRECENCIO RAMÓN	SANTIAGO			+
	Laura Sánchez Flores	San Miguel Deheti	laura_19800115@hotmail.com	448 1035303	



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO
ESTÁ EN NOSOTROS

CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Jose Luis Garduño vega	Guadalupe el terreiro		448 115 7755	
	Luis Correa Leyva	Santiago Mexquititlan B. II		5198 110 21 45	
	Gerardo Corra Diaz	Santiago Mexquititlan Barrio H	LaloHenry12@gmail.com	555-056-6585	
	SILVANO AL VAREZ	REAL INDI LLO			
	CRUZ ALVAREZ UGAIDE	REAL INDI LLO		4481060411	
	Hortalizas Renta	El Tepozalan	felix.perez.0@hotmail	448-105-7022	
	Isaac Francisco y J. San Felipe B. G.º			442 671.2499	



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Israel Gonzalez	Santiago Mexq.		448140044	
	Tomás Díaz	Santiago Mexq.		712-1754698	
	Darwin Quintero	Santiago Mexq.		44811134 03	
	J. Azucenas Nava	Santiago Mex		448 169 1305	
	Esma Rodríguez	San Juan Dabedo	susanardije@yahoo.com		
	Maximo Abelardo Zetras Acuña	Amealco	abelarwza@hotmesil.com	4611473031	
	Leticia Alondra	San Bartdo		5534616083	
	Claudia Eduardo	Santiago Mexq. Huimilpan		448-108-2580	



CURSO – TALLER

APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018

Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

No.	Nombre	Poblado	Correo electrónico	Teléfono	Firma
	Galasio Miranda Dominguez	Loma Linda		448-102-7755	
	Dionisio Savino Eugenio	Santiago mixtitlan		448-116-2349	
	Marcos Becarri Vega	Tenaxpa		448-116-5708	
	Veronica Sanchez Gutiérrez	Santiago Mexquitlan		4481139337	
	Gregoria Trejo Valdez	Tenaxpa		4481089194	
	Bonabe Gracelo Ruperto	Santiago Mexquitlan		4482932012	
	Nicole Dominguez Miguel Angel	Santiago Mexquitlan		448 108 7347	

Hoja ___ de ___



CURSO – TALLER APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fecha: Viernes 23 de Febrero de 2018
Lugar: Auditorio del Centro Cultural Indígena, Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro.

Table with 5 columns: No., Nombre, Poblado, Correo electrónico, Teléfono, Firma. Contains handwritten entries for Francisco Obregón Díaz, Clemente Obregón Cruz, and Pedro Real Obregón.

4.2.2.4. *Materiales didácticos*

A) *Gafetes*

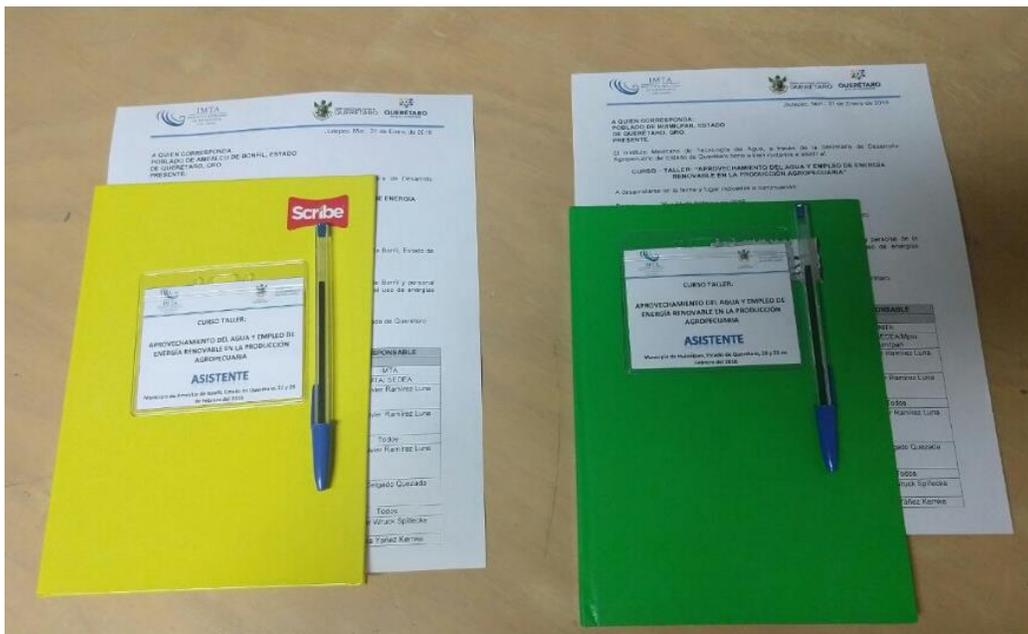
  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>	  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>
<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>ASISTENTE</p> <p>Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro, 22 y 23 de Febrero del 2018</p>	<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>ASISTENTE</p> <p>Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro, 22 y 23 de Febrero del 2018</p>
  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>	  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>
<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>STAFF</p> <p>Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro, 22 y 23 de Febrero del 2018</p>	<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>STAFF</p> <p>Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro, 22 y 23 de Febrero del 2018</p>
  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>	  <p>SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO</p>
<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>INSTRUCTOR</p> <p>Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro, 22 y 23 de Febrero del 2018</p>	<p>CURSO TALLER:</p> <p>APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA</p> <p>INSTRUCTOR</p> <p>Municipio de Amealco de Bonfil, Estado de Querétaro, 22 y 23 de Febrero del 2018</p>

B) Trípticos



Trípticos de los temas impartidos durante el curso

C) Papelería



Material de papelería entregada a cada participante del curso.

D) *Constancia*

 <p>SEMARNAT SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	 <p>IMTA INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA</p>
<p>OTORGAN LA PRESENTE CONSTANCIA A:</p>	
<p>POR HABER PARTICIPADO EN EL CURSO:</p>	
<p>“APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y EMPLEO DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA”</p>	
<p>CELEBRADO EN EL AUDITORIO DEL CENTRO CULTURAL INDIGENA, MUNICIPIO AMEALCO DE BONFIL, ESTADO DE QUERÉTARO</p>	
<p>LOS DÍAS 22 Y 23 DE FEBRERO DE 2018, CON UNA DURACIÓN DE 16 HORAS.</p>	
<p>JUTEPEC, MOR., A 23 DE FEBRERO DE 2018</p>	
<p>DR. JOSÉ JAVIER RAMÍREZ LUNA SUBCOORDINADOR DE CONSERVACIÓN DE CUENCAS Y SERVICIOS AMBIENTALES INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA</p>	

4.2.2.5. Memoria fotográfica

A) Sesión teórica del curso: 22 de febrero de 2018



Auditorio del Centro de Desarrollo Indigenista del Municipio de Amealco de Bonfil,
Querétaro.



Registro de participantes del Curso – taller “Aprovechamiento del agua y empleo de energía renovable en la producción agropecuaria”, en Amealco de Bonfil, Qro.



Servicio de cafetería ofrecido durante el curso en el municipio de Huimilpan., Qro.



Exposición de motivos del curso por parte del Dr. J. Javier Ramírez Luna, Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Servicios Ambientales, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.



Inauguración del curso por parte del Ing. Héctor Ugalde, Director Regional de la SEDEA en San Juan del Río, Qro.



Asistencia nutrida de productores del municipio de Amealco de Bonfil, Qro.



Presentación de trabajos previos desarrollados en el municipio, para el desarrollo de un SIG para la detección del potencial frutícola y la identificación de proyectos ejecutivos



Presentación del tema *Funcionamiento y puesta en marcha de tecnologías alternativas en la producción agropecuaria*, por parte del Dr. J. Javier Ramírez Luna.



Presentación del tema Cultivo del Melocotón, por parte del Ing. Emir Delgado Quezada.



Presentación del tema *Prácticas de conservación de recursos naturales*, con la participación del M.I. Werner Wruck Spillecke.



Receso durante el curso e invitación a los participantes a una breve convivencia.



Presentación del tema *Prácticas de manejo pecuario*, con la participación de la M. Sc. Marcia A. Yáñez Kernke.



Cierre de la sesión teórica y comentarios sobre el punto de encuentro para las visitas de campo del siguiente día.



Interés de los participantes para la definición de posibles proyectos ejecutivos a diseñar en el municipio de Amealco de Bonfil, Qro.

B) Visita de campo: 23 de febrero de 2018

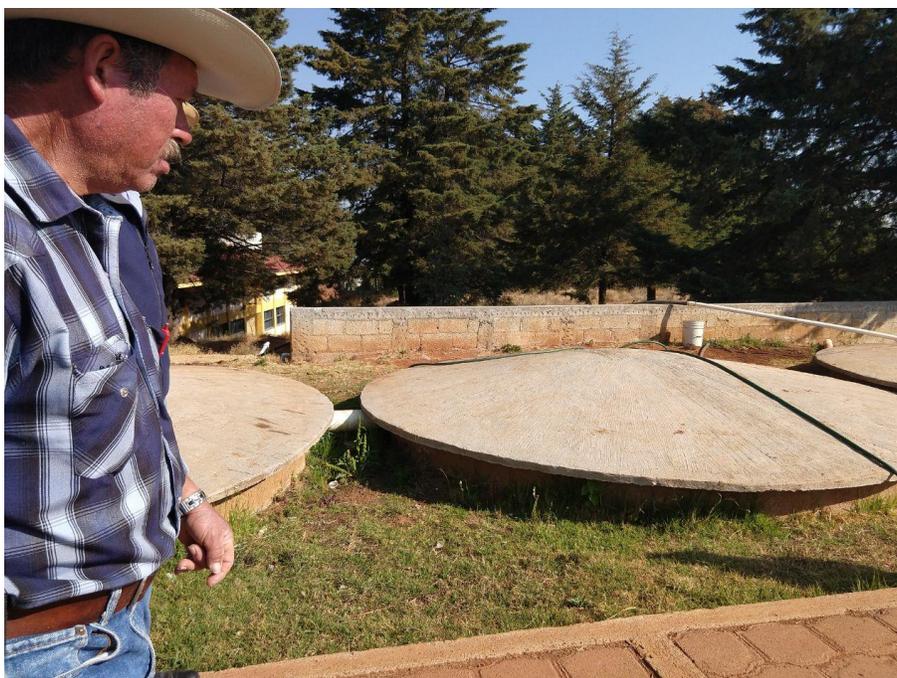
a) Visita a los invernaderos de producción hidropónica de fresa de la Universidad del Estado de Querétaro, en Amealco de Bonfil, Qro.



Bienvenida a las instalaciones de los invernaderos de producción hidropónica de fresa.



Breve explicación previa a la visita al interior de los invernaderos de producción de fresa.



Cisternas de almacenamiento del sistema de captación de agua de lluvia para riego en los invernaderos de producción hidropónica de fresa.



Sustrato utilizado para el cultivo hidropónico de fresa en los invernaderos.



Instalaciones y mantenimiento para el cultivo hidropónico de fresa.



Explicación del manejo del cultivo hidropónico de fresa en invernadero y del uso eficiente del agua.



Observación del sistema hidropónico en invernadero por parte de los participantes.



Producción de planta y fruto sanos bajo condiciones controladas

b) *Visita a los macro-túneles de producción de hortalizas de la Universidad del Estado de Querétaro, en Amealco de Bonfil, Qro.*



Traslado a los macro-túneles de producción de hortalizas de la Universidad del Estado de Querétaro.



Vista panorámica de los macro-túneles de producción de hortalizas.



Observación de los diferentes cultivos producidos en macro-túneles.



Sistema de riego por goteo y acolchado para el uso eficiente del agua en el cultivo de hortalizas.

- c) Visita a la huerta de producción de Melocotón variedad Nectarina, del Sr. Rogelio Mondragón, en la localidad San Ildefonso, municipio de Amelaco de Bonfil, Qro.



Huerta de melocotón var. Nectarina y nopal.



Agua utilizada para riego de la huerta de melocotón.



Manejo del nopal y riego del melocotón en la huerta del Sr. Mondragón.



Plantas de melocotón a establecer en la huerta próximamente.



El estiércol de ovino es utilizado para fertilizar los árboles de melocotón.



El Sr. Mondragón comenta los detalles del manejo de su huerta.



Termina el recorrido de la huerta y se dispone la entrega de diplomas del curso.



Convivencia del cierre del curso posterior a la entrega de diplomas.

4.3. Integración de tres proyectos ejecutivos de sistemas productivos pilotos

Con base a las observaciones realizadas durante los recorridos de campo, se detectaron tres posibles proyectos para la implementación de tecnologías avocadas al mejoramiento de la producción agrícola, ya sea mediante la captación de agua de lluvia y su uso eficiente, el riego presurizado y el uso de energía renovable para el bombeo, presentándose de tal manera que la finalidad de los tres proyectos aquí mencionados brevemente, de los cuales se anexan los proyectos ejecutivos en forma de documentos independientes, conlleven al uso eficiente del agua la conservación de los recursos suelo, agua y vegetación.

4.3.1. Diseño de un invernadero equipado con captación de agua de lluvia en el municipio de Huimilpan, Querétaro

A partir de datos de ubicación, descripción del terreno, fotografías, plano topográfico, y mediciones de campo en una parcela de la comunidad El Peral, municipio de Huimilpan, Querétaro, se realizó el diseño de un invernadero para producción hortícola y captación de agua de lluvia. El invernadero estará integrado por tres naves de 40 m de longitud y 8.3 m de ancho, el área total de las tres naves es de 1,000 m². El armazón será de estructura metálica utilizado PTR galvanizado de diferentes medidas y la cimentación de la estructura metálica se realizará mediante anclas de PTR galvanizado reforzadas con concreto.

Para satisfacer las demandas de agua del cultivo del invernadero, llevó a cabo el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) el cual estará integrado por un tanque tipo capuchino de 500 m³ y línea de conducción de agua, constituidas por canaletas y tubería de PVC desde el invernadero al tanque. El costo total del proyecto se estima en \$955,736.75 (Anexo 6.3).

4.3.2. Diseño de un sistema de riego con energía fotovoltaica en la comunidad Galindillo, Amealco de Bonfil, Querétaro

Este proyecto contempla la instalación de un sistema de bombeo fotovoltaico y una línea de conducción para abastecer las necesidades hídricas del cultivo de nogal y pistacho en una superficie de aproximadamente una hectárea, en la comunidad de Galindillo, Municipio de Amealco de Bonfil, Querétaro.

Por las características del sitio, se definieron 3 bombas solares cada una para una carga dinámica total de 30.00 m (correspondiente al extremo hidráulicamente más lejano), y un gasto requerido de 5.00 m³/h. Para definir el gasto que debe dar el sistema de bombeo fotovoltaico, se determinaron los requerimientos de riego del cultivo de nogal y pistacho.

La instalación del sistema de bombeo se realiza con paneles fotovoltaicos y una bomba sumergible de corriente directa con sus requeridas protecciones eléctricas e hidráulicas. El proyecto considera la instalación de 15 módulos fotovoltaicos de 250W, tensión

nominal de 31.71V y un amperaje de 7.88A cada uno, cuya energía producida será suministrada a tres bombas sumergibles SQFlex Solar. El sistema cuenta con un interruptor termomagnético o arrancador de 10^a, cuya función es ser protección contra sobre corriente. Los costos estimados para el establecimiento del sistema de riego con energía fotovoltaica son de \$754,560.16, que incluyen los conceptos de trabajo, volúmenes de obra y las especificaciones para la instalación de la obra proyectada.

4.3.3. Diseño de un techo verde en la Casa de la Cultura en el municipio de Huimilpan

El objetivo del presente proyecto es el de analizar los problemas existentes en la adaptación de la tecnología de los techos verdes en el municipio de Huimilpan. Al actuar como aislantes y como mecanismos de regulación térmica, su uso permitiría reducir el consumo de energía en los edificios, el riesgo de inundación en las áreas urbanas y el efecto isla de calor. Para lograr esto, es necesario obtener un diseño básico para un techo verde, de bajo peso y costo, y que use únicamente materiales disponibles en la región para su construcción.

El primer paso es el de definir los componentes de un techo verde, los materiales que se pueden utilizar, y las características que debe tener cada componente para que el sistema funcione correctamente. Para lograr esto, se analiza la literatura existente, incluyendo los lineamientos y las prácticas recomendadas en diversos estudios.

En segundo lugar, se define un sistema que cumpla con este criterio y que pueda ser construido usando materiales disponibles localmente. Para esto se definen distintas alternativas para cada componente del sistema, que luego son usadas para definir la composición final en base a la mejor relación costo-beneficio.

El diseño se elaboró para una superficie total de 189.65m², que comprende el techo de la Casa de la Cultura del municipio de Huimilpan, Qro. Los costos incluyen los materiales y mano de obra, siendo un estimado de \$107,300.00 para el diseño proyectado.

5. LITERATURA CONSULTADA

CETENAL. 1973. Carta Edafológica 1:50,000 Querétaro F14C65. Querétaro. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

CETENAL. 1973. Carta Edafológica 1:50,000 Villa del Marqués F14C66. Querétaro. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

CETENAL. 1974. Carta Edafológica 1:50,000 Tequisquiapan F14C67. Querétaro. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

CETENAL. 1973. Carta Edafológica 1:50,000 Apaseo el Alto F14C75. Guanajuato. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

CETENAL. 1974. Carta Edafológica 1:50,000 La Estancia F14C76. Querétaro. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

CETENAL. 1974. Carta Edafológica 1:50,000 San Juan del Río F14C77. Querétaro. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

CETENAL. 1973. Carta Edafológica 1:50,000 Amealco F14C86. Querétaro. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

CETENAL. 1974. Carta Edafológica 1:50,000 Polotitlan F14C87. Estado de México. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>. [Consultado el 20 de Febrero de 2018].

García B., G. 2012. Cálculo de Horas Frío en el municipio de Puebla de Zaragoza. Facultad de Ingeniería Agrohídrica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. San Juan Acateno, Teziutlán, Pue. (<http://www.agrohidraulicaiah-guadalupe.blogspot.mx/2012/05/calculo-de-horas-frio.html>). [Consultado el 12 de marzo de 2018].

INEGI. 1997. Cuaderno Estadístico Municipal de Huimilpan, Qro. INEGI. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1334/702825927523/702825927523_1.pdf. [Consultado el 09 de Febrero de 2018].

INEGI. 2005. Cuaderno Estadístico Municipal de Amealco de Bonfil, Qro. INEGI. <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact>



[=8&ved=0ahUKEwiczMzbsZnZAhVFZKwKHUj0CFkQFghmMAk&url=http%3A%2F%2Fwww.inegi.gob.mx%2Fest%2Fcontenidos%2Fespanol%2Fsistemas%2Fcem06%2Finfo%2Fqro%2Fm001%2Fc22001_01.xls&usg=AOvVaw1qFUQcLLL-x1yR6d3UHZtp](http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem06/info/fqro/m001/c22001_01.xls&usg=AOvVaw1qFUQcLLL-x1yR6d3UHZtp). [Consultado el 09 de Febrero de 2018].

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Amealco de Bonfil, Querétaro.

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huimilpan, Querétaro.

Ruiz C., J. A., G. Medina G., I. J. González A., H. E. Flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T., K. F. Byerly M. y R. A. Martínez P. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.



6. ANEXOS

6.1. Comunidades por municipio

6.1.1. Comunidades en el Municipio de Amealco de Bonfil

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
1	AMEALCO DE BONFIL	31	EL SALVADOR
2	AGUA BLANCA	32	BARRIO SAN ANTONIO (SAN BARTOLO)
3	EL APARTADERO	33	SAN BARTOLOMÉ DEL PINO (SAN BARTOLO)
4	EL ASERRÍN (OJO DE AGUA DEL HORNITO)	34	SAN FELIPE (SANTIAGO MEXQUITITLÁN BARRIO 6TO.)
5	EL ATORÓN	35	SAN ILDEFONSO TULTEPEC (CENTRO)
6	EL BATÁN	36	SAN JOSÉ ITHÓ
7	EL CAPULÍN	37	SAN JUAN DEHEDÓ
8	EL CARMEN (SANTIAGO MEXQUITITLÁN BARRIO 6TO.)	38	SAN MARTÍN
9	LA COFRADÍA	39	SAN MIGUEL DEHETÍ
10	EL VARAL	40	SAN MIGUEL TLAXCALTEPEC (BARRIO CENTRO)
11	CHITEJÉ DE LA CRUZ	41	SAN PABLO
12	DONICÁ	42	SAN PEDRO TENANGO
13	GALINDILLO	43	SANTIAGO MEXQUITITLÁN BARRIO 3RO.
14	HACIENDA BLANCA	44	SANTIAGO MEXQUITITLÁN BARRIO 4TO.
15	LA ISLA	45	SANTIAGO MEXQUITITLÁN BARRIO 2DO.
16	LA CONCEPCIÓN (LA CONCHA)	46	SANTIAGO MEXQUITITLÁN BARRIO 1RO.
17	LA LADERA	47	EL SAUCITO
18	LAGUNA DE SERVÍN	48	LA SOLEDAD
19	EL LINDERO	49	TENASDÁ (BARRIO DE SAN ILDEFONSO)
20	LOMA LINDA	50	EL TEPOZÁN (BARRIO DE SAN ILDEFONSO)
21	LA MANZANA	51	GUADALUPE EL TERRERO
22	MESILLAS	52	SAN NICOLÁS DE LA TORRE
23	LA MURALLA	53	LA ALAMEDA DEL RINCÓN
24	PALOS ALTOS	54	EL BOTHÉ
25	SANTIAGO MEXQUITITLÁN BARRIO 5TO. (EL PASTOREO)	55	LA CRUZ (SAN BARTOLO)
26	EL PICACHO	56	CHITEJÉ DE GARABATO
27	JACAL DE LA PIEDAD	57	EL GRANJENO
28	EL PINO	58	LA PINÍ
29	QUIOTILLOS	59	SAN ANTONIO LA LABOR
30	EL RINCÓN	60	YOSPHÍ

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
61	EL RAYO	91	BARRIO DE SAN JOSÉ (SAN BARTOLO)
62	EL RINCÓN DE SAN ILDEFONSO	92	BARRIO OJO DE AGUA (SAN MIGUEL TLAXCALTEPEC)
63	LOS ARCOS	93	BARRIO DEL BARCO (SAN MIGUEL TLAXCALTEPEC)
64	EJIDO EL RINCÓN (LA BOTIJA)	94	BARRIO DEL COYOTE (SAN BARTOLO)
65	LA ESTANCIA	95	LAS SALVAS
66	MAL PASO (LA LAGUNA)	96	BARRIO LA JOYA
67	LAS LAJAS	97	BARRIO LA PALOMA (SAN BARTOLO)
68	LA BEATA	98	BARRIO PRESA DEL TECOLOTE (EL LINDERO)
69	LOS REYES	99	BOSQUES DEL RENACIMIENTO
70	LA MESA	100	BUENOS AIRES (EL APARTADERO)
71	EJIDO DE SAN JUAN DEHEDÓ	101	EL COLORÍN
72	RINCÓN DE LA FLORIDA	102	EL COYOTE
73	LOS ÁRBOLES	103	LA CRUZ DEL APARTADERO (LA GARITA)
74	EL CAPULÍN	104	LA CAÑADA DEL VARAL
75	FRACCIONAMIENTO SAN JOSÉ DE LOS ENCINOS (LAS CABAÑAS)	105	CUISILLO (BARRIO DE SAN ILDEFONSO)
76	BARRIO LA ESPERANZA (SAN BARTOLO)	106	LAS GRULLAS
77	LOMA DE LAS VÍBORAS (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	107	LLANO LARGO
78	EL CACAHUATE (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	108	LA LOMA DEL APARTADERO
79	BARRIO DE SANTA TERESA (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	109	LOMA DE LAS LIEBRES (LOS ÁRBOLES)
80	TIERRAS NEGRAS (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	110	BORDOS CUATES
81	EL JARAL (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	111	RANCHO SAN ANDRÉS
82	AMÁRCIGO (SAN LUIS)	112	RANCHO EL SIETE (LA PALIZADA)
83	LOS ARENALES (SAN JUAN DEHEDÓ)	113	EL BAÑO
84	ARROYO HONDO	114	MESA DE SAN MARTÍN
85	EL RINCÓN DE AGUA BUENA (SAN MIGUEL TLAXCALTEPEC)	115	FAMILIA CARAPIA
86	EL PUEBLITO (SAN MIGUEL TLAXCALTEPEC)	116	COLONIA NUEVO AMANECER
87	BARRIO DE LA CRUZ (SAN MIGUEL TLAXCALTEPEC)	117	FRACCIONAMIENTO LA PERITA
88	BARRIO DE LA ISLA (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	118	RANCHO LA GUADALUPANA
89	BARRIO DE LA LADERA (SAN MIGUEL TLAXCALTEPEC)	119	RANCHO LOS TRES LUISES (CHITEJÉ DE LA CRUZ)
90	LA VENTA (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	120	EL SAUCITO SECCIÓN LA MURALLA

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
121	FAMILIA ANAYA	141	RANCHO SIN FORTUNA
122	BOZA	142	RANCHO EL FRESNO
123	CERRO DE LOS GALLOS	143	TESQUEDÓ (PUERTO DEL CHIVATO)
124	VERA [GRANJA]	144	TIERRA NEGRA
125	EL RÍO (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)	145	VEINTE DE NOVIEMBRE
126	EL JUVILETE	146	VISTA REAL
127	LOMA DE LOS BLASES	147	XAJAY
128	EL PINAR	148	COLONIA LAS AMÉRICAS (LA HACIENDITA)
129	CERRO DEL GALLO	149	LA PERITA EL SILLAR
130	COLONIA MÉXICO	150	FAMILIA ROJAS NARVÁEZ (RANCHO MIRANDA)
131	EL CERRITO	151	SANTA CLARA
132	EL PLAN (SAN JOSÉ ITHÓ)	152	LA ATARJEA
133	RANCHO EL SOL (CHITEJÉ DE LA CRUZ)	153	FRACCIONAMIENTO RINCONADA DE BONFIL
134	RANCHO GENERAL MANUEL SOBERANES	154	LA ESPERANZA (SANTIAGO MEXQUITILÁN BARRIO 6TO.)
135	RANCHO LA MORA	155	LA PURÍSIMA
136	LA LOMA DEL ROSARIO	156	LLANO LARGO MARAVILLAS
137	RANCHO MONTE MERCEDES	157	LOMA DE LOS JULIANES
138	SAN ANTONIO	158	LOMA DEL CHIVO
139	SAN CARLOS	159	SAN MATEO (PALOS ALTOS)
140	COLONIA LOS ARGUETA		

6.1.2. Comunidades en el Municipio de Huimilpan

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
1	HUIMILPAN	31	SAN PEDRITO
2	APAPÁTARO	32	EL SAUZ
3	EL BIMBALETE	33	SAN PEDRO
4	LOS BORDOS	34	SANTA TERESA
5	BUENAVISTA	35	LAS TAPONAS
6	HUITRÓN	36	SAN JOSÉ TEPUZAS
7	CAPULA	37	EL VEGIL
8	CARRANZA (SAN ANTONIO)	38	EL ZORRILLO (SANTA CRUZ)
9	CEJA DE BRAVO	39	GUADALUPE SEGUNDO FRACCIÓN TRES
10	LOS CUES	40	EL MIRADOR
11	LA CUESTA	41	EL RINCÓN
12	EL FRESNO	42	EL SALTO
13	EL GRANJENO	43	RANCHO LA CASCADA
14	GUADALUPE PRIMERO	44	EL GARRUÑAL (SAN FELIPE DE JESÚS)
15	LA HACIENDITA	45	GUADALUPE SEGUNDO FRACCIÓN 2 (LA PEÑA COLORADA)
16	LA JOYA	46	LA PRESITA (PALO BLANCO)
17	LAGUNILLAS	47	EL SALTO DE LA CANTERA
18	EL MILAGRO	48	LA NUEVA JOYA
19	LAS MONJAS	49	LA TRASQUILA
20	NEVERÍA II	50	PÍO XII
21	LA NORIA	51	SAN ANTONIO DEL PUENTE
22	PANIAGUA	52	RANCHO EL PATOL
23	LA PEÑA	53	LA MESITA LAGUNILLAS
24	EL PERAL	54	RANCHO EL MILAGRO
25	PIEDRAS LISAS	55	RANCHO EL SALTO
26	PUERTA DEL TEPOZÁN	56	RANCHO EL CID
27	EL SALITRILLO	57	FAMILIA DURÁN
28	SAN ANTONIO LA GALERA	58	GRANJA CRUZ DE MAYO
29	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO NEVERÍA)	59	RANCHO LA MORA
30	SAN IGNACIO	60	LA BOMBA

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
61	EJIDO EL GRANJENO	78	NEVERÍA SECTOR NORTE (NEVERÍAS LOS MARTÍNEZ)
62	RANCHO LA RANA	79	NEW HOLLAND
63	GUADALUPE SEGUNDO FRACCIÓN PRIMERA	80	SAN PEDRO SECTOR NORTE
64	EL LLANO	81	FAMILIA CORNEJO GARCÍA
65	EL MOGOTE	82	AL NORESTE DE LAS TAPONAS
66	RANCHO EL MILAGRO (EL LLANO)	83	LA BOMBA
67	RANCHO LA SOLEDAD	84	LA MAGUEYADA
68	RANCHO FAMILIA TELLEZ	85	RANCHO LA MONTAÑA
69	SAN JUDAS	86	LA CEJA
70	EL CHARCO PRIETO	87	FAMILIA SILVA GUZMÁN
71	LOS CABRERA	88	LOS CORRALES
72	NUEVO APAPÁTARO	89	QUINTA SANTIAGO
73	EL MITAÑO	90	RANCHO ANTONIO HERRERA
74	RANCHO LOS BETOS	91	RANCHO EL PINTURERO
75	LOS ARRAYANES	92	SECCIÓN NORTE DE LAGUNILLAS
76	CUMBRES DEL CIMATARIO	93	EL CENTENARIO
77	FRACCIONAMIENTO CAMPESTRE BOSQUES DEL SUR		

6.1.3. Comunidades en el Municipio de San Juan del Río

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
1	SAN JUAN DEL RÍO	31	PALMA DE ROMERO
2	ARCILA	32	PALMILLAS
3	BARRANCA DE COCHEROS	33	SENEGAL DE LAS PALOMAS
4	BUENAVISTA	34	PASO DE MATA
5	CASA BLANCA	35	PERALES
6	EL CAZADERO	36	SAN PEDRO POTRERILLOS
7	CUARTO CENTENARIO	37	PUERTA DE ALEGRÍAS (PUERTO DE ALEGRÍAS)
8	LOS CERRITOS SAN MIGUEL	38	PUERTA DE PALMILLAS
9	CERRO GORDO	39	EL ROSARIO
10	EL COTO	40	SABINO CHICO
11	EL CHAPARRO	41	SALTO DE VAQUERÍAS
12	DOLORES CUADRILLA DE ENMEDIO	42	SAN ANTONIO ZATLAUCO
13	DOLORES GODOY	43	SAN FRANCISCO
14	ESTANCIA DE BORDOS	44	SAN GERMÁN
15	ESTANCIA DE SANTA LUCÍA	45	SAN MIGUEL GALINDO
16	LA ESTANCITA	46	SAN SEBASTIÁN DE LAS BARRANCAS NORTE
17	GALINDO (SAN JOSÉ GALINDO)	47	SANTA BÁRBARA DE LA CUEVA
18	EL GRANJENO	48	SANTA CRUZ ESCANDÓN
19	CASITA SAN JOSÉ	49	SANTA LUCÍA
20	EL JAZMÍN	50	SANTA MATILDE
21	LA LABORCILLA	51	SANTA RITA
22	LAGUNA DE LOURDES	52	SANTA ROSA XAJAY
23	LAGUNA DE VAQUERÍAS	53	EL SITIO
24	LA LLAVE	54	SOLEDAD DEL RÍO
25	LA MAGDALENA	55	TUNA MANSA
26	LA MESA DE SAN ANTONIO	56	LA VALLA
27	EL MIRADOR	57	VAQUERÍAS
28	SAN JAVIER	58	VISTHÁ
29	OJO DE AGUA	59	SAN ANTONIO DE LOS PIRULES
30	EL ORGANAL	60	EL RODEO

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
61	SAN MIGUEL ARCÁNGEL	91	HERMANOS JIMÉNEZ [GRANJA]
62	LA CORREGIDORA	92	CENTRO DE READAPTACIÓN SOCIAL
63	SAN SEBASTIÁN DE LAS BARRANCAS SUR	93	BARRIO SAN FRANCISCO (LAS TORRES)
64	BUENAVISTA PALMA DE ROMERO	94	CANTERAS REY-VAL
65	NUEVO SAN GERMÁN	95	COLONIA JOSEFA ORTÍZ (4TA. SECCIÓN DEL RODEO)
66	NINGUNO [GRANJA]	96	COLONIA LÁZARO CÁRDENAS (1RA. SECCIÓN DEL RODEO)
67	LOMA LINDA	97	SANTA ISABEL
68	LA ESTANCIA	98	BARRIO LA CONCEPCIÓN
69	SAN SEBASTIAN LOMA LINDA	99	LA DIVINA PROVIDENCIA
70	SANTA ISABEL EL COTO	100	EJIDO SAN PEDRO AHUACATLÁN
71	LA PRESITA	101	EJIDO SAN SEBASTIÁN DE LAS BARRANCAS
72	EJIDO SAN ISIDRO	102	EJIDO SANTA BÁRBARA DE LA CUEVA
73	FAMILIA RESÉNDIZ ZÁRRAGA	103	RANCHO CUATRO VIENTOS
74	SAN GIL	104	EX-HACIENDA SANTA CRUZ
75	RANCHO SAN GERMÁN	105	LA FLOR [GRANJA]
76	RANCHO EL REFUGIO	106	LA SOLEDAD [GRANJA]
77	SAN PABLO POTRERILLOS	107	SAN FRANCISCO
78	LA MINA	108	LOS LLANITOS
79	ROSA DE CASTILLA	109	MI RANCHITO
80	RANCHO LA TINAJA	110	RANCHO EL MONTESITO
81	DOXOCUA	111	LA ONCE
82	RANCHO DE MATA	112	LA PEÑITA RODADA
83	NERIA DE DOLORES GODOY	113	RESIDENCIAL EL PORVENIR
84	LA MORA	114	EL ONCE
85	VISTA HERMOSA (CUASINADA)	115	RANCHO BANTHÍ (FAMILIA NAVARRETE)
86	LA LAGUNITA	116	RANCHO EL COLORADO
87	LOS ORDAZ	117	MILPA LA JOYA
88	AL ORIENTE DE SANTA MATILDE	118	RANCHO LOS MEJÍA
89	AL ORIENTE DE RANCHO SAN GERMÁN	119	COFRADÍA GRANDE
90	SAN JOSÉ DE LA VENTA	120	RANCHO SAN JOSÉ

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
121	RANCHO TUCAJAY	151	AUTOPARTES USADAS BARRIOS
122	EL RINCÓN DE SANTA RITA	152	BARRIO DE LA CRUZ
123	VILLA LYCKSEL	153	BARRIO ESPÍRITU SANTO (FAMILIA QUINTANAR TOVAR)
124	BUENOS AIRES	154	SECCIÓN OESTE DEL BARRIO ESPÍRITU SANTO
125	EJIDO EL CARRIZO	155	CHINCHES BRAVAS
126	PUERTA DEL SOL	156	COLONIA VILLAS DE SAN JOSÉ
127	EJIDO VISTHÁ	157	EJIDO CERRO GORDO
128	LA LOMA DE LOS PINOS	158	FAMILIA RAMÍREZ GARCÍA
129	PROLONGACIÓN LOS MEJÍA	159	FRACCIONAMIENTO NORTE NUEVO ESPÍRITU SANTO
130	SAN ANTONIO [GRANJA]	160	LOS FRESNOS
131	FAMILIA URIBE	161	LA MORA [GRANJA]
132	FAMILIA URIBE	162	NINGUNO
133	TERCERA SECCIÓN DEL RODEO (EL INVERNADERO)	163	5TA. SECCIÓN DEL RODEO
134	UNIÓN DE ARTESANOS LA CORREGIDORA	164	LA NORIA
135	LA VENTA	165	OJO DE AGUA DE VAQUERÍAS
136	COLONIA EL PARAÍSO	166	LOS PIRULES
137	LA DOBLE M [LIENZO CHARRO]	167	PRADOS DE CERRO GORDO
138	PUEBLO NUEVO	168	PUEBLO QUIETO
139	RANCHO SAN JESUSITO	169	RANCHO LA CORTINA
140	RANCHO LOS TRES JUANES	170	RANCHO LOS MEJÍA CARDOZO
141	CAMINO A SANTA MATILDE (FAMILIA AGUILAR)	171	SAN RAFAEL
142	CANAL SANTA CLARA	172	EL ROCÍO
143	AL SUR DE MONTECASINOS	173	FAMILIA ÁLVAREZ
144	LOS ARBOLITOS	174	FAMILIA PAULÍN CHÁVEZ
145	ESPÍRITU SANTO (LAS GALLINAS)	175	VISTA REAL
146	FAMILIA MONROY	176	FAMILIA UGALDE PIZAÑA
147	LOS PINOS	177	LA NUEVA ESPERANZA
148	LA ESCONDIDA	178	SAN JOSÉ PALMA DE ROMERO
149	ARCOS DEL SOL	179	AL SURESTE DE SAN PEDRO AHUACATLÁN
150	EL ARENAL DEL REFUGIO	180	AL SUROESTE DE SANTA ROSA XAJAY

CVE_LOC	NOM_LOC	CVE_LOC	NOM_LOC
181	SECCIÓN SUROESTE DE SAN JUAN DEL RÍO	209	LA JOYITA
182	AMPLIACIÓN LA LLAVE	210	LOS FRAILES
183	LA CASETA	211	PRADOS DE SAN JUAN BAUTISTA
184	CAZADERO COLONIA SANTA ANITA (FAMILIA RAMÍREZ)	212	SAN MARTÍN
185	COLONIA LA CASETA (AMPLIACIÓN SANTA BÁRBARA)	213	AMPLIACIÓN LA LOMA
186	COLONIA SANTA ELENA	214	AMPLIACIÓN LOMA LINDA
187	FAMILIA BAYZA	215	FAMILIA CRUZ PÁJARO
188	FAMILIA LÓPEZ (DOXOCUA)	216	FAMILIA SÁNCHEZ
189	FAMILIA RESÉNDIZ (DOXOCUA)	217	FAMILIA TREJO ARELLANO
190	LA LADRILLERA (EJIDO LA LLAVE)	218	FRACCIONAMIENTO EL CARMEN
191	PUERTA DE PALMILLAS (FAMILIA CASTELÁN)	219	LOS GARCÍA
192	RANCHO SAN BENITO CAZADOR	220	FRACCIONAMIENTO VALLE DORADO 2
193	COLONIA SANTA ANITA	221	SAN ANTONIO LA LABOR
194	COLONIA VILLAS DEL SOL	222	RANCHO EL ROCÍO
195	EJIDO LA ESTANCIA	223	FRACCIONAMIENTO JARDINES DE VISTHÁ
196	LOMAS DE LA ESTANCIA	224	FRACCIONAMIENTO VILLAS FUNDADORES
197	RANCHO EL CAPULÍN	225	AMPLIACIÓN SAN FRANCISCO
198	SAN JOSÉ	226	CAMINO REAL A OJO DE AGUA NÚMERO 145
199	SECCIÓN OESTE DE GALINDO	227	DOROTEO ARANGO
200	RANCHO LA ESTANCIA	228	EJIDO LA LLAVE
201	LA LADERA	229	FAMILIA DÍAZ ZETINA
202	EL CERRITO DE LEÓN	230	FAMILIA HURTADO VÁZQUEZ
203	LAS PALAPAS	231	FAMILIA MARTÍNEZ CRUZ
204	COLONIA INSURGENTES	232	FRACCIONAMIENTO LAS TORRES
205	COLONIA REVOLUCIÓN	233	LA GUADALUPANA DEL CAMPO
206	FAMILIA RESÉNDIZ MENDOZA	234	LAS PEÑITAS (FAMILIA ZUÑIGA HURTADO)
207	FAMILIA TREJO NIETO	235	LINDAVISTA
208	LA GUADALUPANA	236	SECCIÓN SURESTE DE SANTA ROSA XAJAY

6.2. Requerimientos agroecológicos de los cultivos analizados

A continuación se presentan las fichas de requerimientos agroecológicos consultadas para el análisis del potencial frutícola en los municipios de Huimilpan y Amealco de Bonfil, Qro. (Ruiz, et. al., 2013).

6.2.1. Aguacate

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.
Origen:	Sur de México y América Central (Ibar, 1983). Su centro de origen es América, y su distribución natural va desde México hasta Perú, pasando por Centro América, Colombia, Venezuela y Ecuador (Bernal y Díaz, 2005).
Distribución:	30°LN a 30°LS (Benacchio, 1982). 32° LN a 36°LS (Cockerell y Sancho, 1991).
Adaptación:	Climas tropicales, subtropicales, mediterráneo y semidesértico (Aragón, 1995). Climas cálidos y húmedos, así también subhúmedos como tropicales y subtropicales (SDR; citado por Coria et al., 2009).
Ciclo de madurez:	Perenne.
Tipo fotosintético:	C ₃ .

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	<p>Raza antillana: 0-500 m, raza guatemalteca: 500-1500 m, raza mexicana: 1000-2500 m (Benacchio, 1982). Raza antillana: 0-500 m, raza guatemalteca: 500-1000 m, raza mexicana: 1000-1900 m (Ibar, 1983). Raza antillana: desde el nivel del mar hasta los 1000 m, raza guatemalteca: entre los 1000 y 2000 m, raza mexicana: alturas mayores de 2000 m (Orduz y Rangel, 2002). Raza guatemalteca: 1000-2000 m, raza mexicana: alturas superiores a los 1700 m (Bernal y Díaz, 2005). En áreas donde el aguacate es nativo, la raza antillana prospera desde el nivel del mar hasta los 800 m; la raza guatemalteca desde el nivel del mar hasta los 1200 m y la raza mexicana de los 950 hasta los 2200 m (Sánchez, 1999; Coria <i>et al.</i>, 2009).</p>
Fotoperíodo:	<p>Se comporta como planta de día corto (FAO, 2000).</p>
Radiación (luz):	<p>El aguacate requiere de mucha insolación (Benacchio, 1982).</p>
Temperatura:	<p>Rango 10 a 35°C, con un óptimo para fotosíntesis de 25 a 30°C. Sin embargo, 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, para la raza guatemalteca la media óptima está entre 22 y 25°C, con una mínima invernal no inferior a -2°C y para la raza antillana la media óptima oscila entre 24 y 26°C, con una mínima invernal no inferior a 0°C (Benacchio, 1982; Ibar, 1983). Las temperaturas mínimas no deberían llegar a -5°C (Aragón, 1995). La viabilidad de la semilla se afecta a temperaturas sostenidas inferiores a 15°C (Juscafresa, 1983). La variedad Hass es sensible a heladas y puede presentar daños visibles cuando se expone a -2.2°C por cuatro o más horas. La presencia de temperaturas por debajo de 10°C en plena floración puede afectar gran parte de las flores polinizadas en las últimas horas al interferir con la fertilización (INIFAP, 1996). La temperatura mínima letal para las razas mexicana, guatemalteca y antillana es: -9°, -6° y -4°C, respectivamente (Morin, 1967). El límite inferior de temperatura para el crecimiento y desarrollo se encuentra a los 10°C (Whiley y Winston, 1987; Zamet, 1990), mientras que el límite superior se ubica en 33°C (Sedgley, 1977; Agraman, 1983). Temperaturas superiores a 33-35°C, tienen un efecto detrimental sobre la polinización al causar esterilización del polen (Jasso, 1989). Temperaturas mayores que 42°C son consideradas como eventos catastróficos para el cultivo (Gafni, 1984).</p>

	<p>Para la sucesión de las etapas de floración y fructificación se requieren temperaturas de 12 a 13°C (Oppenheimer, 1978).</p> <p>Las temperaturas extremas para el amarre de frutos son 12-17°C y 28-30°C (Whiley y Winston, 1987).</p> <p>La variedad Hass puede soportar temperaturas de hasta -1°C por periodos cortos de tiempo (Guardiazabal, 1990).</p> <p>La raza mexicana soporta temperaturas de hasta 2.2°C, teniendo como temperaturas óptimas de 5 a 17°C; para la raza guatemalteca las temperaturas óptimas van de 4 a 19°C, mientras que la raza antillana se adapta a temperaturas de 18 a 26°C (Bernal y Díaz, 2005).</p>
Precipitación (agua):	<p>Raza antillana: 1800-2000 mm anuales; raza guatemalteca: 1000-1500 mm anuales; raza mexicana: 800-1000 mm anuales. El aguacate prefiere una distribución más o menos uniforme de la precipitación a través del año; en los regímenes de lluvias de verano, por lo menos se debería cuidar que la humedad atmosférica no fuera baja en los meses secos (Ibar, 1983).</p> <p>Se requieren 800 a 1000 mm anuales para la raza mexicana, 1000 a 1500 mm para la raza guatemalteca y 1300 a 2000 mm anuales para la raza antillana. El aguacate aguanta periodos cortos de sequía (Benacchio, 1982), por lo que al cultivarse fuera de las zonas tropicales húmedas, deberá suministrarse riego. El exceso de agua le es perjudicial.</p> <p>Se cultiva sin riesgo en zonas con precipitaciones de 665 a 2000 mm por año (Orduz y Rangel, 2002).</p> <p>Para cultivos nativos de la raza antillana se requieren de 1100 a 3350 mm, para la raza guatemalteca 800 a 3400 mm y para la raza mexicana 650 a 2200 mm (Sánchez, 1999; Coria <i>et al.</i>, 2009).</p> <p>De acuerdo con Allen <i>et al.</i> (2006), los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo en plantas que llegan a alcanzar una altura de 3 m, son 0.6, 0.85 y 0.75, respectivamente.</p>
Humedad relativa:	<p>Requiere de una humedad ambiental relativamente alta, aún durante la época de secas (Ibar, 1983).</p> <p>La humedad ambiental debe ser baja para evitar enfermedades fungosas (Benacchio, 1982).</p> <p>No debe superar el 60% de humedad relativa, humedades altas inducen la proliferación de enfermedades en hojas, tallos y frutos (Coria <i>et al.</i>, 2009).</p>

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo:	<p>Requiere suelos moderadamente profundos, ya que puede cultivarse en terrenos accidentados u ondulados (Ibar, 1983).</p> <p>Prefiere suelos profundos (FAO, 1994).</p> <p>No necesita de un suelo muy profundo, porque posee raíces superficiales (Coria <i>et al.</i>, 2009).</p>
------------------------------	--

Textura:	<p>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).</p> <p>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).</p> <p>Requiere suelos de textura media con un contenido de materia orgánica de 2.5 a 5% (Bisonó, 2008).</p>
Drenaje:	<p>Es preferible realizar las plantaciones en terrenos ligeramente accidentados u ondulados, que permitan una buena ventilación, pero que no representen riesgo por heladas en regiones poco cálidas (Ibar, 1983).</p> <p>Requiere de buen drenaje, es una especie muy sensible a asfixia radical (Coria <i>et al.</i>, 2009).</p>
pH:	<p>La raza mexicana desarrolla mejor en un pH de 6 a 7.5, mientras que las razas antillana y guatemalteca lo hacen en un pH de 6 a 7.</p> <p>Crece en un rango de pH de 4.8 a 7.5, siendo el óptimo para la raza mexicana 7 a 7.5, y, para las razas guatemalteca y antillana 6 a 7 (Benacchio, 1982).</p> <p>El aguacate se desarrolla en un rango de pH de 4.3 a 8.3, siendo el óptimo alrededor de 5.6 (FAO, 1994).</p> <p>El rango óptimo es de 6.5 a 7.5 (Bisonó y Hernández, 2008).</p> <p>Se adapta bien a suelos con un pH entre 5 y 7 (Ordúz y Rangel, 2002).</p>
Salinidad/Sodicidad:	<p>La salinidad del suelo no debe pasar del 0.5 por mil. El aguacate es muy susceptible al exceso de sodio y le son suficientes concentraciones de 40% de caliza, por lo que no debe cultivarse en terrenos calizos (Ibar, 1983).</p> <p>El aguacate no tolera salinidad (Benacchio, 1982).</p> <p>Los portainjertos de la raza antillana son los más tolerantes a la salinidad, mientras que los portainjertos de la raza mexicana son los más susceptibles (INIFAP, 1996).</p> <p>Presenta gran sensibilidad a la salinidad (SDR, 2005; Coria <i>et al.</i>, 2009).</p>
Fertilidad y química del suelo:	<p>El aguacate tiene una absorción de nutrimentos por tonelada de fruto cosechada de la siguiente manera: 11, 2, 20, 0.2, 0.8 y 0.8 kg de N, P, K, Ca, Mg y S. En tanto que la extracción para estos mismos elementos es de 2.8, 0.4, 4.5, 0.1, 0.2 y 0.3 kg por tonelada de fruto cosechada (IFA, 1992; Salazar, 2002).</p> <p>Requiere que el total de sólidos disueltos sea menor de 850 ppm; que el contenido de sodio sea menor de 3 meq L⁻¹; los cloruros en proporciones menores de 107 ppm y el boro en cantidades menores a 0.7 ppm. En tanto el contenido de fósforo es suficiente en el rango de 0.25 a 0.36 ppm (Bisonó, 2008).</p>

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ambientes enriquecidos de CO₂:	<p>Un incremento de 20 y 40% del CO₂ durante dos horas, ocasiona una reducción del 25 y 43% del nivel del β-ATP en frutos climatéricos (Lange y Kader, 1997a).</p> <p>La producción de etileno es completamente inhibida en frutos preclimatéricos expuestos a ambientes enriquecidos de CO₂, mientras que en frutos parcialmente maduros, la producción de etileno es parcialmente inhibida (Lange y Kader, 1997b).</p>
Captura de carbono:	<p>37-55 t CO₂ total ha⁻¹ año⁻¹ (Kerckhoffs y Reid, 2007).</p>
Respuesta a ozono:	<p>Produce acetaldehído y etanol en respuesta al estrés causado por déficit de agua, enfriamiento, congelación y exposición al ozono (Kimmerer y Kozlowski, 1982).</p>
Resistencia a sequía:	<p>Requiere de una humedad ambiental relativamente alta, aún durante la época de secas, para no padecer sequía (Ibar, 1983).</p>
Tolerancia a altas temperaturas:	<p>Las temperaturas mayores que 42°C son desfavorables para el cultivo (Gafni, 1984).</p> <p>La producción de etileno en frutos maduros de aguacate tipo “Hass” disminuye significativamente a temperaturas entre 25 y 30°C, es mínima a 35°C, y desaparece a 40°C. La tasa de respiración de los frutos decrece hasta que se alcanzan los 40°C. La calidad de frutos maduros es excelente cuando este proceso de maduración se lleva a cabo a 20, 25 y 30°C, es regular a 35°C, y es anormal e inaceptable a 40°C (Eaks, 1978).</p>

6.2.2. Chabacano

CHABACANO



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Prunus armeniaca</i> L., <i>Armeniaca vulgaris</i> L.
Nombres comunes:	Chabacano, albaricoque, damasco.
Familia:	Rosaceae.
Origen:	Oeste de China y Siberia (Westwood, 1978).
Distribución:	25° a 55° LN y LS. El chabacano fue transportado desde Asia al Medio Oriente y Turquía, que hoy en día es considerado el principal productor de este fruto. Entre los países líderes en cultivo (por hectárea) se encuentran Turquía, Irán y España. Con respecto a la producción ($t\ ha^{-1}$) los países principales son Grecia y Estados Unidos.
Adaptación:	Para un desarrollo óptimo, el chabacano requiere de un clima moderado-mediterráneo, regiones templadas y frías, regiones subtropicales con invierno definido y de templado a frío. La especie parece ser muy estricta en cuanto a su adaptabilidad climática, por lo que debe establecerse en lugares precisos (Díaz, 1987).
Ciclo de madurez:	Perenne.
Tipo fotosintético:	C ₃ .

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	La mejor altitud es entre 200 y 500 m (Netfim, 2013), aunque en México se le encuentra en la región centro norte, entre los 1800 y 2500 m de altitud (Pérez y Fernández, 2010). Más de 2000 m en regiones subtropicales y menor altitud en regiones templadas.
Fotoperíodo:	Es considerada una especie de día neutro (FAO, 1994; Mondragón <i>et al.</i> , 2004).
Radiación (Luz):	Prefiere días despejados en la etapa de maduración del fruto.
Temperatura:	Su rango térmico para crecimiento es de 7 a 28°C, con un óptimo de 20°C (FAO, 1994). Este frutal tiene un requerimiento de frío de mediano a alto, entre 300 y 1000 HF. Ejemplos de cultivares y sus requerimientos de frío son: Canino 400, Sevillano 500, Royal 700 y Moongold 850 (Díaz, 1987). El chabacano es un árbol bastante rústico, propio de climas templados, aunque resiste bien los fríos invernales. Requiere de 400 a 1000 unidades de frío y puede sufrir el golpe de calor a inicios de la primavera.
Precipitación (agua):	Aunque se produce principalmente bajo riego, en condiciones de temporal puede producir con una precipitación acumulada durante el ciclo, de 800 a 1470 mm, siendo el óptimo de 1000 mm (FAO, 1994). De acuerdo con Allen <i>et al.</i> (2006), para plantas con una altura promedio de 3 m, antes de perder la hoja, en huertos sin cobertura vegetal y con presencia de heladas, los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo, son 0.45, 0.9 y 0.65, respectivamente. En tanto que bajo las mismas condiciones pero sin presencia de heladas los Kc son 0.55, 0.9 y 0.65. Para el caso de huertas con cobertura vegetal y con presencia de heladas los Kc varían a valores de 0.5, 1.15 y 0.9, mientras que en huertas con cobertura vegetal y sin presencia de heladas, los Kc son 0.8, 1.15 y 0.85.
Humedad relativa:	El chabacano prefiere una humedad relativa de moderadamente húmeda a baja. El fruto del chabacano en la madurez es muy susceptible a la alta humedad del ambiente, por lo que en aquellos sitios con lluvias tempranas se pueden presentar problemas de agrietado del fruto (Mondragón <i>et al.</i> , 2004).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo:	Requiere suelos profundos (FAO, 1994), mayores que 1 m. El chabacano prefiere los suelos ricos y profundos (Netfim, 2013). Crece mejor en suelos profundos, fértiles y con buen drenaje, pero se comporta bien en suelos ligeros arenosos cuando se fertiliza y riega adecuadamente (SDARH, 2008).
------------------------------	---

Textura:	<p>Prefiere suelos de textura media (FAO, 1994; Pérez y Fernández, 2010). Deben evitarse suelos pesados (arcillosos) ya que el chabacano requiere de suelos con buena aireación (SDARH, 2008).</p>
Drenaje:	<p>Las condiciones de producción de chabacano son óptimas en suelos con buen drenaje. El fruto es altamente sensible a suelos sobresaturados. Deben evitarse suelos pesados y con drenaje deficiente, ya que tiene baja resistencia a la alta humedad y a la falta de aireación (SDARH, 2008).</p>
Exposición de terreno:	<p>Huertas localizadas en laderas de montañas o colinas con una pendiente moderada, tienen las mejores condiciones, ya que en las partes bajas de los valles o en terrenos planos se pueden presentar daños por heladas (Teskey y Shoemaker, 1972).</p>
pH:	<p>El pH debe estar en el rango de 5.5 a 8.3, con un óptimo de 7.0 (FAO, 1994). Admite valores de pH en el rango de 5.5 a 8.3, aunque le resulta óptimo un valor de 7.0 (Pérez y Fernández, 2010). El fruto muestra una resistencia mediocre a un alto pH.</p>
Salinidad/Sodicidad:	<p>Presenta una ligera tolerancia a la salinidad (FAO, 1994), por lo que se considera más bien una especie sensible a la salinidad (Yuste, 1997b). El fruto no muestra resistencia a una alta salinidad, aunque el árbol en si llega a presentar una ligera tolerancia a la salinidad (Pérez y Fernández, 2010). A un valor de conductividad eléctrica de 1.6, 2, 2.6, 3.7 y 5.8 dS m⁻¹ corresponde una reducción en rendimiento de 0, 10, 25, 50 y 100% (Ayers y Westcot, 1985).</p>
Fertilidad y química del suelo:	<p>Durante la preparación del suelo se deben agregar 200 a 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 400 a 600 Kg ha⁻¹ de K₂O. La aplicación debe hacerse dependiendo de los resultados del análisis de suelos. Los requerimientos de fertilizante (Kg ha⁻¹) para árboles jóvenes y portadores de fruta son: Primer año: 80-120 de Nitrógeno, 70 de Fósforo y 100 de Potasio. Segundo año: 120-150 de Nitrógeno, 70 de Fósforo y 150 de Potasio. Tercer año: 150-180 de Nitrógeno, 80 de Fósforo y 200 de Potasio. Para huertos maduros se deben aplicar por año: 150-180 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, 90 kg ha⁻¹ de Fósforo y 300 kg ha⁻¹ de Potasio.</p>

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ambientes enriquecidos de CO₂:	<p>Al aumentar la concentración de CO₂ actual en 300 ppm, la fotosíntesis de <i>P. armeniaca</i> se incrementa entre 50 y 73%, dependiendo de la variedad; mientras que al aumentar 600 ppm, el incremento de la fotosíntesis es entre 68 y 120% (Wang <i>et al.</i>, 2007).</p>
--	---

Captura de carbono:	Para una densidad de plantación de 0.0204 árboles m ⁻¹ , se captura un total de 23,045 g C y 84,498 g CO ₂ por árbol, con la siguiente partición: 6,512 g (C) y 23,870 g (CO ₂) en raíz; 2,831 y 10,381 g en ramas; 2,290 y 8,396 g en hojas; 8,545 y 31,331 g en fruto; y, 2,867 y 10,512 g en tronco (Mota, 2011).
Respuesta a ozono:	Plántulas de chabacano expuestas a altas concentraciones de ozono presentan troncos más delgados y más brotes que los árboles expuestos a concentraciones normales de ozono (McCool y Musselman, 1990). La tasa de asimilación neta de CO ₂ de la hoja y la conductancia estomatal disminuyen linealmente con el incremento en la presión parcial del ozono (Retzlaff <i>et al.</i> , 1991).
Resistencia a sequía:	Es sensible al exceso de humedad del suelo y muestra resistencia a la sequía.
Tolerancia a altas temperaturas:	El aumento en las temperaturas máximas de 6-7°C y de la temperatura media en 3°C, acelera el desarrollo de las yemas florales, causando un aceleramiento en el tiempo de la floración y una reducción en el cuajado. En la floración, las flores pesan menos y muestran menos desarrollo del pistilo (Rodrigo y Herrero, 2001).

6.2.3. Frambuesa

FRAMBUESA



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Rubus idaeus</i> L.
Nombres comunes:	Frambuesa, frambuesa roja.
Familia:	Rosaceae.
Origen:	Zonas templadas del hemisferio norte (González, 1984).
Distribución:	30° a 45° LN y LS. 10° a 30° LN y LS en valles altos (González, 1984; Rodríguez y Avitia, 1984; Díaz, 1987).
Adaptación:	Regiones templadas, regiones tropicales de altura y regiones subtropicales con invierno definido.
Ciclo de madurez:	Semiperenne.
Tipo fotosintético:	C ₃ .

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	Mayor de 2000 m. Si se cultiva en regiones más bajas, se recomienda utilizar cultivares de bajo requerimiento de frío y la aplicación de compensadores de frío y hormonas de crecimiento (Rodríguez y Avitia, 1984).
-----------------	--

Fotoperíodo:	<p>El fotoperíodo tiene un efecto significativo sobre la floración del cultivar “Autumn Bliss”. Sin embargo, no tiene efecto sobre el crecimiento vegetativo. Cuando el fotoperíodo se incrementa de 8 hasta 11-14 horas, los días a floración disminuyen. En tanto por arriba de 14 horas, la floración se retrasa (Carew <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>Se considera una planta de día neutro (FAO, 1994). Con el aumento de la temperatura, la iniciación de capullos tiene un límite superior de temperatura de 15°C, y requiere de días cortos, mientras que a temperaturas aún más bajas (igual o menores a 12°C), la iniciación floral tiene lugar en días largos.</p>
Radiación (luz):	<p>Prefiere días despejados (Santibáñez, 1994). Se considera una planta de iluminación intensa a moderada (FAO, 1994).</p>
Temperatura:	<p>Es una especie de gran tolerancia a las heladas invernales (Santibáñez, 1994). El crecimiento se propicia a temperaturas entre 5 y 26°C, siendo el óptimo 20°C (FAO, 1994). Los requerimientos de frío van de 750 a 1700 horas por debajo de 7°C (Sudzuki, 1988). Las temperaturas por arriba de 40°C pueden dañar el fruto (Renquist <i>et al.</i>, 1989). Dentro de los cultivares de bajos requerimientos de frío (700 horas por debajo de 7°C) están MALLING EXPLOIT, MALLING JEWEL, HERITAGE, CITADEL (Díaz, 1987). En general los requerimientos de frío de la frambuesa van de 700 a 1700 horas por debajo de 7°C (Westwood, 1978). Durante la maduración del fruto requiere una estación cálida breve (Santibáñez, 1994). La producción exitosa de bastones largos de frambuesas, requiere de un programa de temperatura adecuada, que permita el crecimiento vegetativo y oportuna iniciación floral, lo que significa que las plantas no deben ser trasladadas fuera de un invernadero antes de que la temperatura haya aumentado al nivel de 12 a 15°C, para evitar el cese de crecimiento. En un clima templado, condiciones de temperatura y fotoperíodo decrecientes, causan iniciación floral y el cese de crecimiento en fructificación bienal de frambuesa (Sønsteby <i>et al.</i>, 2009a). Los cultivares de frambuesa Malling Exploit, Malling Jewel, Heritage y Cita requieren 700 horas frío (Díaz, 1987). Entre los 10 y 24°C la tasa relativa de crecimiento se incrementa linealmente, y, por arriba de 24°C, la tasa de crecimiento desciende (Carew <i>et al.</i>, 2003).</p>

- Precipitación (agua):** Le favorece desarrollarse en la época seca, por lo que se recomienda cultivarla bajo riego. Los ambientes nublados y lluviosos reducen el llenado de los frutos (Santibáñez, 1994). Se puede cultivar con precipitaciones acumuladas de 300 a 1700 mm, durante el ciclo de desarrollo, siendo el óptimo 1000 mm (FAO, 1994). Para arbustos con una altura promedio de 1.5 m, los coeficientes de cultivo (Kc) para las etapas de desarrollo inicial, intermedia y final son 0.3, 1.05 y 0.5, respectivamente (Allen *et al.*, 2006).
- Humedad relativa:** Prefiere una atmósfera seca (Santibáñez, 1994).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

- Profundidad de suelo:** Requiere de un mínimo de 60 cm de suelo. Sin embargo, la frambuesa es más productiva en suelos más profundos (Rodríguez y Avitia, 1984).
- Textura:** Prefiere suelos de textura franca o franca-arcillosa (Rodríguez y Avitia, 1984).
- Drenaje:** Requiere suelos con buen drenaje (Rodríguez y Avitia, 1984).
- pH:** El pH debe estar en el rango de 5.5 a 7.0 (Rodríguez y Avitia, 1984). Su rango de pH va de 4.5 a 7.8, con un óptimo alrededor de 6.2 (FAO, 1994). En una textura de suelo de franco-arenosa a franco-limo-arenosa, el pH ideal es de 6.2 a 7.0, mientras que en una textura de franco-limosa a franco-arcillosa, el pH óptimo es de 5.8 a 6.8 (Hirzel, 2009).
- Salinidad/Sodicidad:** La conductividad eléctrica umbral es de 1 dS m⁻¹ a 25°C; a niveles de 1.4, 2.1 y 3.2 dS m⁻¹, la pérdida en rendimiento es de 10, 25 y 50%, respectivamente (Porta *et al.*, 1999). No tolera salinidad, No tolera excesos de cloro, sodio ni suelos calcáreos (Rodríguez y Avitia, 1984).
- Fertilidad y química del suelo:** En suelos de textura franco-arenosa a franco-limo-arenosa, y en suelos de textura franco-limosa a franco-arcillosa, los contenidos ideales de nutrimentos en el suelo son los siguientes (cantidades por kg de suelo): Nitrógeno 15-30 mg y 20-40 mg, Fósforo >15 mg y >20 mg, Potasio 0.3-0.5 cmol(+) y 0.4-0.6 cmol(+), Calcio 7-10 cmol(+) y 8-12 cmol(+), Magnesio 1-1.5 cmol(+) y 1.2-2.0 cmol(+), Sodio 0.03-0.3 cmol(+) y 0.05-0.6 cmol(+), Azufre >8 mg y >8 mg, Hierro 2-4 mg y 2-10 mg, Manganeso 1-2 mg y 2-5 mg, Cobre 0.5-1 mg y 0.5-1 mg, Boro 0.8-1.5 mg y 1-2 mg (Hirzel, 2009).

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ambientes enriquecidos de CO₂:	<p>El enriquecimiento (1500 ppm) de CO₂ promueve el crecimiento de las plántulas de frambuesa, su enraizamiento, su supervivencia y su crecimiento inicial después del trasplante. El enriquecimiento de CO₂ también incrementó la apertura estomatal pero no incrementó el estrés hídrico al trasplante, con relación al cultivo a CO₂ ambiente; 340 ppm (Deng y Donnelly, 1993).</p> <p>A 436 ppm aplicados en túneles, el rendimiento y tamaño de la fruta se incrementaron 12 y 5%, respectivamente, con relación a las plantas cultivadas en CO₂ ambiente (Mochizuki <i>et al.</i>, 2010).</p>
Respuesta a ozono:	<p>No existe una respuesta significativa de la frambuesa a ozono, a una concentración de 0.12 ml l⁻¹ de O₃. Sin embargo a una concentración de 0.24 ml l⁻¹ de O₃, la variedad “Heritage” muestra una significativa reducción de la altura de la caña, el número de nodos, el diámetro de caña y el peso seco. Estos cambios son acompañados por una pérdida de 52% en rendimiento, causado principalmente por una reducción en el número de frutos. En contraste la variedad “Redwing” no es afectada ni en caracteres vegetativos ni en rendimiento (Sullivan <i>et al.</i>, 1994).</p>
Captura de carbono:	<p>Una producción normal de materia seca en frambuesa es de 9.3 a 10.4 t ha⁻¹ año⁻¹ (Ovalle <i>et al.</i>, 2007). Aplicando el factor 0.47 de conversión a carbono (Montero <i>et al.</i>, 2004), se tiene que la captura de carbono en frambuesa oscilaría entre 4.371 a 4.888 t ha⁻¹ año⁻¹.</p>
Resistencia a sequía:	<p>Entre los genotipos resistentes a sequía se encuentran Benenden=PI553318 (816.001), Latham=PI553564 (1200.001) y Marcy=PI553446 (377.002) (ARS, 2013).</p>
Tolerancia a altas Temperaturas:	<p>No se considera un cultivo tolerante a altas temperaturas. Por arriba de 24°C se aprecia un descenso en su tasa de crecimiento (Carew <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>Temperaturas superiores a 30°C le perjudican significativamente en su crecimiento y calidad. Las temperaturas de 40°C o mayores pueden causar daños al fruto (Renquist <i>et al.</i>, 1989).</p>

6.2.4. Macadamia

MACADAMIA



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche (Cáscara lisa). <i>Macadamia tetraphylla</i> L.A.S. Johnson (Cáscara rugosa).
Nombres comunes:	Macadamia.
Familia:	Proteaceae.
Origen:	Este de Australia. <i>M. integrifolia</i> es nativa del sureste de Queensland, y <i>M. tetraphylla</i> es nativa del Sur de Nueva Gales del Sur (McHargue, 1996). Australia (González, 1984).
Distribución:	Sudáfrica, Hawaii, California y recientemente América Central (Lavín <i>et al.</i> , 2001).
Adaptación:	33°LN a 30°LS (Mosqueda, 1980).
Ciclo de madurez:	Es una especie perenne que presenta un ciclo de crecimiento para producción de 210 a 365 días (FAO, 1994).
Tipo fotosintético:	C ₃ .

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	Los árboles de macadamia pueden ser crecidos desde el nivel del mar hasta una elevación de 750 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 (Lavín <i>et al.</i> , 2001). 0-800 m. En regiones tropicales cercanas al Ecuador se puede cultivar a mayor altura.
-----------------	---

Fotoperíodo:	Es una planta de día corto (FAO, 1994).
Radiación (Luz):	No es muy exigente en luz (FAO, 1994) y puede prosperar en condiciones de media sombra.
Temperatura:	<p>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). <i>M. integrifolia</i> presenta un mejor comportamiento en climas calurosos, con alta humedad y sin grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche. Sin embargo, <i>M. tetraphylla</i> soporta mejor los subtrópicos más fríos como el de California y veranos más secos con temperaturas que fluctúan entre 15-35°C (Lavin <i>et al.</i>, 2001).</p> <p>El rango adecuado de temperatura para la producción de macadamia se encuentra entre 18°C y 26°C, con un óptimo entre 20°C y 23°C. Para una floración óptima la temperatura nocturna no debe exceder 20°C ni ser inferior a 18°C, por fuera de este rango se inhibe la formación de racimos. Para el crecimiento adecuado de la planta, la temperatura debe estar entre 18°C y 29°C; temperaturas medias inferiores a 17°C retardan el crecimiento, la iniciación de la producción es más tardía, se retrasa la maduración del polen, la polinización es irregular, el grosor de la corteza es mayor, la almendra pierde calidad organoléptica y disminuye su contenido de aceite (Armadans, citado por Montes <i>et al.</i>, 2009).</p>
Precipitación (agua):	<p>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> <p>Se desarrolla en regiones similares en precipitación a la región de origen en Australia, la cual presenta una precipitación anual entre 1200 y 2050 mm (Mosqueda, 1980). Los árboles requieren de 152.4 a 304.8 cm de lluvia al año (Bittenbender <i>et al.</i>, 2013).</p> <p>Para suelos no muy pesados se pueden dar las siguientes cantidades semanales de agua para el periodo estival: 9.5 L árbol⁻¹ día⁻¹ para árboles nuevos y 19 L árbol⁻¹ día⁻¹ para árboles de 10 años (Lavin <i>et al.</i>, 2001).</p>
Humedad relativa:	Dado que desarrolla en regiones donde la precipitación llega a ser considerable (FAO, 1994), la macadamia crece bajo la influencia de una atmósfera que la mayor parte del año se mantiene húmeda o moderadamente húmeda. La humedad relativa adecuada para este cultivo debe variar entre 70 y 80%, cuando ésta es baja aumentan los problemas de estrés por sequía y, por el contrario, cuando es alta, se favorecen los problemas fitosanitarios (Rincón; citado por Montes <i>et al.</i> , 2009).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

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).
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).
Drenaje:	Requiere la capa de suelo superficial bien drenada (Lavin <i>et al.</i> , 2001).
Exposición de terreno:	La topografía es otro factor importante ya que las nueces deben recolectarse manualmente del suelo. Lo deseable son terrenos planos de relieve ondulado, con pendientes hasta de un 15% que favorezcan el drenaje del suelo (Lavin <i>et al.</i> , 2001). La orientación Norte-Sur permite que la hilera de plantas reciba durante más tiempo la luz solar por ambas caras del seto de los árboles (Lemus, 2008).
pH:	Se desarrolla en un rango de pH de 4.0 a 7.5, con un óptimo de 5.5. Tolera acidez del suelo pero no alcalinidad (FAO, 1994). El pH apropiado es entre 5.5 y 6.5 (CRFG, 1997).
Salinidad/Sodicidad:	Es ligeramente tolerante a la salinidad (FAO, 1994). La macadamia no tolera un suelo o agua con altas concentraciones de sales (CRFG, 1997). Sin embargo, el rendimiento, diámetro de tronco y la composición mineral de los tejidos de macadamia no son afectados por concentraciones entre 500 y 1200 ppm de sal en el agua (Bittenbender y Hue, 1990).
Fertilidad y química del suelo:	Aplicar de 25 a 50 gramos de Nitrógeno por año por árbol. La fertilización con Potasio se recomienda en relación de 1:1 con nitrógeno hasta un quinto año y del sexto año en adelante la relación puede variar de 1.25 a 1.50:1. Se pueden aplicar 500 cm ³ de boro por tonel de 200 litros de agua. Al suelo se pueden agregar 3 gramos de Solubor o Borax por árbol. Hacer aplicaciones de zinc en forma foliar con una dosis de 500 cm ³ por tonel de agua. Las aplicaciones de calcio se deben hacer dependiendo de las condiciones de pH (ANACAFE, 2004). En el caso de plantaciones solas de macadamia es recomendable fertilizar a partir del sexto mes, la fórmula N-P-K: 10-10-10, en un total de 450 g planta ⁻¹ por año de edad, aplicados en 3-4 veces. Según experiencias la macadamia responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y si se aporta, hay que reducir los fertilizantes químicos (GEV, 2013).

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ambientes enriquecidos de CO₂:	La macadamia, así como en otras especies C ₃ que han crecido en un ambiente de CO ₂ enriquecido, radica más asimilados a las raíces, lo que resulta en un incremento del rendimiento y/o tamaño del fruto. El incremento del rendimiento está dado por el mejoramiento en la retención de frutos, así como en el aumento en el peso total del fruto a la cosecha (Schaffer <i>et al.</i> , 1999).
Resistencia a sequía:	Una vez que los árboles están bien establecidos, son capaces de sobrevivir considerables periodos de sequía, aunque no se podrían obtener buenas cosechas en árboles de macadamia plantados en áreas secas sin la ayuda del riego (Hamilton y Fukunaga, 1959). Las plantas de macadamia son reportadas como tolerantes al estrés por sequía, aunque nuevas plantaciones pueden requerir riego regular por 6 semanas hasta 6 meses o más hasta que las plantas se establezcan lo suficiente para ser tolerantes a la sequía (Knox, 2005).
Tolerancia a altas temperaturas:	<i>M. integrifolia</i> y <i>M. tetraphylla</i> que habitan los bosques de Australia en un rango de altitudes, pueden ser afectadas por temperaturas altas y patrones variables de lluvia. Entre los factores que serían afectados por el cambio climático están la fenología, el inicio de la floración y la maduración del fruto. Los inicios de la floración y maduración del fruto son determinados por parámetros climáticos, lo que permite predecir que elevadas temperaturas y reducida lluvia en tiempos específicos del año reducirán la capacidad reproductiva de poblaciones naturales de macadamia (Costello <i>et al.</i> , 2009).

6.2.5. Manzano

MANZANO



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Malus domestica</i> Borkh. <i>Malus pumila</i> Mill.
Nombres comunes:	Manzano, manzana.
Familia:	Rosaceae.
Origen:	Asia Occidental, Europa Oriental y Suroeste de Siberia (Westwood, 1978). Oeste de Asia (Santibáñez, 1994). El manzano cultivado proviene de especies silvestres ubicadas entre el sudoeste de Asia y el sureste de Europa, alrededor de los Montes Cárpatos, que dividen justamente estos dos continentes. El origen del manzano cultivado, <i>Malus x domestica</i> Borkh., es incierto. Se sabe que procede de <i>M. pumila</i> Mill, una especie de frutos pequeños que se encuentra en forma natural en el Este de Europa y al Oeste de Asia, puede haberse originado más directamente de <i>M. sieversii</i> , otra especie de las zonas montañosas de Asia Central. Formas silvestres de <i>M. sieversii</i> presentan muchos de los factores de tamaño, color, fragancia y sabor que se encuentran en diferentes cultivares del manzano cultivado (SINAVIMO, 2009).
Distribución:	30° a 65°LN y LS. Los países que ocupan los primeros puestos como productores son Rusia, Estados Unidos, China, Francia, Alemania e Italia. Aunque en menor proporción también prácticamente se produce en todos los países de zonas templadas (SINAVIMO, 2009).
Adaptación:	Regiones templadas y subtropicales de altura.

Ciclo de madurez: Perenne.
Tipo fotosintético: C₃.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud: En zonas subtropicales se requiere una altura mayor a 2000 m. En latitudes medias (30 a 60°) y altas (>60°) se puede producir en altitudes cercanas al nivel del mar. Para huertos comerciales se ha establecido un ámbito de altitud situado entre los 1,300 a 2,200 msnm, con la condición de que esos lugares tengan una época seca definida de unos cuatro meses de duración (DGIYEA, 1991).

Fotoperíodo: Se considera una planta de día neutro (FAO, 1994). Las plantas del manzano requieren de un fotoperíodo de día neutro (entre 10 y 14 horas de luz) (CIREN, 1989a).

Radiación (Luz): Abundante sol es importante en el desarrollo de las manzanas, ya que este factor es el responsable de una buena coloración (Teskey y Shoemaker, 1972). Días nublados durante la floración reducen el amarre de frutos (Doud y Ferree, 1980). Bajas intensidades luminosas producen abscisión de frutos (Kondo y Takahashi; citados por Santibáñez, 1994). Alta intensidad luminosa durante las últimas etapas de formación del fruto favorecen una buena coloración del fruto (Seelley *et al.*, 1980). Los frutos pueden resultar dañados a temperaturas superiores a 38°C, especialmente cuando se combinan con condiciones de estrés hídrico (Chandler, citado por Santibáñez, 1994). El método de manipulación de la luz o distribución dentro del dosel más comúnmente utilizado, es la poda de verano. Por otro lado, el sombreado de los árboles durante el desarrollo temprano del fruto suele reducir la carga del cultivo y el tamaño del fruto, lo cual ante una reducción significativa de estos dos factores termina por impactar negativamente en el rendimiento (Bound, 2005).

Temperatura: Esta especie es altamente tolerante al frío, sobre todo en la etapa de dormancia, ya que llega a resistir temperaturas de hasta -30 a -35°C. Sin embargo, después de la dormancia, esta tolerancia se reduce y sólo soporta temperaturas de hasta -5°C (Ketchie y Kammereck, 1987). El manzano tiene cultivares con un amplio rango de requerimiento de frío, desde 300 hasta 1000 horas frío. Algunos ejemplos son: Anna 300, Elah 450, Golden Delicious 800, Rome Beauty 1000. En México, puede cultivarse desde zonas costeras de Sonora hasta regiones templado-frías de Chihuahua (Díaz, 1987). Una vez terminado el letargo invernal y puesto en marcha el desarrollo, el manzano se va tornando más susceptible al efecto dañino de las bajas temperaturas; es así como temperaturas de -2 a -4°C pueden causar la muerte de flores (Pröebsting y Mills, 1978).

Durante la polinización la temperatura óptima es de 15 a 20°C. Temperaturas sobre 27°C y aquéllas inferiores a 4.4°C inhiben el crecimiento del tubo polínico (Santibáñez, 1994).

Altas temperaturas antes de la floración pueden tener un fuerte efecto adverso en la calidad de las flores y amarre de frutos, especialmente cuando el requerimiento de frío del manzano no fue completado (Jackson y Hammer; Beattie y Folley; citados por Santibáñez, 1994). Altas temperaturas nocturnas (16-25°C) suelen ser inductivas de la abscisión de frutos (Kondo y Takahashi, citados por Santibáñez, 1994). Durante el verano, las temperaturas óptimas para crecimiento van de 18 a 24°C (Yuste, 1997b). Sin embargo, en la etapa de desarrollo de frutos, temperaturas demasiado altas en el verano tienen un efecto negativo en el sabor del fruto, mientras que altas temperaturas nocturnas (>22°C) reducen fuertemente la coloración del fruto (Santibáñez, 1994). A este respecto, las temperaturas nocturnas más favorables para la coloración roja de la manzana son de 11-12°C (Blankenship, 1987).

El manzano requiere de 643 unidades frío con un índice de acumulación relativa de 0.478, aunque una acumulación menor de unidades frío de hasta 346 con un índice de acumulación relativa de 0.236 suele conducir a una reducción en la producción (Hernández *et al.*, 2006).

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. De acuerdo con Romanovskaja y Bakšiene (2009), actualmente los árboles de manzano manejados en Lituania inician su floración 4-5 días más temprano que el promedio de largo plazo, como resultado del calentamiento climático. El régimen termal de Abril influye fuertemente los cambios anuales en las fechas del inicio de la floración del manzano.

Precipitación (agua):

Se requieren más de 500 a 600 mm de precipitación bien distribuida en la estación de crecimiento (Teskey y Shoemaker, 1972).

Las lluvias intensas durante el amarre de fruto son perjudiciales (Awashi *et al.*; citados por Santibáñez, 1994).

Para una precipitación anual de 473 mm, el manzano requiere de una lámina de riego de 60.9 L ha⁻¹ con una duración de 2 horas para el humedecimiento de una franja de 40 cm de ancho y 30 cm de profundidad (Parra *et al.*, 2002). De acuerdo con Allen *et al.* (2006), para plantas con una altura promedio de 4 m, antes de perder la hoja, en huertos sin cobertura vegetal y con presencia de heladas, los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo, son 0.45, 0.95 y 0.7, respectivamente. En tanto que bajo las mismas condiciones pero sin presencia de heladas los Kc son 0.6, 0.95 y 0.75. Para el caso de huertas con cobertura vegetal y con presencia de heladas los Kc varían a valores de 0.5, 1.2 y 0.95 mientras que en huertas con cobertura vegetal y sin presencia de heladas, los Kc son 0.8, 1.2 y 0.85.

Humedad relativa: Alta humedad relativa combinada con precipitación durante la floración, afecta el amarre de frutos (Awashi *et al.*; citados por Santibáñez, 1994).

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo: Se prefieren suelos con una profundidad de 1.8 m o más (Teskey y Shoemaker, 1972).

Textura: Los terrenos ideales son los que tienen un suelo de textura migajonosa (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).

Drenaje: Huertas localizadas en laderas de montañas o colinas con una pendiente moderada, tienen las mejores condiciones, ya que en las partes bajas de los valles o en terrenos planos se pueden presentar daños por heladas (Teskey y Shoemaker, 1972).
El manzano en drenajes de suelo moderadamente bueno (sin nivel freático) o imperfectos (nivel freático a 110 cm) suele no presentar limitación en su producción. En un suelo con drenaje pobre (nivel freático a 50 cm), el manzano presenta una limitación severa, lo que significa que ni aún con fuertes medidas de manejo se logran resultados adecuados. Finalmente, un suelo con drenaje muy pobre (nivel freático a 25 cm) está totalmente excluido para la producción de manzano (CIREN, 1989a).

Exposición de terreno: La correcta orientación de hileras de huertos de manzano para variedades de cosecha temprana es 70° NO (febrero) y de cosecha tardía es 50° NO en Curicó, Chile, Hemisferio Sur (Valenzuela y Muñoz, 2011), por lo que para plantaciones en Hemisferio Norte estas indicaciones se pueden traducir en sus equivalentes 20° SE y 40° SE, respectivamente.

pH: El rango óptimo se ubica entre 6.5 y 6.8 (Teskey y Shoemaker, 1972).
El rango de pH apropiado para esta especie está entre 5.4 y 6.8, con un mínimo de tolerancia de 5.2 (Yuste, 1997b).
Su rango de pH está entre 4.5 y 8.2, con un óptimo alrededor de 6.2 (FAO, 1994).
El pH es crítico, si es mayor de 5.5, y el aluminio intercambiable mayor de 0.3 meq/100 ml de suelo; si esta condición se presenta, se deberá corregir mediante encalado (DGIYEA, 1991); el pH ideal está entre 6.0 y 7.0.

Salinidad/Sodicidad: El manzano presenta una baja tolerancia a la salinidad (Gostinçar, 1997). Se considera una especie muy sensible a la salinidad, ya que la planta se ve afectada a concentraciones inferiores a 0.5 g L⁻¹ de cloruro de sodio (Yuste, 1997b).

**Fertilidad y química
del suelo:**

La fertilización con Nitrógeno de hasta 100 kg ha^{-1} tiene un gran efecto en la calidad del fruto, sobre todo en el alargamiento del fruto. El incremento es proporcional a los niveles de Nitrógeno. Dosis moderadas equivalentes a 75 kg ha^{-1} de Nitrógeno más la adición de 50 kg ha^{-1} de Fósforo y 68 kg ha^{-1} de Potasio también tiene efectos positivos. El suministro de nutrientes incrementa el área vegetativa en adición a las partes generativas, en particular con puro Nitrógeno (Racskó *et al.*, 2005).

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

**Respuesta a ambientes
enriquecidos de CO_2 :**

El incremento de CO_2 de una concentración ambiente de $360 \mu\text{L L}^{-1}$ a $1000 \mu\text{L L}^{-1}$, aumenta significativamente el contenido de sorbitol y almidón, más no así el de sacarosa. Como resultado, las proporciones de almidón a sorbitol, y almidón a sacarosa (después de sujetar a las plantas de manzano al incremento de CO_2 durante 8 días), se incrementaron de 0.05 y 0.06 a 0.8 y 1.6, respectivamente. La proporción de sorbitol a sacarosa también incrementó de 1.3 a 2.2. El incremento de CO_2 incrementó la fotosíntesis y alteró la acumulación de carbohidratos en hojas maduras en favor de la acumulación de almidón y sorbitol sobre sacarosa (Pan *et al.*, 1998).

La concentración de CO_2 afecta significativamente las concentraciones de sorbitol, sacarosa y floridzina en hojas de manzano. La tendencia general es que en la medida en que se incrementa la concentración de CO_2 las concentraciones de sacarosa y floridzina aumentan, pero la concentración de sorbitol disminuye. Árboles de manzano expuestos a 700 y $1,400 \text{ Mmol mol}^{-1} \text{ CO}_2$ mostraron una disminución aproximada de 10 mg g^{-1} de sorbitol, lo cual coincide con un incremento proporcional de floridzina. La sacarosa muestra un incremento modesto cuando se expone a $1,400 \text{ Mmol mol}^{-1} \text{ CO}_2$ (Kelm *et al.*, 2005).

Captura de carbono:

Se estima que la fijación total del cultivo de manzano es de $21,8 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ (Bargalló *et al.*, 2013).

Respuesta a ozono:

La tasa de asimilación neta de CO_2 y la conductancia estomatal disminuyen linealmente con el incremento de la presión parcial del ozono (Retzlaff *et al.*, 1991).

Resistencia a sequía:

El estrés de sequía (régimen hídrico del 50% de la capacidad de campo) disminuye grandemente la altura de planta, diámetro basal, biomasa aérea, biomasa de la raíz, biomasa total, área foliar total, área foliar específica y el contenido relativo de agua de la hoja, pero incrementa el valor de la relación raíz-vástago. También, la tasa de fotosíntesis, la conductancia estomática y la eficiencia en el uso del agua son disminuidos cuando la planta de manzano se ve sometida a estrés por sequía (Liu *et al.*, 2012). Por otro lado, después de aproximadamente 37 días de reducido suministro de agua, suele haber reducciones significativas en la conductancia del vapor de agua a nivel foliar (g l^{-1}) y del potencial hídrico

**Tolerancia a altas
temperaturas:**

de la hoja (Ψ_L) del manzano cuando se le compara con el tratamiento control bien humedecido (Atkinson *et al.*, 2000).

Altas temperaturas ($\geq 30^\circ\text{C}$) durante el inicio de la etapa de botón floral en junio y $\geq 26^\circ\text{C}$ durante el desarrollo del botón floral en agosto, están asociadas con una producción pobre al año siguiente. Bajas temperaturas con un rango de valor crítico de entre -7°C hasta -29°C durante noviembre, diciembre y febrero son el principal factor climático limitante de la producción de manzana. Temperaturas diarias $\geq 5^\circ\text{C}$ durante enero también afectan adversamente la producción de manzana, porque probablemente el tiempo caliente conduce a la desaclimatación del árbol. El clima caliente y seco durante agosto del año de la cosecha ($\geq 33^\circ\text{C}$ y $< 2\text{ mm}$) tiene un impacto negativo en la producción de manzana a causa de la pérdida en la fotosíntesis neta (Caprio y Quamme, 1999).

6.2.6. Melocotón

DURAZNO



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.
Nombres comunes:	Durazno, melocotón.
Familia:	Rosaceae.
Origen:	China (Childers, 1978).
Distribución:	25° a 45°LN y LS (Childers, 1978). 45° LN a 40°LS (Benacchio, 1982).
Adaptación:	Zonas templadas, aunque se ha visto que logra aclimatarse en otras regiones como las subtropicales (González, 1984).
Ciclo de madurez:	Perenne.
Tipo fotosintético:	C ₃ .

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	1600 a 2700 m; aunque en ciertas áreas se cultiva a 1000 m (Benacchio, 1982). En regiones subtropicales el durazno se localiza entre 1400 y 2500 msnm, con un mayor número de plantaciones localizadas entre los 1900 y 2350 m (Coria <i>et al.</i> , 2005).
Fotoperíodo:	Se considera una planta de día neutro (FAO, 1994). El duraznero es una planta de día neutro (entre 10 y 14 horas luz) (CF, 2008).

Radiación (luz):

Aunque una alta insolación favorece la maduración y calidad de los frutos, en el periodo de inducción floral y pre-floración, una atmósfera nublada y brumosa es favorable, porque reduce los requerimientos de frío (Benacchio, 1982). La exposición a la luz incrementa tanto el número de brotes como el peso seco por brote (Gordon *et al.*, 2006).

Temperatura:

Es una de las especies de clima templado más susceptibles al daño de las heladas invernales. Las regiones donde las temperaturas mínimas de -28 a -30°C son comunes, no son aptas para este cultivo. La lenta o insuficiente acumulación de frío, que impide la rápida brotación del duraznero, puede ser una situación benéfica para el escape de heladas primaverales tardías (Santibáñez, 1994).

La temperatura base para la etapa de desarrollo del fruto está entre 2.5 y 4.5°C (Muñoz *et al.*, 1986).

Aplicaciones de Ethephon en otoño retrasan la floración en primavera e incrementan la resistencia de los botones en dormancia al daño por heladas (Gianfagna *et al.*; citados por Santibáñez, 1994).

Después de la polinización, temperaturas entre -1 y -1.5°C pueden dañar el primordio de la semilla y, a temperaturas de entre -3 y -4.5°C , más del 75% de los pequeños frutos pueden morir (Ryabova; citado por Santibáñez, 1994).

Requiere de 400 a 1000 horas frío (Westwood, 1978).

Existen cultivares de bajo requerimiento de frío (<400 HF), de mediano requerimiento (400-650 HF) y alto requerimiento de frío (>750 HF). Ejemplos de estos tres grupos son: Tetela (20 HF), Flordaprince (150 HF) y Desert Gold (350 HF) para el primero; Criollo Bajío (500 HF), Río Grande (450 HF) y Spring Time (650 HF) para el segundo grupo y, Elberta (850 HF), Red Haven (850 HF) y Baby Gold (800 HF) para el tercer grupo (Díaz, 1987).

En cuanto a requerimientos de frío de genotipos criollos mexicanos, los criollos de Zacatecas requieren de 250 a 650 HF, los criollos de Aguascalientes de 250 a 450 HF, los de Guanajuato y Michoacán de 150 a 450 HF, los de Morelos y Estado de México de 150 a 450 HF, los de Puebla y Veracruz de 100 a 600 HF, los de Oaxaca de 250 a 450 HF y los de Chiapas de 150 a 450 HF (Pérez, 1995).

El durazno criollo cultivado bajo condiciones de temporal en el estado de Zacatecas, México, requiere en promedio 550 unidades frío (UF; Método de Richardson). Con base en este parámetro (UF) y el cociente precipitación/evaporación (PE), el rendimiento (R) de este durazno criollo puede ser estimado mediante la ecuación:

$$R = -11.34 + 0.038UF + 0.02PE - 0.000024UF^2 - 0.000085PE*UF - 0.000012PE^2$$
 (Rumayor *et al.*, 1998).

Warner (1998) reporta un requerimiento de frío para el durazno de 300 a 1200 UF, con base en 69 colectas de esta especie. Temperaturas de 18°C en adelante durante el periodo de reposo invernal, contribuyen a la desacumulación de frío, retrasando así la terminación de dicho periodo y la brotación en primavera (Erez *et al.*, 1979).

	<p>Las temperaturas óptimas durante el periodo estival van de 22 a 26°C (Yuste, 1997b).</p> <p>Antes de entrar en dormancia, la madera del árbol sufre daños a partir de los -17°; mientras que ya en dormancia la madera se daña a -26°C (Ashworth <i>et al.</i>, 1983).</p> <p>La temperatura base y el requerimiento térmico para desarrollo de fruto, es decir, para la etapa fin de floración-cosecha comercial, son 2.5 a 4.4°C y 1028 a 1432 grados-día, respectivamente (Muñoz <i>et al.</i>, 1986).</p> <p>En el estado de Michoacán, la zona productora de durazno tiene una temperatura media anual que oscila entre 12 y 22°C, con la mayor concentración de huertas en el estrato de 14 a 16°C, siguiéndole los estratos de 16 a 18 y 18 a 20°C (Coria <i>et al.</i>, 2005).</p>
Precipitación (agua):	<p>Aunque se cultiva mayormente bajo riego, existen zonas productoras bajo condiciones de temporal (Rumayor <i>et al.</i>, 1998).</p> <p>Requiere de 1200 a 1800 mm anuales para la obtención de altos rendimientos (Benacchio, 1982).</p> <p>De acuerdo con Allen <i>et al.</i> (2006), para plantas con una altura promedio de 3 m, antes de perder la hoja, en huertos sin cobertura vegetal y con presencia de heladas, los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo, son 0.45, 0.9 y 0.65, respectivamente. En tanto que bajo las mismas condiciones pero sin presencia de heladas los Kc son 0.55, 0.9 y 0.65. Para el caso de huertas con cobertura vegetal y con presencia de heladas los Kc varían a valores de 0.5, 1.15 y 0.9, mientras que en huertas con cobertura vegetal y sin presencia de heladas, los Kc son 0.8, 1.15 y 0.85.</p>
Humedad relativa:	<p>Una humedad atmosférica alta disminuye los requerimientos de frío (Benacchio, 1982).</p>
	<p>REQUERIMIENTOS EDÁFICOS</p>
Profundidad de suelo:	<p>Requiere suelos profundos (Teskey y Shoemaker, 1972), mayores a 1.8 m de espesor.</p> <p>La planta de durazno requiere de suelos profundos (CF, 2008).</p>
Textura:	<p>Son favorables suelos francos, franco-arenosos, franco-arcillosos (Zegbe <i>et al.</i>, 1988).</p> <p>Desarrolla en suelos con textura de ligera a media (FAO, 1994).</p> <p>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).</p>

Drenaje:	<p>Huertas localizadas en laderas de montañas o colinas con una pendiente moderada, tienen las mejores condiciones, ya que en las partes bajas de los valles o en terrenos planos se pueden presentar daños por heladas (Teskey y Shoemaker, 1972).</p> <p>Son recomendables los sitios con buen drenaje de aire (Childers, 1978). El duraznero debe estar libre de problemas de drenaje de suelo, tanto superficial como internamente. La humedad excesiva del suelo limita severamente el cultivo, aunque sea por un periodo corto de tiempo (CF, 2008).</p>
Exposición de terreno:	<p>Se recomienda instalar las líneas de árboles con una orientación de Norte a Sur, para que las hojas y los frutos tengan una buena insolación. La pendiente recomendable en huertas es de 0-27% (Coria <i>et al.</i>, 2005).</p>
pH:	<p>4.5 a 7.5, desarrollando mejor en el rango de 6.5 a 7.5. No tolera alcalinidad (Benacchio, 1982).</p> <p>Su rango de pH es 4.5 a 8.3, con un óptimo de 6.3 (FAO, 1994).</p> <p>El duraznero prospera en pH de 6.0 a 7.5, aunque en Zacatecas los árboles de durazno han sido localizados en suelos con pH de entre 5.6 y 7.9 (Zegbe <i>et al.</i>, 2005).</p>
Salinidad/Sodicidad:	<p>No tolera salinidad, ya que se ve afectado aún a concentraciones menores a 0.5 g l⁻¹ de NaCl (Yuste, 1997b).</p> <p>Se considera ligeramente tolerante a la salinidad (FAO, 1994).</p> <p>Para que el rendimiento del durazno no se afecte, la máxima conductividad eléctrica del suelo deberá ser de 1.7 dS m⁻¹; en tanto, que si su valor es de 2.2, 2.9, 4.1 o 6.5 dS m⁻¹, el rendimiento se reduce en un 10, 25, 50 y 100% (Ayers y Westcot, 1985).</p>
Fertilidad y química del suelo:	<p>En el primer año, aplicar 50 gramos de Nitrógeno árbol⁻¹ año⁻¹ al momento de la plantación, otra cantidad igual dos meses después y otros 50 gramos tres meses después de la plantación. Al segundo año, aplicar una mezcla por árbol por año de 75 g de Nitrógeno, 23 g de Fósforo (P₂O₅) y 25 g de Potasio (K₂O) en aplicaciones bimestrales a través de todo el año, empezando al inicio de la brotación en el mes de febrero. En el tercer año, aplicar la mezcla árbol⁻¹ año⁻¹ de 100 g de N, 46 g de P₂O₅ y 50 g de K₂O antes de la floración, repitiendo la aplicación a la caída de los pétalos y después de la cosecha. En el cuarto año, aplicar la mezcla árbol⁻¹ año⁻¹ de 150 g de N, 69 g de P₂O₅ y 100 g de K₂O. En el quinto año, aplicar 175 g de N, 69 g de P₂O₅ y 150 g de K₂O. Para árboles de seis años o mayores, aplicar 200 g de N, 69 g de P₂O₅ y 200 g de K₂O. Las fórmulas recomendadas después del cuarto año, deben aplicarse en las mismas épocas sugeridas a árboles de tres años. Una vez iniciada la producción de fruta, se recomienda realizar tres aplicaciones: la primera con todo el P₂O₅, todo el K₂O y un tercio del N un mes antes de la floración, la segunda con otro tercio del N al término de la caída de los pétalos y la última aplicación con el resto del N al término de la cosecha (Pérez, 1990; Mendoza y Larios, 1993).</p>

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ambientes enriquecidos de CO₂:	<p>La producción de durazno probablemente se incrementará a medida en que la concentración de CO₂ en la atmósfera siga aumentando (Centritto <i>et al.</i>, 2002).</p> <p>Plántulas de durazno a 700 ppm de CO₂ generaron 33% más materia seca que plántulas a 350 ppm; lo anterior debido principalmente a la producción de plántulas más altas. La conductancia estomática no es afectada por el CO₂ elevado ni en condiciones de buena irrigación ni con pobre suministro de agua; como consecuencia de esto y en combinación con un incremento de la tasa de asimilación de CO₂, se produjeron grandes incrementos en la tasa intrínseca de eficiencia en el uso del agua (Centritto, 2002).</p>
Captura de carbono:	<p>La cantidad total de carbono por árbol es de 13,574 g, en donde el fruto con 3,833 g, raíz con 4,721 g, hojas con 2,209 g, tronco con 1,782 g y ramas con 1,029 g, representan las partes de la planta con las mayores cantidades de carbono. La cantidad total de CO₂ capturada por árbol es de 49,771 g (Mota <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>En árboles de un año, el carbono fijado es primeramente acumulado en las estructuras permanentes de la biomasa aérea, como las ramas y el tronco y considerablemente menos en el sistema radical. El carbono acumulado en ramas, tronco, muñones y raíces de árboles de durazno, se incrementa cada año con porcentajes promedio de 61.3 y 63.7% del total de CO₂ fijado. El carbón fijado en hojas de árboles jóvenes y maduros suele ser removido y colocado en el suelo de la huerta contribuyendo a la producción de humus. Ejemplificando el comportamiento del carbono en el suelo está el coeficiente de mineralización, el cual es de 0.024 por año y la cantidad de CO₂ liberado por la mineralización del SOC (carbono orgánico del suelo) es de 1.57 t ha⁻¹año⁻¹ (Sofó <i>et al.</i>, 2005).</p> <p>Tiene potencial para secuestrar carbono (COLPOS, 2013).</p>
Respuesta a ozono:	<p>De acuerdo con la respuesta observada en la tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomatal y tasa de crecimiento relativo, el durazno no es afectado por incrementos en la presión parcial del O₃ (Retzlaff, 1991).</p> <p>El O₃ no funciona para prevenir el decaimiento en duraznos (Palou <i>et al.</i>, 2002).</p>
Resistencia a sequía:	<p>El estrés hídrico induce reducciones en el peso fresco del fruto del durazno. El peso seco de fruto no es reducido por estrés hídrico en árboles que tienen de ligera a moderada carga de frutos. Los árboles en estrés hídrico con carga abundante de frutos, reducen significativamente el peso seco de fruto debido a limitaciones en la fuente de carbohidratos, resultantes de largas demandas de carbono y limitaciones por estrés hídrico en fotosíntesis (Berman y De-Jong, 1996).</p> <p>La sequía disminuye la fotosíntesis en durazno (Kramer, 1983).</p>



**Tolerancia a altas
temperaturas:**

Existe la posibilidad de que las necesidades hídricas del durazno se incrementen con el cambio climático, particularmente se tendría mayor déficit de agua en algunos meses y en otros pudieran presentarse excesos (Rumayor *et al.*, 2009).

Para dar calidad al fruto, la planta de durazno requiere de abundante luz, aunque el tronco y las ramas son afectadas por una excesiva insolación, por lo que se recomienda blanquearlas y/o realizar una poda adecuada (SDARH, 2008). El incremento de la temperatura y descenso en la humedad relativa, durante la etapa de polinización y fertilización, pueden afectar negativamente el amarre o cuajado del fruto (Rumayor *et al.*, 2009).

6.2.7. Nogal pecanero

NOGAL



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Carya illinoensis</i> Koch.
Nombres comunes:	Nogal pecanero, nogal, nogal nuez encarcelada.
Familia:	Juglandaceae.
Origen:	Norte de México y Sureste de los Estados Unidos de Norteamérica (Medina y Cano, 1994). En el estado de Coahuila el nogal es de gran relevancia, ya que la región norte del Estado forma parte del centro de origen de esta especie (Orona <i>et al.</i> , 2007).
Distribución:	10° a 50°LN (Luna, 1979). Las plantaciones comerciales de este frutal se extienden en los Estados Unidos desde el suroeste de Ohio hasta Kentucky y Alabama, mientras en México se distribuyen principalmente en el noreste, extendiéndose hacia el centro y sur del país, siendo los principales estados productores de nuez: Chihuahua, Coahuila, Durango, Sonora, Hidalgo y Nuevo León (Orona <i>et al.</i> , 2007).
Adaptación:	Regiones templadas y subtropicales con invierno definido.
Ciclo de madurez:	Perenne. El desarrollo de la nuez empieza con la polinización y puede ser dividido en dos fases a través de la temporada de crecimiento. La fase I ocurre desde la polinización (a principios o mediados de Mayo, en el Hemisferio Norte) hasta el endurecimiento de la cáscara (o hasta el fin del estado de agua). El pecano completa el dimensionado de la nuez en esta fase. El fin de la fase de agua puede ocurrir a mediados o finales de Agosto. La fase II ocurre desde el endurecimiento de la cáscara hasta la división de la cáscara. La almendra se desarrolla y se llena durante esta fase, terminando cuando la cáscara se divide a lo largo de las suturas (Herrera y Byford, 2005a).

Una nuez se considera madura cuando el ruezno se parte a lo largo de sus cuatro suturas, exponiendo la nuez. La apertura del ruezno favorece su secado y el de la nuez, disminuyendo el contenido de humedad de un 30 a un 12 % al momento de la cosecha. Esto comúnmente ocurre después de la primera helada en algunas regiones. La liberación de la nuez del ruezno depende de la cantidad de humedad del ruezno y de la forma de la nuez (entre más seco el ruezno y más redonda la nuez es mayor la liberación) (González *et al.*, 2010).

Tipo fotosintético: Planta perenne con fotosíntesis del tipo C₃ (González *et al.*, 2010).

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud: Más de 2000 m en zonas subtropicales.

Fotoperíodo: Existen cultivares tanto de día largo como de día corto (FAO, 1994). Existen variedades de día corto y día largo (González *et al.*, 2010), aunque también hay variedades de día neutro, es decir, su requerimiento de horas-luz se encuentra entre 10 y 14 horas (Villaseca, 2007).

Radiación (Luz): Prospera en zonas soleadas o con insolación moderada.

Temperatura: Requiere de 150 a 230 días libres de heladas según sea la variedad. Se comporta adecuadamente donde la media de temperatura de verano es de 25°C, sin variación amplia entre el día y la noche. El cultivar Western requiere entre 400 y 600 unidades frío (punto crítico 7°C) y entre 4318 y 4746 unidades calor calculadas sobre una temperatura base de 4.4°C (Medina y Cano, 1994). La temperatura media en el periodo estival va de 20 a 22°C (Yuste, 1997b). Los árboles nativos de América del Norte tienen un requerimiento medio de frío menor de 500 HF, con diferencia entre cultivares. Algunos cultivares y sus respectivos requerimientos de horas frío son: Desirable 400, Western 400, Wichita 400 (Díaz, 1987). El requerimiento de horas frío (T<7.2°C) para los cultivares Desirable, Mahan y Stuart es 500, 500 y 600 HF, respectivamente (McEachern *et al.*, 1978). El frío en una región determinada, no la hace excluyente al cultivo del nogal, pero sí la falta de calor durante el verano (Luna, 1979). Su rango térmico para crecimiento es de 12 a 35°C, con un óptimo de 27°C (FAO, 1994). El rango térmico para crecimiento del nogal es de 12 a 35°C con un óptimo de 27°C. 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). Se considera de resistencia intermedia a la sequía, pero se recomienda la aplicación de riegos de apoyo (Yuste, 1997b). Para que su cultivo sea posible necesita un promedio de 60-90 días de lluvia al año con precipitaciones entre 600 y 700 mm, siendo el óptimo de 1,000-1,200 mm para explotaciones intensivas (González *et al.*, 2010). Si la pluviometría es insuficiente o está irregularmente repartida, habrá que recurrir al riego para conseguir un desarrollo normal de los árboles y una buena producción de nuez. De acuerdo con Allen *et al.* (2006), los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo en plantas de que llegan a alcanzar una altura de 4 a 5 m, son 0.5, 1.10 y 0.65, respectivamente.
- Humedad relativa:** Prefiere atmósferas moderadamente secas. Cuando la humedad relativa es alta, limita la polinización efectiva debido a que las anteras no abren para liberar el polen; además ésta promueve el desarrollo de enfermedades fungosas que atacan al follaje (Medina y Cano, 1994). La humedad relativa debe permanecer en un rango de 60-65% (González *et al.*, 2010).

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). La tabla del agua debe estar a 3 m por debajo de la superficie ya que el crecimiento de las raíces depende de la profundidad de la estática tabla de agua (Herrero, 1999).
- 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).
- Drenaje:** Requiere suelos con buen drenaje (FAO, 1994). El nogal requiere de suelos con condiciones de buen drenaje. Una buena aireación en la zona radical, lo determina un subsuelo permeable, como los formados por caliza fisurada, cantos rodados, etc. (González *et al.*, 2010).
- pH:** Prospera en un rango de pH de 5.0 a 8.2, siendo el óptimo 6.5 (FAO, 1994). pH debe estar entre 6.5 y 8.0 (González *et al.*, 2010).

Salinidad/Sodicidad:	Es ligeramente tolerante a la salinidad (FAO, 1994). El contenido de sodio intercambiable superior a 3% tiene un efecto negativo en el área transversal del tronco y en el rendimiento de nuez por árbol, aunque tiende a estabilizar la producción y a reducir la alternancia del nogal. La conductividad eléctrica mayor a 3 dS m^{-1} se asocia con menor área transversal del tronco y menor rendimiento de nuez por árbol (Santamaría <i>et al.</i> , 2002).
Fertilidad y química del suelo:	<p>Nitrógeno: Árboles jóvenes: Aplicar 0.45 kg de sulfato de amonio por árbol en árboles con rápido crecimiento durante junio. No aplicar si los árboles no están en rápido crecimiento. Aplicar de 0.450 a 0.680 kg de sulfato de amonio a principios de marzo y finales de junio durante el segundo año si los árboles tienen rápido crecimiento. Disminuir la dosis a 1/3 si los árboles están creciendo lentamente. Desde el tercer año, la dosis puede incrementarse a 0.900 kg por aplicación para un total de 1.8 kg por año por árbol. En suelos arenosos, la dosis recomendada puede ser dividida en tercios y aplicada en marzo, abril y junio.</p> <p>Árboles maduros: Aplicar 168-224 kg ha^{-1} de Nitrógeno anualmente. Una recomendación general para las aplicaciones de Nitrógeno durante el año es aplicar la mitad de la dosis recomendada en abril (112 kg ha^{-1}) y para la segunda aplicación incorporar 2.25 kilogramos por cada 45 kilogramos de nuez esperada (45 kg de Nitrógeno por 900 kg de cultivo potencial).</p> <p>Zinc Mezclar de 0.9 a 1.35 kg de Sulfato de Zinc (36%) con 400 litros de agua (debe mezclarse hasta obtener una suspensión en un envase de 20 litros antes de vaciarlo a la aspersora). Agregar 1.5 litros de la formulación de Urea (32% Nitrógeno líquido), ya que ayuda a la absorción del Zinc por el tejido de la hoja. Para la formulación líquida de Zinc y Nitrógeno, mezclar 1.5 litros en 400 litros de agua.</p> <p>Hierro. Los quelatos de hierro deberán de usarse si aparece amarillamiento o clorosis de las hojas. Los sulfatos de Hierro pueden asperjarse si el Sulfato de Zinc está siendo aplicado.</p> <p>Fósforo. Se recomienda incorporar al suelo de 45 a 68 kg de Fósforo antes de plantar la huerta. Aplicaciones de 110 kg de MAP por hectárea en años alternos también podrían ayudar al crecimiento del árbol (Herrera y Byford, 2005b).</p>

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Captura de carbono:	La tasa de asimilación neta de CO_2 de las hojas de nogal es de $15.9 \text{ Mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Anderson, 1989).
----------------------------	--



Resistencia a sequía:

Frutos de nogal sometidos a intervalos de riego de cada 21 y 28 días, en comparación con aquellos frutos que son sometidos a riegos cada 14 días, mantienen una baja condición hídrica, lo que genera una menor capacidad de crecimiento de la almendra, menor velocidad de acumulación de peso seco y bajos porcentajes de almendra. La baja disponibilidad de agua en el suelo generada por los riegos aplicados cada 21 y 28 días, desacelera la apertura del ruezno y aumenta significativamente el porcentaje de nueces germinadas (Godoy *et al.*, 2005).

Tolerancia a altas temperaturas:

La planta de nogal prospera en temperaturas medias de verano tan altas como los 27°C, con extremas de 41 hasta 46°C.

6.2.8. Pera

PERA



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Pyrus communis</i> L.
Nombres comunes:	Pera, peral.
Familia:	Rosaceae.
Origen:	Sureste de Europa (Westwood, 1978). Oeste de Asia, alrededor del Mar Caspio (Santibáñez, 1994).
Distribución:	30° a 55° LN y LS. China y la Unión Europea son los principales productores.
Adaptación:	Regiones templadas y frías.
Ciclo de madurez:	Perenne.
Tipo fotosintético:	C ₃ .

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	Más de 2000 m en los subtrópicos.
-----------------	-----------------------------------

Fotoperíodo:	Se considera una planta de día neutro (FAO, 1994). La suspensión del crecimiento y la inducción al letargo en pera no son influidos por el fotoperíodo, mientras que la baja temperatura (<12°C) induce ambos procesos independientemente de las condiciones fotoperiódicas. Es importante mencionar que en temperaturas arriba de 9°C, la longitud de entrenudos fue estimulada significativamente por fotoperíodos largos, los cuales correspondieron a tratamientos de 24 horas-luz (Heide y Presturd, 2005).
Radiación (Luz):	Requiere de moderada a alta insolación. Los días nublados favorecen la presencia de enfermedades.
Temperatura:	<p>Temperaturas por arriba de 27°C reducen el rendimiento del peral, acentuándose significativamente este daño a 32°C. Si este tipo de temperaturas ocurren de 1 a 5 días después de que se completa la floración, la pérdida en rendimiento es lo mayor posible (Lambert y Linck, 1958).</p> <p>Del mismo lugar de origen que la manzana, la pera posee una fisiología similar a este otro frutal. Las zonas óptimas para peral tienen veranos ligeramente más cálidos e inviernos un poco menos intensos que los de las zonas para manzano. En general, los requerimientos de frío de esta especie se consideran altos, entre 450 y 900 HF, según Díaz (1987) y entre 600 y 1500, según Yuste (1997b), pero en términos promedio ligeramente inferiores a los cultivares de manzano (Santibáñez, 1994). Algunos cultivares y sus requerimientos de frío son: Kieffer 500, Pineapple 500, Seckel 850 y Bartlett 900 (Díaz, 1987). Temperaturas entre -3 y -5°C eliminan más del 50% de flores o frutos pequeños. (Chandler, citado por Santibáñez, 1994). La temperatura media óptima durante el periodo estival va de 20 a 25°C (Yuste, 1997b). Altas temperaturas durante el verano (>38°C) incrementan el sabor en las variedades Bartlett, mientras que las variedades Bosc ganan sabor en veranos más frescos (Chandler, citado por Santibáñez, 1994). Noches frescas (T<10°C) en las semanas previas a la cosecha, inducen la maduración prematura en las variedades William, disminuyendo la calidad del fruto (Childers, citado por Santibáñez, 1994). El clima más adecuado para el crecimiento del peral está caracterizado por inviernos con suficiente frío invernal, pocas heladas tardías y primaveras y veranos soleados con temperaturas no muy elevadas. Florece a 7°C y resiste temperaturas de -18°C a -20°C y hasta -40°C en pleno reposo invernal. Prefiere las situaciones aireadas de las grandes llanuras. Los perales requieren cerca de 900 a 1000 horas de frío, por debajo de 7.2°C durante el invierno para salir de su reposo (ITESCAM, 2013).</p>

- Precipitación (agua):** Se considera una especie sensible a la sequía, por lo que precisa del riego para su cultivo (Yuste, 1997b). La mayoría de las plantaciones de perales están en regadío. El peral necesita para su buen desarrollo y producción una cantidad de 700 a 800 mm de agua, especialmente sin déficit en los meses de verano, previos a la recolección, suministrados por la lluvia o por riego (ITESCAM, 2013). De acuerdo con Allen *et al.* (2006), para plantas con una altura promedio de 4 m, antes de perder la hoja, en huertos sin cobertura vegetal y con presencia de heladas, los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo, son 0.45, 0.95 y 0.7, respectivamente. En tanto que bajo las mismas condiciones pero sin presencia de heladas los Kc son 0.6, 0.95 y 0.75. Para el caso de huertas con cobertura vegetal y con presencia de heladas, los Kc varían a valores de 0.5, 1.2 y 0.95 mientras que en huertas con cobertura vegetal y sin presencia de heladas, los Kc son 0.8, 1.2 y 0.85.
- Humedad relativa:** Requiere condiciones medias de humedad ambiental.

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

- Profundidad de suelo:** Requiere suelos profundos, aunque este requerimiento puede variar dependiendo del portainjerto que se utilice (Yuste, 1997b). La profundidad de suelo debe ser de 1.8 m o más (Teskey y Shoemaker, 1972). Los árboles y arbustos generalmente crecen mejor en suelos profundos, aireados, arenosos, bien drenados o francos de aluvi6n. Los árboles necesitan suelos profundos (con una profundidad entre 1 a 2 metros), y no se desarrollan en suelos con capas freáticas altas (CF, 2008).
- Textura:** Prefiere suelos de textura media, aunque puede desarrollarse en suelos de textura con tendencia arcillosa (Yuste, 1997b). Prefiere los suelos limosos con buen drenaje (Teskey y Shoemaker, 1972). Es un frutal exigente en suelo. Sólo prospera bien en las tierras limosas y silíceo-arcillosas, sanas y permeables. El exceso de cal activa le predispone a la clorosis si se injerta sobre membrillero, no aguantando más del 8-10 %; sobre suelo franco resiste hasta el 20-25 %, pero es preferible que no llegue a estos límites.
- Drenaje:** Huertas localizadas en laderas de montañas o colinas con una pendiente moderada, tienen las mejores condiciones, ya que en las partes bajas de los valles o en terrenos planos se pueden presentar daños por heladas (Teskey y Shoemaker, 1972).

pH:	Desarrolla adecuadamente en un rango de pH que va de 5.8 a 7.1, con un mínimo de tolerancia de 5.6 (Yuste, 1997b). El mejor rango de pH es 5.5 a 6.5 pero en algunas circunstancias puede crecer en rangos de pH entre 4.5 y 8.0 (Golcher, 2008).
Salinidad/Sodicidad:	Es una especie que presenta baja tolerancia a la salinidad (Gostinçar, 1997). Sufre daños a concentraciones menores a 0.5 g L ⁻¹ de NaCl (Yuste, 1997b). No tolera suelos calichosos (Yuste, 1997b). Los árboles de pera pueden tolerar una sodicidad (pH ₂) de entre 8.2 y 9.0 localizada a una profundidad del suelo de 0-1.2 m (Singh y Dagar, 2009).
Fertilidad y química del suelo:	<p>Chávez y Arata (2009) recomiendan la siguiente dosis de fertilizantes:</p> <p>Estiércol: 50 kg. Nitrógeno, en la forma de Nitrato de Amonio: 1.0 kg. Fósforo y Amonio, en la forma de Fosfato diamónico: 1.0 kg. Potasio, en forma de Sulfato de Potasio: 750 g. Boro: 200 g.</p> <p>Las experiencias prácticas señalan que es mejor aplicar los fertilizantes en dos momentos para que las plantas los aprovechen mejor. El primer momento se da entre los meses de julio y agosto, cuando la planta está en pleno agoste y antes de realizar el primer riego de la campaña. Es en este momento cuando se aplica todo el estiércol (50 kg); el Fosfato diamónico (1 kg) y el boro (200 g), y la mitad de la dosis de Nitrato de Amonio (0.5 kg) y el Sulfato de Potasio (375 g). El segundo abonamiento se realiza entre octubre y noviembre, y se aplica la mitad restante de la dosis de Nitrato de Amonio (0.5 kg) y de Sulfato de Potasio (375 g) en forma localizada.</p> <p>También sugieren los siguientes complementos foliares:</p> <p>Nitrato de Calcio, a razón de 700 g por cilindro de 200 litros de agua. Boro foliar a razón de 400 g por cilindro de 200 litros de agua. Nitrato de Potasio cristalizado a razón de 2 Kg por cilindro de 200 l agua. Calcio y Boro (Sett fix) a razón de 2 l por cilindro de 200 l de agua. Bioestimulante (Packard), a razón de 500 ml por cilindro de 200 l agua. Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Poly-feed 20-20-20), a razón de 1 kg por cilindro de 200 litros de agua.</p> <p>Para preparar los caldos a usar en las aplicaciones foliares, se recomienda agregar un adherente y regulador de pH, para cuando el agua de riego sea alcalina o “dura”, con altos porcentajes de calcáreos que precipitan los nutrientes. Se recomienda aplicar los productos por vía foliar, muy temprano por las mañanas o a partir de las 4 de la tarde, para evitar los vientos y sobre todo para que los estomas de las hojas de la plantas estén abiertos y puedan captar los nutrientes.</p>

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ambientes enriquecidos de CO₂:

La exposición del fruto de la pera hecha a través de discos de 8 mm de diámetro y 10 mm de grueso a un aire enriquecido con 5 a 20% de CO₂ por 10 días en 20°C hizo que exhibieran menores tasa de producción de etileno, menores actividades del ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) sintasa y de la ACC oxidasa (enzima formadora del etileno) y permanecieron más verdes que los discos almacenados en aire. La actividad de la ACC oxidasa y la tasa de producción de etileno se incrementan en tejidos de fruta expuesta a aire + 1% de CO₂. Dependiendo de su concentración dentro del tejido del fruto, el CO₂ puede estimular o inhibir la actividad de la ACC oxidasa y consecuentemente la tasa de producción de etileno. En concentraciones arriba de 1%, el CO₂ retarda la acción del etileno (Chávez y Kader, 1993). Por otro lado, el efecto inhibitorio del CO₂ en la producción de etileno no opera vía el sitio de enlace de la proteína de enlace del etileno. La producción de etileno de peras frescas no fue afectada o inhibida por CO₂, lo cual apunta a diferentes sitios de acción de la molécula. En peras climatéricas, donde la producción de etileno fue fuertemente inhibida por 1-MCP, esta producción fue capaz de ser inhibida por un rango de presiones parciales de CO₂ hasta un grado similar a las peras sin tratar (de Wild *et al.*, 2003).

Captura de carbono:

Los suelos son la tercera fuente más grande de carbono detrás de las reservas oceánicas y carbón fósil. El carbón del suelo suele agotarse como resultado de las prácticas agrícolas convencionales, cambios en el uso del suelo y la reforestación. Cuando el carbono del suelo se incrementa, otros cambios en las propiedades del suelo suelen ocurrir, tales como reducción en la densidad aparente e incremento en la capacidad de retención de humedad. En huertas de pera se ha determinado una cantidad aproximada de entre 31.85 y 34.8 toneladas de carbono por hectárea almacenado en el suelo, la cual puede ser incrementada entre 42.2 y 103.5 t ha⁻¹ en función del uso de compostas y biosólidos, por lo que la adición de orgánicos a los suelos resulta en un amplio rango de beneficios para las plantas, así como una forma efectiva de secuestrar carbono (Brown *et al.*, 2010).

Respuesta a ozono:

La tasa de asimilación neta de CO₂ disminuye linealmente con el incremento de la presión parcial del ozono (Retzlaff *et al.*, 1991).

Resistencia a sequía:

Se considera una especie sensible a la sequía (Yuste, 1997b). La escasez de agua en huertos frutales usualmente ocurre durante el pico de la temporada de calor, la cual es antes de que los frutos hayan alcanzado el tamaño comercial. Cuando la sobrevivencia de la planta o el rendimiento son amenazados por una severa escasez de agua, el éxito del cultivo puede depender de la habilidad para ajustar prácticas comerciales. Los efectos de la mitigación del estrés hídrico derivado del aclareo de frutos incrementa la masa seca de fruto. El bene-

**Tolerancia a altas
temperaturas:**

ficio del aclareo en el crecimiento del fruto no está solamente relacionado a la reducción de la competencia entre frutos por los fotoasimilados, sino también a un mejoramiento asociado al estrés hídrico del árbol, el cual tiene una influencia en el crecimiento del fruto (Marsal *et al.*, 2008).

Los árboles de pera pueden sobrevivir a ambientes sin riego y con una precipitación tan baja como 86 mm durante la estación de crecimiento. Sin embargo, bajo estas condiciones la floración se reduce y la mayor parte de los brotes apicales mueren (Proebsting y Middleton, 1980).

La respuesta del peral a temperaturas de 45°C se traduce en rompimiento de células, mientras que la degradación de las proteínas ocurre cuando las células son mantenidas en 39 y 45°C. La degradación a 39°C ocurre en la primera hora del calentamiento y es seguido por un signo de recuperación (Ferguson *et al.*, 1994).

Los frutos expuestos a altas temperaturas y elevada radiación solar frecuentemente presentan desordenes fisiológicos y daños en el sector expuesto al sol. Inicialmente el daño en frutos se produce a nivel epidérmico y sub-epidérmico, con desmejoramiento de su apariencia por pérdida de color, amarillamiento, bronceado y en etapa avanzada muerte de los tejidos de la piel (mancha necrótica) y parte de la pulpa. El daño por sol comienza cuando la temperatura ambiente supera los 30°C y la temperatura de la superficie del fruto en la cara expuesta del fruto llega a 45°C. Teniendo en cuenta que la temperatura máxima media de enero en la región de la Patagonia en Argentina es de 39°C, los frutos en su cara expuesta al sol llegan a superar fácilmente los valores de temperatura suficientes para la desnaturalización de proteínas (Colavita *et al.*, 2010).

6.2.9. Pistacho

PISTACHO



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Pistacia vera</i> L.
Nombres comunes:	Pistacho, pistache, pistachero.
Familia:	Anacardiaceae.
Origen:	Oeste de Asia, Asia Menor; desde Siria a Afganistán.
Distribución:	25-40° LN (Tarango, 1993).
Adaptación:	Regiones templadas semiáridas.
Ciclo de madurez:	Perenne.
Tipo fotosintético:	C ₃ .

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	Mayor de 762 m (Ferguson, 1990). Mayor que 800 m (Spina, 1983). Mayor que 914 m (Maranto y Crane, 1988).
Fotoperíodo:	Especie de día corto, aunque hay cultivares de día neutro (Benacchio, 1982). La formación del racimo floral y la floración se aceleran en días cortos y se retrasan en días largos (Baradas, 1994).
Radiación (Luz):	Requiere abundante iluminación, sobre todo durante la etapa reproductiva.

Temperatura:	<p>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 KERMAN (Tarango, 1993).</p> <p>Tolera bajas temperaturas, pero árboles que no están en dormancia sufren daños en sus tejidos a -2.2°C, mientras que árboles en completa dormancia toleran de -6 a -9°C (Joley, 1975).</p> <p>En floración, temperaturas de -2.2 a 0°C pueden causar daño ligero o moderado. Durante crecimiento y desarrollo de fruto se requieren condiciones cálidas (Tarango, 1993). Requiere de 800 a 1000 horas frío (por debajo de 7°C) (Bal-docchi y Wong, 2006).</p>
Precipitación (agua):	<p>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).</p> <p>De acuerdo con Allen <i>et al.</i> (2006), los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo en plantas de que llegan a alcanzar una altura de 3 a 5 m, son 0.4, 1.10 y 0.45, respectivamente.</p>
Humedad relativa:	<p>Prefiere atmósferas secas (Tarango, 1993).</p>

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Profundidad de suelo:	<p>Mayor a 60-80 cm (Tarango, 1993).</p>
Textura:	<p>Se adapta a una amplia gama de texturas de suelo, aunque prefiere los suelos franco-arenosos (Sibbett, 1990).</p>
Drenaje:	<p>Requiere suelos con buen drenaje (Sibbett, 1990).</p>
pH:	<p>4.5-8.5 (Maggs, 1988). 7-7-8.1 (Aguirre, 1972).</p>
Exposición de terreno:	<p>La exposición del terreno tiene un efecto significativo en el desarrollo y vigor del árbol, ya que el tamaño de la corona difiere entre exposición. Además, la exposiciones del terreno tiene efecto en la reproducción del pistacho, ya que en la exposición norte se ha encontrado el mayor número de plántulas establecidas (Khosrojerdi <i>et al.</i>, 2009a; Khosrojerdi <i>et al.</i>, 2009b).</p>
Salinidad/Sodicidad:	<p>Tolera salinidad y alcalinidad en niveles en que la mayoría de los frutales no pueden prosperar; el pistacho se considera una planta gypsocalciófila, es decir, que prefiere suelos con calcio y yeso, con un contenido de hasta 20% de caliza (Tarango, 1993).</p> <p>Se considera una especie moderadamente tolerante a la salinidad (Ferguson <i>et al.</i>, citados por Hanson <i>et al.</i>, 2006).</p>
Fertilidad y química del suelo:	<p>Woodroof, citado por IFA (1992) asienta que por cada tonelada de fruto se requieren 30, 12, 15 y 3 kg de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio respectivamente.</p> <p>Por ser una especie que presenta alternancia, la fertilización varía entre años, siendo menores las necesidades en los años que no produce fruto. Beede (2012) indica que para</p>

años con producción se requieren 224-252 y 123.2-224 kg ha⁻¹ año⁻¹ de Nitrógeno y Potasio, respectivamente. En tanto, para años sin producción es suficiente con aplicar 112-126 y 40-112 kg ha⁻¹ año⁻¹ de estos elementos.

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ozono:	La aflatoxina AFB ₁ y el total de aflatoxinas en la semilla de pistacho se reducen en un 23 y 24%, respectivamente, cuando son sometidas a un tratamiento de ozono de 9.0 mg L ⁻¹ durante 7 horas. No ocurren cambios significativos en el ph, color, contenido de humedad y ácidos grasos libres en las semillas de pistacho. Tampoco se han observado cambios significativos en el dulzor, la apariencia, el sabor, la palatabilidad y el nivel de rancidez de la semilla (Yesilcimen y Ozdemir, 2006).
Resistencia a sequía:	El pistacho es un frutal tolerante a sequía que tiene la habilidad de sobrevivir a varios periodos de sequía, pero que requiere de una considerable cantidad de agua para producir bien (Gijón <i>et al.</i> , 2011; Ghrab <i>et al.</i> , 2008). En respuesta al estrés hídrico la planta sufre cambios fisiológicos que le permiten sobrevivir. Se disminuye la tasa de fotosíntesis neta, el efecto adverso en la fotosíntesis ocurre cuando la humedad del suelo cae por abajo del 40%, pero la planta sigue fotosintetizando aun cuando el potencial de agua de las hojas es tan bajo como -5 MPa (Gijon <i>et al.</i> , 2011; Bing-she <i>et al.</i> , 2004; Behboudian <i>et al.</i> , 1986). Además disminuye la tasa de transpiración, la actividad de RUBP, el intercambio gaseoso y cambia el módulo de elasticidad de las células de las hojas, se incrementa la resistencia estomática y hay un ajuste osmótico (Gijon <i>et al.</i> , 2011; Bing-she <i>et al.</i> , 2004). En plantas con déficit hídrico hay una mayor acumulación de P, K, Zn y Cu, azúcares solubles, proteínas, flavonoides y prolina en las ramas, que son compuestos que participan en el ajuste osmótico; también la actividad de las enzimas peroxidasa y catalasa (antioxidantes) se incrementan en condiciones de sequía (Abbaspour <i>et al.</i> , 2011). Una estrategia para mejorar la tolerancia a sequía es la inoculación de las plantas con micorrizas arbusculares ya que en las plantas colonizadas mejoran la tolerancia a sequía al incrementarse la acumulación de compuestos que inducen al ajuste osmótico, nutricionales y la actividades antioxidantes (Abbaspour <i>et al.</i> , 2011). Gijon <i>et al.</i> (2011) indican que son varios mecanismos de resistencia a la sequía los que operan y que difieren en las etapas fenológicas.
Tolerancia a altas temperaturas:	Las altas temperaturas de los meses invernales provocan una disminución del área foliar y un aumento en el porcentaje de hojas anormales, la respuesta de este parámetro depende del tipo del tipo de floración del cultivar (temprana, intermedia o tardía). La elevada temperatura del invierno reduce las horas frío requeridas por el cultivo provocando un desbalance hormonal (Javanshah, 2010).

6.2.10. Zarzamora

ZARZAMORA



CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico:	<i>Rubus fruticosus</i> L.
Nombres comunes:	Zarzamora, mora negra, zarza.
Familia:	Rosaceae.
Origen:	Regiones templadas de América del Norte (González, 1984).
Distribución:	55°LN a 50°LS.
Adaptación:	Regiones templadas y subtropicales con invierno definido. Climas semiáridos y templados (FAO, 1994).
Ciclo de madurez:	120-150 días (FAO, 1994).
Tipo fotosintético:	C ₃

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Altitud:	Mayor a 1500 m. La altitud de las zonas productoras de Michoacán varía entre los 1200 y 1900 msnm (Chávez, 2011).
Fotoperíodo:	Planta de día neutro (FAO, 1994).
Radiación (Luz):	Es exigente de insolación durante la maduración del fruto.

Temperatura:	<p>La mínima para este cultivo es de 5°C, la máxima de 22°C y la óptima de 17°C (FAO, 1994). El requerimiento de frío para cultivares de zarzamora varía de 400 a 700 horas frío (Díaz, 1987). La temperatura de congelación del fruto es de -0.8°C. Los valores de temperatura crítica para los frutos de zarzamora en sus yemas de flores durmientes y flores abiertas es de -27.2°C y -2.2°C, respectivamente (FAO, 2010). Las temperaturas promedio de las zonas productoras de Michoacán, México son 32° C la máxima y 8° C la mínima, con los valores más altos en los meses de marzo a junio, los más bajos de diciembre a febrero. La acumulación de frío durante el “invierno” es de 50 a 250 horas frío (Chávez, 2011).</p>
Precipitación (Agua):	<p>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 el cultivo tolera durante este periodo de producción es de 1500 mm y el óptimo es de 900 mm (FAO, 1994). La precipitación pluvial anual promedio de las zonas productoras de Michoacán, México, oscila entre los 800 y 1,200 mm distribuidos entre fines de mayo y octubre (Chávez, 2011). Para arbustos con una altura promedio de 1.5 m, los coeficientes de cultivo (Kc) para las etapas de desarrollo inicial, intermedia y final son 0.3, 1.05 y 0.5, respectivamente (Allen <i>et al.</i>, 2006).</p>
Humedad relativa:	<p>Prefiere atmósferas moderadamente húmedas.</p>
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	
Profundidad de suelo:	<p>Exige un suelo profundo (Yuste, 1997b), por lo menos mayor que 1 m. Requiere suelos profundos (FAO, 1994).</p>
Textura:	<p>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. Se adapta a diversos tipos de suelos, siempre que estos sean permeables, no muy alcalinos ni muy arcillosos, pero ricos en materia orgánica. Solamente variedades rastroeras soportan suelos pesados (Chávez, 2011).</p>
Drenaje:	<p>Requiere buen drenaje (Yuste, 1997b), no tolera encharcamientos. La zarzamora requiere para su desarrollo de suelos fértiles, con buen drenaje y profundos, condición que se encuentra en las zonas subtropicales y tropicales donde se cultiva en México (Parra <i>et al.</i>, 2005).</p>
pH:	<p>Desarrolla en un rango de 5.3 a 7.8, siendo el óptimo 6.6 (FAO, 1994). En los suelos del estado de Michoacán, México, el pH varía de 5.8 hasta 7.2. La zarzamora desarrolla bien en suelos con pH de 6 a 7.5 (Chávez, 2011).</p>

Salinidad/Sodicidad:	<p>Ligera tolerancia a la salinidad. Tolera cantidades limitadas de caliza (Yuste, 1997b).</p> <p>El porcentaje de disminuciones de rendimiento debido a la conductividad eléctrica (CE) del suelo es de: 0% para una conductividad eléctrica de 1.5 dS m⁻¹, 10% para 2.0 dS m⁻¹, 25% para 2.6 dS m⁻¹, 50% para 3.8 dS m⁻¹, y, 100% para 6 dS m⁻¹ (Ayers y Westcot, 1985).</p> <p>La zarzamora es muy sensible a niveles altos de sales, por lo tanto, el incremento de la CE del suelo disminuye los rendimientos de este cultivo, debido a un desgaste energético interno (Sánchez, 2009).</p>
Fertilidad y química del suelo:	<p>En la zona productora de zarzamora de Michoacán, México, la fertilización recomendada es 120-150 unidades de Nitrógeno, 60-80 unidades de Fósforo y de 120-160 unidades de Potasio (Chávez, 2011).</p>

CARACTERÍSTICAS DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Respuesta a ambientes Enriquecidos de CO₂:	<p>El enriquecimiento (1500 ppm) de CO₂ promueve el crecimiento de las plántulas de <i>Rubus idaeus</i>, su enraizamiento, su supervivencia y su crecimiento inicial después del trasplante. El enriquecimiento de CO₂ también incrementa la apertura estomatal pero no incrementa el estrés hídrico al trasplante, con relación al cultivo a CO₂ ambiente; 340 ppm (Deng y Donnelly, 1993).</p> <p>A 436 ppm, aplicados en túneles en <i>Rubus idaeus</i>, el rendimiento y tamaño de la fruta se incrementan 12 y 5%, respectivamente, con relación a las plantas cultivadas en CO₂ ambiente (Mochizuki <i>et al.</i>, 2010).</p>
Respuesta a ozono:	<p>Concentraciones de ozono al doble de la concentración atmosférica actual, producen un efecto de aceleración en la floración en <i>Rubus cuneifolius</i>. Esto fue constatado por el adelanto en la iniciación floral y por la aparición del pico de mayor producción de flores (Chappelka, 2002).</p>
Resistencia a sequía:	<p>Se considera una planta resistente a la sequía (La Rioja, 2013).</p>
Tolerancia a altas temperaturas:	<p>La zarzamora es una especie más bien de clima templado, por lo que las altas temperaturas (>32°C) le son perjudiciales.</p>

6.3. Integración de tres Proyectos ejecutivos

- Diseño de un invernadero equipado con captación de agua de lluvia en el municipio de Huimilpan, Querétaro
- Diseño de un sistema de riego con energía fotovoltaica en la comunidad Galindillo, Amealco de Bonfil, Querétaro
- Diseño de un techo verde en la Casa de la Cultura en el municipio de Huimilpan