



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD
VULNERABILIDAD Y RESPUESTA AL CAMBIO GLOBAL

EXPANSIÓN DEL MONOCULTIVO DE FRESA Y SUS IMPACTOS
SOCIOAMBIENTALES EN EL CORREDOR AGRÍCOLA “MORELIA-
PÁTZCUARO” EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
CARLA ANDREA LABRA CONCHA

DRA. PATRICIA ÁVILA GARCÍA (TUTORA PRINCIPAL)
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD,
LABORATORIO DE ECOLOGÍA POLÍTICA

DRA. ADRIANA SANDOVAL MORENO (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
UNIDAD ACADÉMICA DE ESTUDIOS REGIONALES, COORD. HUMANIDADES, UNAM

DRA. MARTA ASTIER CALDERÓN (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL, UNAM.

DRA. VALENTINA CAMPOS CABRAL (REVISORA)
DIRECTORA DEL INST. DE INVESTIGACIONES EN MEDIO AMBIENTE- UNIV.
IBEROAMERICANA, PUEBLA

DR. DANIEL MURILLO LICEA (REVISOR)
CENTRO DE INV. Y ESTUDIOS SUP. EN ANTROPOLOGÍA SOCIAL – UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, MAYO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 78 del 15 de marzo del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Labra Concha Carla Andrea** con número de cuenta **520461514** con la tesis titulada “Expansión del monocultivo de fresa y sus impactos socioambientales en el corredor agrícola “Morelia-Pátzcuaro” en el estado de Michoacán, México”, bajo la dirección de la Dra. Patricia Ávila García.

PRESIDENTA: DRA. VALENTINA CAMPOS CABRAL
VOCAL: DR. DANIEL MURILLO LICEA
SECRETARIA: DRA. PATRICIA ÁVILA GARCÍA
VOCAL: DRA. ADRIANA SANDOVAL MORENO
VOCAL: DRA. MARTA ASTIER CALDERÓN

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 12 de mayo de 2022.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Agradecimientos institucionales

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad, por permitirme estudiar y expandir los horizontes de mi conocimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología, por el apoyo económico que me permitió estudiar durante dos años y establecerme con tranquilidad en México.

A las investigadoras que fueron parte de mi comité tutor, Dra. Patricia Ávila, Dra. Adriana Sandoval, Dra. Marta Astier. Gracias por su apoyo, guía y atención en el proceso, especialmente a la Dra. Ávila con quien hicimos un intenso trabajo de campo que me permitió conocer a detalle el territorio y la problemática de estudio.

Al Dr. Daniel Murillo y Dra. Valentina Campos, miembros del jurado, por sus revisiones y comentarios que aportaron a fortalecer la investigación.

A las y los docentes que me guiaron en el complejo y hermoso camino de la Sostenibilidad y la Ecología Política.

Agradecimientos personales

A mi familia, que desde el otro hemisferio siempre me apoyaron en esta aventura: mi madre, mis hermanas Elizabeth y Daniela, mis sobrinos Gonzalo y Matilde, gracias por ser pilares fundamentales en mi vida y mi formación. A mi padre que desde diferentes planos siempre me enseñó la importancia de ser crítica frente a las injusticias, a luchar por lo que es justo, por los ideales y por el amor al campo ¡Les amo, gracias por tanto!

A mis amigas y amigos de la maestría, con quienes pasamos muchos desafíos, aprendizajes, horas interminables de trabajo, fiestas, risas y llantos (porque no), Elisa, Andrea, Luis y Flor, mis compas con quienes caminé y crecí por dos años y seguiremos en el camino de la amistad, gracias por todo.

A mis amigas de la vida, que han sido mi familia en este tiempo y me han brindado su cariño y apoyo sororo y rebelde, las brujitas: Ale, Azu, Ari, Ana, Karen Amelia, María Paz y Kata, gracias por ser parte de mi vida y estar ahí a pesar de las distancias. ¡Arriba las mujeres que luchamos!

Por último y no por eso menos importante, a los campesinos, don José Luis, José, don Guti y don Chencho por demostrarme que el amor a la tierra y la naturaleza son valores fundamentales de vida, que la lucha por lo nuestro es hasta el final, gracias compañeros por tanta enseñanza. ¡La tierra y el agua se defienden!

*“Yo pregunto a los presentes
Si no se han puesto a pensar
Que esta tierra es de nosotros
Y no del que tenga más
Yo pregunto si en la tierra
Nunca habrá pensado usted
Que si las manos son nuestras
Es nuestro lo que nos den
A desalambrar, a desalambrar
Que la tierra es nuestra
Es tuya y de aquel
De Pedro y María
De Juan y José”*

Víctor Jara - A desalambrar

Resumen

En el siglo XX, el mundo rural y agroalimentario sufrió un cambio socio productivo profundo en el estado de Michoacán; las tierras campesinas, antes de maíz, fueron sustituidas por grandes extensiones de cultivo de exportación. Los cultivos se expandieron a nuevos territorios, como la región Morelia-Pátzcuaro, donde conformaron un nuevo corredor agrícola. Esta situación motivó transformaciones estructurales, se pasó de una agricultura tradicional a una agricultura moderna de exportación, lo que conllevó (conlleva) procesos de despojo y acumulación de recursos vitales como agua y suelo.

Esta investigación busca comprender los cambios en la estrategia productiva y sus impactos en la región, a partir de la llegada de la agricultura de exportación de fresa con su paquete tecnológico asociado, con énfasis en los recursos agua y suelo.

El objetivo se desarrolló y abordó desde la teoría de los sistemas complejos de Rolando García, con el enfoque de la ecología política del agua, mediante un recorte de la realidad a través del sistema “Agricultura y estructura productiva”, se abordaron los subsistemas: medio biofísico y socio productivo, entre 2010-2020.

Primero se caracterizó el ciclo hidrológico, los suelos y el clima; después se estudiaron los sistemas socio productivos de maíz en la agricultura campesina y de exportación de fresa con sus paquetes tecnológico; posteriormente se hizo un análisis espacial del territorio, construyendo un SIG que permitió estudiar los procesos desarrollados, y por último, se analizaron los impactos socioambientales generados por el cultivo de fresa en la región.

Las condiciones biofísicas de la región tienen una alta capacidad para la producción agrícola: suelos de origen volcánico de alta fertilidad, clima templado con precipitaciones en verano y estiaje en invierno. Las aguas subterráneas del territorio presentan una buena calidad, siendo aptas para consumo humano y riego; no obstante, presentan un déficit hídrico importante quedando en calidad de sobreexplotadas.

En el corredor Morelia-Pátzcuaro la producción agrícola, antes de las reformas neoliberales de los 90, se destinó, mayormente, a la producción de maíz de autoconsumo y otros cultivos tradicionales. La producción de maíz entre 2010 y 2015 abarcó una superficie de 5,846.75 hectáreas, para 2020 presentó una disminución de un 11.5% debido al cambio en la estrategia productiva de maíz a fresa de exportación. En la zona existen diversas organizaciones agrícolas: 26 ejidos, la comunidad p'urhépecha de Ihuatzio y el módulo de riego VI-Lázaro Cárdenas, agrupaciones que producen en superficies de dos a 16 hectáreas, con bajas

fertilizaciones, en tierras de temporal, humedad y riego, con un bajo consumo de agua y una demanda de 6,599 m³/ha en la temporada.

En 2016, con la llegada de Driscoll's, el cultivo de fresa de exportación abarcó, en la región, 230.91 hectáreas, etapa en la que se implementó la agricultura de contrato con producción intensiva, lo que generó un avance en el cultivo del corredor que para el 2020 incrementó el número de hectáreas a 670.42. Para esto se utilizó (utiliza) un sofisticado paquete tecnológico, subsidiado en parte por el Estado, el cual permitió una mayor producción y por ende un aumento en la presión sobre los recursos suelo y agua, con una demanda de agua de 40,000 m³/ha por temporada. Estos sistemas incluyen plantas modificadas, fertilizantes, plaguicidas, sistemas de riego, plásticos agrícolas y cañones antigranizo.

La expansión del monocultivo en el territorio desencadenó diversos impactos socioambientales. En cuanto a los recursos hídricos, se registró un aumento de 275.7% en los volúmenes de agua concesionados entre 2016 y 2021, destacando dos períodos, el primero, cuando ingresa el cultivo de fresa, y el segundo, en el pick expansivo del monocultivo en el territorio.

En el trabajo de campo y en las entrevistas realizadas se identificaron procesos de despojo y de acumulación por parte de las empresas exportadoras: acceso a las fuentes subterráneas a través de mecanismos legales y no legales pese a los decretos de veda de los acuíferos, uso de prestanombres para acceder al agua, sobreexplotación de las fuentes de agua, destitución de la red hidrosocial de los campesinos, y uso de tecnologías que impactan el ciclo hidrológico. De igual forma, se identificó la acumulación de tierras campesinas rentadas producto de la salida del campo de sus propietarios. Frente a esto, en el territorio se ha levantado una importante lucha campesina, la cual ha visibilizado en diversas instancias el despojo de agua ante las autoridades ambientales, sin tener soluciones concretas.

Esta investigación aborda las transformaciones del corredor agrícola desde los sistemas complejos, permitiendo comprender esta problemática con una perspectiva interdisciplinaria; aporta elementos empíricos que facilitan el entendimiento de la realidad de la agricultura campesina y su relación con los recursos en la zona de estudio y contribuye con la comprensión de los múltiples impactos producidos por la agricultura de exportación en la sostenibilidad de los recursos suelo y agua.

Índice

Resumen.....	1
Índice	3
I. Introducción.....	7
1.1 El problema de investigación.....	7
1.2 Preguntas de investigación	12
1.3 Objetivos de investigación.....	12
1.4 Vínculo con las Ciencias de la Sostenibilidad.....	13
1.5 Contenido y organización de la información.....	14
II. Bases De La Investigación.....	15
2.1 Bases epistemológicas y teóricas.....	15
2.2 Marco conceptual y metodológico.....	22
2.2.1 Sistema complejo	22
2.2.2 Técnicas y fuentes de información.....	29
III. El Medio Biofísico: Suelos y Agua	37
3.1 Ubicación, topografía, uso de suelo y cuencas	37
3.2 Suelos.....	39
3.3 Clima	46
3.3.1 Fenómenos climáticos.....	49
3.3.2 Cambio climático	51
3.4 Hidrología Subterránea.....	53
3.4.1 Acuífero Morelia-Queréndaro.....	54
3.4.2 Acuífero Lagunillas Pátzcuaro.....	62
3.5 Conclusiones capitulares	70
IV. El Sistema Socio Productivo Del Corredor Agrícola	71
A. Producción de maíz en el corredor	71
4.1 Contexto global y nacional del maíz.....	72
4.2 Contexto del maíz en el estado de Michoacán.....	76
4.3 Producción agrícola del corredor Morelia-Pátzcuaro	80
4.3.1 Organizaciones presentes en el corredor.....	81
4.3.2 Cultivo del maíz en el corredor agrícola.....	90
4.3.3 Producción de maíz período 2010-2020	98
B. Producción de Fresa en el corredor	110
4.4 Contexto internacional y nacional de la fresa.....	110
4.5 Contexto de la fresa en Michoacán.....	111
4.6 Producción de fresa en el corredor agrícola.....	114
4.7 Llegada de la transnacional al territorio michoacano	115

4.8 Paquete tecnológico	123
4.8.1 Plantas modificadas.....	125
4.8.2 Fertilizantes.....	127
4.8.3 Plaguicidas	130
4.8.4 Sistema de riego	133
4.8.5 Plásticos agrícolas.....	138
4.8.6 Control de eventos extremos.....	142
4.8.7 Financiamiento.....	145
4.9 Expansión geográfica de la fresa en el corredor	149
4.10 Conclusiones capitulares.....	170
V. Cambios e Impactos Socioambientales.....	171
5.1 Acceso a los recursos agua y suelo en el territorio hidrosocial	171
5.1.1 Acceso al agua	171
5.1.2 Análisis de los Derechos de agua y el aumento en la demanda -período 2010-2021 .	174
5.1.3 Acceso a tierras ejidales y campesinas.....	186
5.2 Inserción del paquete tecnológico.....	187
5.3 Lucha campesina	200
5.4 Conclusiones capitulares	205
VI. Conclusión.....	206
VII. Anexos.....	213
7.1 Precipitación acumulada anual	214
7.2 Mapa de las razas registradas de maíz en el corredor.....	215
7.3 Patentes registradas de la transnacional Driscoll's en USPTO.....	215
7.4 Insecticidas, fungicidas, nematocidas y herbicidas autorizados para la producción de fresa....	217
7.5 Memoria de cálculo: riego fresas.....	218
7.6 Empresas recicladoras de plásticos en el estado de Michoacán	222
VIII. Bibliografía	223

Índice de figuras

Figura II-1. Sistema complejo y sus articulaciones.	28
Figura II-2. Variables, indicadores e insumos que se utilizaron para el análisis espacial.....	31
Figura II-3. Mapa digital de México, capa del Censo Agropecuario 2016.....	33
Figura II-4. Mapa de Google Earth de las zonas productoras de fresa de exportación.	33
Figura II-5. Mapa de la construcción de la unidad territorial de análisis del corredor agrícola	35
Figura II-6. Mapa de las zonas visitadas en salidas a campo	36
Figura II-7. Mapa SIG " Proyecto corredor agrícola".....	36
Figura III-1. Mapa de la topografía de la zona de estudio.	38
Figura III-2. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio.....	39
Figura III-3. Mapa de la edafología de la región de estudio.	41
Figura III-4. Mapa de la degradación del suelo en la región de estudio.	44
Figura III-5. Superficie con sequía en los municipios de la región Morelia-Pátzcuaro en el período 2003-2020.49	

Figura III-6. Mapa de peligro de inundación en la región de estudio.	51
Figura III-7. Perfil de la sección A y B de la zona hidrogeológica del acuífero Morelia Queréndaro.	55
Figura III-8. Zonas de recarga del acuífero Morelia Queréndaro.	57
Figura III-9. Mapa del nivel estático del acuífero Morelia Queréndaro.	57
Figura III-10. Mapa de los niveles estáticos del acuífero Lagunillas-Pátzcuaro.	65
Figura IV-1. Superficie y producción de maíz en el estado de Michoacán.	78
Figura IV-2. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Sanabria.	84
Figura IV-3. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Tupátaro.	85
Figura IV-4. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Lagunillas.	85
Figura IV-5. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Tirípetio.	86
Figura IV-6. Mapa del área de influencia de la comunidad indígena de Ihuatzio.	88
Figura IV-7. Mapa del Módulo VI- Lázaro Cárdenas Manantial de Chapultepec.	90
Figura IV-8. Mapa de la producción de maíz en la zona de Sanabria.	106
Figura IV-9. Mapa de la producción de maíz en la zona de Tupátaro.	106
Figura IV-10. Mapa de la producción de maíz en la zona de Lagunillas.	107
Figura IV-11. Mapa de la producción de maíz en la zona de Tirípetio.	107
Figura IV-12. Superficie sembrada de fresa en el estado de Michoacán en el periodo 2010-2019.	112
Figura IV-13. Superficie sembrada de fresa y maíz en el municipio de Zamora, estado de Michoacán.	113
Figura IV-14. Mapa de la zona de Zamora y el DR 061- Zamora.	114
Figura IV-15. Mapa de las sedes de Driscoll's en el corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro.	118
Figura IV-16. Planta de Driscoll's en su sede Lagunillas.	118
Figura IV-17. Fotografía de autobuses de traslado de jornaleros en las afueras de la empresa Biotegro.	122
Figura IV-18. Fotografía de la producción de fresa y su paquete tecnológico.	125
Figura IV-19. Fotografía del cabezal de control de la empresa Biotegro en Tirípetio.	135
Figura IV-20. Fotografía de la olla de agua de la empresa Biotegro en la zona de Lagunillas.	135
Figura IV-21. Fotografía de las tuberías de distribución de agua de riego.	136
Figura IV-22. Fotografía de los drenes en la zona de Tirípetio.	138
Figura IV-23. fotografía camellón de fresa en la zona de Tirípetio.	139
Figura IV-24. fotografía de campo de fresas en preparación en la zona de Lagunillas.	140
Figura IV-25. Fotografía estructura de los macro túneles.	141
Figura IV-26. Fotografía macro túneles en la zona de Sanabria.	142
Figura IV-27. Estructura del cañón antigranizo.	144
Figura IV-28. Financiamiento de fresa por institución.	147
Figura IV-29. Fotografía de la zona de reconversión productiva de maíz a fresa en Sanabria.	151
Figura IV-30. Fotografía del rancho La playa en la zona de Sanabria.	151
Figura IV-31. Mapa de la producción de fresa y maíz en la zona de Sanabria.	154
Figura IV-32. Mapa expansión de fresa en la zona de Sanabria.	155
Figura IV-33. Fotografía de las zonas en las que se realiza reconversión de cultivo de maíz a fresa.	157
Figura IV-34. Fotografía de depósitos residuales del paquete tecnológico en la zona de Tupátaro.	157
Figura IV-35. Mapa de la producción de maíz y fresa en la zona de Tupátaro.	158
Figura IV-36. Mapa de la expansión de fresa en la zona de Tupátaro.	159
Figura IV-37. Fotografía de la olla de acumulación de agua para riego del rancho La Tuzarela en Lagunillas.	161
Figura IV-38. Ollas de acumulación de agua para riego en rancho de la empresa Biotegro en Lagunillas.	161
Figura IV-39. Mapa de la producción de fresa y maíz en la zona de Lagunillas.	162
Figura IV-40. Mapa de la expansión de la fresa en la zona de Lagunillas.	163
Figura IV-41. Producción de fresa en el ejido Villa de Acuitzio, zona de Tirípetio.	165
Figura IV-42. Fotografía del proceso de fumigación en la empresa Biotegro.	166
Figura IV-43. Fotografía del proceso de cosecha en la empresa Biotegro.	166
Figura IV-44. Fotografía del proceso de empaquetado de la fresa en la empresa Biotegro.	167
Figura IV-45. Mapa de la producción de fresa y maíz en la zona de Tirípetio.	168
Figura IV-46. Mapa de la expansión de la producción de fresa en la zona de Tirípetio.	169
Figura V-1. Mapa de los derechos de agua en REPDA y ollas de riego en el corredor agrícola.	176
Figura V-2. Gráfica de los derechos de agua para uso agrícola en el corredor en el periodo 2010-2021.	180
Figura V-3. Gráfica de la superficie sembrada de maíz de riego y fresa en el corredor 2010-2019.	180
Figura V-4. Mapa derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas presentes en la zona de Sanabria.	182
Figura V-5. Mapa de los derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas Tupátaro.	183

Figura V-6. Mapa de los derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas en la zona de Lagunillas.	184
Figura V-7. Mapa de los derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas zona de Tirípetio.	185
Figura V-8. Fotografía del río Chapultepec en la zona de Sanabria.	191
Figura V-9. Fotografía residuos plásticos en la zona de Quiringuaro.	194
Figura V-10. Fotografía visita a campo José Luis en el municipio de Pátzcuaro.	199
Figura V-11. Fotografía del ganado de un productor del municipio de Pátzcuaro.	199
Figura V-12. Protesta campesina en las vías férreas.	202
Figura V-13. Fotografía acción campesina en municipio de Huiramba.	204
Figura V-14. Fotografía de la inspección en el “rancho la Tuzarela” en el municipio de Huiramba.	204
Figura VI-1. Cambios en la estrategia productiva.	209
Figura VI-1. Precipitación acumulada anual registrada en la estación climatológica de Pátzcuaro 1969-2017.	214
Figura VI-2. Mapa de las razas de maíz registradas en el corredor.	215
Figura VI-3. Bandeja de evaporación.	219
Figura VI-4. Curva generalizada del coeficiente de cultivo.	219
Figura VI-5. Vista de la plantación de fresas visitada el 26 de octubre del 2020 en la localidad de Tirípetio.	221
Figura VI-6. Fotografía de las líneas de riego en la zona de Tirípetio.	222

Índice de tablas

Tabla II-1. Escalas espaciales y temporales, y nivel de análisis del sistema complejo.	25
Tabla II-2. Objeto espacial, nivel espacial de análisis, unidad de análisis y unidad de representación.	31
Tabla II-3. Insumos utilizados para el análisis espacial de la región Morelia-Pátzcuaro y el corredor agrícola.	31
Tabla III-1. Datos de variables climáticas de la estación climatológica de Pátzcuaro.	47
Tabla III-2. Precipitación periodo 2000-2010 en la estación climatológica de Pátzcuaro.	48
Tabla III-3. Peligros por granizo en los municipios de la región Morelia-Pátzcuaro.	50
Tabla III-4. Datos observados y proyección 2015-2039 para escenario RCP4,5, RCP6,0 y RCP 8,5.	53
Tabla III-5. Índice de escurrimiento superficial para escenarios RCP6,0 y RCP8,5.	53
Tabla III-6. Unidades que afloran en el acuífero Morelia-Queréndaro.	55
Tabla III-7. Estratigrafía del acuífero Lagunillas-Pátzcuaro.	63
Tabla IV-1. Ejidos registrados en las zonas del corredor en el PHINA al año 2016.	83
Tabla IV-2. Usuarios, superficie y derechos de agua otorgados en el Módulo VI.	89
Tabla IV-3. Características del sistema de manejo del maíz en el corredor.	94
Tabla IV-4. Población con ocupación agropecuaria e índice de marginación en los municipios del corredor.	98
Tabla IV-5. Superficie sembrada de maíz de riego y temporal en el corredor agrícola 2010-2015.	99
Tabla IV-6. Producción de maíz de temporal y riego en el corredor agrícola en el periodo 2010-2015.	100
Tabla IV-7. Grado de migración en los municipios del corredor.	102
Tabla IV-8. Superficie sembrada de maíz en los municipios del corredor agrícola en el periodo 2016-2019.	103
Tabla IV-9. Producción de maíz en los municipios del corredor en el periodo 2016-2019.	104
Tabla IV-10. Derechos de agua otorgados a ejidos en los municipios del corredor agrícola.	109
Tabla IV-11. Producción mundial de fresas (Toneladas).	111
Tabla IV-12. Costos de importación de plantas de fresa desde EUA.	126
Tabla IV-13. Instituciones que innovan en la producción de plantas de fresa mexicana.	126
Tabla IV-14. Fertilizantes utilizados para la producción de fresa.	129
Tabla IV-15. Enfermedades comunes en el cultivo de fresa y plaguicidas recomendados.	132
Tabla IV-16. Plagas comunes en el cultivo de fresa y plaguicidas recomendados.	132
Tabla IV-17. Tensión recomendada para regar medidas por el tensiómetro para diversos tipos de suelo.	137
Tabla IV-18. Caudales y velocidad de viento para el control de helada por aspersión.	143
Tabla IV-19. Financiamiento de FIRA para producción de fresas en el estado de Michoacán 2015-2020.	148
Tabla IV-20. Financiamiento otorgado por FIRA en la zona del corredor agrícola en los años 2015 y 2020.	148
Tabla IV-21. Superficie sembrada, producción y rendimiento del cultivo de fresa en el corredor 2010-2019.	149
Tabla V-1. Derechos de uso agrícola registrados en REPDA- CONAGUA.	177
Tabla V-2. Nuevos derechos de aguas otorgados en el corredor agrícola.	178
Tabla V-3. Derechos de agua otorgados a empresas productoras de berries en el corredor 2010-2021.	181
Tabla V-4. Nuevos pozos para uso agrícola en el corredor Morelia-Pátzcuaro.	181
Tabla IV-1. Patentes registradas de la transnacional Driscoll’s en USPTO periodo 2020-2021.	215
Tabla VI-4. Evapotranspiración de cultivo para el cultivo de fresa zona Lagunillas – Pátzcuaro.	220

I. Introducción

1.1 El problema de investigación

Expansión geográfica de las corporaciones, la fresa y el desplazamiento del maíz

El mundo rural y agroalimentario en Michoacán cambió en las últimas dos décadas del siglo XX, el paisaje agrícola fue invadido por monocultivos de exportación, como la fresa y otros berries. Los campos cubiertos de túneles blancos se expandieron por territorios donde hay agua de calidad, tierras en renta, conexión con las principales carreteras y disponibilidad de mano de obra a bajo costo (Sandoval, 2020).

La vertiginosa producción de berries posicionó al estado como el principal productor de fresas, aportando 78.1% del volumen nacional en 2019, seguido por Baja California con 18% y México con 2.4% (SIACON, 2021). Su producción se basa en el mercado de exportación, cuyo importador principal es Estados Unidos, quien maneja el negocio a nivel mundial a través de grandes corporaciones, que establecen las normas de producción y de expansión del cultivo (Feder, 1981).

La expansión geográfica de la fresa, en el territorio michoacano, está vinculada con una reconversión productiva que se basa en una agricultura de contrato, dominada por compañías transnacionales, a través de un esquema de mercados de agua y tierra; y la aplicación de nuevas tecnologías intensivas para el uso de agua, suelo y mano de obra. Generando un cambio considerable en los patrones productivos, al pasar de cultivos tradicionales como maíz, frijol, hortalizas y caña, a monocultivos de exportación como berries (Sandoval, 2019).

La agricultura de contrato, y la entrada de las transnacionales, ocasionó el desplazamiento de la producción tradicional de granos, por parte de campesinos e indígenas, y afectó principalmente a las tierras ejidales (Peniche, 2011). Ocasionó que los campesinos decidieran rentar sus tierras (en contratos con plazos mayores a cinco años) para la producción de cultivos de exportación, que si bien son altamente rentables también son demandantes de recursos como agua y suelo. Dejando a los campesinos sin posibilidades de producir.

La agricultura se ha apoyado en reformas políticas y económicas globales, enmarcadas en un “régimen alimentario corporativo” (McMichael, 2004) que ha permitido reorganizar la agricultura mundial, mediante eliminación de barreras políticas, sociales y naturales (Harvey, 2004) y legitimando el dominio de las corporaciones sobre los sistemas agro-productivos y alimentarios y el control de los recursos fundamentales para la producción agrícola como agua y suelo (Rubio, 2008a).

EUA sustenta el dominio sobre los países dependientes. En México esto se sucedió en dos etapas fundamentales: 1) desarrollo de una forma de dominio de la potencia sobre México, basada en la desvalorización artificial de los precios de bienes básicos mediante el establecimiento interno de precios “dumping”; 2) ascenso del orden agroalimentario, enmarcado en la liberalización agrícola del sur global y la reubicación de inversiones de grandes capitales corporativos, en el territorio mexicano, que derivó en procesos de acumulación de los recursos naturales, específicamente de tierras campesinas de alto valor productivo, bajo una lógica de despojo (McMichael, 2004; Rubio, 2008a).

El régimen corporativo estadounidense se materializó a través de una serie de reformas realizadas durante el sexenio de Salinas de Gortari, que culminaron con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (Jönsson, 2017).

Dentro de las principales medidas que liberalizaron la agricultura mexicana, destaca la modificación al *artículo 27 Constitucional*, que decretó el fin del reparto agrario, y la desamortización de la propiedad social, incorporándola al mercado de tierras (Hernández y Concheiro, 2016), bajo dos argumentos impulsores: i) no había más tierras cultivables que repartir y ii) el campo enfrentaba una severa crisis de producción y productividad, que debía ser solucionada mediante la atracción de inversiones de capital, incorporando nuevas y modernas formas de organización productiva (Castillo, 2014). Esta disposición permitió el acceso de los grandes capitales corporativos a tierras indígenas y ejidales, mediante la conversión de propiedad social a propiedad privada. Separando la tierra de otros recursos naturales como el agua, bosques, minerales y la biodiversidad (Ávila, 2015).

En 1992, impulsada por organismos internacionales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Fondo Monetario Internacional, se aprobó la *Ley de Aguas Nacionales*, cuyo objetivo era limitar la gestión del Estado y la sociedad en el manejo del agua, a través de la creación de derechos de propiedad y bancos de agua basados en criterios económicos (Ávila, 2015; Mazabel et al., 2013) que privilegian un modelo de gestión del agua con criterios de privatización, incompatibles con los recursos comunitarios y los bienes comunes y que deja fuera todo tipo de gestión local y comunitaria (Ávila, 2015).

El Estado también consideró la transferencia de los Distritos de Riego (DR), proyectos de irrigación desarrollados desde 1926, en los que el gobierno federal administraba obras hidráulicas de gran envergadura, como pozos, plantas de bombeo y canales; su administración fue promovida a los usuarios en 1992, mediante el proyecto “Apoyo al Programa de

Transferencia y Modernización de los Distritos de Riego”, con el objetivo de propiciar su entrega mediante la capacitación de nuevos directivos y técnicos de las Organizaciones de Usuarios (IMTA, 2016). Con esta reforma, el Estado relegó su rol sobre las aguas a los agricultores en subdivisiones por DR; sin embargo, mantuvo la administración de la gran infraestructura hidráulica como las presas.

La administración de la infraestructura menor de los DR (presas, ollas de almacenamiento, compuertas, derivaciones, canales generales, secundarios y terciarios) se transfirió a manos de los usuarios (Palerm, 2020). Se liberó el recurso hídrico mediante derechos de propiedad sobre las aguas y la infraestructura hidráulica, abriendo paso al mercado de los derechos de agua, es decir, se les permitió a los regantes pertenecientes al distrito de riego, así como a los ejidos, vender o rentar su derecho de uso de agua asociado a un cultivo y una tierra de riego.

Aunado a esto, tras la firma del *TLCAN*, se eliminaron los aranceles de importación del maíz, pese a ser el cultivo base de la dieta alimenticia a nivel nacional, y la mayor superficie productiva, hasta el día de hoy, en el país y en el estado de Michoacán (SIACON, 2021). De este modo, se dejó libre la entrada para el cultivo estadounidense y los precios dumping del maíz, generando un quiebre en la economía nacional y campesina, al desbaratar el mercado con precios de hasta 25% por debajo del costo de producción (Rubio, 2008a).

Ante esto, los campesinos maiceros quedaron en una situación muy desfavorable, derivada de diversos procesos, relacionados entre sí, como: 1) exclusión del mercado nacional; 2) escasos programas de fomento dirigidos a la producción de maíz criollo (variedad más utilizada); 3) aumento de los costos de insumos; 4) pérdida de cosechas por falta de agua; por lo que abandonaron masivamente el campo, migrando a las ciudades y a EUA en busca de mejores oportunidades, rentando sus tierras a bajos costos, con tal de asegurar un ingreso (Sandoval, 2019).

La entrada de las transnacionales se vio fortalecida por un Estado facilitador que reformó su marco legal y que considera el cultivo de fresa como motor económico para potenciar la agricultura de exportación; a nivel nacional y estatal se han canalizado recursos para el fomento del cultivo, mediante apoyos para la implementación del paquete tecnológico, transferencias tecnológicas, créditos, entre otros incentivos; estos fondos se han entregado a través de instituciones como SEDRUA, SAGARPA y FIRA, destacando esta última con apoyos, en el estado de Michoacán, por más de 6,800 millones de pesos para producción de fresa entre los años 2015 y 2020 (FIRA, 2021).

Así, en México se liberaron las tierras y las aguas del campesinado maicero, para ser aprovechadas por las corporaciones, las cuales han accedido a recursos, en cantidad y calidad, idóneos para expandir monocultivos de exportación como la fresa. Destaca el caso del estado de Michoacán, donde el proceso de desplazamiento del maíz continúa hasta la fecha.

El negocio de la fresa se ha desarrollado vertiginosamente desde los años sesenta en el estado de Michoacán (Morett, 1991). Destaca Zamora, zona pionera en la producción de berries a nivel nacional, con agricultores especializados en producción de fresa, arándanos y blueberries, que han sido liderados por grandes corporaciones, como La Griffind and Brand, la Hand y actualmente Driscoll's, que manejan el mercado de la alimentación a nivel mundial (Feder, 1981; Peniche, 2011; Sandoval, 2019). En 2019 contaba con una superficie cultivada de más de 2,600 hectáreas (SIACON, 2021), la imparable expansión fresera la convierte en un importante enclave agrícola, de alta relevancia para la economía michoacana.

La producción de fresa ha ocasionado cambios importantes en el territorio por la demanda de recursos hídricos y tierras para producción, lo que ha generado conflictos entre las organizaciones locales, los agricultores y las corporaciones, (Peniche, 2011; Sandoval, 2016; Feder, 1981; Morett, 1991). Debido a que estas últimas han accedido a las mejores tierras, así como a las aguas de mayor calidad para abastecer la alta demanda hídrica del monocultivo, pese al déficit hídrico en que se encuentra el territorio, con un volumen de -10 millones de metros cúbicos de disponibilidad en el acuífero de Zamora (CONAGUA, 2018). El agua ha sido concesionada por CONAGUA, según lo señalado por Sandoval (2020), a familias empresarias de la fresa, por lo que esta región sigue siendo atractiva para la inversión en frutillas, con agua para quienes pueden pagar por ella.

Pese a estas contradicciones, el estado continúa siendo pionero en la producción de fresas y otros berries. Lo que lo ha transformado en un territorio clave para la producción corporativa, con una interminable incorporación de tierras, tecnologías y mercados futuros, que permitan aumentar la rentabilidad y así resolver la crisis de sobreacumulación en la que se encuentran (Composto y Navarro, 2014; Harvey, 2004).

Nuevas zonas productoras: corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro

La necesidad de expandir las fronteras agrícolas, impulsó a las empresas exportadoras a explorar nuevos espacios (con agua inocua y tierras en renta) para incorporar la fresa, municipios como Acuitzio, Lagunillas, Huiramba, Pátzcuaro, Tzintzuntzan y Morelia, que hasta el año 2014 no eran consideradas por tener temperaturas más bajas que las requeridas

para el cultivo, y abundantes precipitaciones, ahora tienen una incipiente producción, desde que en el año 2016 la transnacional Driscoll's se instaló en la zona. A partir de esto, la corporación acarreo empresas freseras zamoranas, con experiencia, lo que generó un rápido crecimiento del cultivo en el territorio.

La expansión del cultivo significó la formación de un corredor agrícola denominado "Morelia-Pátzcuaro", que se conforma por cuatro zonas productivas: Sanabria, Tupátaro, Lagunillas y Tiripetío, ubicadas entre los municipios de Morelia y Pátzcuaro y conectadas por la carretera Morelia-Uruapan. Está situado en el Eje Neovolcánico en la subprovincia Neovolcánica Tarasca (Espinoza y Bollo, 2017); emplazado en las cuencas cerradas del Lago de Pátzcuaro y del Lago de Cuitzeo, las cuales cuentan con fuentes de agua de calidad y actualmente presentan un estado de déficit (CONAGUA, 2018).

En la zona habitan diversas organizaciones sociales, como: 26 ejidos, la comunidad indígena de Ihuatzio y el módulo de riego VI-Lázaro Cárdenas (PHINA, 2021). Entidades que tienen una baja demanda del recurso hídrico, mismo que destinan para el consumo familiar, abrevadero de ganado y riego de maíz, con extracciones que han sido limitadas por decretos de veda en las aguas superficiales y subterráneas.

Cuenta con un clima cálido y templado, con precipitaciones promedio de 1,018 mm anuales y con temperaturas promedio de 14 °C; para incorporar la producción de berries, en este clima, se han desarrollado nuevos paquetes tecnológicos que incluyen innovaciones (macro túneles, acolchado, sistemas de riego, control de heladas, entre otros) que posibilitan una producción intensiva que se adapta a climas fríos, lo cual permite una mayor explotación de los recursos y la incorporación constante de nuevas superficies.

Al igual que en Zamora, la producción de fresa en el corredor "Morelia-Pátzcuaro" se insertó en regiones que cuentan con agua de calidad y tierras en renta, en las que se producía con métodos tradicionales campesinos y que eran destinadas mayormente para maíz de autoconsumo, en modalidades de temporal y riego.

Frente a esto, la expansión de la frutilla generó diversas transformaciones en el ciclo hidrosocial, comprendido como un proceso físico y social en el que se desarrollan: prácticas agrícolas, tradicionales e industriales, uso de tecnología, estructuras socioeconómicas y las políticas públicas; en el que se desenvuelven los diversos actores y usuarios que poseen una fuente de agua común.

En este trabajo se abordará el cambio en la estrategia productiva, desde la teoría de sistemas complejos, bajo una perspectiva constructivista que implica examinar un trozo de la realidad en el que se abordan aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos, a modo de aprehender esta realidad compleja y analizar los procesos característicos que se desarrollan en el sector agrícola (García, 2006). Y, el enfoque de la ecología política del agua, el cual analiza los cambios ambientales no sólo como fenómenos naturales sino desde una perspectiva social, económica, histórica, cultural y política (Durand et al., 2015; Robbins, 2012). Estos procesos serán abordados desde una perspectiva de territorio hidrosocial, en la que se analizará la correlación entre las transformaciones del ciclo hidrológico a nivel local regional y mundial, y las relaciones de poder social, político y económico que se desarrollan en torno al agua (Swyngedouw, 2009; Boelens et al., 2016; Yacoub et al., 2015; Sandoval 2017).

1.2 Preguntas de investigación

La pregunta central que guía esta investigación busca determinar ¿Cómo fue el cambio en la estrategia productiva y sus impactos socioambientales en la región Morelia -Pátzcuaro a partir de la llegada de la agricultura de exportación?

Pregunta que impulsó otras más específicas:

- i) ¿Qué condiciones biofísicas tiene la región Morelia-Pátzcuaro respecto de los recursos hídricos y suelo?
- ii) ¿Cómo era la producción agrícola maicera en la región Morelia Pátzcuaro antes de la llegada de los cultivos de exportación?
- iii) ¿Cómo ha sido el avance de la fresa de exportación y su paquete tecnológico asociado en la región Morelia-Pátzcuaro?

1.3 Objetivos de investigación

El objetivo general de la investigación es analizar el cambio de la estrategia productiva en la agricultura y sus impactos socioambientales en la región Morelia-Pátzcuaro, a partir de la llegada de la agricultura de exportación, con eje en el uso y acceso al agua y suelo.

El cual es complementado con los objetivos específicos:

- i) Determinar las condiciones biofísicas de la región Morelia-Pátzcuaro respecto a los recursos hídricos y suelo
- ii) Comprender cómo era la agricultura de maíz en la región Morelia-Pátzcuaro antes de la llegada de los cultivos de exportación

- iii) Entender los procesos globales, nacionales y locales que han forjado la entrada de las corporaciones al territorio
- iv) Entender cómo ha sido el avance del cultivo de fresa de exportación y su paquete tecnológico asociado en la región Morelia-Pátzcuaro

1.4 Vínculo con las Ciencias de la Sostenibilidad

Estudiar el cambio de la estrategia productiva en la agricultura y sus impactos socioambientales con énfasis en los recursos suelo y agua, se hace fundamental para la comprensión de las dinámicas entre la naturaleza y la sociedad en la agricultura; en este sentido, las Ciencias de la Sostenibilidad buscan atender cómo los cambios sociales afectan el medio ambiente y cómo el cambio ambiental influye en la sociedad (Clark y Dickson, 2003).

La FAO (2011), señala que hay una estrecha conexión entre la pobreza y la falta de acceso a tierra y agua, producto de la tendencia a la acumulación de grandes superficies de tierra y su habilitación para regadío, por parte de grandes empresas agrícolas que acaparan el agua (Peña et al., 2015; HLPE, 2011). En este sentido, el desarrollo de la agricultura corporativa ha degradado los ecosistemas y con ello los medios de vida de las comunidades y sus usuarios (Damonte y Lynch, 2016).

En este marco, los impactos de la agricultura de exportación sobre el ambiente son devastadores. Respecto a esto, la FAO (2011), afirma que la práctica de la agricultura intensiva suele ser un factor determinante de la degradación ambiental y pérdida de la biodiversidad, a causa de la sobreexplotación de los recursos, como también por la contaminación del suelo y el agua subterránea a causa del uso indiscriminado de agroquímicos. Esto no sólo reduce los flujos ambientales, sino que ocasiona cambios en el acceso al suelo y el agua para los usuarios y disminuye su disponibilidad; frente a esto, la UNESCO (2006:13), señala que la “eliminación, destrucción o inutilización de los ecosistemas naturales, son los factores de mayor impacto sobre la sostenibilidad de los recursos naturales”.

Por consiguiente, no es exagerado señalar que la explotación agrícola a gran escala tiene efectos perjudiciales sobre la sostenibilidad del recurso hídrico y el suelo. Las Naciones Unidas destacan que en los últimos cincuenta años la extracción de agua se ha triplicado “el volumen extraído de los acuíferos es superior al volumen natural de restitución” (PNUD, 2011:42). Por ello, las fuentes de agua han disminuido su disponibilidad, las cuencas hidrográficas y los espacios naturales de agua han desaparecido producto de: los cambios tecnológicos que

permiten una mayor extracción, el cambio climático, así como la mercantilización del recurso en mercados financieros.

Dichos procesos han ocasionado y continúan contribuyendo a una crisis del agua con graves efectos sobre la vida rural, campesina e indígena (UNESCO, 2009). Por lo tanto, se hace pertinente abordar las transformaciones que ha provocado el cambio en la estrategia productiva en la agricultura respecto a los recursos agua y suelo en nuevos territorios. De esta forma, la investigación se concentrará en estudiar un trozo de esta realidad desde los sistemas complejos, bajo el enfoque de la ecología política del agua, donde se analizarán los cambios que ha generado una nueva estrategia productiva en la región Morelia-Pátzcuaro.

1.5 Contenido y organización de la información

La investigación cuenta con cinco capítulos, comenzando por las bases epistemológicas, teóricas y metodológicas de la investigación. En este capítulo se desarrolla la teoría de sistemas complejos de Rolando García (2006), basada en la epistemología constructivista, que permite comprender problemáticas ambientales complejas y analizar procesos característicos que se desarrollan en el sector agrícola desde un enfoque interdisciplinario. Se complementa con el enfoque teórico de la ecología política del agua, la cual analiza los cambios ambientales desde una perspectiva social, ambiental, económica y política. Se plantea la estrategia metodológica de la investigación, en la que se describe en detalle la construcción y dinámica del sistema complejo, así como las técnicas y fuentes de información.

En el tercer capítulo, se aborda el medio biofísico, en el que se detallan aquellos elementos bióticos y abióticos que influyen en el ciclo hidrológico, como los suelos y su degradación, el clima, los fenómenos y el cambio climático. De igual forma, se aborda la hidrología subterránea de los acuíferos del territorio en estudio, a saber: Morelia-Queréndaro y Lagunillas-Pátzcuaro, detallando su geología, estratigrafía, hidrogeología, flujos, balance hidrológico y su disponibilidad.

En el cuarto capítulo, se desarrolla el sistema socio productivo, en el que se aborda el contexto nacional, estatal y local del maíz, y las reformas políticas y económicas que conllevan al abandono del campo maicero en México. Igualmente, se considera la producción del maíz en la región Morelia-Pátzcuaro en el período 2010-2019, las organizaciones presentes, el sistema socio productivo, el sistema de manejo, la biodiversidad del maíz, así como las características de los productores maiceros. Asimismo, se aborda la expansión fresera a nivel nacional, estatal y local, y los procesos políticos y económicos que permitieron la llegada de las corporaciones

al territorio. También, se analiza la producción de fresa y la formación de un corredor agrícola en la región Morelia-Pátzcuaro desde el año 2015 a la fecha, su paquete tecnológico asociado y la expansión del cultivo de fresa en las diferentes zonas del corredor agrícola.

En el quinto capítulo, se desarrollan los cambios e impactos socioambientales que ha generado el cambio de estrategia productiva en la región, basado en un enfoque de territorio hidrosocial, en el que se consideran las correlaciones entre las transformaciones del ciclo hidrológico y las relaciones de poder políticas, sociales y económicas presentes en el nuevo corredor agrícola. Asimismo, para un mayor entendimiento de las transformaciones en cuanto al uso y acceso al agua y suelo se realiza un análisis de los derechos de aprovechamiento otorgados en el territorio, las rentas de tierras ejidales y campesinas, los impactos de la inserción del paquete tecnológico, y por último la lucha campesina presente en el territorio.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales de la investigación, en donde se entretajan los principales resultados del estudio en los diferentes capítulos y se discuten las limitaciones del trabajo. Por último, se señalan las posibilidades de futuras investigaciones en el territorio de estudio.

II. Bases De La Investigación

2.1 Bases epistemológicas y teóricas

Teoría de sistemas complejos

La investigación se fundamenta en la teoría de sistemas complejos de Rolando García (1988 y 2006), la cual ofrece un marco conceptual, metodológico y epistémico que se basa en el

enfoque constructivista de Jean Piaget, y es considerada por el autor como la única teoría constructivista del conocimiento de carácter científico, cimentada y validada empíricamente; ésta, postula que el proceso cognoscitivo comienza en la acción (Martínez y Esparza, 2020), de este modo, la base de todo conocimiento tiene su origen en inferencias lógicas y relaciones causales, las que conllevan a la reestructuración del conocimiento producto de un cambio externo que modifica la estructura existente, engendrando nuevas ideas o esquemas (Saldarriaga et al., 2016).

Desde esta perspectiva, una investigación debe estar fundada en hechos observables que van más allá de la percepción: “no hay lectura pura de la experiencia” (Piaget citado por García (2006)); un hecho, ya sea una propiedad, una acción o un evento, puede ser considerado como un observable, ya que es interpretado a través de un marco conceptual cimentado en las experiencias previas del investigador y de su concepción del mundo. En consecuencia, un investigador, al abordar un problema no parte de cero, sino que aplica un conjunto de teorías o paradigmas que conforman un corpus de conocimiento desde donde abordará dicha cuestión. Por ello, el soporte empírico de la investigación estará determinado por dos elementos: 1) *marco epistémico*, que aborda cómo se definen los objetivos de la investigación orientados fundamentalmente por el tipo de preguntas que se intenta responder; 2) *dominio empírico*, que aborda cómo se delimitan los datos que serán relevantes para la investigación.

El segundo elemento constitutivo de la teoría de sistemas complejos es la estructuración de la realidad basada en los principios de estratificación y la no linealidad de los procesos evolutivos. A estos, García (2006) los designa como el componente ontológico, evitando las connotaciones metafísicas. El principio de estratificación se basa en la concepción de que el universo no está regido por las mismas leyes y organización:

“el mundo físico se presenta constituido por niveles de organización semiautónomos y en cada nivel rigen dinámicas específicas de cada uno de ellos, pero que interactúan entre sí (...) Los diferentes niveles están “desacoplados” en el sentido de que las teorías desarrolladas en cada uno de los niveles tienen suficiente estabilidad como para no ser invalidadas por descubrimientos o desarrollos en otros niveles” (García, 2006:74).

Esto se complementa con el análisis cualitativo de procesos no-lineales de los sistemas dinámicos, los que han evidenciado que, fenómenos de diversa naturaleza, al ser estudiados por diferentes disciplinas, aparentan no tener puntos comunes, sin embargo, respecto a su

evolución temporal, presentan una gran similitud. De este modo, dichos acontecimientos integran totalidades o sistemas, que responden a una ley muy general: “la evolución no-lineal, con discontinuidades estructurales, que procede por sucesivas reorganizaciones” (García, 2006:75). Cabe señalar, que estos principios tienen un marco histórico fundado en diversas disciplinas como la biología, la economía política y la epistemología genética.

Fundado en estos principios, García señala que el investigador accede a la realidad mediante la representación de un conjunto de situaciones, fenómenos y procesos que pueden ser dispuestos en una totalidad organizada denominada sistemas. Éstos, se pueden catalogar como: *descomponibles*, que sus partes tienen la capacidad de ser aisladas y modificadas independientemente una de otras; y *no descomponibles*, en los que, los procesos que determinan su funcionamiento son múltiples e interdefinibles, y diversos factores confluyen de una manera que no pueden ser aislados. A estos últimos se les denomina *sistemas complejos*.

Según García (2006:80), los sistemas complejos y sus principios característicos se basan en “una disposición de sus elementos por niveles de organización con dinámicas propias, pero interactuantes entre sí; y una evolución que no procede por desarrollos continuos sino por reorganizaciones sucesivas”. Es decir, los componentes de un sistema son interdefinibles al determinarse mutuamente, por ello, el sistema que se estudia debe delimitarse de forma que aquello que se va a analizar presente una organización, determinada a su vez por el conjunto de relaciones, por lo que el sistema debe incluir aquellos elementos en que se han identificado las relaciones más significativas. Estas organizaciones no son consideradas rígidas o que se mantienen en un equilibrio estático, sino que, debido a procesos dinámicos de regulación, se mantiene un sistema organizado en condiciones estacionarias.

Este marco permite atender problemáticas ambientales complejas, como la degradación del ambiente, producto del manejo de los recursos naturales en áreas rurales y urbanas, en las que se desarrollan actividades como la agricultura, ganadería y silvicultura (Martínez y Esparza, 2020), destaca el caso de la agricultura desarrollado por García (1988) en su libro “Modernización en el agro: ¿ventajas comparativas, para quién?” en el cual aborda los problemas y cambios asociados a la introducción del cultivo comercial del sorgo en la región del Bajío, donde analiza los problemas alimentarios que causa dicho proceso. En el que están involucrados el medio físico-biológico, la producción, la tecnología, la organización social y la economía.

De esta forma, el autor aprehende realidades complejas y analiza procesos característicos que se desarrollan en sectores como el agrícola, donde se han impulsado políticas productivas de alto rendimiento económico que conllevan un alto costo ambiental y social, como es el caso de la inserción de cultivos de exportación en zonas productoras de cultivos tradicionales. Situación, que ha implicado reformas en la estrategia productiva en la agricultura y con ello cambios en el uso y acceso de recursos como el suelo y el agua, así como contradicciones y conflictos asociados a su distribución los que son el eje de esta investigación.

En dicha problemática, confluyen diversos procesos cuyas interrelaciones conforman un sistema que opera como una totalidad organizada, configurando una realidad compleja que traspasa las fronteras disciplinarias. Por ello, el sistema define su estructura mediante las relaciones existentes, las que al ser alteradas y conducidas a situaciones críticas, originan una reorganización total (García, 2006). Estos procesos, generan nuevas relaciones y una nueva estructura, que modifican los elementos del sistema y su funcionamiento. Asimismo, implican una doble direccionalidad de los procesos, debido a que la modificación de los elementos involucra cambios del funcionamiento de la totalidad del sistema, y estos cambios implican la reorganización de los elementos, lo cual, según García (2011), añade una gran dificultad al estudio de la dinámica de los sistemas complejos.

En consecuencia, estas interacciones entre la totalidad y las partes no pueden ser analizadas por separado atendiendo a los diferentes dominios disciplinarios, sino que deben ser abordadas desde un enfoque global e interdisciplinario, en el que se incorpore además el análisis histórico. Es preciso destacar, que las aportaciones de las diferentes disciplinas deben tener sentido para el análisis sistémico, además de entregar resultados pertinentes para la definición del sistema complejo (Castañares, 2009; García, 2011).

Ecología política y el ciclo hidrosocial

La comprensión de problemáticas ambientales será complementada por el enfoque teórico e interdisciplinario de la ecología política, el cual analiza los cambios ambientales no sólo como fenómenos naturales sino desde una perspectiva social, económica, histórica, cultural y política (Durand et al., 2015; Robbins, 2012), construido en la acción y encuentro de diversas disciplinas, pensamientos, éticas, comportamientos y movimientos sociales (Leff, 2006); en este, confluyen nuevas disciplinas ambientales y ecológicas como la economía ecológica, el derecho ambiental, la sociología política, la antropología y la ética política.

Enrique Leff (2006), señala que la ecología política es un campo en construcción que brota de la economía ecológica para analizar los procesos de significación, valorización y apropiación de la naturaleza; desde valores políticos y culturales que son abordados desde la politización de la ecología.

La ecología política ofrece herramientas analíticas para la comprensión de las causas complejas y sus consecuencias en las transformaciones socioambientales en diversos contextos políticos y económicos (Durand et al., 2015). Dentro de los principales temas estudiados destaca el uso, acceso y control de los recursos naturales, específicamente en los países del sur global (Yacoub et al., 2015).

Este enfoque analiza las contradicciones y conflictos asociados a la distribución inequitativa de los recursos, así como el impacto generado por la contaminación y degradación del ambiente por parte de las empresas extractivas, sin dejar de lado los mecanismos, estructuras y discursos que la sostienen. Por ello, la ecología política parte de la hipótesis de que estos problemas no están restringidos a factores meramente técnicos o de gestión, sino a un contexto social y político en el que se desarrollan relaciones complejas entre la sociedad y la naturaleza, en las que se debe analizar el acceso y control sobre los recursos.

La ecología política posee tres supuestos fundamentales según Bryan and Bailey (1997) citado por Robbins (2012): “aceptar la idea de que los costos y beneficios asociados con el cambio ambiental se distribuyen entre los actores de una manera desigual; las transformaciones ambientales inevitablemente refuerzan o reducen las desigualdades sociales y económicas existentes; el poder que ejercen unos actores sobre otros tiene implicaciones políticas”. En consecuencia, se aborda la influencia de variables que actúan en diferentes escalas, cada una anidada dentro de la otra, en las que se desarrollan decisiones locales influenciadas por políticas regionales que están dirigidas a su vez por políticas de la economía global (Robbins, 2012).

Desde esta perspectiva, se pueden analizar los conflictos y disonancias asociadas a la repartición desigual de los recursos y a la degradación del ambiente en el territorio latinoamericano, que han sido guiados por la globalización económica, reforzando relaciones de dependencia y colonialismo en la región, así como por la lógica extractivista en la que se basa la economía actual (Ávila, 2015).

En el sector agrícola este proceso se ha materializado mediante el aumento de inversiones de capitales extranjeros y la imposición de avances tecnológicos, los cuales fueron establecidos por organismos financieros internacionales que engendraron los lineamientos para insertar la

región en una economía globalizada; estos procesos, como menciona Yacoub et al. (2015), generan cambios estructurales que se aplican en los marcos legales e institucionales, para abrir la entrada a los capitales transnacionales y con ello la explotación de recursos indispensables, como el agua, para el desarrollo de la agricultura.

Inmersas en una lógica extractiva, muchas empresas tienen prácticas que degradan el medio ambiente dejando enormes pasivos sociales y ambientales en las comunidades aledañas, para asegurar una producción a bajo costo y continuar con el consumo de las economías centrales (Composto y Navarro, 2014); bajo la intervención de un Estado que facilita el establecimiento de los inversionistas de mercados regionales y mundiales en los territorios, que permite, como señala Ávila (2015: 21) “la privatización de recursos estratégicos como el agua y la tierra; la desregulación económica y ambiental para incentivar la inversión extranjera en actividades extractivas y productivas altamente consumidoras de recursos naturales”. Situación que afecta la gestión de los recursos a nivel comunitario, volviéndola insostenible, producto de la intervención del Estado y/o de las empresas al imponer nuevas formas de gestión de los recursos que conllevan a una distribución inequitativa de éstos (Robbins, 2012).

El aumento en la demanda del recurso hídrico, para satisfacer las necesidades del modelo neoextractivista en el que se desarrollan monocultivos para exportación, ha ocasionado conflictos por el agua, que afectan las economías rurales, producto de la alteración del curso de los ríos, contaminación de las aguas, sobreexplotación de los acuíferos, entre otros (Arrollo y Boelens, 2013; Hoogesteger y Wester, 2018). En estos conflictos, se enfrentan dos posiciones: por un lado, quienes utilizan el recurso hídrico para sustentar sus medios de vida y, por el otro, quienes consideran el agua como un bien explotable de valor económico que genera riqueza para la acumulación del capital (Langhoff et al., 2017).

Discordancias que requieren perspectivas de análisis como la ecología política del agua, cuyo eje se articula en las relaciones de poder que establecen los diferentes actores en el proceso de apropiación de este recurso; en el que se abordan los cambios en el modelo de propiedad y gestión del agua en beneficio del sector privado nacional y transnacional, que conlleva a “nuevas formas de colonización del territorio, resistencia social y conflictos” (Ávila, 2015: 19).

Autores como Swyngedouw (2009), Boelens (2016), Yacoub et al., (2015), Sandoval (2017), abordan la investigación hidrosocial. Ésta, analiza la correlación entre las transformaciones del ciclo hidrológico a nivel local, regional y mundial, y las relaciones de poder social, político, económico y cultural, con la finalidad de estudiar la circulación del agua como un proceso

físico y social, planteándolo como un flujo socio natural híbrido que fusiona la naturaleza y la sociedad intrínsecamente en el ciclo hidrosocial (Swyngedouw, 2009).

El estudio del agua requiere revisar los enfoques tradicionales fragmentados e interdisciplinarios insistiendo en lo indisociable de lo físico y lo social en la producción de configuraciones hidrosociales particulares (2009:56); en busca de repensar los escenarios hídricos, para comprender cuestiones relacionadas con la apropiación, la distribución y el uso del agua (Larsimont, 2014).

El ciclo hidrológico, los cambios sociales y los cambios en el uso, manejo y organización a nivel social y político del ciclo del agua se determinan entre sí, produciendo nuevos ciclos hidrosociales y relaciones con el recurso a nivel local y global. Por ello, los “entornos hidráulicos” (Swyngedouw, 2009), son construcciones que se producen históricamente dentro de marcos sociales, físicos y ambientales, por lo que, “no hay nada, a priori, no-natural” (Harvey, 1996 citado por Larsimont, 2014), en la construcción de infraestructura hidráulica como presas o sistemas de riego.

En palabras de Boelens et al. (2015:85), las interacciones de las prácticas humanas, los flujos de agua, las tecnologías hidráulicas, los elementos biofísicos, las estructuras socioeconómicas y las instituciones político-culturales constituyen los territorios hidrosociales. En estas zonas actúan mecanismos de control sobre el agua, ejecutados por redes hidrosociales constituidas alrededor de su gestión y uso, que operan sobre fuentes superficiales o subterráneas, como: ríos, cuencas o acuíferos (Boelens et al., 2017; Hoogesteger y Wester, 2018).

En estas regiones, la calidad y cantidad de agua se ha convertido en la base de la economía, destacando las aguas subterráneas como fuente de agua inocua trascendental para los cultivos de exportación; proceso que ha conllevado a la explotación de los territorios hidrosociales y sus poblaciones, bajo la consigna del desarrollo y progreso nacional hacia la modernidad (Yacoub et al., 2015; Ávila, 2015; Boelens et al., 2011; Arrollo y Boelens, 2013; Hoogesteger y Wester, 2018). Sustentado en un uso incontrolado del recurso hídrico, que acarrea formas de despojo y concentración de acceso, mediante la acumulación de derechos de agua y de tierra.

Basado en los enfoques ya señalados por los diferentes autores/as, es que se abordará la complejidad del cambio de la estrategia productiva y el desarrollo de actividades económicas como los monocultivos de exportación, bajo un análisis crítico de sus procesos característicos impulsados por políticas productivas de alto rendimiento económico, que generan contradicciones y conflictos asociados a la distribución, uso y acceso de los recursos vitales

para la agricultura como: suelo y agua. Establecido en un recorte espacial y temporal de la realidad con un enfoque interdisciplinario de sistemas complejos, desde una perspectiva social, económica y política, enmarcada en un contexto histórico que permite reconstruir la evolución de los procesos del sistema en un momento dado.

Con esta meta como trasfondo, en la siguiente sección se describe la metodología empleada para analizar el proceso de introducción del cultivo de fresa de exportación y su paquete tecnológico asociado en una región otrora maicera.

2.2 Marco conceptual y metodológico

Para dar respuesta a la pregunta general de investigación se utilizó el marco conceptual y metodológico basado en la teoría de sistemas complejos de Rolando García (2006), que permite abordar los problemas socioambientales asociados a los cambios en la estrategia productiva en la agricultura, bajo un enfoque global e interdisciplinario. Esta propuesta, por su carácter analítico, permite ser una base para el diseño de la investigación que además es una metodología de la explicación que busca integrar resultados, formular un diagnóstico y llegar a conclusiones generales (Ávila, 1996). La construcción del sistema implica hacer un recorte de la realidad a nivel espacial y temporal, como también, conceptual y de la problemática que se aborda en la investigación. A continuación se describe en detalle el sistema complejo y sus componentes.

2.2.1 Sistema complejo

La construcción del sistema se basó en la teoría de sistemas complejos de Rolando García (2006), la cual permite abordar la problemática compleja del cambio de la estrategia productiva en la agricultura en la región Pátzcuaro-Morelia, a partir de la llegada de la agricultura de exportación, con eje en el uso y acceso al agua y al suelo. A continuación se detallan los componentes del sistema.

Componentes del sistema

a. Límites

En la realidad empírica, los sistemas complejos carecen de límites definidos a nivel físico y en cuanto a la problemática, por ello, es necesario hacer un recorte de la realidad y establecer límites para su definición como una totalidad organizada. Para el establecimiento de los límites se comienza por las fronteras geográficas.

En el caso de estudio, se delimitó la nueva región productora de fresa de exportación, emplazada entre los municipios de Morelia y Pátzcuaro. Luego se establecieron límites más

difusos, como los límites entre formas de producción o de organización económica que coexisten en la zona de estudio, en este sentido, se consideró la producción de maíz tradicional y de fresa de exportación, asimismo, las organizaciones relevantes del territorio como ejidos, comunidades indígenas y módulo de riego. Con el propósito de representar una organización o estructura en la que es necesario dejar fuera elementos que no son de interés para el estudio. Sin embargo, lo que queda fuera también puede ser considerado para el análisis como condiciones de contorno, y se especifican en forma de flujos con velocidad de cambio relevante para el estudio, dentro de ellos se pueden considerar: reformas agrícolas que estimulan la exportación, privatización del agua y suelo, entre otros.

b. Elementos

Los elementos son unidades complejas que constituyen subsistemas, que se relacionan e interactúan entre sí determinando la estructura del sistema. Por ello, la construcción del sistema incorpora los elementos: medio biofísico y sistema socio productivo, que presentan las relaciones significativas para el estudio. Para la determinación de los subsistemas es importante definir las escalas espaciales y temporales que se considerarán, que al mismo tiempo están delimitadas por el marco empírico y se detallan en la tabla II-1.

c. Escalas

Los subsistemas estarán definidos por dos tipos de escala: 1) escalas de fenómenos: las que tienen una dinámica propia y coexisten e interactúan con otros fenómenos y tienen influencia sobre otras escalas como efectos integrales; 2) escala de tiempo: en la que se analiza la historia de la dinámica del sistema, considerando el período en el que se estudiará su evolución, que se relaciona con la naturaleza del sistema y con la pregunta conductora de la investigación que determinarán por su parte los fenómenos a estudiar.

Para la primera escala, se consideraron los eventos desarrollados a nivel local en los municipios y zonas de producción del corredor agrícola Morelia Pátzcuaro, los sistemas socio productivos de maíz tradicional y de fresa de exportación. También, se consideran los fenómenos a nivel federal y estatal, que han fomentado la producción de agricultura de exportación y desincentivan la producción de cultivos tradicionales. Asimismo, se abordaron los procesos globales que conllevaron a implementar reformas en la agricultura nacional que potenciaron la producción de cultivos para exportación por sobre los cultivos tradicionales. Las escalas de tiempo se detallan en la tabla II-1.

d. Estructuras

Buena parte de las propiedades del sistema están dadas por su estructura y no por sus elementos, la identificación de esta va a depender del período de estudio y de las escalas de fenómenos que se consideren relevantes en el análisis de la evolución del sistema. La estructura del sistema puede describirse a partir de las condiciones de contorno que introdujeron el *cambio en la estrategia productiva*, mediante *políticas de privatización de los recursos suelo y agua*, *políticas agrícolas de producción de exportación*, la *llegada de las transnacionales*, y el *paquete tecnológico*, las cuales condicionaron la transformación del subsistema socio productivo.

Las transformaciones de dicho subsistema repercuten directamente en el subsistema biofísico, mediante los efectos de la tecnología: mayor demanda de recursos, sobreexplotación de acuíferos, degradación del suelo, contaminación del agua y suelo, entre otras. Procesos que a su vez afectan al subsistema socio productivo, mediante cambios en el patrón de precipitación y eventos extremos, y el déficit hídrico. Para una mejor comprensión de la estructura del sistema esta se detalla en la figura II-1.

e. Procesos y niveles de análisis

Los procesos describen los cambios que suceden en el sistema, por ello, se requiere una diferenciación entre los niveles de procesos y de análisis, estos se categorizan en tres niveles como lo señala la teoría de sistemas complejos:

Nivel 1: Análisis complejos de carácter diagnóstico que buscan describir la situación real y sus tendencias en el nivel terminológico más inmediato y es esencialmente local. Éstos constituyen efectos socio ambientales locales basados en la explotación de los recursos cimentados en procesos más amplios que tienen lugar en otros niveles. Este nivel contiene observaciones, encuestas, entrevistas, etc.

Nivel 2: Corresponden a procesos más generales denominados meta procesos que gobiernan o determinan los procesos del primer nivel, y su escala es regional o nacional.

Nivel 3: Factores que determinan los meta procesos y su evolución a nivel nacional e internacional, como las modificaciones del mercado internacional, políticas nacionales de desarrollo e internacionalización de capitales.

De este modo, el análisis de los procesos está interrelacionado, el estudio del tercer nivel proporciona una explicación de los procesos de segundo nivel, y el análisis de este último otorga una explicación de los procesos del primer nivel (Ávila, 1996).

La interacción entre niveles no es mecánica ni lineal, se presenta en diferentes escalas de fenómenos y diferentes dinámicas. Es decir, si las perturbaciones que afectan a un subsistema exceden un cierto umbral, accionan los mecanismos del siguiente nivel, respondiendo a una dinámica reguladora que contrarresta la perturbación, o puede generar procesos de reorganización de la estructura. Las condiciones de estabilidad del sistema determinarán el efecto sobre la estructura, lo cual no tiene relación directa con las perturbaciones que desencadenaron el proceso (García, 2006). Las escalas espaciales y temporales, así como el nivel de análisis del sistema se describen en la tabla II-1.

Tabla II-1. Escalas espaciales y temporales, y nivel de análisis del sistema complejo.

Subsistema	Escala espacial	Escala temporal		Nivel de análisis
Socio productivo	División política municipal:	Ciclos:		Primer nivel-análisis complejo de carácter diagnóstico que busca describir la situación real y sus tendencias en el nivel terminológico más inmediato.
	Acuitzio, Huiramba, Lagunillas, Morelia, Pátzcuaro y Tzintzuntzan	2010 - 2015	Producción de maíz de autoconsumo	
	Unidad territorial: Zonas de producción maicera y de fresa	2016-2021	Entrada de monocultivo de exportación	
	Sanabria			
	Tupátaro			
	Lagunillas			
	Tirípetio			
	Organizaciones presentes y su jurisdicción:			
	Comunidad Indígena de Ihuatzio			
	Módulo VI "Lázaro Cárdenas"			
Ejidos				
Biofísico	Estado de Michoacán	2000 - 2021	Estudios, estadísticas y proyecciones realizadas en el período	
	División política municipal:			
	Acuitzio, Huiramba, Lagunillas, Morelia, Pátzcuaro y Tzintzuntzan			
	Acuíferos:			
	Morelia- Queréndaro			
Lagunillas- Pátzcuaro				

La delimitación del problema

Con la definición del marco epistémico que contiene la pregunta central de esta investigación, detallado en el apartado “1.2 Marco epistémico de la investigación”, y el problema empírico abordado a profundidad en la sección “1.1 El problema de investigación”, se procede a delimitar el problema. Desde una perspectiva socio ambiental, el estudio de los cambios en la

estrategia productiva y sus impactos socioambientales en la región Morelia-Pátzcuaro, requieren de la comprensión de las articulaciones que se dan entre el medio biofísico, el medio productivo, los agricultores y las organizaciones presentes, que se describen a continuación:

Medio biofísico: se consideraron los recursos esenciales para la producción agrícola como son: suelo, su aptitud para la producción agrícola; y agua, las fuentes, su disponibilidad y calidad para la producción agrícola tradicional y de exportación.

Medio socio productivo: que aborda dos tipos de agricultura: i) agricultura campesina, productora de maíz de temporal y riego que posee la mayor superficie en el territorio; ii) agricultura de exportación, productora de fresa, con una producción altamente tecnificada y de rápida expansión.

Agricultores y organizaciones: se consideraron los campesinos, comunidad indígena, ejidos y módulo de riego presentes en el territorio, como principales productores maiceros y administradores del agua y las tierras, cuya producción es destinada al autoconsumo. De igual forma, se consideraron los agricultores y brokers productores de fresa de exportación, como nuevos usuarios del agua y suelo del territorio, que han insertado nuevas lógicas mercantiles sobre los recursos.

Cabe señalar, que para una comprensión completa de la problemática compleja se necesita abordar los aspectos normativos y de políticas públicas, no obstante, debido a los tiempos acotados de investigación, el énfasis de la pregunta de investigación está en los aspectos tecnológicos y socio productivos. Por ello, el recorte de la realidad profundizó en los aspectos biofísicos y socio productivos, sin restar importancia a los aspectos normativos y políticos que son considerados como condiciones de contorno del sistema complejo: reformas que liberalizaron los recursos agua y suelo, nuevas políticas de desarrollo agrícola a nivel nacional y estatal que, por un lado facilitan y fomentan la producción de cultivos de exportación, y por otro desincentivan la producción de cultivos tradicionales. Temáticas que podrían ser el centro de futuras investigaciones que continúen el abordaje de los cambios en la estrategia productiva de la agricultura.

Es importante destacar que el sistema complejo no abordó la expansión de la fresa de exportación en cultivos diferentes al maíz, a causa de que su producción se realizó mayormente en zonas otrora maiceras. De manera indistinta de las modalidades de producción en tierras de temporal y riego.

Respecto a las fuentes de agua, se abordó a mayor profundidad las aguas subterráneas, debido a que es la principal fuente para la producción de fresa de exportación. Por ello, sólo en la zona del módulo de riego se consideran las aguas superficiales. Tampoco se consideran las descargas de agua de las empresas, debido a que no hay registro de los volúmenes, tampoco se aborda a profundidad la calidad de agua ya que no se contaba con equipo para realizar las mediciones.

El foco de la investigación son los recursos suelo y agua, razón por la que no se ahondó en temas de soberanía alimentaria, flexibilización laboral y género, a modo de no extender los acotados tiempos de investigación, más no por desinterés. No obstante, sería relevante realizar estos análisis en próximos estudios en la zona.

La construcción del sistema complejo

Con el marco epistémico definido y el problema empírico de la investigación delimitados se inició la construcción del sistema complejo, con el objeto de obtener una visión del cambio en la estrategia productiva y sus impactos socioambientales en la región Morelia-Pátzcuaro, con eje en los recursos agua y suelo. Con un análisis de primer nivel sobre los cambios en el uso y acceso de los recursos agua y suelo para uso agrícola, y los impactos socioambientales que ha generado este proceso en el territorio.

Para ello, el sistema complejo “*agricultura y su estrategia productiva*” integra dos subsistemas o unidades complejas de análisis:

- 1) Subsistema biofísico (B): incluye elementos bióticos y abióticos que influyen en el ciclo hidrológico y el estado de los suelos, tales como: clasificación de suelos y aptitud agrícola, topografía, clima e hidrología.
- 2) Subsistema socio productivo (P): incluye la producción agrícola de cultivos tradicionales y de exportación con su tecnología asociada, el manejo que hacen de los recursos suelo y agua, y los diferentes productores presentes en el territorio.

Las relaciones internas entre los subsistemas y las condiciones de contorno, se identificaron a medida que avanzaba la investigación, debido a que ciertos procesos necesitaban mayor comprensión. Para ello, las entrevistas a actores claves y salidas a campo fueron fundamentales para comprender la realidad de la región Morelia-Pátzcuaro. Durante la investigación, con base en información de fuentes primarias y secundarias, se intentó representar de manera fidedigna la problemática estudiada (figura II-1), en la que se destacan de manera general las siguientes relaciones internas:

B-P₁: Patrón de precipitación y eventos extremos.

- B-P₂: Déficit hídrico con menor disponibilidad de las fuentes subterráneas.
- P-B₁: Efectos de la tecnología que aumentan la presión sobre los recursos.
- P-B₂: Impactos en el ciclo hidrológico con déficit de precipitaciones y disminución de la disponibilidad de agua de los acuíferos.
- P-B₃: Sobreexplotación de acuíferos debido a la alta demanda de recursos.
- P-B₄: Degradación del suelo por prácticas de laboreo y uso de agroquímicos.
- P-B₅: Contaminación de los recursos suelo y agua producto del uso excesivo de agroquímicos y plásticos en la producción de exportación.

También se consideraron las condiciones de contorno del sistema:

- 1) Subsistema socio productivo: políticas agrarias y privatización de los ejidos, políticas de agua y privatización, políticas agrícolas de exportación v/s granos básicos, transnacionales y paquete tecnológico.
- 2) Subsistema biofísico: cambio climático y afectación a los recursos hídricos.

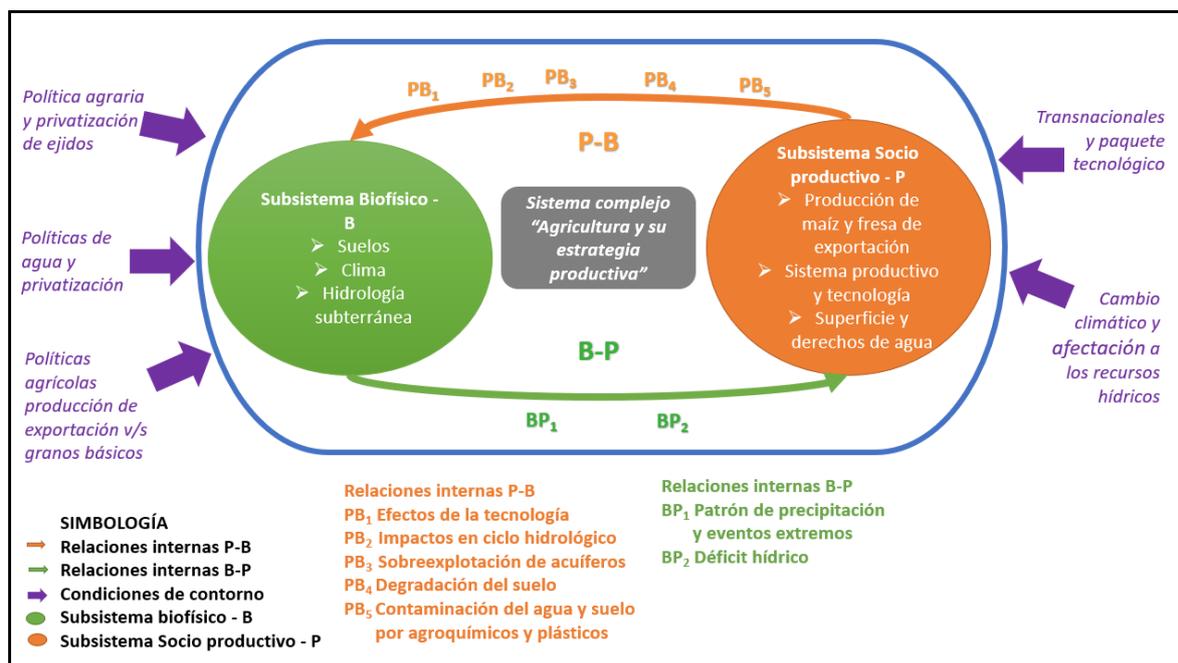


Figura II-1. Sistema complejo y sus articulaciones.

La dinámica del sistema complejo

El estudio de la dinámica del sistema complejo permite abordar el cambio en la estrategia productiva en la agricultura, en el corredor Morelia-Pátzcuaro, en dos etapas: 1) 2010-2015 época en que el sistema socio productivo se basaba en la agricultura tradicional de maíz, de

temporal y riego, con una producción de autoconsumo; 2) 2016-2021 etapa en la que llegan las corporaciones a la región insertando el monocultivo de fresa y su paquete tecnológico asociado, en tierras ejidales y campesinas otrora maiceras.

Estas etapas están enmarcadas en procesos históricos de reformas y nuevas políticas de desarrollo agrícola nacionales y estatales, que fomentan los cultivos de exportación, esto implicó cambios en la estrategia productiva del corredor Morelia-Pátzcuaro, pasando de una agricultura de subsistencia precarizada, basada en la colaboración interna que permitía que la población fuese menos vulnerable a nivel socio productivo, a otra situación de mayor vulnerabilidad e inestabilidad campesina, debido al despojo de los recursos vitales para la agricultura como son suelo y agua, a causa de la entrada de empresas productoras de monocultivo de fresa de exportación.

Transformaciones que se explican a partir de los procesos que contribuyeron a la desestructuración del sistema complejo, el cual no se ha reestructurado en su totalidad, debido a que los procesos se encuentran latentes.

Frente a esto, el interés central de la investigación consiste en determinar la fragilidad e inestabilidad del sistema *Agricultura y su estrategia productiva*, con el objeto de contribuir con la comprensión del proceso expansivo de las empresas exportadoras freseras en una región otrora maicera y los impactos socioambientales que han generado. Colaborando con la entrega de un insumo que ayude a motivar nuevas estrategias productivas que conlleven a una mayor sostenibilidad ambiental, que consideren la importancia del cultivo del maíz, así como de la agricultura campesina y las organizaciones locales ejidales e indígenas que resisten en el territorio.

2.2.2 Técnicas y fuentes de información

Revisión bibliográfica

Para el análisis del sistema y sus procesos, se realizó una revisión bibliográfica que consistió en la recopilación de información antecedente y documental, que permitió desarrollar el estudio de los diferentes cambios del sistema. Las fuentes de información utilizadas son:

1. Estudios realizados en los municipios de la región Morelia-Pátzcuaro y en el estado de Michoacán, que abordan temas referentes a los recursos agua y suelo vinculados a procesos socio productivos de la agricultura.
2. Estudios que abordan la producción de fresa de exportación a nivel global, nacional y en el estado de Michoacán, desde una perspectiva política, económica y socioambiental.

3. Investigaciones realizadas a nivel latinoamericano, nacional y estatal, en torno a la expansión geográfica de la agricultura de exportación en los territorios rurales. Sus impactos en la agricultura campesina y en los recursos suelo y agua, bajo el enfoque de la ecología política del agua y de los territorios hidrosociales.
4. Documentos oficiales, nacionales y estatales, que hacen referencia a las políticas de desarrollo agrícola.
5. Estadísticas oficiales: censo agropecuario 2016, censo ejidal 2007, SIACON 2021, REPDA-CONAGUA 2021, IMTA, SEDRUA, SEMARNAT y FIRA.

Salidas a campo y entrevistas

Para el reconocimiento de la zona se realizaron diez salidas a campo en la región Morelia-Pátzcuaro, las que fueron exploratorias y guiadas por agricultores. Asimismo se realizaron entrevistas a los actores claves, con particularidades que se describen a continuación:

- i) Salidas a campo exploratorias: se realizaron cinco salidas como un primer acercamiento a la región Morelia-Pátzcuaro, en las que se identificaron las nuevas zonas de producción de fresa de exportación y los actores claves para la investigación.
- ii) Entrevistas: se realizaron entrevistas informales y semiestructuradas a los actores claves de la región Morelia-Pátzcuaro y el corredor agrícola, identificados en las salidas exploratorias. Se llevaron a cabo más de diez entrevistas a campesinos y ejidatarios del corredor, usuarios del módulo de riego; en una ocasión, a las autoridades y campesinos de la comunidad indígena de Ihuatzio; en una ocasión al personal de la transnacional Driscoll's, en tres oportunidades al personal de la empresa exportadora Biotegro, así como a funcionarios públicos de FIRA en una oportunidad y CONAGUA en dos ocasiones.
- iii) Salidas guiadas con agricultores: se realizaron cinco salidas guiadas con los agricultores de las diferentes zonas, en las que se identificaron sectores, infraestructura y fuentes de agua claves para la producción agrícola de exportación.

Instancias en las que se hizo registro fotográfico y geoespacial del territorio, los que se utilizaron como insumo para la construcción del análisis espacial del territorio.

Análisis espacial

Para dar respuesta a la pregunta de investigación se consideró el análisis espacial de la región agrícola Morelia-Pátzcuaro. Para esto se determinó el objeto espacial de análisis, el nivel

espacial de análisis, la unidad territorial de análisis y la unidad de representación, que se describen en la tabla II-2.

Tabla II-2. Objeto espacial, nivel espacial de análisis, unidad de análisis y unidad de representación.

Objeto espacial de análisis	Nivel espacial de análisis	Unidad territorial de análisis	Unidad de representación
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos hídricos • Tierras agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de Michoacán 	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas de: Sanabria, Tupátaro, Lagunillas y Tirípetio 	<ul style="list-style-type: none"> • Polígonos: zonas, campos de cultivos de fresa de exportación y de maíz

Las variables que se analizaron para desarrollar la unidad territorial son dos: aguas subterráneas y producción agrícola. Para la variable aguas subterráneas se consideraron los indicadores de riego y pozos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de CONAGUA. Para la variable producción agrícola se abordaron tres indicadores: i) tenencia de la tierra: ejidal o privada; ii) zonas productoras de maíz; iii) zonas productoras de fresa (figura II-2). Para desarrollar los indicadores se utilizaron diversos insumos de fuentes institucionales y de elaboración propia que se muestran en la tabla II-3.

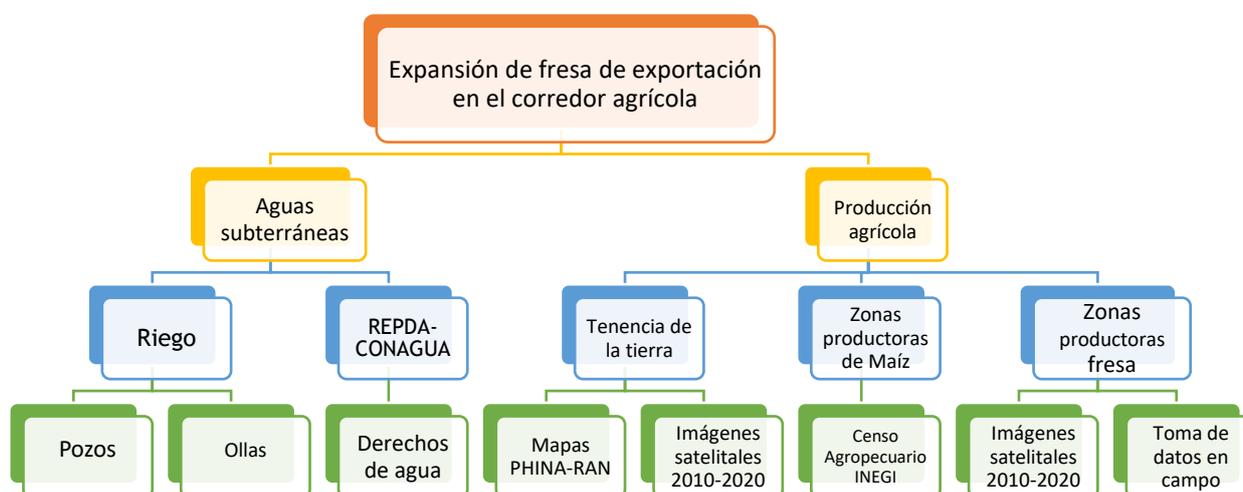


Figura II-2. Variables, indicadores e insumos que se utilizaron para el análisis espacial.

Tabla II-3. Insumos utilizados para el análisis espacial de la región Morelia-Pátzcuaro y el corredor agrícola.

N.º	Nombre de la capa	Campo	Fuente	Año	Escala
1	Atlas Nacional de Riesgos por Inundaciones	Mapa de peligro de inundaciones del estado de Michoacán	CENAPRED	2012	1:250 000

2	Capas de polígonos de las zonas de estudio del corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro	Zonas productoras de fresa de exportación en las zonas de: Sanabria, Tupátaro, Lagunillas y Tirípetio	Elaboración propia	2021	1: 50 000
3	Censo Agropecuario 2016 del Mapa digital de México V6.3.0	Censo Agropecuario del año 2016: producción de maíz	INEGI	2018	1:50000
4	Curvas de nivel para la República Mexicana	Curvas de Nivel del estado de Michoacán	CONABIO	1998	1:250 000
5	Degradación del suelo de la República Mexicana	Degradación del suelo del estado de Michoacán	SEMARNAT	2004	1:250 000
6	Derechos de aprovechamiento de agua REPDA-CONAGUA	Ubicación de los derechos de aprovechamiento de agua en el corredor agrícola	CONAGUA	2021	1: 50 000
7	Distribución de maíces nativos en México	Maíces nativos del estado de Michoacán	CONABIO	2015	1:250 000
8	Distritos de riego de la República Mexicana	Distrito de riego 020-Morelia; Distrito de Riego 061- Zamora	CONAGUA	2018	1:200 000
9	División política municipal	Municipios del estado de Michoacán	INEGI	2018	1:250 000
10	Edafología de México	Clasificación suelos del estado de Michoacán	INIFAP - CONABIO	1995	1:250 000
11	Google Earth	Identificación de las zonas de producción de fresa de exportación y las ollas de riego asociadas	GOOGLE EARTH	2020	1:200 000
12	Hipsometría de México	Hipsometría del estado de Michoacán	INEGI	1990	1:400 000
13	Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA) del Registro Agrario Nacional (RAN)	Ejididos presentes en el estado de Michoacán	PHINA	2016	1: 50 000
14	Uso de suelo y vegetación, serie I (continuo nacional)	Uso de suelo y vegetación del estado de Michoacán	INEGI	2001; 2017	1:250000
15	Zona hidrogeológica Morelia-Queréndaro	Zona de recarga, flujos, elevación del nivel estático	INEGI	2014	1:200 000

Para desarrollar el objeto de análisis se realizaron diversos procesamientos, por variable, con el uso del software libre Qgis en su versión 3.16, que se describen a continuación:

Etapa 1: para la obtención de los datos de producción agrícola del corredor Morelia-Pátzcuaro se empleó la capa “Censo Agropecuario del año 2016” del Mapa digital de México V6.3.0 realizado por INEGI, la cual registra datos de los diferentes cultivos que se producen en el país. Para esta investigación se utilizó la capa de maíz del estado de Michoacán (figura II-3), en la que se detalla información como: tenencia de la tierra, modalidad de riego o temporal, agricultura a cielo abierto o protegida, superficie, número de terrenos por cada polígono, entre otros. Dicha información, fue procesada y registrada en mapas de cada una de las zonas de estudio en las que se determinó la superficie cultivada con maíz. A su vez los polígonos de producción maicera identificados se diferenciaron en: 1) producción: temporal, riego,

temporal/riego (mixto); 2) tenencia: ejidal o privado; 3) superficie y número de terrenos productivos.

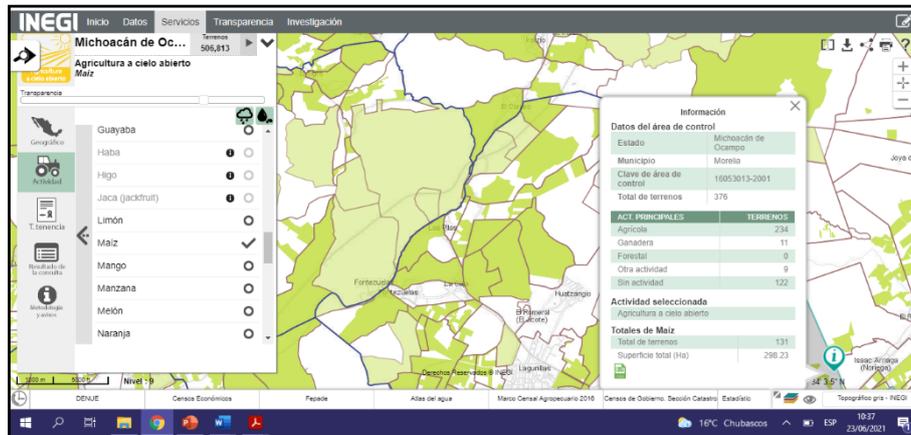


Figura II-3. Mapa digital de México, capa del Censo Agropecuario 2016.

Etapa 2: con la ayuda de imágenes satelitales se determinaron los predios en los que se cultivaba fresa de exportación, para esto se distinguieron los macro túneles de protección climática en cada zona de estudio. Dichas estructuras se pueden identificar por su forma rectangular de color blanco, que son claves para distinguir los cultivos en las bases de datos de mapas como Google earth o Google Satellite (figura II-4). De este modo, se sobrepuso la capa de producción de maíz del Censo Agropecuario con la base de mapas de Google Satellite, y se procedió a identificar y delinear los polígonos de las nuevas zonas productivas de fresa de exportación, cuyos límites geográficos se establecieron en base a los polígonos del Censo. Cabe señalar, que las zonas productivas de fresa fueron verificadas en las salidas a campo realizadas los días: 26 de octubre, 14 y 19 de diciembre del año 2020, 09 de abril, y 06, 17, 25 y 26 de mayo, 08 y 14 de julio del año 2021 (figura II-6).



Figura II-4. Mapa de Google Earth de las zonas productoras de fresa de exportación.

Etapa 3: se procedió a la construcción de la unidad territorial de análisis, compuesta por los polígonos de las zonas de: Sanabria, Tupátaro, Lagunillas y Tiripetío, las cuales conforman el nuevo corredor agrícola. Asimismo, se confeccionaron las unidades de representación a saber: campos de producción de maíz y fresa de exportación en el corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro (figura II-5).

Etapa 4: una vez construida la unidad espacial de análisis se procedió a superponer los diferentes insumos (tabla II-3), para desarrollar los indicadores de cada variable. De este modo, se incorporó la unidad territorial de análisis y se construyeron los diferentes mapas de la investigación en el “Proyecto corredor agrícola”, en el que se realizaron diversos procesamientos, como: la construcción de polígonos y puntos, cortes de las capas vectoriales, sobreposición de capas, bases de datos por capas, entre otros. De este modo, se obtuvieron como productos finales más de una decena de mapas de la unidad espacial de análisis del corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro.

A modo de ejemplo, para la construcción del mapa de las organizaciones presentes en el territorio se utilizó la capa del Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA) del Registro Agrario Nacional del año 2016, en el que se constató la existencia de 26 ejidos en las zonas del corredor y la inexistencia de comunidades de derecho en el territorio. Agrupaciones que fueron referenciadas espacialmente en las diferentes zonas de estudio y se detallan en la sección 4.3.1.a.

Con base en lo anterior, se construyó un mapa SIG, que puede ser utilizado para comunicar y transmitir grandes cantidades de información de la región Morelia-Pátzcuaro y el corredor. Este mapa muestra la información de una forma organizada que permite la interpretación de la información esencial, entre una infinidad de contenido que es mostrado en cada visualización (figura II-7). El insumo permite la compilación, análisis y comprensión de la problemática compleja, para decidir cursos de acción frente al uso y acceso de los recursos hídricos y suelo. Dentro del SIG “Proyecto corredor agrícola” se destacan los siguientes grupos y capas:

1. Zonas de estudio: Sanabria, Tupátaro, Lagunillas, Tiripetío.
2. Estado de Michoacán, municipios, Regiones Hidrológico Administrativas y Distritos de Riego.
3. Subsistema biofísico: hipsometría, curvas de nivel, uso de suelo y vegetación de los años 2001 y 2017, degradación del suelo, edafología, textura de suelo, precipitación,

isotermas, acuíferos, cuencas y subcuencas, hidrogeología, cuerpos de agua, días granizo, peligro de inundación.

4. Subsistema socio productivo: razas de maíz, zonas de cultivo de maíz de propiedad ejidal y privada, superficies productivas, modalidad de riego y temporal; campos de fresa identificados en las zonas de estudio; ollas identificadas y pozos catastrados en el REPDA-CONAGUA al año 2021, categorizados por uso: agrícola, pecuario, público urbano, industrial, servicios y doméstico.

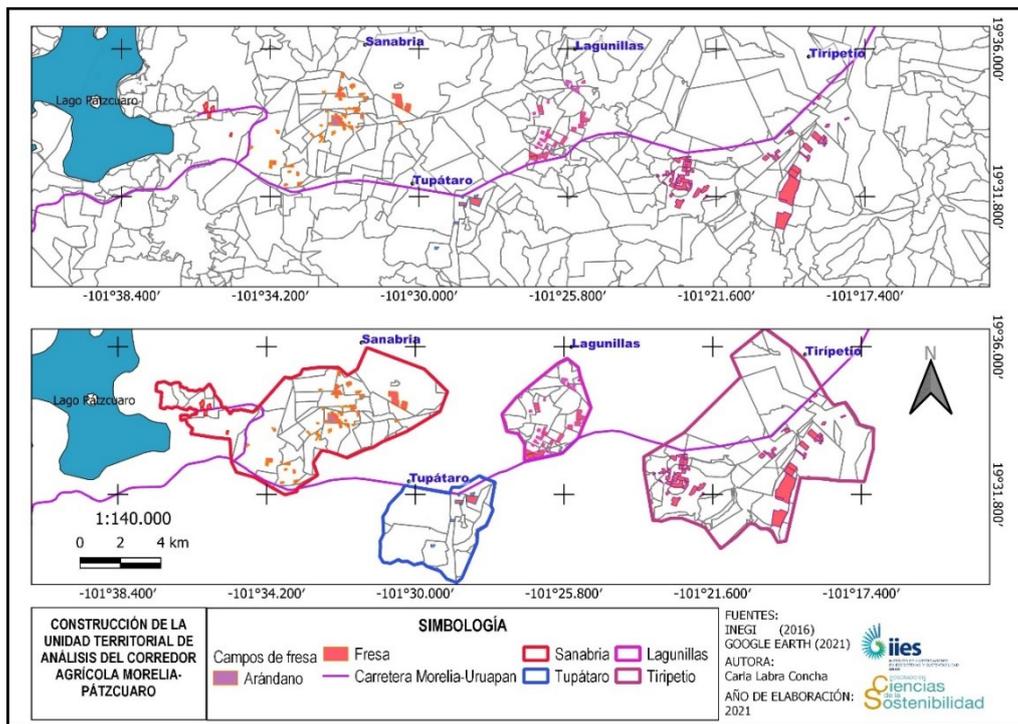


Figura II-5. Mapa de la construcción de la unidad territorial de análisis del corredor agrícola.

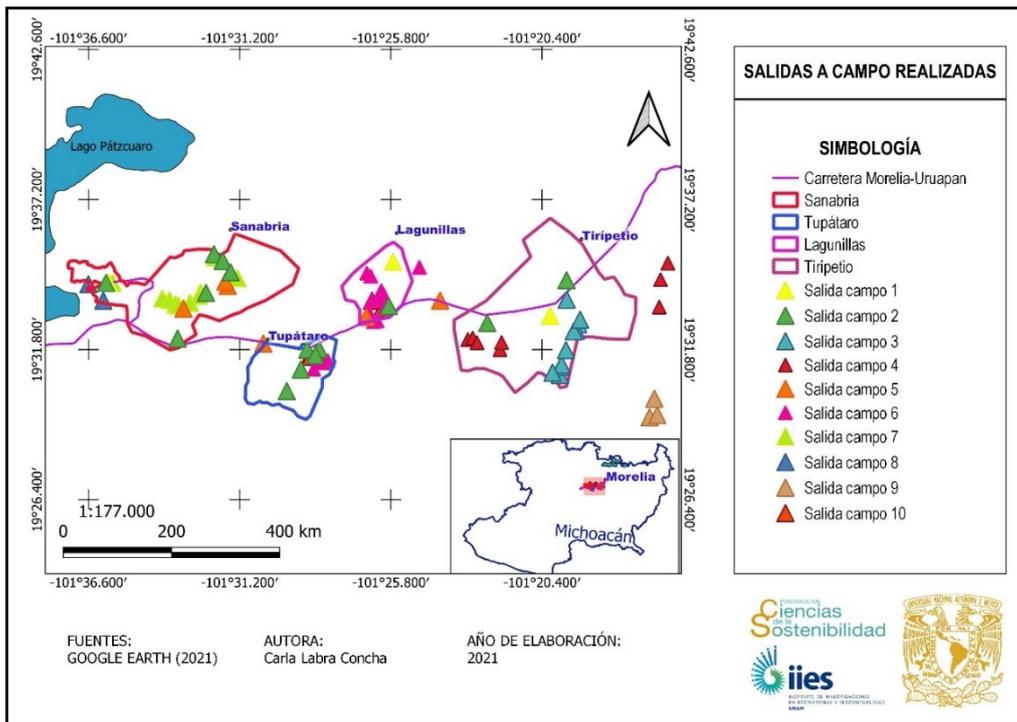


Figura II-6. Mapa de las zonas visitadas en salidas a campo.

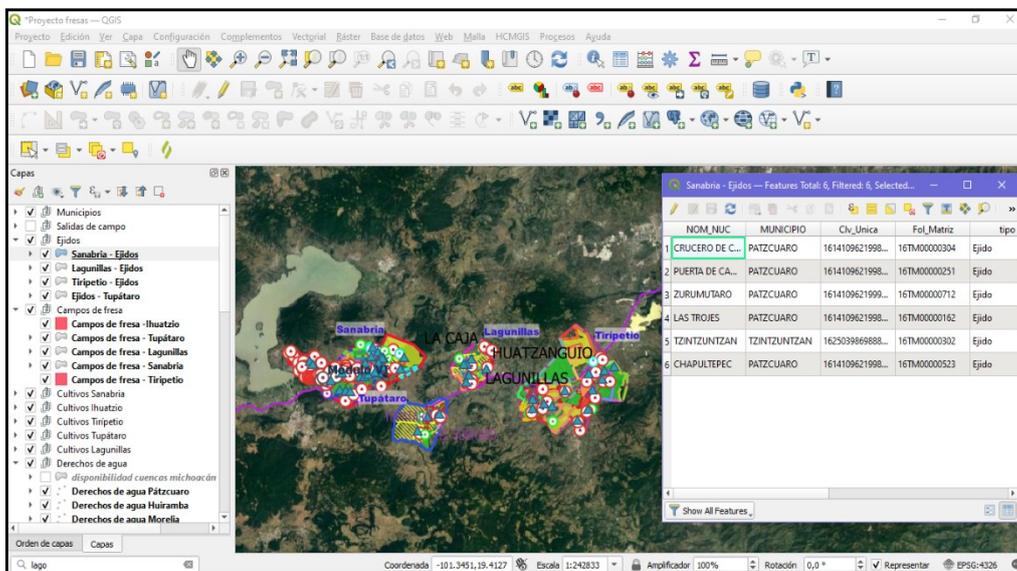


Figura II-7. Mapa SIG "Proyecto corredor agrícola".

III. El Medio Biofísico: Suelos y Agua

Para intentar responder a la pregunta ¿Qué condiciones biofísicas tiene la región Morelia-Pátzcuaro respecto de los recursos hídricos y suelo?, en este capítulo se presentan los suelos existentes en la región Morelia-Pátzcuaro, su clasificación y los procesos de degradación que los afectan. También, se aborda el clima y las estadísticas oficiales presentes en el territorio, los fenómenos climáticos como: sequía, peligro por granizo y peligro por inundaciones, así como el cambio climático y las proyecciones de los principales informes realizados por el IMTA, la hidrología subterránea de los dos acuíferos presentes en la región Morelia-Pátzcuaro: Morelia-Queréndaro y Lagunillas-Pátzcuaro, ahondando en su geología e hidrogeología, balance hidrológico y disponibilidad, con base en los informes realizados por la CONAGUA.

3.1 Ubicación, topografía, uso de suelo y cuencas

La región Morelia-Pátzcuaro está ubicada geográficamente entre las coordenadas 101° 18' 30" y 101° 36' 47" longitud oeste, y 19° 31' 03" y 19° 34' 30" latitud norte, comienza al sur del municipio de Morelia, pasando por los municipios de Acuitzio, Lagunillas, Huiramba, Pátzcuaro y finaliza en el municipio de Tzintzuntzan. Con una superficie de 214,326 hectáreas está ubicado en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico específicamente en la subprovincia Neovolcánica Tarasca, cuyo vulcanismo se caracteriza por ser reciente (Plioceno-Cuaternario) y gran parte de su superficie es catalogada como sierra volcánica con llanura, paisajes de lomeríos, piedemontes y planicies (Espinoza y Bollo, 2017).

Producto del fallamiento y la impermeabilidad de lavas y otros elementos volcánicos, las cuencas presentes en el territorio son cerradas, se encuentran ubicadas en la Región Hidrológico Administrativa 12-Lerma Santiago, y en la región Morelia-Pátzcuaro y son dos: 1) cuenca del Lago de Pátzcuaro y 2) cuenca del Lago Cuitzeo. En el territorio también se encuentran los acuíferos abiertos de: Morelia-Queréndaro, con un área de 3,510 km² y Lagunillas-Pátzcuaro con una extensión de 1,149 km² (CONAGUA, 2020a y 2020b).

La topografía en la subprovincia es accidentada con laderas de pendientes importantes y profundas barrancas, destacando cerros de alturas de 2,800 msnm en el municipio de Huiramba, y de 2600 msnm en el municipio de Tzintzuntzan, con una altitud promedio de 2,086 (msnm) (figura III-1).

Los suelos que conforman la subprovincia son jóvenes y se formaron de manera residual, a partir de cenizas volcánicas de las erupciones del período Cuaternario, así como de rocas basálticas, tobas, brechas y andesitas (INEGI, 1997). La vegetación dominante según el INEGI

(2017), son los bosques de Pino, Encino y Pino-Encino con un 25% de la superficie, y en menor medida bosque mesófilo de montaña y bosque de Oyamel con un 0.6% de la extensión, de igual forma, hay presencia de bosques de plantaciones forestales que abordan un 2% de la superficie, con presencia de vegetación secundaria que ocupa el 16% del área (figura III-2).

El uso de suelo es mayormente para la producción agrícola tradicional e industrial, abarca un 39% del territorio, que se divide en: agricultura de temporal, que se desarrolla en tierras bajas y altas (33%); agricultura de humedad (2%); y agricultura de riego (5%), en las zonas más bajas. Cabe señalar, que esta actividad se ha desarrollado históricamente en el territorio debido a la fertilidad de los suelos presentes en las zonas más bajas, como también, por la presencia de fuentes de agua; además se desarrolla la ganadería avícola, porcina y bovina, en escala grande y pequeña (INEGI, 2016). Esta última, se basa en explotaciones familiares, que son cruciales para el sustento y producción familiar que proporciona alimentos para el consumo, fuerza de tiro e ingresos por comercialización.

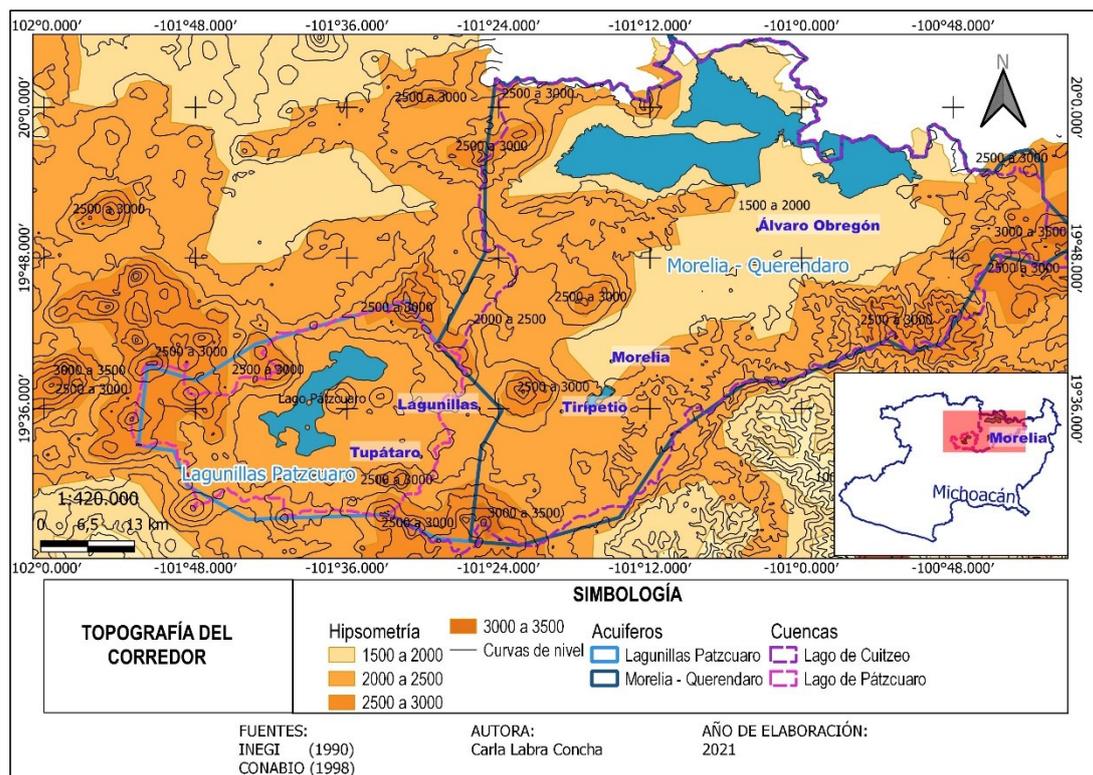


Figura III-1. Mapa de la topografía de la zona de estudio.

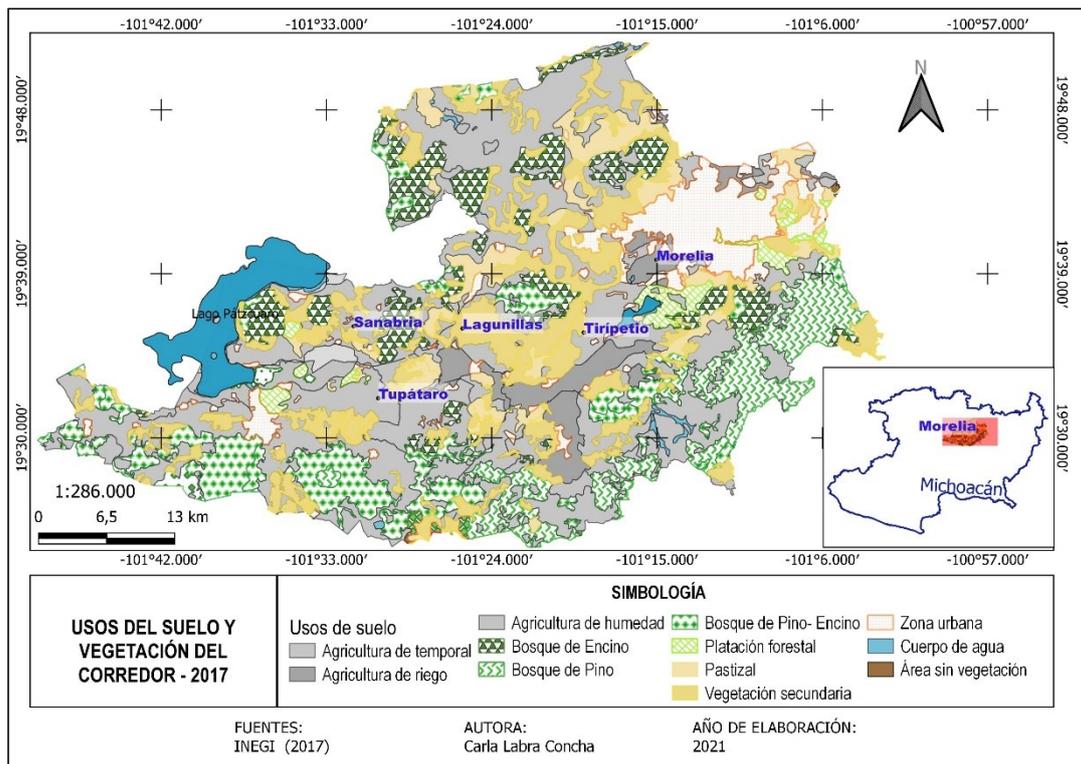


Figura III-2. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio.

3.2 Suelos

El “Mapa de suelos dominantes de la República Mexicana” de la CONABIO fundamentado en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) (INIFAP-CONABIO, 1995), ha clasificado los suelos de la región Morelia-Pátzcuaro como suelos de origen volcánico, los cuales representados en porcentaje corresponden a: Luvisol 39,19%, Acrisol 31,23%, Andosol 23,26, Litosol 3,05%, Feozem 2,02%, Vertisol 0,99% y Gleysol 0,26% (figura III-3). Clasificación que indica su aptitud para la producción agrícola, debido a su alta fertilidad, capacidad de retención de humedad y propiedades de enraizamiento (FAO, 2008). Por consiguiente, en la zona se han desarrollado actividades productivas como la forestal y la agricultura a cielo abierto y protegida.

En el período de estudio, del año 2010 al 2020, los cultivos de mayor superficie son los tradicionales, destacando en todos los municipios el maíz, con áreas que van de las 1,300 a 16,000 hectáreas; de igual forma, se cultiva forraje siendo el ebo y la avena forrajera los de mayor superficie en un rango de 90 a 1,700 hectáreas (SIACON, 2021). A partir del año 2015 es que aparecen los cultivos de agricultura protegida como la fresa, manteniéndose hasta la fecha, con superficies que van desde las 14 a 378 hectáreas en los diversos municipios (SIACON, 2021).

Producto de la actividad agrícola en el territorio se han producido cambios en las propiedades de los suelos debido a: métodos de labranzas, uso de enmiendas y fertilizantes, disminución de la materia orgánica y procesos erosivos (Torres et al., 2016). Por consiguiente, para comprender las propiedades de los suelos en este período se revisaron estudios elaborados en el territorio, donde se analizan las propiedades físicas y químicas del suelo, así como las modificaciones que ha generado el manejo agronómico. Es importante precisar que en la región Morelia-Pátzcuaro son escasos los estudios de suelo, por ello, se analizó literatura realizada a partir del año 2000 en las cercanías del territorio.

Los suelos luvisoles, situados en las tierras más bajas, son los predominantes en la región Morelia-Pátzcuaro. Bedolla et al. (2017), desarrollaron un estudio de la diversidad de suelos en el Estado de Michoacán, señalando que los suelos de esta zona presentan acumulación de arcilla en sus horizontes como resultado de la movilización de coloides minerales, con un porcentaje de materia orgánica que oscila entre 2,5 a 5%, un rango de pH de 5,5 a 8 y una capacidad de intercambio catiónico de 20-40. Estas propiedades le otorgan una alta fertilidad en planicies y piedemontes, siendo aptos para la producción agrícola de temporal. Aunado a esto, el estudio desarrollado por Medina et al. (2009)¹, en el Estado de Campeche, señala que estos suelos, bajo el cultivo de maíz de temporal, luego de un período de 30 años de producción, presentaron una disminución de: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y calcio; lo que supuso una menor productividad por falta de materia orgánica, a causa de un mal manejo y la quema consecutiva de rastrojos.

Los suelos acrisoles son de los de mayor superficie en la región Morelia-Pátzcuaro y se encuentran ubicados en las cotas más bajas de las zonas de Tupátaro y Lagunillas. Medina et al. (2008), desarrollaron un estudio en la cuenca del Lago Cuitzeo sobre la pérdida de suelo, agua y nutrientes en un suelo acrisol producto de la actividad agrícola. Los autores señalan en su investigación las propiedades físicas y químicas de un suelo con clase textural arcilloso en condiciones de cultivo de maíz, el cual presentó un pH de 4.98 y un contenido de materia orgánica de 2.2%. Según el estudio, el uso de estos suelos para la producción agrícola de secano o de riego está determinado por la preservación de la materia orgánica superficial, por ello, se requiere de enmiendas y fertilización para su producción, lo que lo hace susceptible a la

¹ Se consideró el estudio realizado por Medina et al. (2009), “Propiedades químicas de un Luvisol después de la conversión del bosque a la agricultura en Campeche”, por ser comparable la clasificación del suelo y el cultivo en producción de maíz por su relevancia en la investigación.

degradación y preservación de la materia orgánica, por lo que, es necesario considerar períodos de descanso para mantener sus propiedades productivas (FAO, 2008).

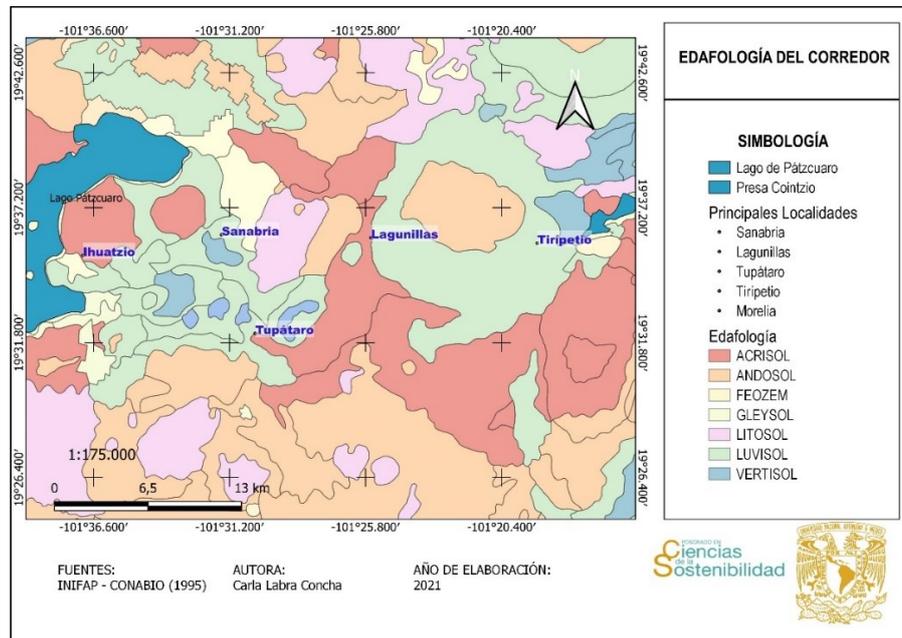


Figura III-3. Mapa de la edafología de la región de estudio.

En las tierras más altas, en la zona de Tupátaro y Tiripetío, se ubican los suelos andosoles, estos son de origen volcánico y cuentan con un alto potencial para la producción agrícola debido a que poseen excelentes propiedades para el enraizamiento y almacenamiento de agua (FAO, 2008). El estudio realizado por Alcalá et al. (2001), en la meseta p'urhépecha del estado de Michoacán, señala las propiedades físicas y químicas del suelo que presenta una densidad aparente $\leq 0,9 \text{ g/cm}^3$ atribuido al desarrollo de micro agregados y al importante contenido de humus; con un alto contenido de materia orgánica, 9,6% en los primeros diez centímetros, y que va decreciendo en forma irregular con la profundidad. Respecto al pH, este se mueve en un rango de 4,9 a 6,9 presentando una acidez de fuerte a neutra. Este tipo de suelo tiene una alta fijación de fósforo, por ello es necesario tomar medidas en la producción para reducir dicho efecto, entre las recomendadas están la aplicación de calcáreo, sílice y material orgánico (FAO, 2008).

Los suelos Litosoles o Leptosoles, se ubican en la zona noreste de Sanabria. Estos suelos son muy delgados, conformados de roca continua con mucha gravilla y pedregosidad con presencia de material calcáreo (SEMARNAT, 2018). Generalmente ubicados en zonas montañosas, tienen potencial para pastoreo en las estaciones húmedas, y para plantaciones forestales, tornándose ácidos en presencia de coníferas (FAO, 2008). En el estado de Michoacán estos

suelos presentan un porcentaje de materia orgánica menor al 1%, con una capacidad de intercambio catiónico de 10-20 meq/100g (Bedolla et al., 2017). Con estas condiciones, su potencial agrícola está limitado por su escasa profundidad y alta pedregosidad, asimismo, su alto contenido de calcio puede contribuir a la inmovilización de minerales por lo que requiere de técnicas apropiadas, siendo preferible mantenerlos con su vegetación original. Cabe señalar, que según la FAO (2008), la erosión, producto de la sobreexplotación, es una de las mayores amenazas de este suelo.

Los suelos Feozem o Phaeozem, ubicados en la zona de Sanabria, son suelos oscuros con alto contenido de materia orgánica y ricos en humus, presentan una alta fertilidad y son excelentes tierras agrícolas, utilizados ampliamente en la agricultura de temporal, así como para crianza de ganado (SEMARNAT, 2018). Según el estudio de Bedolla et al. (2017), estos suelos, en el estado de Michoacán, presentan un pH del rango de 5,5 -8,0, un porcentaje de materia orgánica de 2,5-5% y una capacidad de intercambio catiónico de 20-40 meq/100g. Así como, una alta saturación de bases y una profundidad de 10 a 25 centímetros. Sus principales limitantes son la erosión eólica e hídrica, así como las sequías periódicas (FAO, 2008).

Los suelos vertisoles, también ubicados en la zona de Sanabria, se destacan por su fertilidad natural y su alta retención de humedad e intercambio catiónico, por lo que son considerados de alta productividad (Torres et al., 2016). El estudio desarrollado por Gallegos et al. (2019), describe las modificaciones de las propiedades de los vertisoles, producto del manejo agronómico en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico en el estado de Michoacán; señalan que los suelos poseen un pH moderadamente alcalino en el rango de 7,69 a 8 y una conductividad eléctrica un poco elevada de 2,3 a 3,9 dS/m, con una capacidad de campo alta. De igual forma, destacan las modificaciones del suelo a causa del manejo agronómico, como: i) la infiltración de contaminantes hacia los acuíferos propiciada por la gran retención de agua de lluvia o de irrigación en el espacio poroso del suelo; ii) mayor salinidad del suelo producto del uso inadecuado de fertilizantes con un drenaje insuficiente.

En la zona del lago de Pátzcuaro se encuentran los suelos gleysoles. Medina et al. (2014), realizaron un estudio en la zona del lecho del lago, en la localidad de Ichupio, señalan que el suelo cuenta con un perfil de pH heterogéneo básico con rangos de 7,7 a 8,5, y una conductividad eléctrica menor a 0.8 dSm⁻¹, sin condiciones salinas; y un contenido de materia orgánica del orden del 2,2%, con una porosidad en el rango del 37 – 46%. Dichas propiedades le atribuyen al suelo buenas condiciones para el desarrollo de cultivos tradicionales, debido a que mantiene una humedad que permite el desarrollo de raíces en los primeros 85 cm (FAO,

2008). No obstante, la labranza del suelo es determinante tanto para su degradación y erosión, como en la contaminación del lago, producto de la percolación, fuga de Nitrógeno y escurrimiento (Tapia et al., 2000).

Degradación del suelo

Dentro de las actividades que degradan el suelo destaca la agricultura, las prácticas de laboreo de la tierra han alterado el equilibrio natural entre el suelo, clima y vegetación, que favorece la formación de nuevos suelos y reduce los procesos de erosión (Camargo et al., 2017). Los impactos generados por esta actividad, han llevado a la pérdida irreversible del suelo, a causa de su ocupación, contaminación y sobreexplotación. De este modo, se ha reducido su capacidad actual y futura para sostener ecosistemas naturales o manejados, a causa del sobrepastoreo, la deforestación y las malas prácticas agrícolas (FAO, 2019).

Los tipos de deterioro de suelo se pueden clasificar en dos: i) erosión: eólica, hídrica y de labranza, que implican el desplazamiento del suelo como un proceso geomórfico natural o producido por la acción antropogénica; ii) detrimento de la calidad del suelo y sus propiedades químicas, físicas y biológicas (FAO, 2019).

Dichos procesos han sido analizados en distintos estudios, destacando el realizado por la SEMARNAT en el año 2004, denominado “Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana”. En el que se abordan cuatro procesos de degradación del suelo: erosión hídrica, erosión eólica, degradación física y degradación química. Sobre la zona del corredor agrícola, se señala que el suelo presenta degradación por: a) erosión hídrica, con deformación de terreno en los municipios de Huiramba, Morelia y Acuitzio; b) erosión hídrica, con pérdida del suelo superficial en los municipios de Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Lagunillas y Morelia; c) degradación química del suelo por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica en los municipios de Tzintzuntzan, Pátzcuaro, Huiramba, Lagunillas, Acuitzio y Morelia (figura III-4).

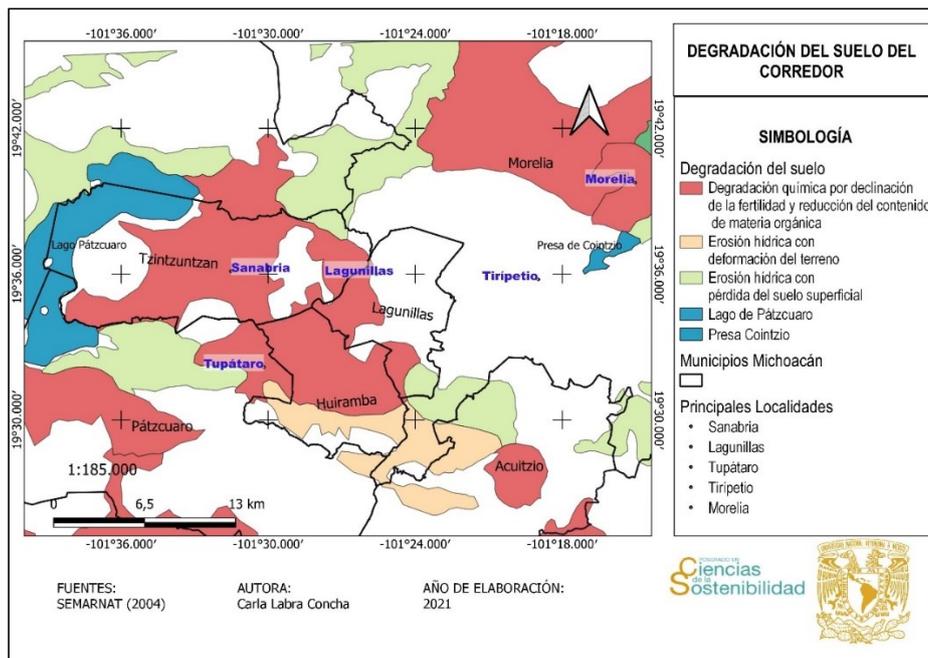


Figura III-4. Mapa de la degradación del suelo en la región de estudio.

El proceso de erosión hídrica implica el desprendimiento de suelo por los efectos de las gotas de lluvia en su superficie y por la escorrentía superficial (FAO, 2019); los principales factores que la controlan son: i) la cantidad, intensidad y distribución de la precipitación; ii) el aumento de la resistencia y estabilización de la estructura con la cobertura vegetal; iii) la topografía del suelo cuya pendiente es proporcional a la capacidad de transporte del escurrimiento. Efectos interactivos que determinarán la magnitud y la tasa de erosión del suelo (Camargo et al., 2017).

La erosión superficial se origina por un flujo homogéneo de agua corriente que arrastra las primeras láminas del suelo, retirando el estrato de mayor contenido de nutrientes y materia orgánica. Lo que genera la pérdida de fertilidad, reduciendo la profundidad de enraizamiento de las plantas y disminuyendo la tasa de infiltración y retención de agua (SEMARNAT, 2018). De igual manera, se produce erosión cuando el flujo de agua se concentra en pequeños canales o en incisiones más profundas denominadas cárcavas, deformando los terrenos y permitiendo el escurrimiento de grandes flujos de agua con el consecuente arrastre de sedimentos que pueden llegar a presas, ríos y lagos contribuyendo a su contaminación, azolvamiento, y en casos críticos a su desborde (FAO, 2015).

Esto se puede observar en las cuencas del Lago de Pátzcuaro y Lago de Cuitzeo, en estos territorios se han desarrollado diversos estudios que analizan el fenómeno de erosión hídrica del suelo. En la cuenca del Lago de Cuitzeo el estudio “Patrones de degradación ambiental en la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán” desarrollado por Mendoza y López (2007), señala

que la erosión en cárcavas en la cuenca está asociada principalmente con las áreas agrícolas ocupando un 36% de la superficie. Los municipios que presentaron mayor erosión en la zona del corredor, según el estudio, son: Lagunillas, Huiramba y Morelia (Mendoza y López, 2007). Situación que se atribuye al sistema de producción agrícola de “año y vez”, en el que se cultiva maíz durante un ciclo y posteriormente la tierra se deja descansar con pastoreo de animales; lo que se asocia con la degradación del suelo por su bajo nivel de reciclamiento de nutrientes y por el laboreo excesivo durante la producción de maíz (Medina et al., 2008).

En la cuenca del Lago de Pátzcuaro el estudio desarrollado por Tapia et al. (2000), evalúa los impactos de la agricultura en la erosión y pérdida de suelo. El informe señala que en el 50% de la superficie de la cuenca se desarrolla la agricultura de temporal, la cual presenta un rango de erosión en laderas que varía de 4 a 136 ton/ha/año (Tapia et al., 2000). Situación que los autores atribuyen a los métodos de producción convencional, que no consideran la protección del suelo y lo dejan expuesto a procesos erosivos por lluvias y erosión superficial. Dichas prácticas aceleran la erosión natural del suelo a causa de la ausencia de una cobertura vegetal o de residuos de las cosechas que lo protejan de los procesos de degradación (FAO, 2009).

Frente a esto, Tapia et al. (2000), proponen el sistema de manejo agrícola de labranza de conservación, el cual proporciona una mayor cobertura del suelo propiciando su protección contra los agentes erosivos. Protegiendo los suelos y preservando el Lago de Pátzcuaro, al reducir los contaminantes agrícolas que son arrastrados por los procesos erosivos en laderas y disminuir la carga de sedimentos que están contribuyendo a la desaparición del lago.

El arrastre de contaminantes agrícolas, como agroquímicos, a causa de la erosión hídrica ha producido la eutroficación de cuerpos de agua como ríos y lagos (Tapia et al., 2000). Desarrollado mediante descargas intermitentes o de escurrimientos superficiales, desencadenados por eventos meteorológicos como lluvias intensas. Éstos provienen de fuentes de contaminación difusa, en vista de que los predios en los que se ocasiona el proceso erosivo no son fácilmente identificables, debido a que los desechos agrícolas no son descargados sobre una superficie controlable, dificultando la identificación del origen de la descarga (Flores et al., 2007).

Por otro lado, la degradación química por disminución de fertilidad del suelo y reducción de materia orgánica, identificada por la SEMARNAT (2018), ha reducido los nutrientes y la productividad del suelo, a causa de la producción agrícola desarrollada en el territorio y las prácticas asociadas a esta, como: laboreo intensivo con quemas de rastrojos y la lixiviación de

los agroquímicos aplicados. Prácticas que, después de laboreos de 20 a 30 años, reducen las reservas de carbono orgánico edáfico en la capa arable, alterando el ciclo del carbono y por ende modificando la calidad del humus, desprotegiendo la materia orgánica del suelo, al romper su estructura, promoviendo su oxidación (García et al., 2006).

La pérdida de materia orgánica en el suelo es asociada con los métodos de labranzas convencionales, que propician la ruptura de su estructura generando una disminución de los ácidos húmicos y fúlvicos (Tapia et al., 2000; Medina et al., 2008; Torres et al., 2006). Esta situación es analizada, en la región, por Torres et al. (2016), quien señala que la pérdida de carbono orgánico es producto del escaso desarrollo de estructura de los suelos, condición que permite la liberación del carbono de sus agregados dejándolo aprovechable para la acción de microorganismos y procesos de oxidación.

García et al. (2006), señala que una disminución de la materia orgánica del suelo conlleva en el corto plazo a la reducción del rendimiento de los cultivos, una baja actividad biológica, menor retención de humedad y encostramiento del suelo, perdiendo su fertilidad; también señala que puede provocar una reducción de la capacidad de adsorción e inmovilización de bioelementos y por ende una menor degradación de los ingredientes activos de los agroquímicos.

3.3 Clima

El clima en la región Morelia-Pátzcuaro tiene la clasificación de Köppen modificado de Cwb, caracterizado por ser cálido y templado, presenta mayor cantidad de lluvias en época de verano que de invierno (INEGI, 2021). En la región existen diversas estaciones climatológicas operadas por la CONAGUA; sin embargo, para el período de estudio de los años 2000-2018, la que cuenta con registros más completos es la estación de Pátzcuaro (16087), los que se consideran representativos de la región y el corredor (tablas III-1 y 2).

Según las estadísticas oficiales, el período de lluvias en el territorio se concentra entre los meses de junio y octubre, lo que da origen a una temporada de lluvias intensas, siendo el mes de julio el de mayor precipitación registrada; asimismo entre los meses de diciembre y mayo se presenta una época de estiaje con menor pluviometría. Los valores de precipitación registrados en la zona oscilan entre los 800 a 1800 mm/año con un promedio de 1018 mm/año para el período 2000-2018; cabe precisar, que para comprender el patrón de precipitaciones se analizaron los registros de lluvia desde el año 1969 al 2017, no obstante, debido a las fluctuaciones constantes no se pudo establecer épocas de sequía y abundancia (Anexo 7.1).

Las temperaturas máximas registradas en la zona se presentan desde el mes de mayo hasta septiembre en el rango de los 26 a 30 °C, y las temperaturas más bajas se registraron en los meses de noviembre a marzo con un rango de 4.6 a 7.7 °C, con una variación de la temperatura promedio de 14 a 21 °C (CONAGUA, 2021a).

Tabla III-1. Datos de variables climáticas de la estación climatológica de Pátzcuaro.

Estación Pátzcuaro -16087												
Ubicación	19° 30' 59" Lat. Norte						101° 36' 35" Long. Oeste					
Altitud (msnm)	2,140											
Período mediciones	2000-2018											
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic
Temperatura Máxima mensual (°C)	23.3	25.8	27.8	30.5	30.8	28.3	26.8	26.7	26.0	26.1	25.1	23.9
Temperatura Promedio mensual (°C)	14.0	15.6	17.2	19.9	21.0	20.6	19.4	19.3	18.9	18.3	16.4	14.7
Temperatura Mínima mensual (°C)	4.6	5.3	6.6	9.4	11.3	12.6	12.1	11.8	11.9	10.5	7.7	5.0
Precipitación mensual (mm)	28.6	13.0	21.8	4.8	64.1	194.2	208.5	192.1	187.0	82.5	24.4	5.8
Evaporación mensual (mm/mes)	94.7	113.8	161.7	173.3	167.6	132.3	113.4	111.7	101.4	102.5	88.7	85.8
Evaporación anual (mm)	1317.8											

Fuente: CONAGUA (2021a).

Tabla III-2. Precipitación período 2000-2010 en la estación climatológica de Pátzcuaro.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Precipitación acumulada (mm/año)
2000	0	35	0	7.6	263	891	218.7	235.3	128	68.7	0.1	10.2	1857.6
2001	2	0	36.2	12.3	134.8	216	299.1	303	483.9	79.3	17	18	1601.6
2002	42	26	0	5	58	122	166	112.6	182	107.5	78	3	902.1
2003	33.6	0	0	0	25.7	201.2	155.4	225	158.5	98.3	35.4	0	933.1
2004	19.5	0	35.2	17	78.1	242.9	205.3	218.3	292.7	94.8	0	5.3	1209.1
2005	9.2	8.3	48.6	0.7	0	46.8	243.8	158.3	193	39.8	5.4	1.1	755.0
2006	18.9	0.4	0	4.8	84.5	167.2	209.9	162.7	174.2	160.9	0	4	987.5
2007	11.3	20.1	0	0	17.3	95.3	95.3	120.6	120.6	239	145.7	0	865.2
2008	0.5	0	0	1.5	9.9	99.2	175.5	193.3	257.9	40.3	0	0	778.1
2009	161.4	4.1	0.9	1.3	80.1	83.8	205.7	172.6	168.7	59.2	0	6.3	944.1
2010	161.4	0	0	0.9	7.6	305.1	285.8	270.8	203.4	0	4.8	0	1239.8
2011		6.1	0	15.5	33.1	132.9	308.8	195.3	91.7	44	1.7	0	829.1
2012	7.6	101.6	18.3	1.2		169.1	306.3	233.1	125.3	30.1	44.1	0	1036.7
2013	6	0		0	71.9	160.2	291.5	158.46	231.1	89	48.8	20.8	1077.8
2014	2.7	0	0	11.1	85.9	204.6	101	137.5	120.8	99.8	2	11.5	776.9
2015	0.3	31.3	183.9	11.7	37.4	97.16	159.8	145.1	146.8	87.2	1.5	13.7	915.9
2016	13.6	1.8	49.3	0	37.2	153.29	195.5	168.6	148.4	59.4	56	8.8	891.9
2017	0	8.3	12.5	0	77.5	107.1	130.4	248.03	139.5	87.7	0	0	811.0
2018	18.7	3.5	0	0	45.3	102.1	128.3	230.1	223	70.1	22.2	7.4	850.7
Precipitación promedio anual (mm/año)					971.8								

Fuente: CONAGUA (2021a).

3.3.1 Fenómenos climáticos

En la región Morelia-Pátzcuaro y a nivel estatal, se han identificado diversos fenómenos climáticos como: sequía, inundaciones y granizos. Éstos conllevan a cambios en el clima como incremento en la temperatura, reducción e inestabilidad del régimen de lluvias, tormentas y granizadas de alta intensidad. Procesos que impactan de manera importante en la producción agrícola, por lo que se hace necesario su análisis.

Sequía

En la región Morelia-Pátzcuaro según el “Monitor de Sequía de México”, se ha identificado déficit de precipitaciones desde el año 2003 (CONAGUA, 2021b). Este instrumento clasifica diversos niveles de sequía: D0- Anormalmente seco; D1- Sequía moderada; D2- Sequía severa; D3- Sequía extrema; D4 Sequía excepcional. En concordancia con esta clasificación, todos los municipios de la región fueron afectados, presentando períodos importantes de sequía en dos etapas, la primera entre el año 2007 y 2012, en la que se presentaron ciclos de sequía extrema y severa. La segunda en el período comprendido entre los años 2016 y 2018, en el que los municipios de la región registraron años anormalmente secos y sequía severa (figura III-5).

De igual forma, el mapa desarrollado por la CENAPRED (2012), sobre el grado de riesgo por sequía a nivel municipal, señala que todos los municipios de la región tienen un riesgo medio, atribuido al contexto global de cambio climático, que produce afectaciones a los regímenes de lluvias, generando sequías más graves a medida que aumentan la temperatura en los territorios y el mundo.

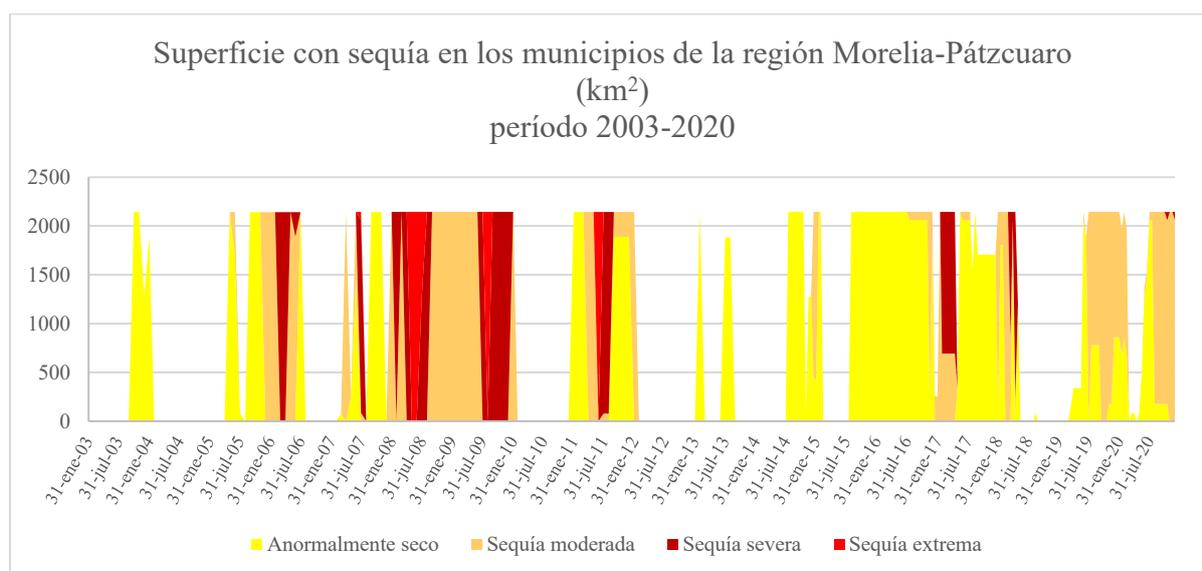


Figura III-5. Superficie con sequía en los municipios de la región Morelia-Pátzcuaro en el período 2003-2020.

Fuente: Monitor de sequía de México (2021).

Peligro por granizo

Para el análisis del peligro por granizo, se consideró el mapa de “Grado de peligro por tormentas de granizo a nivel municipal” desarrollado por la CENAPRED (2012), en una escala de 1:20000. En el mapa se señalan los días con granizo y los grados de peligro frente a este fenómeno para los municipios de la región Morelia-Pátzcuaro, con un promedio de uno a dos días con granizo, variando en el grado de peligro de medio a alto (tabla III-3). Es relevante analizarlo en el territorio, debido a la sensibilidad de los cultivos a daños mecánicos, lo que ha llevado a las empresas exportadoras a implementar diversas tecnologías para la protección de la fruta.

Tabla III-3. Peligros por granizo en los municipios de la región Morelia-Pátzcuaro.

Municipio	Grado de peligro	Días con granizo
Acuitzio	Medio	1-2
Huiramba	Medio	1-2
Lagunillas	Alto	1-2
Morelia	Medio	0-1; 1-2
Pátzcuaro	Alto	1-2
Tzintzuntzan	Alto	1-2

Fuente: CENAPRED (2012).

Peligro por inundaciones

La CENAPRED (2012) realizó el mapa de los peligros de inundaciones a nivel municipal (figura III-6), en este se clasifican los peligros en: baja, muy baja, media, alta y muy alta. En la región Morelia-Pátzcuaro, los municipios presentan una clasificación de: Acuitzio, muy baja; Huiramba, muy baja; Lagunillas, media; Morelia, media; Pátzcuaro, alta; Tzintzuntzan, muy alta. Cabe señalar, que en la mayoría de los municipios el peligro es bajo por lo que es viable la práctica agrícola; en los municipios de Pátzcuaro y Tzintzuntzan hay una alta vulnerabilidad a las inundaciones, en estos territorios se presenta producción agrícola en zonas del lecho del Lago de Pátzcuaro debido a su alta fertilidad y humedad del suelo, situación que los hace aún más vulnerable a las inundaciones.

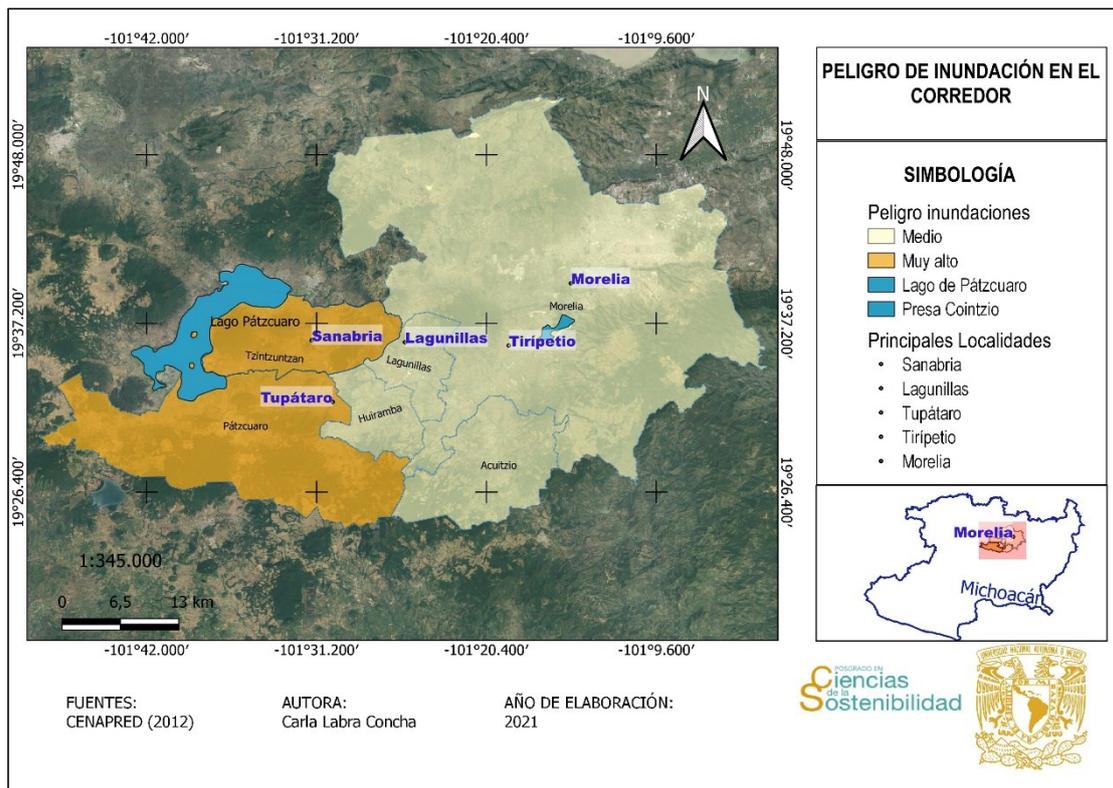


Figura III-6. Mapa de peligro de inundación en la región de estudio.

3.3.2 Cambio climático

En los años 2010 y 2015 el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) desarrolló el “Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático”. Estudio que evalúa, a nivel estatal, los efectos del cambio climático, en: los recursos hídricos, la agricultura y las diferentes variables climáticas, en el territorio a nivel de cuenca (2010) y presentan información más reciente (2015). Estos informes se basan en las trayectorias de concentración representativas (RCP) planteadas por el IPCC (2014), utilizadas para hacer proyecciones de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI), que dependen principalmente de: el tamaño de la población, la actividad económica, el estilo de vida, el uso de la energía, los patrones de uso del suelo, la tecnología y la política climática.

Las trayectorias RCP, incluyen diferentes escenarios de mitigación de los GEI, en los estudios abordan los más probables: RCP4,5 de mitigación intermedia; RCP6,0 de mitigación intermedia; RPC8,5 nivel muy alto de emisiones de GEI. En este marco, el IMTA (2015 y 2010), realizó diversos análisis en el estado de Michoacán y en la región Morelia-Pátzcuaro: i) proyecciones climáticas de precipitación, temperaturas máximas, media y mínima, con datos observados en el período 1971-2000 y proyectados en los años 2015-2039; ii) impacto del cambio climático en la temporada de lluvias, ciclones tropicales y los riesgos de estos

fenómenos en el período 2015-2039; iii) proyección de la vulnerabilidad hídrica global de las aguas superficiales de las cuencas Lago de Pátzcuaro y Lago de Cuitzeo para los años 2030 y 2050; iv) vulnerabilidad de la agricultura de riego ante el cambio climático con datos observados entre 1980-2007.

Los efectos del cambio climático o anomalías detectadas por IMTA (2015), en la región Morelia-Pátzcuaro, se abordan de acuerdo con las secciones del estudio. En la sección i), indican que la temperatura máxima y mínima aumentarán en los períodos de otoño-invierno y primavera-verano, y en cuanto a la precipitación se proyecta una reducción en otoño-invierno y primavera- verano, presentando la mayor disminución porcentual de lluvias en verano (tabla III-4). En la sección ii) el estudio IMTA (2010) señala que, los ciclones tropicales en la costa del estado de Michoacán son de riesgo alto y conllevarán anomalías positivas en cuanto a las precipitaciones, que caerán en el centro del Estado, indicando que éstas podrían ser en ciclos cortos e intensos, asimismo IMTA (2015), apunta que el riesgo en la zona de estudio frente a los fenómenos de lluvias y ciclones tropicales es moderado-bajo y moderado.

La sección iii) del estudio IMTA (2010) aborda las cuencas como regiones vulnerables ante el cambio climático, con una clasificación “media a extrema”, producto de la proyección de la disminución en un 11 a 17% de las precipitaciones para el año 2030, y una reducción del escurrimiento superficial de las cuencas del orden del 10 al 18% para los años 2030 y 2050 (tabla III-5). En la sección iv), IMTA (2010 y 2015) menciona que en la región Morelia-Pátzcuaro la agricultura presenta una vulnerabilidad media y alta ante el cambio climático, y la zona del Distrito de riego 020 – Morelia es clasificada con vulnerabilidad baja con un valor de 40%; asimismo, la población rural presenta una vulnerabilidad alta a muy alta, debido a la baja capacidad de adaptación, la cual es clave para afrontar el cambio climático. Cabe señalar, que dicha capacidad depende de factores socioeconómicos, tecnológicos, institucionales y estructurales de la agricultura, los que en la zona de estudio presentan una clasificación de media y baja (IMTA, 2010).

Los estudios mencionados se complementan con el estudio realizado por Ortiz et al. (2016), sobre el cambio climático y vulnerabilidad agrícola municipal en Michoacán, en el que cataloga la vulnerabilidad de los productores agrícolas por municipio, con la implementación de una técnica de proporciones y estandarizaciones de datos, empleando nueve indicadores: tecnicidad, riego, tracción, instalaciones, calidad de la superficie, financiamiento, diversificación productiva, importancia de la agricultura en la economía municipal y

especialización agrícola². Los resultados clasifican a los municipios de la región Morelia-Pátzcuaro con una vulnerabilidad de: Huiramba 0.648; Tzintzuntzan 0.647; Pátzcuaro 0.619; Lagunillas 0.589; Acuitzio 0.555; Morelia 0.526; siendo Huiramba el municipio que presenta mayor vulnerabilidad y Morelia el de menor vulnerabilidad de los productores agrícolas frente al cambio climático. En este escenario, los autores señalan que la agricultura se presenta como uno de los sectores que más resentirán los efectos del cambio climático, debido a su dependencia del clima (Ortiz et al., 2016).

Tabla III-4. Datos observados y proyección 2015-2039 para escenario RCP4,5, RCP6,0 y RCP 8,5 en la zona de estudio.

Período	1971-2000		2015-2039					
	Valores registrados		*RCP4,5		*RCP6,0		*RCP8,5	
Escenario	Otoño - invierno	Primavera - verano	Otoño - invierno	Primavera -verano	Otoño - invierno	Primavera -verano	Otoño - invierno	Primavera -verano
Ítem								
Temperatura mínima	11-15 °C	17-19°C	+1,1	+1,3-1,4	+1,1-1,3	+1,3-1,4	+1,1-1,2	+1,4
Temperatura máxima	28-30 °C	32-34 °C	+1,2-1,4	+1,4-1,8	+1,3	+1,4-1,8	+1,4	+1,4-1,6
Precipitación acumulada	0-100 mm	700-900 mm	5%	-6%	-5%	-15%	-5%	-15%

Fuente: IMTA (2015).

* RCP: trayectorias de concentración representativas planteadas por el IPCC (2014).

Tabla III-5. Índice de escurrimiento superficial para escenarios RCP6,0 y RCP8,5³.

Cuenca	Lago de Pátzcuaro		Lago de Cuitzeo	
Año	2030	2050	2030	2050
Escenario RCP6,0 (A1B)	-0,11	-0,15	-0,1	-0,14
Escenario RCP8,5 (A2)	-0,15	-0,18	-0,15	-0,17

Fuente: IMTA (2010).

3.4 Hidrología Subterránea

Para el estudio de los acuíferos que comprenden la región Morelia-Pátzcuaro y su hidrogeología se abordaron los estudios desarrollados por la CONAGUA en el año 2020 en los acuíferos: Morelia- Queréndaro y Lagunillas-Pátzcuaro. Éstos se complementaron con el

² Los indicadores utilizados por el estudio son: i) tecnicidad: fertilizantes químicos, semillas mejoradas, abonos naturales, herbicidas químicos, insecticidas químicos, insecticidas orgánicos, quema controlada; ii) riego: usa riego, no usa riego; iii) tracción: mecánica, no mecánica, sólo herramientas manuales; iv) instalaciones: empacadora, seleccionador, desfibradora, otras; v) calidad de la superficie: ensalitrada, erosionada; vi) financiamiento: seguros, crédito; vii) diversificación productiva: índice de diversificación (concentración de la economía en pocas actividades); viii) importancia de la agricultura en la economía municipal: proporción de la agricultura en el PIB; ix) especialización agrícola: índice de especialización económica.

³ En el informe IMTA (2012) sobre el desarrollo del proyecto de actualización de escenarios de cambio climático para México, señala que las proyecciones de los escenarios A1B es similar al escenario de emisiones intermedias RCP6,0 y el escenario A2 de emisiones altas es similar al escenario RCP8,5.

estudio desarrollado por el INEGI en el año 2014 en la zona hidrogeológica de Morelia Queréndaro, que aborda la totalidad del acuífero Morelia -Queréndaro y una pequeña porción del acuífero Lagunillas- Pátzcuaro, siendo el acuífero Morelia Queréndaro el que cuenta con más información para su descripción.

3.4.1 Acuífero Morelia-Queréndaro

El acuífero se ubica en la zona noroeste del estado de Michoacán, entre las coordenadas 19° 26' y 20° 08' latitud norte y 100° 38' y 101° 29' longitud oeste, con una superficie aproximada de 3,510 km², dentro de la zona hidrogeológica Morelia-Queréndaro (INEGI, 2014). Abarca completamente los municipios de Cuitzeo, Huandacareo, Santa Ana Maya, Copándaro, Tarímbaro, Álvaro Obregón y de manera parcial, los municipios de Morelia, Quiroga, Lagunillas, Acuitzio, Charo, Zinapécuaro, Queréndaro e Indaparapeo; así como zonas de los municipios de Pátzcuaro, Huiramba y Huaniqueo. La CONAGUA (2020a), realizó el estudio “Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Morelia-Queréndaro (1602), Estado de Michoacán”, en el que describe la geología, estratigrafía, edafología, flujo y balance hídrico del acuífero; sus resultados se analizan a continuación.

Geología

La zona en la que está emplazado el acuífero se encuentra afectada por un sistema de fallas con dirección Este (E)-Oeste (O) y Noreste (NE)-Suroeste (SO), que dieron origen al valle en que asienta el cuerpo de agua. La geología del subsuelo está definida por la depresión tectónica, originada por el sistema de fallas SO-NE, en rocas de composición basáltica y conglomerados Miopliocénicos que forman el basamento del acuífero; sus fronteras laterales están constituidas al E-SE por el pilar tectónico, al oeste su frontera lateral no se encuentra definida; su permeabilidad es clasificada como alta, la cual está determinada por el cruce de las fallas E-O en rocas ignimbritas y basálticas.

Las rocas que sostienen el acuífero en las planicies son variables, siendo mayormente clásticas del tamaño de arenas y gravas, y en las laderas de la porción centro norte basaltos y tobas pumíticas; en la porción sur, soportan al cuerpo de agua, clásticos y lacustres suprayacentes a las andesitas basálticas. Los espesores del acuífero son del orden de los 300 (m) en el centro y de 400 (m) en el centro sur (CONAGUA, 2020a). En la figura III-7 se describen los perfiles del acuífero de las secciones A y B, cuyos cortes transversales se pueden observar en la figura III-9.

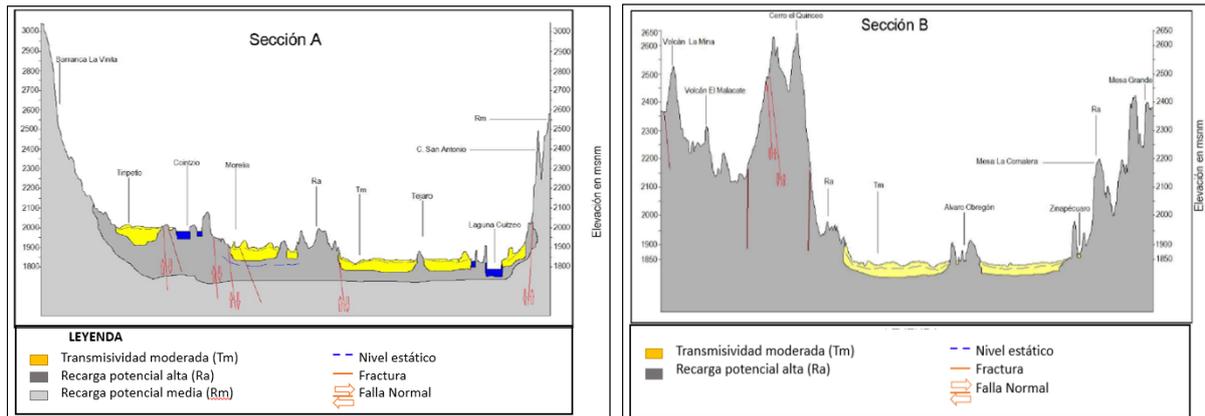


Figura III-7. Perfil de la sección A y B de la zona hidrogeológica del acuífero Morelia Queréndaro.

Fuente: INEGI (2014).

Estratigrafía

Las unidades que conforman el acuífero se describen en la siguiente tabla.

Tabla III-6. Unidades que afloran en el acuífero Morelia-Queréndaro.

Unidad	Edad	Zona	Espesor
Rocas ígneas	Oligoceno	Porción sureste del área y en la ribera sur del lago Cuitzeo	120-350 m
Derrames andesíticos	Mioceno Medio	Al NNE del poblado de Tarímbaro, con afloramiento en los macizos montañosos, en el extremo norcentral del acuífero	400 m
Lavas, brechas y conglomerados	Mioceno - Plioceno	Porción norte	120-260 m
Ignimbritas y tobas riolíticas	Plioceno Inferior-Medio	Poblado de Morelos, y alrededores de la ciudad de Morelia	140-350 m
Depósitos lacustres y gravas, arenas y tobas	Plioceno Superior	Porción central y centro oriental del acuífero, y al noreste de la ciudad de Morelia	80m
Derrames basálticos y andesíticos	Plioceno Superior	En la porción oriental y occidental, los afloramientos más amplios conforman los aparatos volcánicos: La Trampa, El Irauco y El Picacho	25-400 m
Lavas, brechas y tobas basálticas	Plioceno Tardío-Cuaternario Temprano	Poniente de la ciudad de Morelia	60-600 m
Lavas, escorias, brechas, piroclastos y tobas	Cuaternario Medio	Porción poniente del área y continua hacia el poniente y sur poniente pertenecientes al extremo noreste de la meseta Tarasca	400 m
Gravas, arenas, limos y arcillas	Reciente	Los residuales cubren generalmente las partes altas o laderas, los aluviones se ubican en las hondadas, fondo del lago de Cuitzeo, valle Morelia-Álvaro Obregón y los lacustres	3-10 m

Fuente: CONAGUA (2020a).

Hidrogeología

El acuífero se encuentra en la zona hidrogeológica de Morelia-Queréndaro (INEGI, 2014). La CONAGUA (2020a), con base en la información geológica, geofísica, hidrogeológica y de los cortes litológicos de pozos, clasifica al acuífero como de tipo libre, con condiciones de semi confinamiento, a causa de la presencia de sedimentos arcillosos en la zona aledaña al lago de Cuitzeo, que se encuentran asentados en una depresión tectónica.

En su porción superior, el acuífero está compuesto por sedimentos clásticos, arcillosos que se depositaron en la parte baja de la cuenca del Lago de Cuitzeo; en su porción inferior está constituido por rocas volcánicas que presentan permeabilidad primaria y secundaria. El medio granular y fracturado conforman una misma unidad hidrogeológica que posee un espesor de 300-400 (m) con una permeabilidad media a alta; las zonas de recarga del acuífero se muestran en la figura III-8.

Comportamiento hidráulico

En cuanto a la profundidad del nivel estático del acuífero, la CONAGUA (2020a), señala que varía de 10 a 200 (m); en las zonas aledañas al Lago de Cuitzeo las profundidades varían entre 10 y 25 (m), y en la ciudad de Morelia se registran profundidades de 50 a 160 (m). La elevación del nivel estático para el mes de octubre varía de 1840 a 2000 (msnm), curvas que van ascendiendo del valle a las serranías (figura III-9).

Flujos

En el área del Río Grande, el agua subterránea circula de los flancos montañosos hacia la faja fluvial y continúa con dirección SO-NE a lo largo de ésta. En la zona de Morelia se presenta una depresión piezométrica local, producto de la extracción de baterías de pozos en la que converge el flujo subterráneo. El agua continúa su flujo en dirección a Álvaro Obregón-Queréndaro a través de una estrecha sección fluvial y de lomeríos. En las planicies el agua fluye subterráneamente de los cerros hacia el Lago de Cuitzeo, cuya elevación media es de 1,820 msnm; y las mayores aportaciones vienen de los macizos montañosos que la limitan por el O y SE (CONAGUA, 2020a).

Calidad del agua subterránea

Para el muestreo de la calidad del agua subterránea CONAGUA (2020a), obtuvo una conductividad eléctrica promedio de 481 uS/cm, con baja salinidad promedio de 45mg/l; con un contenido iónico que varía de 176-761 ppm de sólidos disueltos totales. Propiedades que la clasifican en un 40% - bicarbonatadas sódicas y 40% bicarbonatadas mixtas; siendo apropiada

para el consumo humano y apta para riego, con bajas probabilidad de elevar las concentraciones de Na intercambiable.

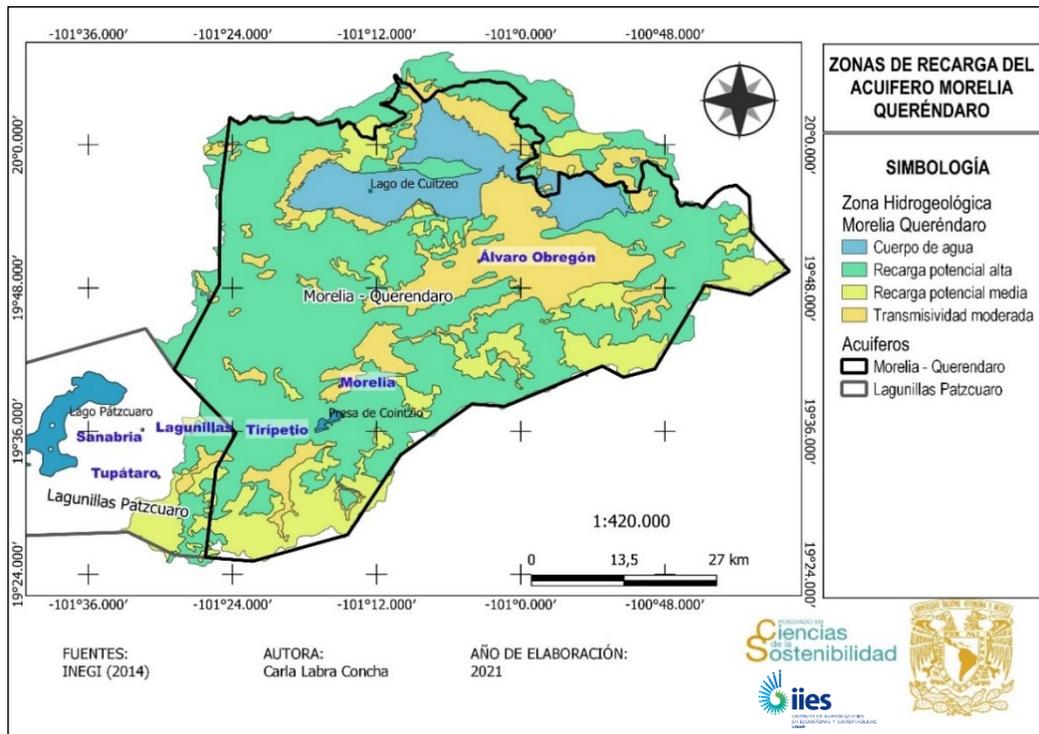


Figura III-8. Zonas de recarga del acuífero Morelia Queréndaro.

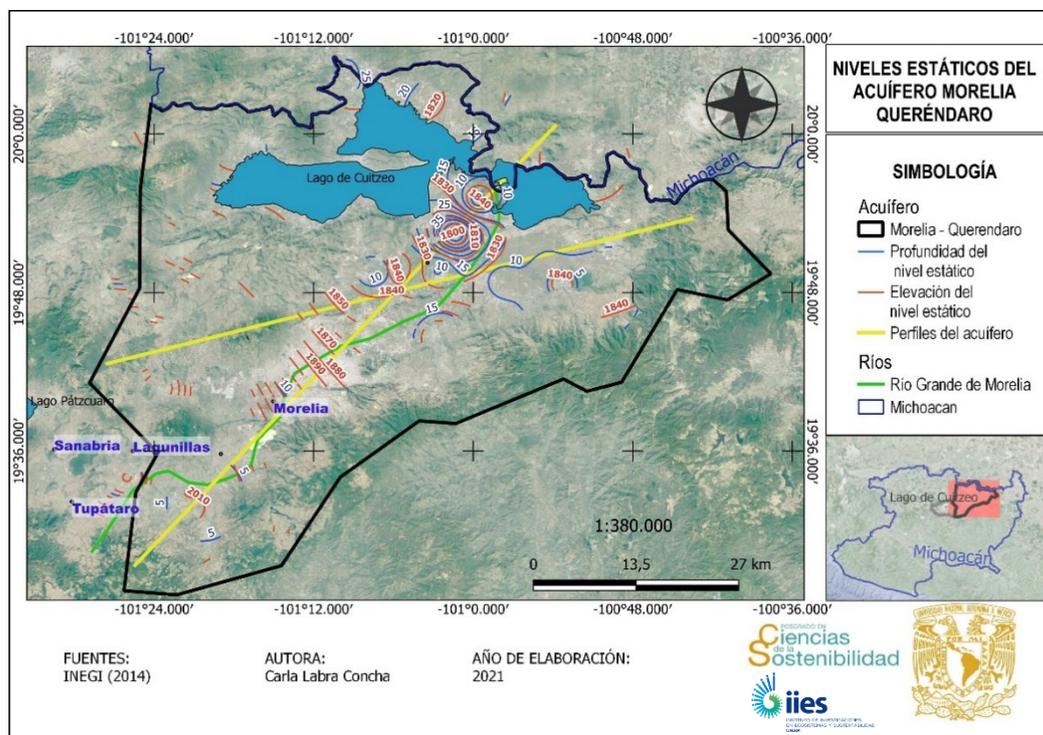


Figura III-9. Mapa del nivel estático del acuífero Morelia Queréndaro.

Balance hidrológico

El balance hidrológico de la región permite cuantificar de manera aproximada las variables que intervienen y su magnitud. Para el caso del acuífero Morelia Queréndaro la CONAGUA (2020a) considera las variables: precipitación-escorrimento, evapotranspiración, infiltración, recargas, flujos subterráneos y descargas por bombeo, en el período 2000-2007, en el área de balance de 2,030 km². En el cálculo del balance el estudio utiliza la ecuación general de balance de la ley de conservación de la masa:

Ecuación III-1

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento}$$

Ecuación III-2

$$R_v + E_h + R_i - B - S_h - ETR - D_m = \pm \Delta V(s)$$

Dónde:

- R_v : Recarga vertical
- E_h : Entrada por flujo subterráneo horizontal
- R_i : Recarga inducida
- B : Bombeo
- S_h : Salidas por flujo subterráneo horizontal
- ETR : Evapotranspiración
- D_m : Descarga a través de manantiales
- ΔV(s) : Cambio de almacenamiento

La recarga total considera las variables: R_v que se infiltra en las zonas permeables no urbanas, R_i como retornos de agua de riego e infiltración de fugas en la red de agua potable, entradas subterráneas E_h en zonas de piedemonte y por la infiltración de una parte del agua precipitada en el área del valle. Y para las salidas se consideró la extracción por bombeo, S_h, ETR y la descarga natural por manantiales (CONAGUA, 2020a).

i) Recarga vertical (R_v)

Para obtener la recarga vertical, la CONAGUA (2020a) hace un balance hidrológico entre las variables de entrada como la precipitación y las salidas por escurrimento y ETR. Respecto a la variable de recarga vertical, el estudio señala que no dispone de aforos específicos que permitan cuantificar el volumen de escurrimento, por ello, es determinada con el método indirecto de precipitación-escorrimento obteniendo un valor de escurrimento de 238.3 (hm³/año), en una superficie de 2030 km². De igual forma, para dicha superficie el estudio determina la ETR con el método de Turc obteniendo un valor de 1,219.4 (hm³/año). Con estos

valores se realiza un balance hidrometeorológico con las variables de entrada de precipitación, R_v y salida de escurrimiento, ETR. Obteniendo un valor de R_v de $160.1 \text{ hm}^3/\text{año}$.

ii) Recarga inducida (R_i)

Para determinar esta variable el estudio estima las recargas por retornos de riego del Distrito de Riego (DR)- 020 y por fugas de la red de abastecimiento de agua potable (40%). El volumen de agua utilizado por el DR fue de $345 \text{ hm}^3/\text{año}$, a este se le aplica un coeficiente de infiltración del 10%, obteniendo un valor de retorno de riego de $34.5 \text{ hm}^3/\text{año}$. Para determinar el retorno por fugas se considera el volumen entregado al año 2005 de $100 \text{ hm}^3/\text{año}$, valorando que del total de la pérdida, $40 \text{ hm}^3/\text{año}$, se infiltra un 10%, los aportes por fugas del sistema de agua potable son de $4.0 \text{ hm}^3/\text{año}$. Resultando una recarga inducida total de retorno de riego más retorno por fugas de $38.5 \text{ hm}^3/\text{año}$.

iii) Entradas por flujo subterráneo horizontal (E_h)

La fracción de aguas de lluvia que se precipita en la zona alta del área, considerada para el balance, se infiltra por las fracturas de las rocas y por los piedemontes, para determinar su valor la CONAGUA (2020a) utiliza la configuración del nivel estático del año 2007. Con dicha configuración se seleccionan los flujos aportantes y se determina el caudal aplicando la ecuación de Darcy, calculando un valor de $88 \text{ hm}^3/\text{año}$.

iv) Extracción por bombeo (B)

El estudio de la CONAGUA (2020a), señala que en el acuífero existen 986 pozos, cuyo uso principal es la agricultura: 53.69%, público urbano; 40.21% y de otros usos: 6.1%, con un volumen de extracción de $162.2 \text{ hm}^3/\text{año}$.

v) Salidas por flujo subterráneo horizontal (S_h)

Para el cálculo de este valor la CONAGUA(2020a) realiza el mismo procedimiento que en la determinación de E_h , considerando los flujos salientes a partir de la configuración del nivel estático, obteniendo un valor estimado de $3.3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

vi) Descarga natural por manantiales (D_m)

En el acuífero la CONAGUA (2020a) señala un registro de 23 manantiales que tiene un volumen de salida de $60.3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

vii) Evapotranspiración (ETR)

Este parámetro determina la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas. Éste fue determinado por la CONAGUA (2020a) con el método de Turc considerando valores medios anuales de temperatura (T) y precipitación (P), con la siguiente ecuación:

Ecuación III-3

$$ETR(mm) = \frac{P(mm)}{\sqrt{0.9 + \left[\frac{P^2(mm)}{L^2}\right]}}$$

Ecuación III-4

$$L = 300 + 25T + 0.05T^2$$

Las zonas en las que fue determinado este parámetro están comprendidas por el sector colindante con el Lago de Cuitzeo y al oriente del río Zinapécuaro, territorio donde el nivel estático se encuentra a una profundidad de 5 m, obteniendo un valor de $64.2 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Con los valores mencionados se realizó el balance en la ecuación III-2, en la que se obtuvo un cambio de almacenamiento negativo, es decir, hay un mayor flujo de salida que de entrada.

$$\Delta V(s) = 160.1 + 38.5 + 88 - 162.2 - 3.3 - 60.3 - 64.2 = -3.4 \text{ hm}^3/\text{año}.$$

Disponibilidad

La CONAGUA (2020a), determina la disponibilidad media anual de agua del acuífero de acuerdo con la NOM-011-CNAGUA-2015, la que utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación III-5

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

Dónde:

DMA : Disponibilidad media anual de agua del subsuelo de un acuífero

R : Recarga total media anual

DNC : Descarga natural comprometida

VEAS : Volumen de extracción de aguas subterráneas

A continuación se señala cómo se determinaron las diferentes variables.

a) Recarga total media anual (R)

Para el parámetro R, la CONAGUA (2020a) considera la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero: recarga vertical (R_v), recarga inducida (R_i) y entrada por flujo subterráneo (E_h). Obteniendo un valor de R de $286.6 \text{ hm}^3/\text{año}$.

b) DNC

La descarga natural comprometida es determinada por la CONAGUA (2020a) mediante la suma de los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y el caudal base de los ríos que están comprometidos con agua superficial y son alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar acuíferos adyacentes. Por ello, se suma la ETR, S_h y D_m obteniendo un valor de $127 \text{ hm}^3/\text{año}$.

c) VEAS

La extracción de aguas subterráneas es determinada por la CONAGUA (2020a), como la suma de los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la institución, mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), con fecha de 20 de febrero del 2020, el valor asignado es de $169 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Con los valores determinados anteriormente se obtiene un valor de DMA de:

$$DMA = 286.6 - 127.8 - 169 = -10.20 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Resultado que indica un déficit de $-10.20 \text{ hm}^3/\text{año}$, esto lo deja en una condición de subexplotación según la CONAGUA (2019), es decir, la relación entre extracción/recarga es <1.1 , por causas como la sobreexplotación, donde la demanda de agua por bombeo (B), más las descargas de manantiales (D_m), concesionadas por la CONAGUA requieren del 95.6% de la recarga total de agua; esto sumado a la impermeabilización del suelo, que impide recargas, la disminución de las precipitaciones, entre otras conllevan a un estado de déficit hídrico.

El estudio desarrollado por Mendoza et al. (2002), señala que el incremento de la población, la actividad agropecuaria y la agricultura en las zonas de planicie han generado una disminución de la disponibilidad de agua; produciendo una baja en los niveles freáticos del acuífero y zonas de abatimiento por baterías de pozos.

Por su parte, el estudio de la región de Morelia, desarrollado por Garduño et al. (2014), aborda la necesidad de mantener la zona de recarga del acuífero en la subcuenca del Río Chiquito y Río Grande, producto del crecimiento de la ciudad, que ha conducido a valores críticos de recarga del acuífero y abatimientos que superan los 100 metros. Cabe señalar, que la condición de sobreexplotación del acuífero es bien sabida por las autoridades administradoras del recurso,

debido a que el acuífero se encuentra como zona de veda y sujeto a las disposiciones de cuatro decretos de la CONAGUA desde el año 1956:

1. Al oriente por el “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo de los terrenos que ocupa y circunda la Laguna de Los Azufres, en el Estado de Michoacán”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 13 de febrero de 1956.
2. Al centro por el “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende los municipios de Morelia y Charo, Michoacán”, publicado en el DOF el 10 de febrero de 1964.
3. Al suroeste por el “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuífero en la zona del Bajo Balsas, estableciéndose veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona”, publicado en el DOF el 27 de junio de 1975.
4. El resto del acuífero por el “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de mantos acuíferos y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en todos los municipios del estado de Michoacán”, publicado en 20 de octubre de 1987.

De estos decretos, los números 1, 2 y 4 se clasifican como tipo III: que permiten extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros; y el número 3 como tipo II: que permite extracciones sólo para usos domésticos (CONAGUA, 2020a).

3.4.2 Acuífero Lagunillas Pátzcuaro

El acuífero Lagunillas-Pátzcuaro se encuentra localizado en la porción centro-norte del estado de Michoacán, está ubicado entre las coordenadas 19°26' y 19° 45' latitud norte, 101°53' y 101°24' longitud oeste y cuenta con una superficie de 1,149 km². Abarca parcial o totalmente los municipios de Erongarícuaro, Pátzcuaro Tingambato, Tzintzuntzan, Huiramba, Quiroga, Lagunillas, Nahuatzen, Salvador Escalante y Coeneo. En la zona, la CONAGUA (2020b), realizó el estudio denominado “Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Lagunillas-Pátzcuaro (1604), estado de Michoacán”, el que describe la geología, estratigrafía, edafología, flujo y el balance hídrico del acuífero; cuyos resultados se analizan a continuación.

Geología

El terreno estructural del acuífero se encuentra en el Eje Neovolcánico conectado con la subducción de la Placa de Cocos, conjunto pliocuaternario sin deformación compresional y

afectado por movimientos extensivos. Fase que da origen a fallas, fisuras y aparatos volcánicos con orientación NE-SE, de donde nacen grandes masas de rocas como basaltos, andesitas y dacitas, subyacentes a la corteza oceánica o intermedia. La geología del subsuelo se encuentra sobre material volcánico en condiciones hidráulicas de tipo libre, de espesor variable de 600 a 800 metros.

La litología del acuífero en su porción superior está formada por sedimentos aluviales de granulometría variada y depósitos lacustres que confluyen en el vaso del Lago de Pátzcuaro, los cuales están depositados sobre: derrames volcánicos de rocas andesíticas y dacíticas, depósitos piroclásticos ácidos, domo riolíticos y dacíticos. Sus barreras laterales están constituidas por rocas andesíticas compactas y su frontera superior es el nivel freático abierto al intercambio de flujo volumétrico. Su basamento geohidrológico está formado por rocas andesíticas y tobas de composición intermedia, con forma irregular, afectadas por fracturas superficiales (CONAGUA, 2020b).

Estratigrafía

Las unidades que conforman el acuífero se describen en la siguiente tabla.

Tabla III-7. Estratigrafía del acuífero Lagunillas-Pátzcuaro.

Unidad	Edad	Zona	Espesor
Tobas, piroclásticos y brechas volcánicas	Paleógeno-Neógeno	NE del Estado de Michoacán en las sucesiones volcánicas pseudoestratificadas de las zonas de Tafetán, Tzitzio, Morelia, Mil cumbres y Anganguero	S/I
Derrames andesíticos y dacíticos, domos riolíticos y dacíticos, y derrames basálticos	Plioceno-Cuaternario	Estribación meridional del Eje Neovolcánico	S/I
Depósitos de origen aluvial de erosión de rocas volcánicas	Cuaternario Continental	En la porción central y este del acuífero	S/I

Fuente: CONAGUA (2020b).

Hidrogeología

La CONAGUA (2020b), con base en la información geológica, geofísica, hidrogeológica y cortes litológicos de pozos, clasifica al acuífero de tipo libre con características heterogéneas. De acuerdo con el análisis de las unidades litológicas y su permeabilidad, el estudio define tres unidades hidrogeológicas: 1) unidad de material consolidado con posibilidades bajas: constituido por rocas volcánicas del Neógeno y del reciente, presenta un fracturamiento moderado a alto, por lo que la permeabilidad secundaria aumenta de media a alta y actúa como zona de recarga; 2) unidad de material consolidado con posibilidades altas: constituido por

rocas volcánicas fracturadas de composición básica de edad cuaternaria, con permeabilidad que varía de media a alta; 3) unidad de material no consolidado con posibilidades altas: constituida por sedimentos aluviales y depósitos piroclásticos en los valles tectónicos originados por fallamiento, con una permeabilidad media a alta.

Comportamiento hidráulico

La profundidad del nivel estático en el acuífero varía, por efecto de la topografía; en la región del Lago de Pátzcuaro se registran los niveles más bajos, a escasos metros de profundidad de 1-5 m, que van aumentando hasta los 195 m en la zona occidental del acuífero. Al este las profundidades varían de 80 a 100 metros y al noroeste la profundidad promedio es de 120 m (figura III-10). Respecto a la elevación del nivel estático, las mayores elevaciones se ubican en la zona del extremo oeste del acuífero a 2,600 msnm, en el territorio de Los Tigres y Estación Ajuno se registran elevaciones superiores a los 2,210 msnm, las que descienden hasta los 2,034 msnm en el territorio aledaño al Lago de Pátzcuaro (CONAGUA, 2020b).

Flujos

El flujo de agua subterránea tiene un desplazamiento concéntrico desde sus fronteras topográficas, conformadas por las sierras que delimitan el acuífero, hacia el Lago de Pátzcuaro. En la zona NE, la dirección del flujo es mayormente en dirección NE-SE de forma paralela a los escurrimientos de los cerros El chivo y El Capen. Las mayores cargas hidráulicas se ubican en las zonas de explotación al este del acuífero, entre las localidades de Los Tigres y Estación Ajuno. Y los mayores abatimientos se ubican entre las localidades de Huiramangaro, Tocuaro, Zambria, Napízaro y Tzipecua (CONAGUA, 2020b).

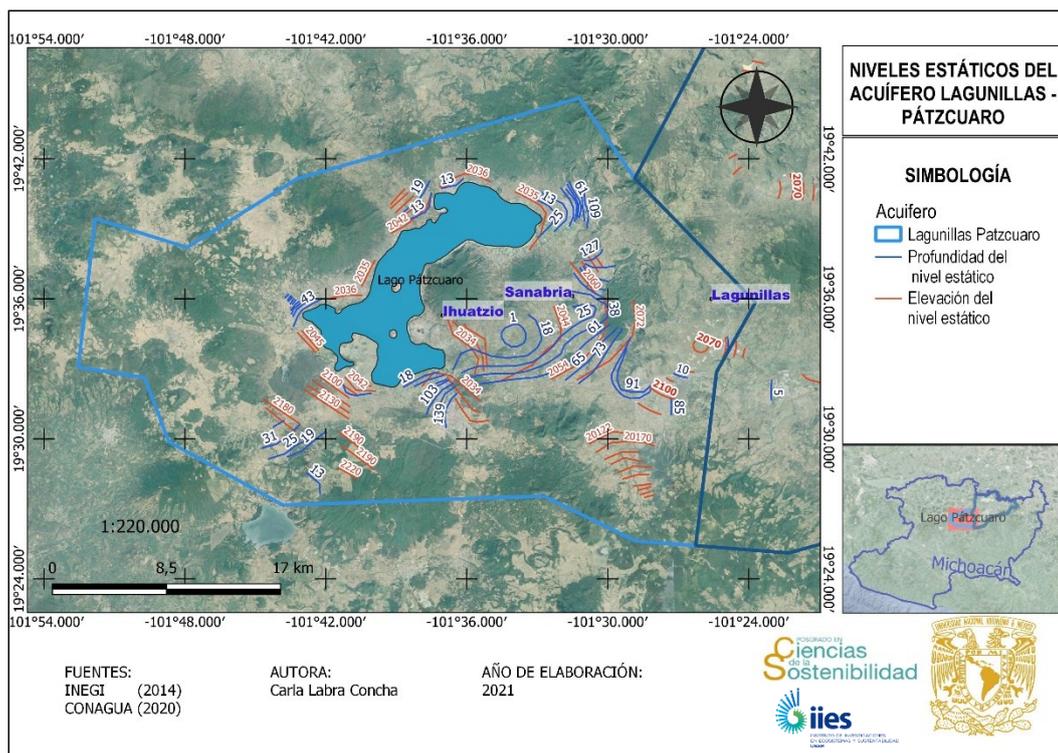


Figura III-10. Mapa de los niveles estáticos del acuífero Lagunillas-Pátzcuaro.

Calidad del agua subterránea

Para determinar la calidad del agua subterránea, CONAGUA (2020b) realizó diez muestreos para análisis fisicoquímico y bacteriológico. La salinidad del agua fue clasificada como baja con un promedio de 23,3 mg/l, con un pH en el rango de 7-7,5, y una conductividad eléctrica de 120 a 870 mS/cm; cualidades que le dan una clasificación de agua bicarbonatada mixta, apta para consumo humano y uso agrícola debido a su baja salinidad (CONAGUA, 2020b).

Balace hidrológico

El balance hidrológico de la región permite cuantificar de manera aproximada las entradas y salidas de agua del acuífero y las variables que intervienen. Para el acuífero Lagunillas-Pátzcuaro, la CONAGUA (2020b), consideró las variables: evapotranspiración, infiltración, recargas, flujos subterráneos y descargas por bombeo, en el período 2005-2009, en un área de 239 km². Para el cálculo del balance, el estudio utilizó la ecuación general de balance de la ley de conservación de la masa (ecuación III-2).

La recarga total del acuífero considera las variables: recarga vertical R_v , que se infiltra en las zonas permeables no urbanas; entradas subterráneas E_h , localizadas en los basaltos fracturados en las partes altas del valle y aportaciones en la parte este del acuífero; cabe precisar, que para

el cálculo de la variable recarga inducida R_i , el estudio no cuenta con información, por ello, se considera que su magnitud está implícita en el volumen de recarga vertical R_v . Para las salidas, el estudio considera la extracción por bombeo, flujos subterráneos S_h , ETR y la descarga natural por manantiales (CONAGUA, 2020b).

i) Entradas por flujo subterráneo horizontal (E_h)

La fracción de aguas de lluvia que se precipita en la zona alta del área del balance es infiltrada en basaltos fracturados que circundan el valle y la zona este del acuífero, para determinar su valor, la CONAGUA (2020b) utiliza la configuración del nivel estático de los años 2005 y 2009. Con dicha configuración, se seleccionan los flujos aportantes y se determina el caudal, aplicando la ecuación de Darcy, calculando un valor de $19.5 \text{ hm}^3/\text{año}$ para el año 2005 y $20.0 \text{ hm}^3/\text{año}$ para el año 2009, por lo que el valor estimado es en promedio de $19.8 \text{ hm}^3/\text{año}$.

i) Extracción por bombeo (B)

En el acuífero, según la CONAGUA (2020b), existen 78 pozos, cuyos usos son 85.9% público urbano, 7.8% agrícola, 2.5% doméstico, 2.5% servicios, 1.28% pecuario. Asimismo, hay 289 norias cuyo uso principal es el doméstico: 84%, público urbano: 10.3%, 4.9% pecuario, 1% agrícola, los cuales suman un volumen de extracción por pozos y norias de $15 \text{ hm}^3/\text{año}$.

ii) Salidas por flujo subterráneo horizontal (S_h)

Este valor es calculado por la CONAGUA (2020b), de la misma manera que E_h considerando los flujos salientes a partir de la configuración del nivel estático ubicados en la periferia del Lago de Pátzcuaro y en la porción oriental, obteniendo un valor estimado para el período 2005-2009 de $10.3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

iii) Descarga natural por manantiales (D_m)

En el acuífero según la CONAGUA (2020b), hay un registro de 33 manantiales que tiene un volumen de salida de $16.4 \text{ hm}^3/\text{año}$.

iv) Evapotranspiración (ETR)

Este parámetro determina la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, en la región del Lago de Pátzcuaro este cálculo se determina sólo con la evaporación debido a la ausencia de cobertura vegetal en la zona aledaña. Para ello, la CONAGUA (2020b), utilizó la metodología de White (1973) que considera un tanque evaporímetro a una profundidad de 100 cm, sobre el que se hacen las mediciones de pérdida de agua. Este parámetro se determina en el estudio para el año 2005 con un valor de

2.15 hm³/año y con un valor de 1.76 hm³/año para el año 2009, obteniendo un valor promedio de ETR de 2.0 hm³/año.

v) Recarga vertical (Rv)

Para determinar la recarga vertical la CONAGUA (2020b), realiza un despeje de dicha variable en la ecuación III-2 de cambio de almacenamiento, debido a que no cuenta con la información necesaria para su cálculo. De este modo, para determinar el cambio de almacenamiento (ΔV) utilizaron la ecuación III-6. Para determinar el abatimiento promedio utilizaron el software Surfer V.8.01 con datos de la evolución del nivel estático para el período 2005-2009, obteniendo un volumen drenado del acuífero de -80.5 hm³/año, para la superficie de 239 km², con un abatimiento promedio de 0.34 m anuales; valores con los que determinaron un coeficiente de almacenamiento de 0.03.

Ecuación III-6

$$\Delta h * \text{Área} * \text{Coeficiente de almacenamiento} = \pm \Delta V(s)$$

Dónde:

Δh : abatimiento promedio

Al reemplazar los valores obtenidos en la ecuación III-6, se obtiene lo siguiente:

$$-0.34 \text{ m} * 239 \text{ km}^2 * 0.03 = \Delta V(s)$$

$$-2.4 \text{ hm}^3/\text{año} = \Delta V(s)$$

Lo que indica que hay una mayor extracción que recarga. Con los valores calculados de los diferentes componentes que intervienen en la ecuación de balance, se hace el despeje de la variable Rv de la ecuación III-2.

$$-\Delta V(s) - E_h + B + S_h + ETR + D_m = R_v$$

$$-2.4 - 19.8 + 15.0 + 10.3 + 2.0 + 16.4 = R_v$$

$$21.5 \text{ hm}^3/\text{año} = R_v$$

Disponibilidad

La CONAGUA (2020b), determina la disponibilidad media anual de aguas del acuífero de acuerdo con la NOM-011-CNAGUA-2015, utilizando la ecuación III-5; a continuación se señala cómo se determinaron las diferentes variables.

a) Recarga total media anual (R)

Para el parámetro R, la CONAGUA (2020b), considera la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero: recarga vertical (R_v) y entrada por flujo subterráneo (E_h). Obteniendo un valor de R de $41.3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

b) DNC

La descarga natural comprometida, es determinada por la CONAGUA (2020b), mediante la suma de los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y el caudal base de los ríos que están comprometidos con agua superficial y son alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar acuíferos adyacentes. Es decir la suma de ETR, S_h y D_m obteniendo un valor de $28.7 \text{ hm}^3/\text{año}$.

c) VEAS

La extracción de aguas subterráneas es determinada por la CONAGUA (2020b), como la suma de los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la institución, mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), con fecha de 20 de febrero del 2020 el valor asignado es de $13.93 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Con estos valores determinados se cuantifica la Disponibilidad media anual de agua del subsuelo del acuífero (DMA):

$$DMA = 41.3 - 28.7 - 13.93 = -1.33 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Dejando al acuífero con un déficit hídrico de $-1.33 \text{ hm}^3/\text{año}$, y en calidad de subexplotado. Por consiguiente, las condiciones climáticas y las zonas de infiltración se tornan fundamentales en la recarga del acuífero. En este sentido, el estudio desarrollado en la zona, por González et al. (2010), señala que la ETR oscila entre el 81-88% de la precipitación, por ello el agua disponible para los escurrimientos superficiales y la infiltración es del orden del 12-19% de la precipitación anual.

Frente a esto, considerando un escenario en el que las temperaturas suben y las precipitaciones disminuyen, el cambio de uso de suelo juega un papel fundamental como zona de recarga del acuífero (Delgadillo, et al. 2014). Situación que se agrava con la sobreexplotación del acuífero producto de los volúmenes concesionados por la CONAGUA, destinados a bombeo y descarga por manantiales que presentan un requerimiento mayor al 100% de la recarga natural en el año 2020.

Es necesario precisar, que el acuífero se encuentra en situación de déficit desde la década del setenta, por ello, se encuentra sujeto a dos decretos de veda por parte de CONAGUA que se mantienen hasta la fecha:

1. En su porción sur: “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona del Bajo Balsas, estableciéndose veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 27 de junio de 1975.
2. En la zona norte: “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos, y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en todos los Municipios del Estado de Michoacán” publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de octubre de 1987.

Cabe mencionar, que ambos decretos son de tipo II, en el que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos (CONAGUA, 2020b).

3.5 Conclusiones capitulares

Por lo expuesto en el presente capítulo, se puede comprender la vulnerabilidad del medio biofísico del territorio ante los impactos de la producción agrícola y el cambio climático. Respecto a los suelos, las prácticas de laboreo de la tierra en la agricultura han alterado su equilibrio natural con la vegetación, lo que ha agudizado los procesos erosivos que generan una pérdida irreversible del recurso. Esto se relaciona con el uso indiscriminado de agroquímicos, que han contaminado los suelos ocasionando el detrimento de sus propiedades químicas, físicas y biológicas, reduciendo su fertilidad y capacidad productiva.

Según las proyecciones realizadas por instituciones gubernamentales, el cambio climático implicará cambios en el ciclo hidrológico, con disminución de las precipitaciones y de la escorrentía fluvial. También, se proyectan aumentos de los fenómenos climáticos extremos, como sequía y crecidas, que multiplicarán las zonas bajo estrés hídrico. En este sentido, las afectaciones a la hidrología subterránea serán considerables, al disminuir las recargas de los acuíferos por falta de precipitaciones, se reducirá de manera proporcional su disponibilidad.

Aunado a lo anterior, el estado de sobreexplotación en que se encuentran estas fuentes, a causa de los grandes volúmenes de agua concesionados por CONAGUA, hará imposible la recuperación de los niveles freáticos. Por ello, se hace urgente mantener zonas de recarga del acuífero y detener la impermeabilización de estas por el crecimiento de las ciudades. Por consiguiente, las políticas que mejoren la gestión de los recursos hídricos son vitales para preservar las fuentes subterráneas y para la adaptación al cambio climático.

Es importante señalar que, debido a la emergencia sanitaria por COVID 19, esta investigación tuvo la limitación de acceso a campo y por tanto a indagación presencial, por lo que toda la información recabada en este capítulo se obtuvo mediante estadísticas e informes oficiales, así como por estudios realizados en la zona.

IV. El Sistema Socio Productivo Del Corredor Agrícola

En este capítulo se busca dar respuesta a dos preguntas claves para comprender la producción agrícola, maicera y fresera en el territorio: ¿Cómo era la producción agrícola maicera en la región Morelia-Pátzcuaro antes de la llegada de los cultivos de exportación? y ¿cómo ha sido el avance de la fresa de exportación y su paquete tecnológico asociado en la región Morelia-Pátzcuaro? Para dar respuesta, se realiza un análisis desde el enfoque crítico de la ecología política, los sistemas socio productivos de maíz y fresa en la región Morelia-Pátzcuaro, y el corredor, y sus contextos globales, nacionales y locales. Se especifican, por cada cultivo, las organizaciones presentes, el sistema socio productivo y de manejo, así como las características de los agricultores, con base en estadísticas e informes oficiales, entrevistas, recorridos de campo, análisis espaciales, y documentos que abordan la agricultura en el territorio.

Se analiza, de manera crítica, el proceso de reconversión productiva de, maíz de producción campesina y mayormente tradicional, al cultivo de fresa de exportación en el período comprendido entre los años 2010-2020; para esto, se identifican los actores sociales, gubernamentales y privados claves, así como los procesos económicos, políticos y sociales que han conllevado la expansión fresera en la región Morelia-Pátzcuaro y el corredor. Se detalla el paquete tecnológico asociado al monocultivo, el aumento en la demanda de recursos agua y suelo, y su funcionamiento e introducción en el territorio. Finalmente, se analiza la expansión de la fresa en zonas otrora maiceras del corredor agrícola de Sanabria, Tupátaro, Lagunillas y Tiripetío, especificando las superficies productivas, las empresas presentes, las organizaciones (ejidales, indígenas, módulo de riego), así como el proceso de expansión geográfica y el modus operandi de la corporación Driscoll's líder del mercado de berries en corredor.

A. Producción de maíz en el corredor

El maíz es cultivado desde hace 9,000 años en el territorio nacional mexicano, manteniéndose hasta la fecha como uno de los principales cultivos (Aguilar et al., 2007); dentro de los estados con mayor producción destaca Michoacán, según estadísticas oficiales, aportó el 6% de la producción nacional en el año 2019 (SIACON, 2021). En la región agrícola Morelia-Pátzcuaro, fue el cultivo con mayor superficie producida en el período de estudio además de tener una fuerte presencia en los agroecosistemas y sistemas alimentarios de gran parte de las comunidades indígenas y campesinas.

Astier et al. (2012), en su estudio desarrollado en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro señalan: “el maíz es el cultivo principal y la base alimenticia más importante, además de ser un elemento clave en la construcción cultural y organización social de los pueblos”. Por su parte, Barojas y

Keilbach (2017), señalan que es un insumo fundamental para la industria alimentaria y agropecuaria. Sin embargo, reformas en las políticas agrarias y la consiguiente liberalización del mercado han generado repercusiones en su producción a nivel global, nacional y local. Por ello, se hace necesario contextualizar el cultivo en los diversos niveles para comprender históricamente los procesos sociales, políticos y económicos que han generado la disminución en su superficie, así como la resistencia del maíz campesino en el territorio.

4.1 Contexto global y nacional del maíz

culturales, socioeconómicos, políticos y ambientales (Lazos, 2015); desarrollados en un contexto global y nacional de desregulación de las relaciones financieras, enmarcadas en un régimen de deuda que inicia en la década de 1980. En este proceso, los capitales hegemónicos expandieron sus inversiones corporativas agrícolas a territorios del sur global; países del sur, como México, fungieron como nuevos mercados subyugados al régimen corporativo, lo que implicó un nuevo régimen alimentario, estructurado por países del norte global, propiciando su implementación mediante grandes subsidios para la producción agrícola del norte y la liberalización de los mercados del sur; legitimados por las normas de la Organización Mundial del Comercio y los Tratados de Libre Comercio (McMichael, 2009).

Este nuevo régimen alimentario denominado por McMichael (2004), como “régimen corporativo o neoliberal”, se centra en la eliminación de barreras políticas, sociales y naturales que permiten la inmersión del capital en las entrañas de los sistemas alimentarios y socio productivos, así como en los recursos vitales para la producción agrícola: agua y suelo.

En México las reformas más relevantes en cuanto a estos recursos son: 1) la reforma del artículo 27 Constitucional, que permitió el ingreso de las empresas a tierras agrícolas, mediante la compra o renta de predios que antes operaban bajo un régimen comunitario y ejidal (Hernández y Concheiro, 2016); 2) la Ley de Aguas Nacionales aprobada en 1992, que otorgó concesiones y asignaciones sobre los derechos de agua a los inversionistas corporativos, que mercantilizan el recurso que antes era utilizado y administrado por agricultores, ejidos y comunidades (Ávila, 2015).

Dichos procesos se desarrollaron bajo el principio organizador del mercado, y no del estado, como en regímenes alimentarios anteriores. Por ello, se presenta como “un formidable instrumento de gobernanza y control económico para impulsar el proceso de globalización y las transformaciones nacionales neoliberales asociadas al mismo” (Harvey, 2004). De este modo, la producción agrícola se basa en el comercio internacional de alimentos, y no en la

autosuficiencia alimentaria nacional (Jönsson, 2017). Dejando el camino abierto para la proliferación de los poderes monopólicos con todas sus consecuencias sociales, económicas y políticas (Harvey, 2004).

McMichael (2009), señala dos fases de régimen alimentario: i) en el período de 1980-1990 se despliega un precio mundial de los productos agrícolas, comercializados a costos más bajos que las producciones locales, socavando la agricultura campesina que no puede competir con productos tan baratos; ii) en el año 2000, con un aumento del precio mundial de los alimentos que afectó a los consumidores. En este contexto, países del norte, como Estados Unidos de América (EUA), emprendieron una producción agrícola de cultivos a gran escala, con uso de tecnología avanzada y grandes subvenciones estatales. De este modo, el país hegemónico elaboró una sobreproducción de maíz y otros cultivos como trigo y sorgo, cuyo mercado ya no era nacional sino de exportación.

A partir de esto, EUA implementó tratados de libre comercio a escala mundial para vender su sobreproducción y dominar los mercados, destaca el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con México y Canadá, firmado en 1992, que dio apertura al mercado nacional mexicano y con ello a los productos agrícolas, como señala Rubio (2008a:38): “Estados Unidos generó una fuerte producción mundial orientada hacia las exportaciones, que le permitió avasallar las agriculturas nativas con los llamados precios dumping, a la vez que compensaba a una reducida élite de productores con elevados subsidios”. Por consiguiente, se consolidó el dominio de EUA sobre el sistema alimentario y los precios de cultivos vitales para México, como el maíz, dándole fin al modelo de acumulación basado en el consumo del mercado interno con intervención del estado (Jönsson, 2017, McMichael, 2004, Rubio, 2008a, Lazos, 2015; Composto y Navarro, 2014).

Tras la firma del TLCAN, en México se desgravaron los aranceles de importación del maíz y otros productos como frijol, azúcar de caña y leche en polvo a un 0%. A pesar de que dichos productos se abordan en la Ley de Desarrollo Sustentable como fundamentales para la soberanía y seguridad alimentaria del país (Ortega y Espinosa, 2021); y se consideran como componentes clave en la economía de bienestar que se desarrolla mediante múltiples empresas de propiedad gubernamental. De este modo, el aumento en un 400% de las importaciones de maíz provenientes de EUA, llevaron a un decaimiento del 66% en los precios a nivel nacional, ocasionado por los bajos precios de venta del cultivo, 25% por debajo del costo de producción.

En consecuencia, en México se redujo la superficie dedicada a granos básicos a partir de 1990 – fecha en que se consolida el nuevo régimen alimentario - a una tasa anual de -1.05%, en el mismo período crecieron las importaciones de maíz a una tasa anual de 5.53% (Rubio, 2008a)

Aunado a esto, continuando con la liberalización del mercado, se privatizan las empresas de comercialización de granos mexicanos y desde principios del siglo XXI las importaciones se concentraron en nueve empresas, que representan el 50% del mercado, estas son: ADM, Pilgrims Pride, Maseca, Cargill, Arancia y MINSA (empresa pública de propiedad conjunta con un banco de inversión estadounidense); cabe precisar que, estas últimas cuatro son las principales compradoras de maíz de los agricultores (McMichael, 2009), por su parte Cargill, ADM y Zen Noh controlan el 81% de las exportaciones de maíz en EUA. Por consiguiente, las importaciones de maíz blanco y amarillo son dominadas por un oligopolio estadounidense, situación que se puede constatar al analizar los registros oficiales.

En el año 2016, según estadísticas de SAGARPA, el consumo nacional de maíz amarillo demandó un total de 14.84 MMt, de estas 3.55 MMt se produjeron en México y se importaron 12.95 MMt, de las cuales un 98.5% era de origen estadounidense y el 1.5% restante proveniente de Argentina, Brasil y Canadá. De igual forma, la demanda nacional de maíz blanco en el año 2016 fue de 23.67 MMt, de este requerimiento se produjo a nivel nacional 24.56 MMt satisfaciendo el 100% de la demanda; sin embargo, se realizaron importaciones por cantidad menores de 1.07 MMt provenientes en su totalidad de EUA (SAGARPA, 2017).

La orientación neoliberal de la política económica de México, ha conllevado un blindaje e impulso a las empresas transnacionales en la producción maicera, en esta línea, en el año 2008 el presidente Felipe Calderón, confirmó la entrada de maíz, arroz y sorgo desde cualquier parte del mundo con aranceles desgravados.

También se otorgó financiamiento a los productores nacionales, con programas dirigidos a los grandes productores excedentarios, por un monto de 20 mil millones de pesos, destinados a: la adquisición de maquinaria, tecnificación, sistemas de riego y fertilizantes a precios rebajados a través de Diconsa. Igualmente, se otorgaron subsidios por 2,500 millones de pesos a las empresas compradoras de maíz para fomentar la compra interna por sobre las importaciones, impulsando un programa de compras anticipadas de la comercializadora estatal ASERCA, que estableció un precio base de \$2,800 pesos por tonelada a principios del 2008 (Rubio, 2008a). Asimismo, se promovió la producción de maíz para agrocombustible con financiamiento dirigido a grandes productores de granos.

Respecto a las necesidades del campo maicero, el gobierno intentó atender a los pequeños productores, indígenas y campesinos, de maíz criollo con apoyos a la cadena maíz-tortilla, mediante un aumento de los fondos otorgados al Programa Oportunidades, los cuales no han sido suficientes para recuperar la producción devastada por los precios desgravados, que suponen una competencia desigual en el mercado.

Esto tiene un grave impacto en la biodiversidad del maíz debido a que, son estas comunidades quienes han resguardado las semillas desde la domesticación del Teocintle, con un registro de 59 razas en el país, distribuidas en centros de diversidad en los estados de Chiapas, Oaxaca, Chihuahua, y específicamente en las zonas de los valles y sierras (Orozco et al., 2017). De este modo, las comunidades fungen -desde tiempos ancestrales- como “reservorios del germoplasma de Mesoamérica y del conocimiento valioso de esta diversidad” (Astier et al., 2012:147), contribuyendo así a la auto subsistencia alimentaria, la soberanía nacional y el enfrentamiento al cambio global en el que nos encontramos.

Por lo expuesto, se puede comprender que las políticas del gobierno tuvieron un carácter desigual, incluso a nivel nacional, debido a que están centradas en los grandes productores ubicados en los estados de Sinaloa y Sonora, como grandes exportadores nacionales de maíz. Sin una debida integración de los pequeños y medianos agricultores, quienes tienen costos de producción cada vez más altos, a causa del alza de los insumos y precios de venta no redituables. Escenario que socava la recuperación de la autosuficiencia y soberanía alimentaria, dejando a México en una situación que es señalada por Rubio (2008b:47) como, “paradójica al volvernos países exportadores de granos con déficit interno”.

Sumado a estos contrastes, la liberación del mercado agrícola ha propiciado la apropiación de la producción de insumos y fertilizantes por parte de las corporaciones transnacionales en México. Luego de la privatización de la compañía de fertilizantes mexicanos FERTIMEX, en 1992, hubo un aumento de hasta 14 veces en las importaciones de fertilizantes, llegando a 1,918.2 miles de toneladas para el año 2010 (Jönsson, 2017). De este modo, la producción de insumos y la comercialización de maíz en México quedaron dependientes de los acontecimientos climáticos y productivos de países con capacidad de exportación e importación de alimentos, bajo una política estadounidense de precios artificialmente devaluados (McMichael, 2009).

En este contexto, la liberalización del mercado produce una “explotación por despojo” (Rubio, 2008b) de la agricultura nacional y especialmente de los campesinos, debido a que sus productos perdieron todo valor de venta al no poder competir con precios por debajo de su

costo de producción. Al no contar con subsidios estatales ni créditos para la producción, como en Estados Unidos, los campesinos se enfrentaron a un despojo de ingresos que generó un proceso de migración hacia EUA, con una salida diaria de 600 campesinos, acumulando cuatro millones de agricultores, que dejaron el sector rural, en una década (Rubio, 2008a); para el año 2000, había 22 millones de hogares con familiares migrantes, cifra que aumentó a 28 millones para el 2010 (CONAPO, 2010). Migrantes que se convirtieron en importantes aportadores de remesas, que actualmente mantiene a sus familias y la economía del país, siendo la segunda fuente de divisas a nivel nacional, superada solamente por el petróleo (Rubio, 2008a).

En consecuencia, cada vez, más campesinos dejan la producción de maíz y la vida del campo, accediendo a la renta de sus tierras (Sandoval, 2019; Lazos, 2015; Jönsson, 2017). Situación que es aprovechada por las corporaciones para ingresar a tierras de calidad y expandir la producción de monocultivos de exportación, colaborando con la expansión de la agroindustria en el mundo rural y con la mercantilización de los recursos suelo y agua, bajo una consigna de desarrollo nacional y vocación exportadora.

Estos cambios estructurales en el marco legal y específicamente en el sector agrícola han facilitado la acumulación de tierras, así como, la privatización y apropiación del agua por parte del capital transnacional y de los grandes empresarios o terratenientes nacionales (Yacoub et al., 2015). Este proceso contó con mecanismos de concentración de derechos de agua que, aseguraron el abastecimiento de la alta demanda de los monocultivos (Ávila, 2015), pese a la situación de déficit hídrico en que se encuentra el país, con siete de las trece Regiones Hidrológico Administrativas, con un grado de presión alto en cuanto a la demanda del recurso hídrico (CONAGUA, 2018).

4.2 Contexto del maíz en el estado de Michoacán

El estado de Michoacán es un importante productor de maíz a nivel nacional, este cultivo se produce en sistemas que van de lo más tradicional a lo comercial con uso de paquetes tecnológicos. Su producción se desarrolla mayormente en la temporada de primavera-verano, según las estadísticas del año 2019, la producción se desarrolló bajo la modalidad de riego en un 78% en todo el estado y de temporal en un 22% en 60 municipios (SIACON, 2021). En otoño-invierno sólo se sembró en la modalidad de riego en un total de 36 municipios.

En el estado el estudio realizado por Orozco et al. (2010), señala las particularidades de cada modalidad de producción: a) riego, en la zona del Bajío, comenzando la siembra en los meses de marzo-abril; b) humedad, en la meseta Purépecha, iniciando la siembra en abril; c) temporal,

cultivado mayormente por campesinos, indígenas y pequeños agricultores, inicia en el mes de junio, una vez que las lluvias se han establecido.

La producción maicera campesina en el territorio se realiza mayormente con semillas de maíz criollo y en menor medida con semillas híbridas. Respecto a la diversidad de razas, el estado presenta 27 de las 59 especies de maíz reportadas en México (Orozco et al., 2017; Carrera, et al., 2011). Semillas que han sido preservadas de generación en generación, por las comunidades campesinas e indígenas, presentando su mayor diversidad en estas últimas. La agro-diversidad está asociada a innumerables usos del cultivo, como: alimentación animal, producción de fructosa, aceites, ácido láctico, etanol, además de su uso alimenticio, desde tiempos ancestrales, en una gran variedad de platillos (Baroja y Keilbach, 2017).

En el período comprendido entre 2010 y 2016, Michoacán presentó, en promedio, una superficie sembrada de maíz de, 476 mil hectáreas y una producción de más de 1,700 toneladas, con un rendimiento medio de 3.6 ton/ha (figura IV-1). Extensión que ha disminuido a partir del año 2017 a una tasa de -1,1% anual, llegando a un área sembrada de 441 mil hectáreas para el año 2019 (SIACON, 2021). Este decrecimiento en la producción es relatado por Orozco et al. (2010:120):

“Veinte años atrás era común ver cubiertos de maíz los lomeríos circundantes de los fértiles valles, los ecueros delineados por cercas de piedra al contorno de la pendiente o los claros de las zonas boscosas. Hoy la selva baja y el matorral xerófilo ganan terreno en los cerros abandonados; matorrales, bosque de pino juvenil o las huertas de aguacate crecen sobre las joyas y laderas antes maiceras”.

Asimismo, Orozco et al. (2010), señalan que, la reducción de tierras de temporal se debe a las políticas agrícolas y económicas, que han conllevado al abandono del campo por parte de los campesinos, así como al cambio en la estrategia productiva por otros cultivos más rentables como el aguacate (2010) o las berries (Peniche, 2011; Sandoval, 2019).

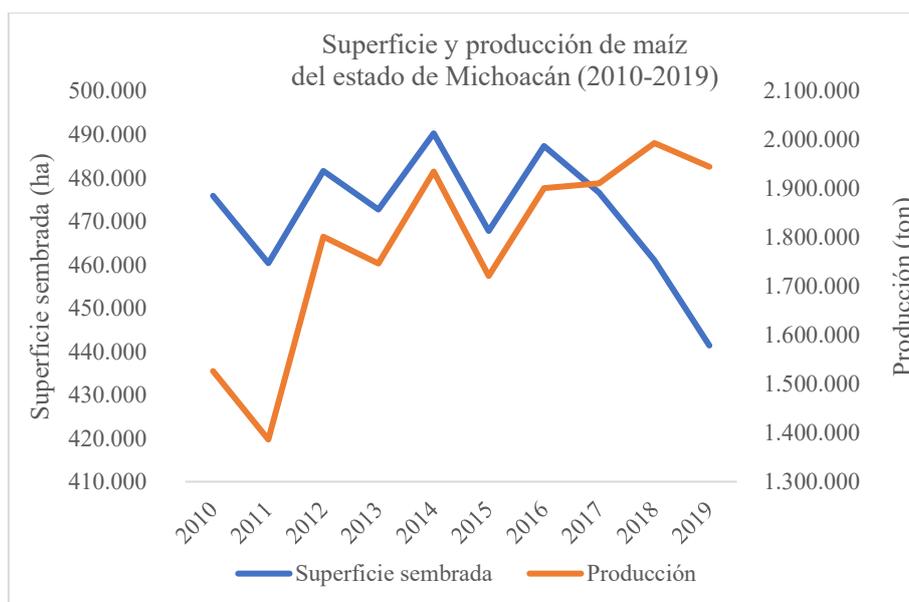


Figura IV-1. Superficie y producción de maíz en el estado de Michoacán.

Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON (2021).

Respecto a la política de desarrollo agrícola del estado de Michoacán, específicamente del maíz, entre los años 2008 y 2012, se implementaron distintos programas, ejecutados por la Secretaría de Desarrollo Rural; destaca el programa Cruzada Estatal del Maíz y otros Granos, que tenía por objetivo revitalizar la actividad agrícola, vinculada al maíz criollo, en municipios y comunidades rurales, cuya economía y bienestar dependen del cultivo. Esta iniciativa operó mediante tres líneas estratégicas: 1) fomentar el cultivo del maíz criollo en el estado; 2) promover la adquisición de equipos necesarios para la producción de maíz criollo; 3) promover y fortalecer las organizaciones de productores con el apoyo del programa de asistencia técnica.

Asimismo, en el estado se llevó a cabo el Programa Sectorial de Desarrollo Rural y Agroalimentario en el período 2015-2021, sus ejes de desarrollo económico agroalimentario contemplaron subprogramas para la producción de maíz, con tres líneas estratégicas: a) apoyo con fertilizantes químicos; b) apoyo con semilla certificada de maíz; c) apoyo al establecimiento y conservación de maíz criollo; esto con la finalidad de promover el desarrollo rural estatal, así como la organización de los productores rurales para facilitar el acceso a los financiamientos, y de este modo abrir y desarrollar nuevos mercados locales, nacionales e internacionales (SEDRUA, 2014).

Dichos programas buscaron reorientar la política maicera del estado, sin embargo, los resultados no favorecieron a los pequeños productores. Barojas y Keilbach (2017) señalan que los mecanismos diseñados e implementados por la Cruzada Estatal del Maíz y otros Granos,

resultaron insuficientes, debido a que “no se consideraron los factores agroecológicos y la agronomía de los maíces nativos, que entre otras implican rendimientos bajos, que son parte de su condición social y económica” (2017:122). Por ello, la producción criolla no presentó grandes producciones que otorgaran ingresos por excedencia, como esperaba el estado, sino que significaron rendimientos para el autoconsumo. Cabe señalar, que el programa fue reformulado luego de tres años de funcionamiento, cambiando su enfoque del maíz criollo al maíz en general con el programa Cruzada Nacional Contra el Hambre, coordinado por la SEDESOL (CONEVAL, 2018).

En caso contrario, los apoyos estatales otorgados a los productores excedentarios, lograron la adquisición de semillas y fertilizantes con aranceles rebajados obteniendo mayor producción y rentabilidad (Barojas y Keilbach, 2017). Las iniciativas del gobierno del estado no mejoraron la producción campesina, sino que fortalecieron a los agricultores de mayor producción, así como a las empresas proveedoras de semillas e insumos.

Estas políticas estatales también son abordadas en el estudio desarrollado por Torres et al. (2013), en el que analizan el período 2003-2010. En este, puntualizan que la implementación de los programas para producción de maíz, se llevó a cabo de un modo reaccionario-impositivo, es decir, el estado respondió a los problemas, cuando fue estrictamente necesario, imponiendo sus decisiones. Asimismo, los autores destacan que el gobierno de Michoacán tuvo un número limitado de acciones propias, sólo el 49% de las iniciativas fueron estatales, mientras que el 51% restantes fueron federales; por ello, no hubo grandes iniciativas con enfoque local que fomentaran el desarrollo basado en las necesidades de la población (Torres et al., 2013). En este sentido, el estudio señala que la planeación fue a corto plazo, debido a su carácter reaccionario, y en consecuencia omitieron la diversidad social, cultural, económica y ambiental.

En el período 2015-2021, el Programa Sectorial de Desarrollo Rural y Agroalimentario del estado de Michoacán, presentó propuestas centradas en cultivos de alta rentabilidad como las berries y el aguacate, principales cultivos de exportación del estado. Su producción cuenta con apoyos gubernamentales y subsidios para adoptar los paquetes tecnológicos que han introducido las corporaciones, como son la producción bajo cubierta, riego tecnificado, y manejo de postcosecha (FIRA, 2016). De este modo, el estado ha fomentado la agroindustria mediante programas como Fortalecimiento de la Cadena de Productividad y Producción Agroalimentaria, con los que se han financiado 56 proyectos, impulsando 15 sistemas-

producto, mediante infraestructura y equipamiento para la postproducción de aguacate, fresa, limón y jitomate (SAGARPA, 2018).

En concordancia con las políticas nacionales, se impulsó la producción agroindustrial de exportación como motor del desarrollo agrícola de Michoacán, y con ello se propició un aumento de los monocultivos. Asimismo, de una manera sistemática, se disminuyeron los incentivos a la producción campesina maicera, provocando el abandono del campo por parte de los productores, teniendo como única opción, la renta de sus tierras y con ello la cesión de los derechos de acceso al agua. Frente a esto, las tierras campesinas son ocupadas por monocultivos de exportación, lo que ha implicado un cambio en la estrategia productiva en la que el maíz ha sido desplazado por cultivos de mayor rentabilidad.

El gobierno estatal, bajo un discurso de “progreso”, ingresó a mercados internacionales que promueven el uso de nuevas tecnologías que son proclamadas por tener mayor eficiencia en el uso de los recursos (como el agua y el suelo), haciendo ver la realidad campesina como atrasada y opuesta al desarrollo y desacreditando toda propuesta alternativa (Yacoub et al., 2015). Desencadenando un reacomodo de la población humana, desplazando a los campesinos de sus territorios para la implantación del capital que trae consigo un proceso de sobreexplotación de los recursos (Ceceña, 2016).

El gobierno continúa otorgando derechos de aprovechamiento de aguas a empresarios exportadores, de este modo, las empresas se convierten en protagonistas privilegiadas que buscan obtener las mejores posiciones en la carrera por los recursos, dentro del marco legal del Estado (Ceceña, 2001). Esto, pese al contexto de escasez hídrica que enfrenta el estado de Michoacán: 20 de las 31 cuencas sin disponibilidad de agua, con un promedio de -183,363 (hm³) y ocho de los 22 acuíferos con un déficit promedio de -15,36 (hm³).

4.3 Producción agrícola del corredor Morelia-Pátzcuaro

La región geográfica en la que se encuentra el corredor entre los municipios de Morelia y Pátzcuaro, en el estado de Michoacán, es un lugar privilegiado en cuanto a tierras de cultivo se refiere. Las principales actividades productivas de la región son la agricultura, ganadería, pesca, venta de muebles de madera, venta de artesanía y comercio. La actividad agrícola se desarrolla en sistemas socio productivos comunitarios, ejidales y privados, desde sistemas tradicionales hasta comerciales, en tierras de temporal, humedad y de riego. En el período comprendido entre el 2010 y 2019, se produjeron diversos cultivos como maíz, calabacita,

frijol, haba, lenteja, tomate, trigo, canola y fresa, así como forraje para alimentación animal: janamargo, ebo y avena forrajera (SIACON, 2021).

Para comprender las transformaciones que han acontecido en el territorio se hace necesario analizar las organizaciones presentes, el sistema socio productivo y la producción maicera.

4.3.1 Organizaciones presentes en el corredor

a. Ejidos

En el corredor hay presencia de diversas organizaciones y la gran mayoría son ejidales. Éstas tienen raíces históricas profundas que trascienden las fronteras agrícolas al ser fundamentales en la estructura del estado. El fundamento legal y regulatorio de los ejidos está regido por el artículo 27º constitucional y por la Ley Agraria, que le dan un rol productivo a la organización a través del núcleo agrario, como unidad de posesión parcelaria de la tierra y centro de la población. La toma de decisiones en la organización interna del núcleo agrario se concentra en la Asamblea Ejidal, cuestiones como la dotación y administración de parcelas y de los espacios habitables se regulan en esta instancia. Así las decisiones que tome la autoridad interna a favor de los agricultores y de la comunidad son determinantes y fundamentales para el progreso del núcleo agrario (Candelas, 2019).

Dentro del núcleo agrario los ejidatarios y comuneros son sujetos con derechos, y cuentan con acceso a predios agrícolas y a los bienes comunes del ejido. De igual forma, dentro de la organización existen otros sujetos, a saber: posesionarios, que sólo tienen permitido utilizar las parcelas de labor y los avecindados, que pueden adquirir la personalidad de ejidatario luego de un año de residencia en el núcleo agrario, bajo la autorización de la asamblea general y con ello obtener el derecho a comprar tierra ejidal.

La superficie que posee el ejido puede ser destinada a seis usos: 1) para cultivo o labor, regularmente en parcelas individuales; 2) tierras de uso común como montes, bosques y selvas; 3) parcela escolar; 4) actividad productiva de las mujeres; 5) para la formación de los jóvenes; 6) parcelas en las que se localizan los bienes comunes como: pozos, viveros, corrales, instalaciones de almacenamiento, y el área de asentamiento humano, en la que cada ejidatario tiene derecho a un solar en una propiedad privada para establecer su vivienda (Morett y Cosío, 2016).

En el territorio del corredor agrícola, según cifras oficiales del Censo ejidal del INEGI del año 2007, se registran un total de 72 ejidos y comunidades, con una superficie total de 97 mil hectáreas de las cuales el 44% están parceladas. Los propietarios de las parcelas son 70%

hombres y 30% mujeres, que desarrollan la agricultura, siendo el maíz el principal cultivo en producción, con modalidad de riego en un 24% de la superficie y de temporal en un 76%. De igual forma, en el registro de INEGI figuran cuatro ejidos con actividades turísticas en los municipios de Morelia y Pátzcuaro.

Las organizaciones del territorio según el Censo cuentan con equipamiento como bodegas, tractores, y pozos para riego. Con una nómina de 10,779 bodegas propias para almacenaje en 31 ejidos, en los municipios de: Acuitzio, Huiramba, Morelia y Pátzcuaro; hay tractores en ocho ejidos, en los municipios de Acuitzio (2), Morelia (6) y Pátzcuaro (5). El riego, con pozos para irrigación, está presente en un ejido en Acuitzio y 11 en Morelia, las estructuras de bordos de riego o abrevadero están en los municipios de Huiramba (1) y Morelia (20) (INEGI, 2007).

Se identificaron los ejidos presentes en las diferentes zonas del corredor en el Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA) del Registro Agrario Nacional del año 2016, con base en la capa “perimetrales de los núcleos agrarios certificados” del PHINA (2016), en la que se muestra la distribución espacial de los ejidos en el territorio (figuras IV-2-5). En esta se registran un total de 26 ejidos distribuidos en los diversos sectores: Sanabria (5), Tupátaro (3), Lagunillas (4) y Tiripetío (14) (tabla IV-1). Organizaciones que se dedican mayormente a la agricultura y su principal cultivo es el maíz de temporal y en menor medida de riego (INEGI, 2016), el que es cultivado en campos que varían de dos a 25 hectáreas promedio por ejidatario. Sumado a esta producción los agricultores complementan el cultivo con la ganadería a pequeña escala, con un máximo de 50 cabezas por ejidatario en tiempos de alta producción.

Por lo expuesto, se puede comprender la realidad ejidal en el territorio: escaso equipamiento para la producción, a pequeña escala, y que, como se mencionó en el apartado 4.2, no ha tenido un apoyo del Estado. Por el contrario, dicha institución ha impulsado las reformas necesarias para flexibilizar la tenencia de la tierra. Proceso que se llevó a cabo en 1992 mediante la reforma al artículo 27 de la Constitución Mexicana, el cual rige la tenencia de la tierra y la Ley Agraria. Modificación que terminó con la distribución de tierras de la reforma agraria, y generó una mayor flexibilidad en la tenencia de la tierra en el sector social. Por ello, se ampliaron los derechos de los ejidatarios y comuneros sobre la propiedad de sus terrenos, promoviendo así un mercado de tierras que permitió una reasignación de las unidades de producción que favorecieron la entrada a actividades de mayor rentabilidad (Castillo, 2014).

La reforma permitió la venta o renta de las parcelas entre ejidatarios y vecindados, así como a terceras personas no pertenecientes al núcleo, además de anular la obligatoriedad del cultivo

de la tierra, lo que resultó clave en el cambio de las estrategias productivas de los ejidos, conllevando al ingreso de monocultivos como la fresa. Por tanto, las tierras de uso común quedaron bajo el mandato de la asamblea ejidal pudiendo ser entregadas a capitales de sociedades mercantiles para su explotación, permitiendo el cambio de uso de tierra común a tierras parceladas y de uso agrícola (Appendini, 2012). Cabe precisar, que este proceso continúa hasta la fecha y se analiza a mayor detalle en el apartado 5.1.4.

Tabla IV-1. Ejidos registrados en las zonas del corredor en el PHINA al año 2016.

	Ejido	Municipio	N.º Ejidatarios	Avecindados	Superficie actual (ha)
Sanabria	Chapultepec	Pátzcuaro	63	27	428.42
	Las Trojes	Pátzcuaro	29	1	60.45
	Puertas de cadena	Pátzcuaro	81	50	412.24
	Tzintzuntzan	Tzintzuntzan	66	37	560.72
	Tzurumútaró	Pátzcuaro	214	185	1,164.69
Tupátaro	El sobrado	Huiramba	25	3	417.34
	El Carmen	Huiramba	28	3	872.83
	Tupátaro	Huiramba	82	1	578.00
Lagunillas	Jesús Huiramba	Huiramba	146	220	2,559.85
	Lagunillas	Lagunillas	19	82	212.65
	Las pilas	Lagunillas	17	19	303.95
	La caja	Lagunillas	23	145	406.53
Tirípetio	Hermenegildo Galeana	Morelia	21	26	69.2
	Villa de Acuitzio	Acuitzio	144	14	1,248.36
	San Antonio Coapa	Morelia	68	28	564.99
	San Rafael Morelia	Morelia	80	262	600.96
	La Yerbabuena	Morelia	56	0	381.47
	Coapa	Morelia	90	180	671.32
	Isaac Arriaga Noriega	Morelia	23	17	567.27
	Tirípetio	Morelia	89	12	1,786.1
	Cuanajillo	Morelia	19	6	466.11
	El reparo	Morelia	39	71	553.47
	La estancia	Morelia	68	84	681.62
	Nueva Florida	Morelia	48	36	290.05
	San Carlos Coapa	Morelia	71	40	577.25

	Santiago Undameo	Morelia	156	5	2,339.85
--	------------------	---------	-----	---	----------

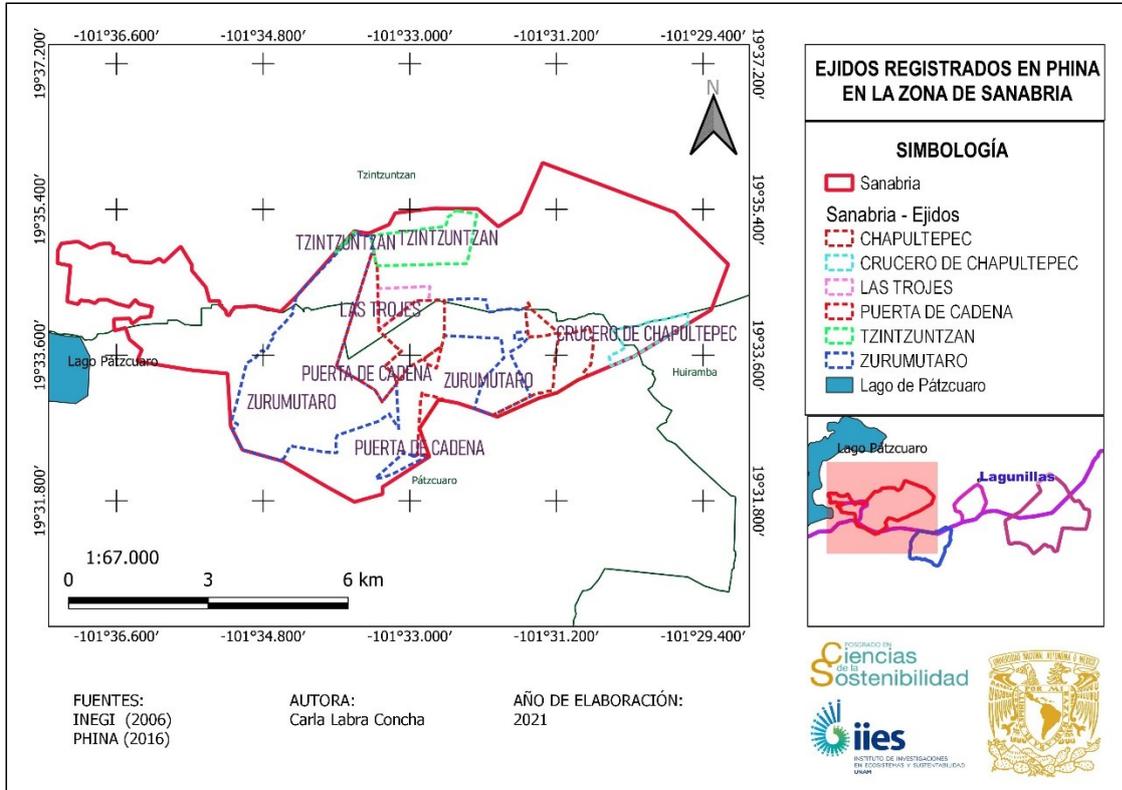


Figura IV-2. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Sanabria.

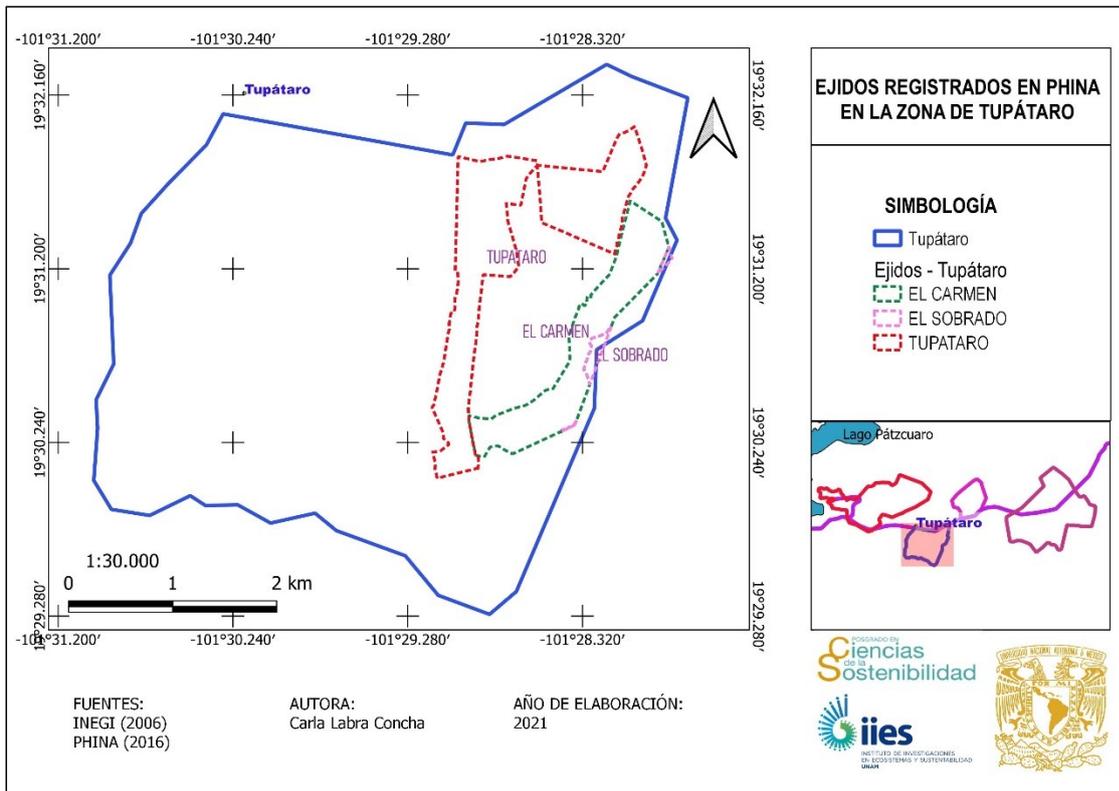


Figura IV-3. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Tupátaro.

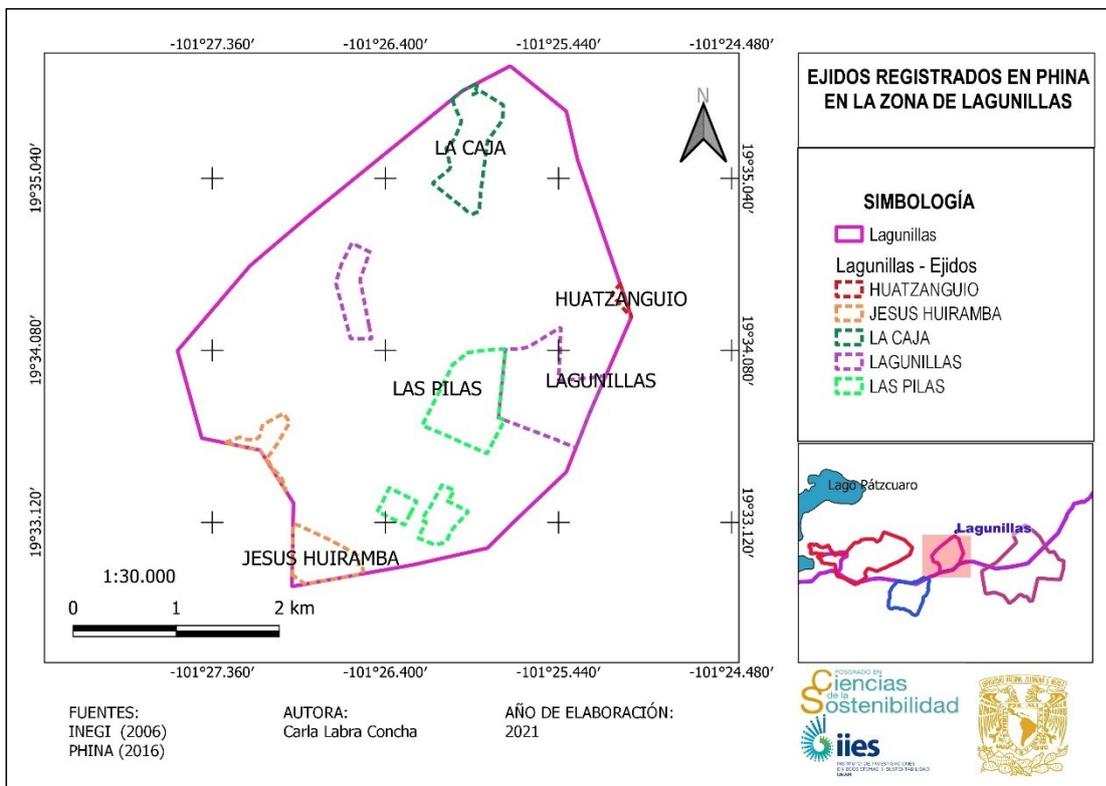


Figura IV-4. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Lagunillas.

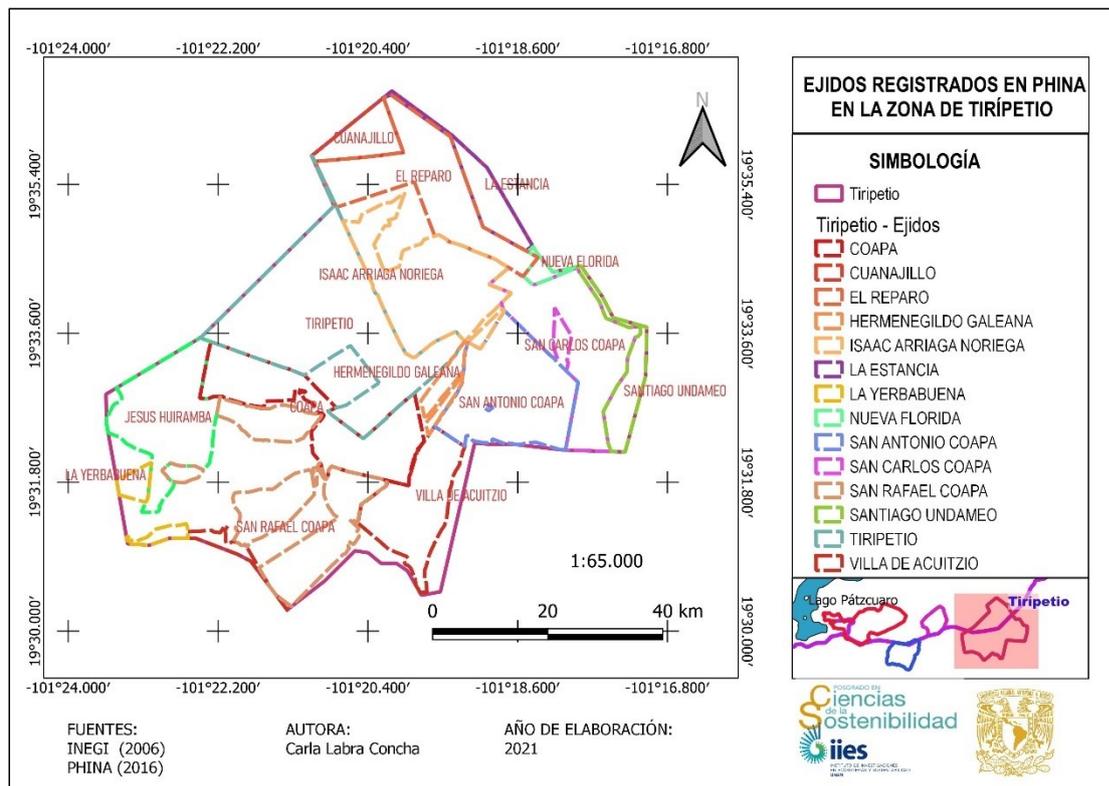


Figura IV-5. Mapa de los ejidos registrados en PHINA en la zona de Tiripetio.

b. Comunidad Indígena de Ihuatzio

En el territorio del corredor agrícola se encuentra la comunidad indígena de Ihuatzio, ubicada en la localidad del mismo nombre en la zona de Sanabria. La comunidad es de hecho y no de derecho, debido a que no se encuentra en el Registro Agrario Nacional (RAN). Por ello, no se cuenta con información oficial, por lo que se realizaron entrevistas al jefe de tenencia de la comunidad y a los agricultores maiceros, así como, salidas a campo a la localidad, para comprender la realidad de la comunidad.

La organización está compuesta por 2,521 personas, pertenecientes a la nación P'urhépecha, sus principales actividades económicas son la pesca, la artesanía, y, cada vez menos, la agricultura. Esta última, se desarrolla en la zona del lecho del Lago de Pátzcuaro, y el principal cultivo en producción es el maíz criollo de temporal, con un sistema productivo tradicional diferenciado en el que no se aplican fertilizantes ni riego, debido a que la materia orgánica presente en el suelo entrega los nutrientes necesarios y la alta humedad que tiene el suelo permite cultivar sin necesidad de irrigación (figura IV-6).

La producción en sistemas tradicionales en la zona es descrita por Astier et al. (2012:150), como: i) derivados de largas historias de interacción y coevolución entre la diversidad biológica y la cultural; ii) desarrollados en condiciones difíciles con poca disponibilidad de tierra y

generalmente de temporal; iii) son dinámicos y adaptables, logrando su mantenimiento mediante la transformación, la aprehensión, la asimilación y la agregación de elementos provenientes del entorno propio y ajeno; iv) están dirigidos principalmente a la auto subsistencia y a la reproducción de la forma de vida local y regional, maximizando la productividad de todos los componentes de los sistemas agrícolas y de los otros sistemas que integran los sistemas de subsistencia.

Sistemas que fueron corroborados en entrevistas con los campesinos, quienes señalaron que no poseen tierras, debido a que todas las áreas comunales se fueron privatizando décadas atrás. Por ello, quienes resisten en la agricultura debieron adaptar sus sistemas productivos de maíz en zonas federales del lecho del Lago de Pátzcuaro, donde la producción es destinada para el autoconsumo y alimentación del ganado, como principal fuente de tracción para las prácticas agrícolas.

Durante las visitas a las parcelas maiceras de los campesinos se constató la presencia de una empresa exportadora de fresa, en tierras que antes producían maíz, a menos de un kilómetro del lago. Los comuneros hicieron saber su preocupación por el progreso de cultivos de exportación y la relación con el déficit de lluvias, con una duración de cuatro años, la cual coincide con la baja de los niveles de los pozos de agua potable administrados por la comunidad.

La infraestructura es gestionada por la comunidad de manera reciente, antes, cada familia tenía su pozo noria del que se abastecía pero actualmente son usados como fosas sépticas. La comunidad cuenta con tres pozos, de los cuales uno está seco, otro tiene deuda con la compañía de electricidad por el no pago de las cuotas de los usuarios, por lo que, sólo uno funciona. Esta situación demuestra el déficit hídrico en que se encuentra la región, en estas zonas, según el jefe de tenencia, el agua se encontraba a escasos metros de profundidad y actualmente se encuentra a una profundidad de 25 a 50 metros.

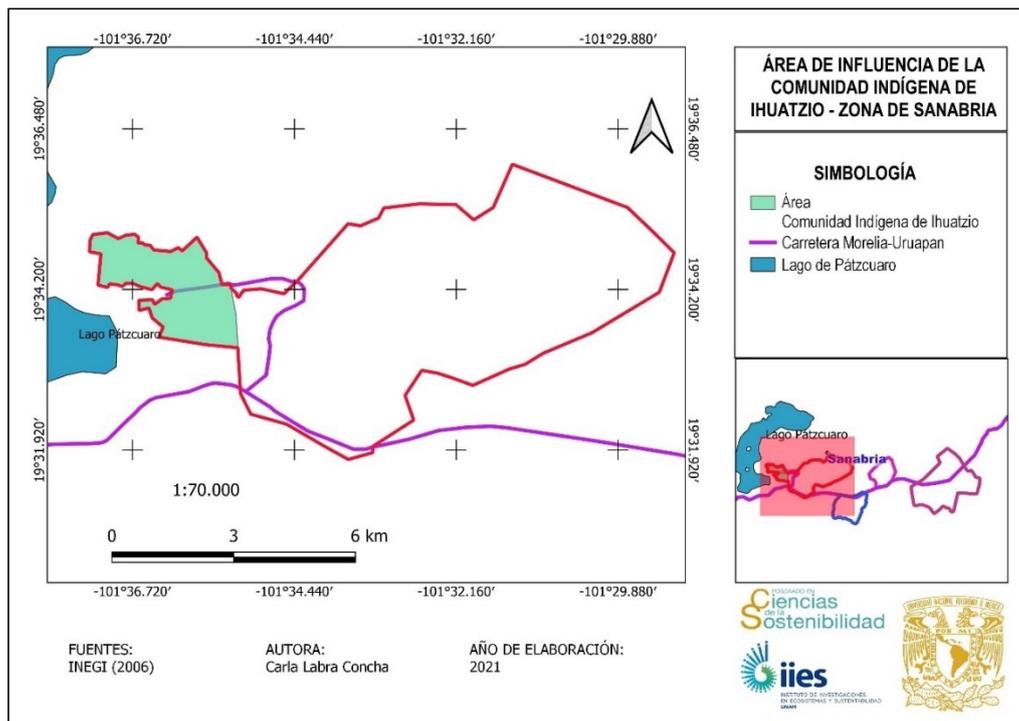


Figura IV-6. Mapa del área de influencia de la comunidad indígena de Ihuatzio.

c. Módulo VI – Distrito de riego 020 Morelia

En el corredor agrícola se encuentra el módulo de riego VI “Asociación de usuarios Lázaro Cárdenas, Manantial de Chapultepec”, perteneciente al DR-020 de Morelia, este se ubica al sur del municipio de Tzintzuntzan y al norte del municipio de Pátzcuaro en la zona de Sanabria (figura IV-7). La organización cuenta con una superficie de 2,038 hectáreas de tenencia ejidal y pequeña propiedad. Dentro del módulo se registra infraestructura hidráulica con 23,944 km de canales de tierra, así como drenes y caminos que forman parte del equipamiento de la zona. La organización cuenta con 410 derechos de agua, que riegan una superficie total de 1,019 hectáreas, distribuidas en tierras ejidales y de pequeña propiedad (tabla IV-2).

La principal fuente de abastecimiento para riego del módulo VI, es el manantial de Chapultepec ubicado en el municipio de Tzintzuntzan en las coordenadas 19° 34' 25,2" N y 101° 31' 20" O, a una altitud de 2,058 msnm, con un caudal registrado de 491 (l/s), cuyo uso es doméstico y agrícola (Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro, 2011). El agua, según señalan agricultores pertenecientes al módulo, es repartida por turnos de riego por ejidos y usuarios, con fechas definidas en un calendario de la organización establecido en asamblea. El riego tiene un cobro por hectárea de \$70 pesos, para el cultivo de maíz, el cual presenta una demanda referencial de agua en el estado de 6,599 (m³/ha) (Flores et al., 2017).

El acceso de las empresas al agua del módulo se desarrolla en un contexto de reformas históricas a la Ley de Aguas Nacionales, que han fragmentado la gestión del agua, privilegiando la gestión privada. Bajo estas reformas se eliminaron los controles estatales sobre el agua para ser transferidos al sector privado (Ávila, 2015). Dentro de estas reformas, en 1992 la CONAGUA, cedió la administración de los Distritos de Riego (DR) a los usuarios, relegando el rol del estado sobre los recursos, no obstante, el estado mantuvo la administración de las grandes obras hidráulicas.

Este proceso fue llevado a cabo mediante proyectos de apoyo a las transferencias, con la finalidad de capacitar a los nuevos directivos y las organizaciones de usuarios (IMTA, 2016). De este modo, la gestión del agua pasó a manos de los agricultores del módulo, y específicamente del comité directivo, el cual es elegido en las asambleas (Palerm, 2020), y cuya responsabilidad es administrar el agua de la organización, sin embargo, a causa de las reformas neoliberales se ha generado un mercado de aguas que ha corrompido a estas autoridades

En entrevista, don José Luis, ejidatario perteneciente al módulo, abordó la situación de los turnos de riego no respetados por la organización, lo cual acontece desde la llegada de las empresas exportadoras de fresa y aguacate. Éstas han accedido al agua, mediante la renta de derechos, en el caso de la fresa y por la compra de agua en pipas para el aguacate.

La prioridad ya no son los agricultores del módulo, sino empresarios que rentan los derechos, desplazando así a los pequeños agricultores locales de la red de agua y marginándolos a una producción de temporal. Al respecto don José Luis señala “ están lucrando con el agua los del módulo, sacan pipas y venden el agua, los representantes”, por esto, ya no puede dar sus dos riegos otorgados al año en el calendario de la organización. El agua ya no es entregada a los agricultores a pesar de ser usuarios legítimos, al contrario es vendida y rentada a empresarios exportadores. A causa del despojo, los campesinos se vieron obligados a pasar de una producción de maíz de riego a una de temporal.

Tabla IV-2. Usuarios, superficie y derechos de agua otorgados en el Módulo VI.

Propiedad	Superficie (ha)	N.º de usuarios	Superficie promedio por usuario (ha)	N.º de derechos otorgados
Ejidal	560	329	1.7	329
Pequeña propiedad	459	81	5.6	81
Total	1019	410	2.4	410

Fuente: CONAGUA (2006).

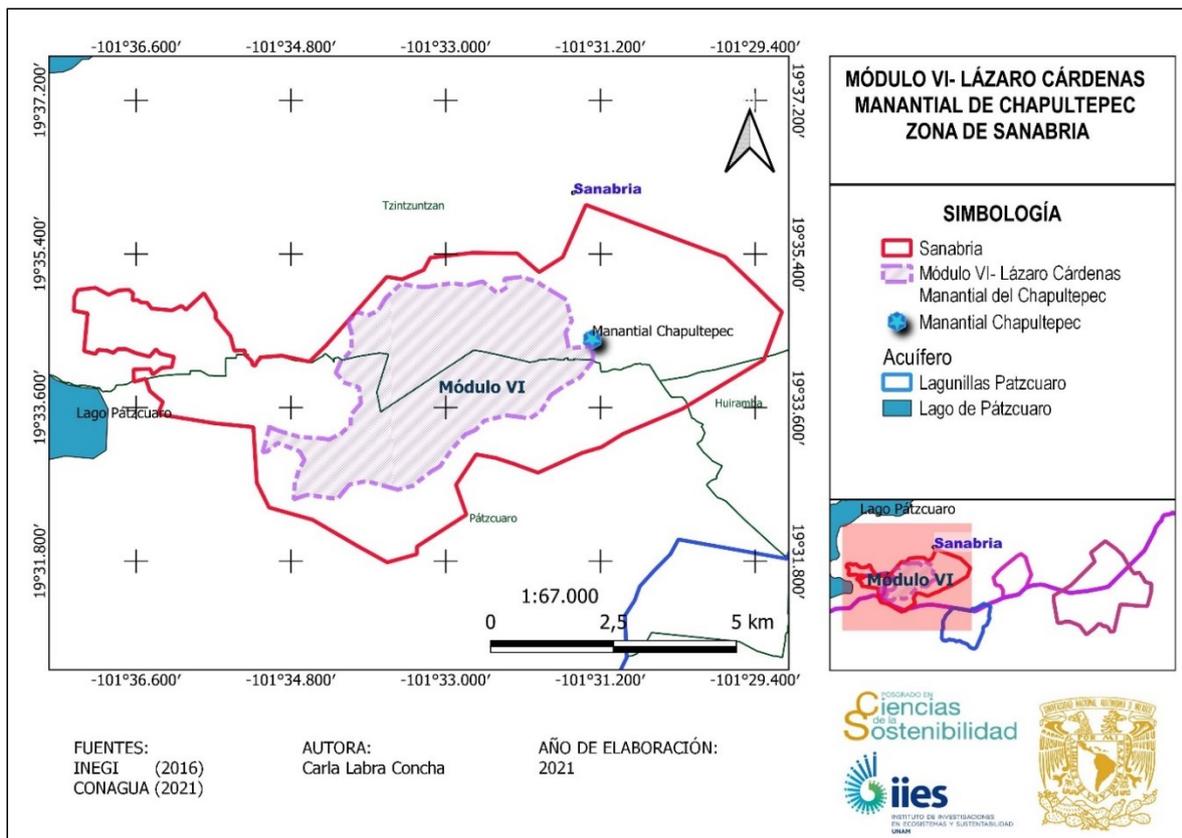


Figura IV-7. Mapa del Módulo VI- Lázaro Cárdenas Manantial de Chapultepec.

4.3.2 Cultivo del maíz en el corredor agrícola

Sistema socio productivo de maíz

Como ya se ha mencionado, el maíz es el principal cultivo en el corredor agrícola, presentando las mayores superficies productivas en la totalidad de municipios del territorio. La producción en la zona se desarrolla en la temporada de primavera-verano, en diferentes modalidades, con las siguientes particularidades: i) temporal, se ubican en suelos que tienen una textura fina con mayor retención de humedad denominados localmente como “charanda”, este sistema es dependiente de las lluvias, y se siembra durante el mes de mayo con cosecha en los meses de noviembre-diciembre, ocupando la mayor superficie productiva en todas las zonas del corredor; ii) humedad, denominadas de esta forma debido que el maíz germina con la humedad retenida en el suelo (Orozco et al., 2010), esta modalidad se desarrolla en suelos de texturas finas que se encuentran en las zona de Sanabria con fecha de siembra en marzo- abril y cosecha en los meses de noviembre-diciembre; iii) riego y humedad, en este sistema se aplican dos riegos anuales, el primero al preparar la tierra en enero y el segundo en el mes de marzo en el “floreamiento”, en este sistema la fecha de siembra es en marzo y cosecha en los meses de noviembre-diciembre, y se encuentra en la zona de Sanabria; iv) riego, modalidad desarrollada

en la zona de Tiripetío, con siembra en el mes de marzo y cosecha en los meses de noviembre-diciembre.

Asimismo, se desarrollan diversos sistemas de producción en el corredor: a) año con año, son tierras sembradas continuamente con maíz durante la temporada primavera-verano y en la temporada otoño-invierno con frijol, o en años anteriores con trigo según lo señalado por agricultores de Sanabria, además de cultivos de forraje como janamargo y avena forrajera; b) año y vez, en este sistema el productor siembra la tierra con maíz durante un año y se le deja descansar por uno o dos años, y en ocasiones en la etapa de descanso se siembran cultivos de invierno (Astier et al., 2012), en ese período la tierra es utilizada para pastorear ganado, conformando un sistema de producción agropecuario (Sánchez et al., 2007). Según la información recabada en entrevistas, todas las zonas de estudio utilizan ambos sistemas productivos, siendo el patrón más común el sistema de año y año en tierras de temporal y el de año y vez en tierras de humedad.

En los sistemas productivos agropecuarios, los agricultores utilizan el maíz para alimentación familiar y para el ganado, de este modo, se complementa la agricultura con la ganadería a pequeña escala en todas las zonas del corredor. Según lo analizado, en entrevistas, todos los agricultores crían animales como vacuno y borregos, en cantidades que van de 5 a 20 cabezas, llegando a un máximo de 50 cabezas en tiempos de mayor producción. De este modo, los productores campesinos diversifican sus ingresos al vender los animales para continuar con una nueva siembra; asimismo, aprovechan la carne para autoconsumo como parte de la dieta familiar.

En caso de obtener excedentes de maíz, más allá del utilizado para autoconsumo, se asigna para venta, recuperando parte de la inversión (Barkin, 2002). Los costos de producción según lo señalado por los agricultores varían desde: \$3,000 en la zona de Sanabria, en el lecho del lago de Pátzcuaro, donde sólo se invierte en labores de siembra y cosecha; hasta \$16,000, por hectárea, en zonas como Sanabria, Tiripetío y Lagunillas, donde se utilizan semillas híbridas, fertilizantes y agroquímicos para el control de malezas. Estos valores son similares a los señalados por FIRA (2007), que los estima entre \$11,238 y \$17,065, en zonas productivas del estado de Michoacán.

Los agricultores venden su maíz a acaparadores que pagan precios bajísimos y venden el cultivo en las zonas urbanas y a otros agricultores con déficit de maíz para alimentar a sus animales. El precio de venta en la zona varía de \$3,000 a \$5,000 por tonelada, valor superior

al registrado en el estado, por FIRA (2007), en un rango de \$2,010 a \$2,600 por tonelada. Estos valores no cubren los montos de inversión y son regulados por el mercado, aún más, el cultivo es una mercancía sin acceso a subsidios ni apoyo político, es considerado “una estructura social y cultural que obstaculiza la modernización del país” (Barkin, 2002:25). Bajo este contexto de abandono del estado, los campesinos y productores quedan a merced del mercado neoliberal.

Sistema de manejo del maíz

El sistema de manejo en el corredor es mayormente tradicional, en donde la familia es la principal fuerza de trabajo, y cuentan con producción de maíz criollo de diversas variedades en monocultivo, asimismo, tienen en diferentes parcelas cultivos de frijol y de forraje como avena y janamargo. Hay agricultores con maquinaria propia para la producción, otros rentan para las labores más importantes como la preparación del suelo y cosecha. También emplean tracción animal para las labores del campo cumpliendo, a la par, la función de fertilización, con el uso del estiércol como abono.

La fertilización del suelo es mayormente orgánica con composta y estiércol de animales, sin embargo, es cada vez más común entre los campesinos aplicar fertilizantes químicos en bajas dosis, tales como urea y NPK para complementar la fertilización orgánica (Astier et al. 2003). Por su parte, el control de malezas se realiza mediante control manual con machete y cada vez es más recurrente el uso de productos químicos.

La producción es en parcelas de una a dieciséis hectáreas, en modalidades de temporal y humedad que dependen de la lluvia, y en modalidad de riego que requieren del agua de los manantiales y pozos ejidales. Con un rendimiento promedio del maíz criollo por modalidad de 2 a 3 (ton/ha) en temporal, 2,5 a 4 (ton/ha) en humedad y 4 (ton/ha) con riego. Asimismo, la producción se realiza con semillas híbridas o mejoradas en las diferentes modalidades con rendimientos de 4 a 13 (ton/ha) con riego y 3 a 9 (ton/ha) en temporal (tabla IV-3).

Respecto al riego, el cultivo del maíz requiere de 500-800 mm de agua durante todo su ciclo fenológico, siendo las fases de floración y llenado de grano las más sensibles a la falta de humedad, un estrés causado por deficiencia de agua en el período de floración puede generar mermas en el rendimiento del orden de un 6 a 13% por día, por ello, los síntomas de estrés hídrico en la planta se traducen en una reducción tanto de la calidad y cantidad del rendimiento (Sifuentes, 2018).

Los requerimientos hídricos del maíz determinados por Flores et al. (2017), para el Distrito de Riego 061- Río Duero, del estado de Michoacán, son de 6,599 (m³/ha), normalmente aplicados

en alta intensidad y baja frecuencia, con un promedio de 4 a 5 riegos por temporada, con sistema de riego por surcos o riego rodado. Cabe señalar que, en la zona de Sanabria, los agricultores sólo realizan dos riegos en la temporada debido a la alta conservación de humedad del suelo, por ello la cantidad de agua utilizada podría estimarse en 3,299.5 (m³/ha).

Tabla IV-3. Características del sistema de manejo del maíz en el corredor.

Modalidad	Semillas de maíz	SP (ha)	R (ton / ha)	Fertilización	Manejo de plagas	N.º R	Uso de Maquinaria	CS (\$/ha)	CF (\$/ha)	CA (\$/ha)	CR (\$/ha)*	Costo total (\$/ha)**	FS	FC	Fecha riego	Zona
Humedad	Criollo	< 2	2,5	Sin fertilización en el lecho del Lago de Pátzcuaro	Control manual con machete	Sin riego	Sin maquinaria o renta maquinaria	\$0-\$3,000	\$0	\$0	\$0	\$3,000	Marzo - Abril	Nov.- Dic.	S/R	Sanabria en el lecho del Lago de Pátzcuaro
Humedad	Criollo	1 - 6	3-4	Abono orgánico: composta y estiércol de animales - Fertilizantes químicos: NPK y Urea	Control manual con machete	Sin riego	Sin maquinaria o renta maquinaria	\$0	\$9,400	\$0	\$0	\$ 9,400	Marzo - Abril	Nov.- Dic	S/R	Sanabria, Lagunillas
Riego	Criollo	1-20	4	Abono orgánico: composta y estiércol de animales - Fertilizantes químicos: NPK y Urea	-Control manual con machete - Herbicidas	2 riegos	Sin maquinaria o renta maquinaria	\$0	\$9,400	\$622	\$70 *	\$10,092	Marzo	Nov.- Dic	1º en enero - 2º en marzo	Sanabria, Tiripetio

Riego	Híbrido: Ceres Niebla y Asgrow Canguro	1-20	4-13	Abono orgánico: composta y estiércol de animales - Fertilizantes químicos: NPK y Urea	-Control manual con machete - Herbicidas	2 riegos zona de Sanabria Tirípetio- riego regular	Cuenta con maquinaria	\$4,000 - \$6,000	9,400	622	\$70 *	\$14,092 - \$16,092	Marzo	Nov.- Dic	1º mes de enero - 2º en el mes de marzo	Sanabria, Tirípetio
Temporal	Criollo	1-20	2-3	Abono orgánico: composta y estiércol de los animales - Fertilizantes químicos: NPK y Urea	-Control manual con machete - Herbicidas	Sin riego	Cuenta con maquinaria - renta maquinaria	\$0	9,400	622	\$0	\$10,022	Mayo	Nov.- Dic	S/R	Sanabria, Tupátaro, Tirípetio, Lagunillas
Temporal	Híbrido: Asgrow Canguro y Ceres Niebla	1-20	3-9	Abono orgánico: composta y estierco de los animales - Fertilizantes químicos: NPK y Urea	-Control manual con machete - Herbicidas	Sin riego	Cuenta con maquinaria - renta maquinaria	\$4,000 - \$6,000	9,400	622	\$0	\$14,022 - \$16,022	Mayo	Nov.- Dic	S/R	Sanabria, Tupátaro, Tirípetio, Lagunillas

SP: superficie productiva; **R:** rendimiento; **N.º:** número de riegos; **CS:** costo semillas; **CF:** costos fertilización; **CA:** costos agroquímicos/herbicidas; **CR:** costo riego; **FS:** fecha siembra; **FC:** fecha cosecha.

* El valor considerado del costo del riego es para la zona de Sanabria, debido a que no se cuenta con información de la zona de Tirípetio.

** Para el cálculo del costo total no se consideró el valor de la renta de maquinaria o de pago de jornales.

Fuente: elaboración propia con datos de entrevistas y estadísticas SIACON (2021).

Biodiversidad del maíz

Como se señaló en los apartados anteriores, el maíz no es un producto rentable, es un cultivo de los pobres, de los marginados, de los indígenas (Barkin, 2002). No obstante, sigue siendo el cultivo predominante en el corredor y en México, como se señala en el libro, “Sin maíz no hay país” de Esteva y Marielle (2003:24):

“Todas las organizaciones e instituciones que crearon nuestros antepasados guardaban una estrecha asociación con el maíz. La estructura y composición de la persona, la familia, la comunidad y la sociedad; la de las prácticas sociales, religiosas, económicas, políticas, médicas, educativas y legales; la de las lenguas y las normas que definían el régimen de convivencia, estaban inspiradas en el maíz. El tronco fundamental de todas las culturas de nuestros ancestros expresa una interacción con la Naturaleza y con lo demás que es reflejo de la diversidad, adaptabilidad y hospitalidad del maíz”

Por su parte, el estudio desarrollado por Astier et al. (2012), sobre el conocimiento tradicional y agrobiodiversidad del maíz en la cuenca del Lago Pátzcuaro, considera la gramínea como una planta que tiene un papel ordenador y articulador del conocimiento tradicional y la agrobiodiversidad en las diferentes escalas espaciales y temporales, que se expresan en:

“a) la sincronización de las actividades en la estrategia de subsistencia de los calendarios rituales y de la organización social y política con los ciclos agrícolas de la gramínea; b) en la organización de los paisajes a través de la interacción entre los sistemas agrícolas tradicionales donde se cultiva maíz y otros sistemas forestales y pecuarios que integran las estrategias de subsistencia locales y regionales; c) su dominancia en la mayoría de los agroecosistemas tradicionales; d) organizando la distribución espacial y las actividades productivas en las parcelas agrícolas con base en las características de las variedades de maíz” (Astier et al., 2012:152).

En este contexto, el maíz es la base de la sociedad y de la alimentación familiar, siendo la tortilla, la preparación más común. La zona del corredor presenta una gran biodiversidad de maíces. El estudio desarrollado por Orozco et al. (2017), sobre la diversidad de la gramínea en Pátzcuaro, reveló la existencia de once razas con una mayor presencia de las variedades P’urhépecha y Cónico, en frecuencia media se encontraron las razas Elotes occidentales, Ancho, Chalqueño y Elotes Cónico y en baja frecuencia las razas Mushito, Pepitilla,

Cacahuacintle, Tabloncillo y Palomero Toluqueño; siendo las localidades de Tzurumútaró, el Jagüey y Nuevo Rodeo, pertenecientes a la zona de riego de Sanabria, los sectores identificados con mayor diversidad.

El mapa de “Distribución de maíces nativos en México (2015)” de la CONABIO, presenta las razas: Cónico, Mushito, Ancho y Pepitilla, en las zonas del corredor (Anexo 7.2). Esta agrobiodiversidad tiene relación con la presencia de comunidades indígenas y campesinas en el territorio, quienes fungen como reservorios genéticos de origen, más importantes del maíz (Boege, 2008; Orozco et al., 2017). La labor de las mujeres en el resguardo de la biodiversidad, es fundamental, son ellas las que, durante el proceso de reparto agrario y ante la presencia de maíces introducidos, continuaron con el guardado de semillas y con el cultivo de maíz criollo de traspatio para el autoconsumo, como forma de resistencia y cuidado de las semillas (Espinoza, 2017).

Características de los campesinos del maíz

La población con ocupación agropecuaria, según el censo agropecuario del año 2010, en los municipios del corredor es de: 703 en Acuitzio, 792 en Huiramba, 696 en Lagunillas, 13,201 en Morelia, 2,369 en Pátzcuaro y 544 en Tzintzuntzan (tabla IV-4). Los campesinos presentes en el territorio del corredor se encuentran en un rango etario que va de los 40 a los 80 años aproximadamente, el 80% de los entrevistados se encuentra en el rango de los 50-80 años. Los campos de los agricultores son de diversas superficies, que van de 1 a 16 hectáreas, extensión que se distribuye en varias parcelas, cuyo número varía entre una y cuatro, en las que producen mayormente maíz, frijol y forraje.

Debido a la baja rentabilidad del maíz y el adelgazamiento del apoyo estatal, la gran mayoría de agricultores ha emigrado a EUA, con fechas de migración que datan de la década de los setenta, en busca de obtener mayores ingresos que les ayudaran a salir de la pobreza en que se encontraban/encuentran. Esta situación se puede ver reflejada en los índices de marginación⁴ que presentan los municipios del corredor: Acuitzio grado alto; Huiramba grado medio-alto; Lagunillas grado alto; Morelia grado bajo-medio-alto-muy alto; Pátzcuaro grado alto; Tzintzuntzan grado alto (CONAPO, 2010).

⁴ El índice de marginación CONAPO (2010), utiliza como fuente de información resultados definitivos del XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000. Éste considera las dimensiones de marginación de: i) vivienda; ii) ingresos por trabajo; iii) educación; iv) distribución de la población, abordando las formas de exclusión para cada dimensión: a) vivienda: sin agua entubada, sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo, con piso de tierra, sin energía eléctrica, con algún nivel de hacinamiento; b) ingresos por trabajo: población ocupada que percibe hasta dos salarios mínimos; c) educación: analfabetismos, población sin primaria completa; d) distribución de la población: localidades con menos de 5,000 habitantes.

Los campesinos no podían mejorar su productividad debido a la falta de maquinaria, escasos recursos para comprar insumos, que incrementan su valor constantemente, y falta de mercado por competencia desleal de precios (Rubio, 2008a). Esto, sumado a la necesidad de darle un mejor futuro económico a su familia generó las condiciones para una migración masiva a nivel estatal, según lo registrado por el Consejo Estatal de Población de Michoacán, en el período 2009-2014, el estado se posicionó dentro de los tres primeros lugares del país en flujo migrante. Según lo señalado en entrevistas, los ingresos por migración les permitieron a los campesinos obtener una mejora económica, comprar tractores e incluso comprar más tierras para producción. Pero la constante disminución en los precios del maíz los obliga a diversificar sus ingresos con otras actividades como la ganadería; en la región de Pátzcuaro, los agricultores indicaron que, complementariamente se dedicaban a la pesca y venta de artesanías. Sólo uno de ellos, de la zona de Sanabria, comentó haber trabajado como jornalero de una agroindustria, pero se retiró porque no le daba tiempo de producir su campo.

Tabla IV-4. Población con ocupación agropecuaria e índice de marginación en los municipios del corredor.

Municipio	Población total 2010	Población ocupada 2010	Ocupación Agropecuario 2010	% Ocupación Agropecuario	Índice de marginación
Morelia	729,279	295,352	13,201	2%	bajo-medio-alto-muy alto
Tzintzuntzan	13,556	5,965	544	4%	alto
Lagunillas	5,506	2,290	696	13%	alto
Pátzcuaro	87,794	30,061	2,396	3%	alto
Huiramba	7,925	2,133	792	10%	medio-alto
Acuitzio	10,987	2,983	703	6%	alto

Fuente: Censo Agropecuario INEGI año 2010; CONAPO (2010).

4.3.3 Producción de maíz período 2010-2020

Durante el período de estudio, en la zona, el cultivo del maíz ha sufrido importantes cambios, a causa de la implementación de nuevas estrategias productivas, con cultivos de exportación. En virtud de este proceso, se analizan dos períodos relevantes a nivel socio productivo: i) 2010-2015, época en la que la agricultura del corredor mantuvo su línea productiva respecto del maíz con déficit en la producción; ii) 2015-2020, período en que comienza el cambio en la estrategia productiva con la inserción de fresa en zonas otrora maiceras.

Período 2010-2015

La producción de maíz durante el período 2010-2015, según cifras oficiales, tuvo superficies con variaciones en los diferentes municipios del corredor, con aumentos en los municipios de: Acuitzio 0.4%, Huiramba 1.4%, Lagunillas 7.1% y Morelia 1.2%; y con disminución en su extensión en los municipios de: Pátzcuaro -2.2% y Tzintzuntzan -1.6%. La superficie promedio cultivada en hectárea por municipio fue de: 1,727 en Acuitzio, 1,506 en Huiramba, 1,696 en Lagunillas, 1,965 en Pátzcuaro, 1,373 en Tzintzuntzan y 15,254 en Morelia; con un porcentaje promedio de riego y temporal, por municipio de: Acuitzio, 15% riego y 85% temporal; Huiramba, 100% temporal; Lagunillas, 100% temporal; Pátzcuaro, 100% temporal; Tzintzuntzan, 14% riego y 86% temporal; Morelia, 5% riego y 95% temporal (tabla IV-5). Con una producción promedio en toneladas (ton) de: 5,000 en Acuitzio; 3,215 en Huiramba; 3,784 en Lagunillas; 4,278 en Pátzcuaro; 2,991 en Tzintzuntzan; y 40,509 en Morelia y con un rendimiento promedio de 2.4 ton/ha en temporal y 4,2 ton/ha con riego (tabla IV-6) (SIACON, 2021).

Cabe señalar, que la disminución y los leves aumentos en la superficie cultivada del maíz provienen de períodos anteriores y derivan de las políticas agrícolas y económicas que han regido al sector campesino (Orozco et al., 2010); las que, como se describió en apartados anteriores, presentan un adelgazamiento del estado con falta de apoyos y programas de financiamiento para la producción maicera, así como una desregulación de los precios del cultivo en el mercado (Rubio 2008a).

Tabla IV-5. Superficie sembrada de maíz de riego y temporal en el corredor agrícola en el período 2010-2015

Superficie maíz de temporal (ha)							
Municipio/año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total Municipio
Acuitzio	1,700	1,725	1,732	1,742	1,750	1,710	10,359
Huiramba	1,450	1,496	1,490	1,563	1,488	1,550	9,037
Lagunillas	1,319	1,405	2,000	2,040	1,690	1,720	10,174
Pátzcuaro	1,950	1,900	2,000	1,950	2,010	1,980	11,790
Tzintzuntzan	1,500	1,430	1,300	1,250	1,400	1,355	8,235
Morelia	15,380	14,965	14,985	14,886	14,990	16,315	91,521
Total año	23,299	22,921	23,507	23,431	23,328	24,630	141,116
Superficie maíz de Riego (ha)							
Municipio/año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total Municipio
Acuitzio	260	265	268	275	320	290	1,678
Huiramba	0	0	0	0	0	0	0
Lagunillas	0	0	0	0	0	0	0
Pátzcuaro	300	0	0	0	0	0	300

Tzintzuntzan	200	180	200	194	205	200	1,179
Morelia	932	945	962	978	1,020	920	5,757
Total año	1,692	1,390	1,430	1,447	1,545	1,410	8,914
Superficie maíz de Total riego y temporal (ha)							
Municipio/año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total Municipio
Acuitzio	1,960	1,990	2,000	2,017	2,070	2,000	12,037
Huiramba	1,450	1,496	1,490	1,563	1,488	1,550	9,037
Lagunillas	1,319	1,405	2,000	2,040	1,690	1,720	10,174
Pátzcuaro	2,250	1,900	2,000	1,950	2,010	1,980	12,090
Tzintzuntzan	1,700	1,610	1,500	1,444	1,605	1,555	9,414
Morelia	16,312	15,910	15,947	15,864	16,010	17,235	97,278
Total año	24,991	24,311	24,937	24,878	24,873	26,040	150,030

Fuente: SIACON (2021)

Tabla IV-6. Producción de maíz de temporal y riego en el corredor agrícola en el período 2010-2015

Producción de maíz de temporal (ton)							
Municipio/año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total Municipio
Acuitzio	5,093	3,396	5,889	5,612	4,900	5,130	30,020
Huiramba	2,528	2,814	2,980	3,126	3,502	4,340	19,290
Lagunillas	2,780	2,810	4,080	4,080	4,141	4,816	22,706
Pátzcuaro	3,877	3,800	3,920	3,900	4,824	5,346	25,667
Tzintzuntzan	2,998	2,860	2,574	2,500	3,150	3,862	17,944
Morelia	39,605	28,918	49,451	45,500	32,978	46,602	243,054
Total año	56,882	44,598	68,893	64,718	53,494	70,096	358,681
Producción de maíz de riego (ton)							
Municipio/año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total Municipio
Acuitzio	1,113	1,060	1,474	2,338	1,856	1,044	8,884
Huiramba	0	0	0	0	0	0	0
Lagunillas	0	0	0	0	0	0	0
Pátzcuaro	369	0	0	0	0	0	369
Tzintzuntzan	118	360	600	582	718	760	3,137
Morelia	3,989	3,780	5,099	5,854	6,120	2,030	26,871
Total año	5,589	5,200	7,173	8,773	8,694	3,834	39,262
Producción de maíz de riego y temporal (ton)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total Municipio
Acuitzio	6,206	4,456	7,363	7,950	6,756	6,174	38,904
Huiramba	2,528	2,814	2,980	3,126	3,502	4,340	19,290
Lagunillas	2,780	2,810	4,080	4,080	4,141	4,816	22,706
Pátzcuaro	4,246	3,800	3,920	3,900	4,824	5,346	26,036
Tzintzuntzan	3,116	3,220	3,174	3,082	3,868	4,622	21,082
Morelia	43,594	32,698	54,549	51,354	39,098	48,632	269,925
Total año	62,471	49,798	76,066	73,491	62,188	73,930	397,944

Fuente: SIACON (2010)

La producción de maíz se desarrolla en un contexto de políticas de desarrollo agrícola, del estado de Michoacán, que no atienden la realidad campesina maicera, por el contrario, como se demostró en el apartado 4.2., han fortalecido a los grandes agricultores maiceros y a las empresas proveedoras de semillas híbridas e insumos como fertilizantes y agroquímicos.

De este modo, los lineamientos estatales y nacionales respecto al maíz, como señala Astier et al. (2012) han presionado y subsidiado la adopción de variedades mejoradas así como la sustitución y el abandono de las variedades nativas, conllevando un abandono del campo, mediante los procesos de: i) importación de maíz con aranceles desgravados y precios por debajo del costo de producción; ii) aumento constante del precio de los insumos; iii) posicionamiento de monopolios transnacionales de empresas semilleras y de harina para tortillas; iv) bajo presupuesto para el estudio de las variedades nativas; v) escaso presupuesto para la producción de maíz y programas cuyo foco no son los campesinos sino los grandes agricultores; vi) fomento a cultivos comerciales de exportación en zonas otrora maicera.

Situación que fue confirmada por los agricultores entrevistados, quienes señalan, no haber recibido apoyos estatales que les permitan mejorar su productividad. En este sentido, algunos campesinos mencionaron que la Cruzada Estatal del Maíz y otros Granos, les subsidió los precios de las semillas en un 50%, no obstante, la semilla no presentó una buena germinación por lo que varios productores perdieron sus cosechas.

Asimismo, comentaron que no tuvieron ayuda con maquinaria, pese a postular año a año a los subsidios, situación que los llevó a migrar a EUA para generar un capital que les permitiera regresar a comprar su tractor para cultivar la tierra. Sólo un 23,78% de las unidades de producción cuentan con maquinaria propia (INEGI, 2006); por ello, en la zona se desarrolla la agricultura con tracción animal, con yunta de bueyes, tronco con caballos, con arado de espuela o manual, dependiendo de las condiciones económicas y la mano de obra disponible (Orozco et al., 2010).

Otros relatos señalaron que hay un abandono del campo por la migración de la población rural hacia EUA que ha producido un despoblamiento rural. Lo que se ve reflejado en los municipios del corredor que presentan un grado de intensidad migratoria en el año 2010 que va de medio a muy alto, con un promedio de 7,797 de hogares que presentan familiares migrantes (tabla IV-7).

Tabla IV-7. Grado de migración en los municipios del corredor.

	Viviendas que reciben remesas por municipio	Porcentaje de Viviendas que reciben remesas (%)	Grado de intensidad migratoria
Acuitzio	251	10%	Medio
Huiramba	72	4%	Medio
Pátzcuaro	1,235	6%	Medio
Lagunillas	248	14%	Muy Alto
Tzintzuntzan	192	6%	Alto
Morelia	8,541	5%	Bajo

Fuente: CONAPO (2010).

Período 2015-2020

Durante esta etapa la superficie sembrada de maíz en el corredor agrícola, según SIACON (2021), presentó una disminución importante respecto del período anterior con alrededor de 1,000 hectáreas menos que en el año 2015. Entre los años 2015 y 2017 hubo disminución de la superficie cultivada de alrededor de un 12%, con leves aumentos en los años 2018 al 2019 del orden de un 2,5% (SIACON, 2021). La superficie sembrada promedio en hectáreas, en los municipios del corredor fue de: Acuitzio 1,539; Huiramba 1,432; Lagunillas 1,379; Pátzcuaro 2,433; Tzintzuntzan 1,225; y Morelia 15,235 (tabla IV-8). Con un porcentaje de producción de temporal y riego: Acuitzio, 16% riego y 84% temporal; Huiramba, 100% temporal; Lagunillas, 100% temporal; Morelia, 5% riego y 95% temporal; Pátzcuaro, 100% temporal; y Tzintzuntzan, 14% riego y 86% temporal. La producción en toneladas, en los municipios del corredor tuvo un promedio de: 4,608 en Acuitzio; 3,853 en Huiramba; 3,833 en Lagunillas; 6,666 en Pátzcuaro; 3,332 en Tzintzuntzan; y 28,155 en Morelia (tabla IV-9); con un rendimiento promedio en la producción de: temporal de 2.8 ton/ha, y de riego 3.9 ton/ha (SIACON, 2021).

Con ayuda del mapa digital de México, en su capa del Censo agropecuario del año 2016, se identificó la distribución espacial de los campos productores de maíz en la zona del corredor. Con esta información se clasificaron los polígonos y sus datos: la propiedad de la tierra, superficie productiva, número de parcelas y la modalidad de riego o temporal (ver apartado 2.1.2). Con base en esta información se construyeron mapas de las diferentes zonas del corredor (figuras IV-8-11), de los que se recabó la siguiente información: i) Sanabria, la zona presenta una superficie cultivada de maíz de 1,996.92 hectáreas en un total de 1,114 terrenos, 54% son producidos en la modalidad de temporal y 46% de riego; el 81% de los terrenos son de propiedad ejidal y 19% de propiedad privada; ii) Tupátaro, la zona cuenta con una superficie

1,164.24 hectáreas en un total de 285 terrenos, la modalidad de producción es de 24% riego y 76% temporal, y la propiedad es un 54% privada y 46% ejidal; iii) Lagunillas, la zona registra una superficie sembrada de maíz de 572,5 hectáreas con un total de 169 terrenos, la modalidad de producción es 2% de riego y 98% temporal, y la propiedad de la tierra es 58% ejidal y 42% privado; iv) Tiripetío, la zona cuenta con 1882,9 hectáreas en un total de 1046 terrenos, las cuales se producen en modalidad 21% de riego y 79% temporal, y la tenencia de la tierra es 93% de propiedad ejidal y 7% privada.

Tabla IV-8. Superficie sembrada de maíz en los municipios del corredor agrícola en el período 2016-2019.

Superficie maíz de temporal (ha)					
Municipio/año	2016	2017	2018	2019	Total municipio
Acuitzio	1,560	1,520	1,480	1,597	6,157
Huiramba	1,450	1,400	1,410	1,467	5,727
Lagunillas	1,368	1,335	1,340	1,473	5,516
Pátzcuaro	2,500	2,458	2,460	2,313	9,731
Tzintzuntzan	1,230	1,200	1,210	1,261	4,901
Morelia	15,200	15,100	15,101	15,538	60,939
Total año	23,308	23,013	23,001	23,649	92,971
Superficie maíz de riego (ha)					
Municipio/año	2016	2017	2018	2019	Total municipio
Acuitzio	230	275	375	265	1,145
Huiramba	0	0	0	0	0
Lagunillas	0	0	0	0	0
Pátzcuaro	0	0	0	0	0
Tzintzuntzan	190	197	210	196	793
Morelia	910	880	820	903	3,513
Total año	1,330	1,352	1,405	1,364	5,451
Superficie maíz de riego y temporal (ha)					
Municipio/año	2016	2017	2018	2019	Total municipio
Acuitzio	1,790	1,795	1,855	1,862	7,302
Huiramba	1,450	1,400	1,410	1,467	5,727
Lagunillas	1,368	1,335	1,340	1,473	5,516
Pátzcuaro	2,500	2,458	2,460	2,313	9,731
Tzintzuntzan	1,420	1,397	1,420	1,457	5,694
Morelia	16,110	15,980	15,921	16,442	64,453
Total año	24,638	24,365	24,406	25,013	98,422

Fuente: SIACON (2021).

Tabla IV-9. Producción de maíz en los municipios del corredor en el período 2016-2019.

Producción de temporal (ton)					
Municipio/año	2016	2017	2018	2019	Total municipio
Acuitzio	4,524	4,864	4,208	4,838	18,434
Huiramba	3,698	4,060	3,620	4,034	15,411
Lagunillas	3,694	4,005	3,460	4,172	15,331
Pátzcuaro	6,500	7,374	6,385	6,406	26,665
Tzintzuntzan	3,321	3,480	2,970	3,558	13,329
Morelia	34,960	2,816	30,875	43,970	112,622
Total año	56,696	26,599	51,518	66,978	201,791
Producción de riego (ton)					
Municipio/año	2016	2017	2018	2019	Total municipio
Acuitzio	1,012	1,100	1,399	1,052	4,563
Huiramba	0	0	0	0	0
Lagunillas	0	0	0	0	0
Pátzcuaro	0	0	0		0
Tzintzuntzan	703	808	850	757	3,118
Morelia	3,640	2,816	3,821	2,827	13,105
Total año	5,355	4,724	6,070	4,637	20,785
Producción de maíz de riego y temporal (ton)					
Municipio/año	2016	2017	2018	2019	Total municipio
Acuitzio	5,536	5,964	5,606	5,890	22,996
Huiramba	3,698	4,060	3,620	4,034	15,411
Lagunillas	3,694	4,005	3,460	4,172	15,331
Pátzcuaro	6,500	7,374	6,385	6,406	26,665
Tzintzuntzan	4,024	4,288	3,820	4,315	16,447
Morelia	38,600	39,056	34,696	46,798	159,150
Total año	62,051	64,747	57,588	71,615	256,000

Fuente: SIACON (2021).

Con base en el mapa de INEGI (2016), se abordó la distribución de fresa de exportación en zonas productoras de maíz, en donde se identificó una superficie de 230.91 hectáreas productivas en la zona del corredor, con una distribución de hectáreas por zona de: 26.65 en Sanabria; 0 en Tupátaro; 88.61 en Lagunillas; 115.65 en Tiripetío.

Esta disminución en la superficie productiva se asocia a diversos motivos, relacionados entre sí, destacando las políticas de desarrollo agrícola impulsadas por el estado. Por un lado, programas que no se acomodan a la realidad campesina como la Cruzada Estatal del Maíz y otros Granos, y por otro lado, con la implementación de un nuevo programa sectorial de

desarrollo rural y agroalimentario que fomenta la agroindustria de exportación de aguacate y fresa como principales cultivos (ver apartado 4.5). Políticas que se han desarrollado en un contexto de desplazamiento sistemático del cultivo de maíz, a causa de: i) regulación del mercado por parte de las corporaciones; ii) bajo apoyos y subsidios estatales para la producción de maíz, iv) falta de accesos de los campesinos; vi) alta migración de los campesinos a trabajos en la ciudad y en el extranjero a países como EUA, vii) acceso a las tierras de propiedad social y campesina por parte de las corporaciones.

Estos factores políticos, sociales y económicos han promovido la salida de los campesinos de sus tierras, en virtud de esto, las empresas transnacionales han accedido a tierras ejidales, comunales y campesinas, para ser administradas bajo una agricultura de contrato. En la que es imprescindible que el agricultor posea tanto la propiedad de la tierra como los derechos de aprovechamiento de agua.

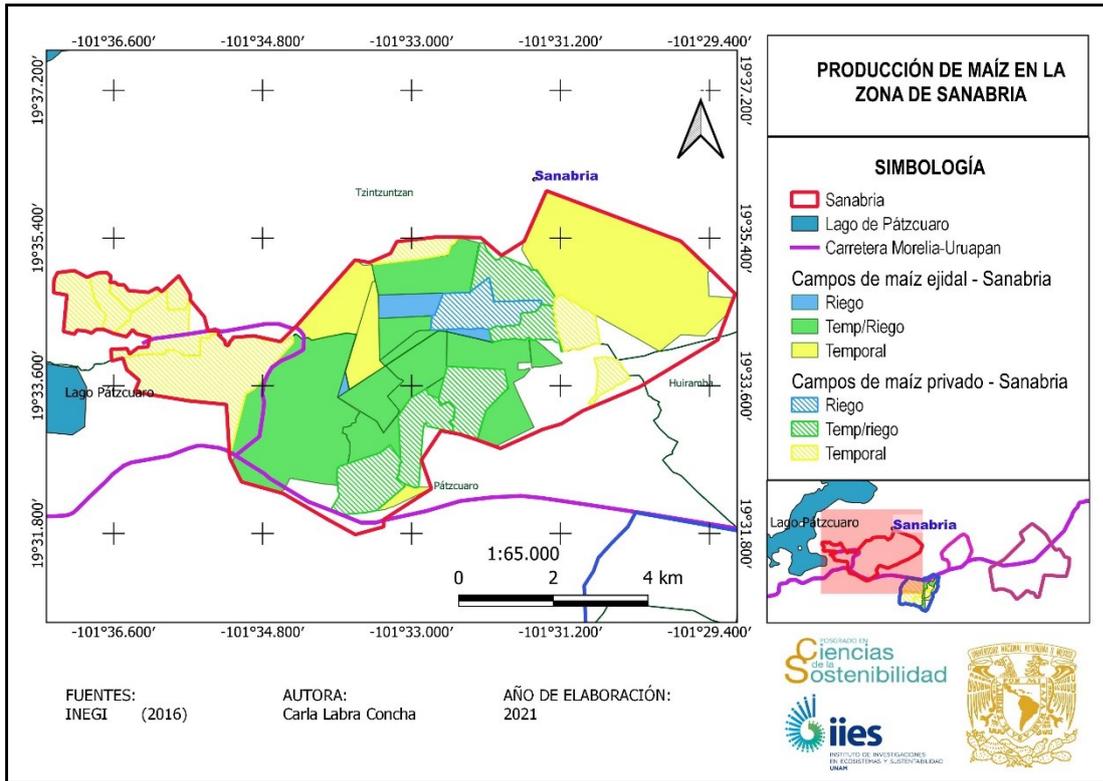


Figura IV-8. Mapa de la producción de maíz en la zona de Sanabria.

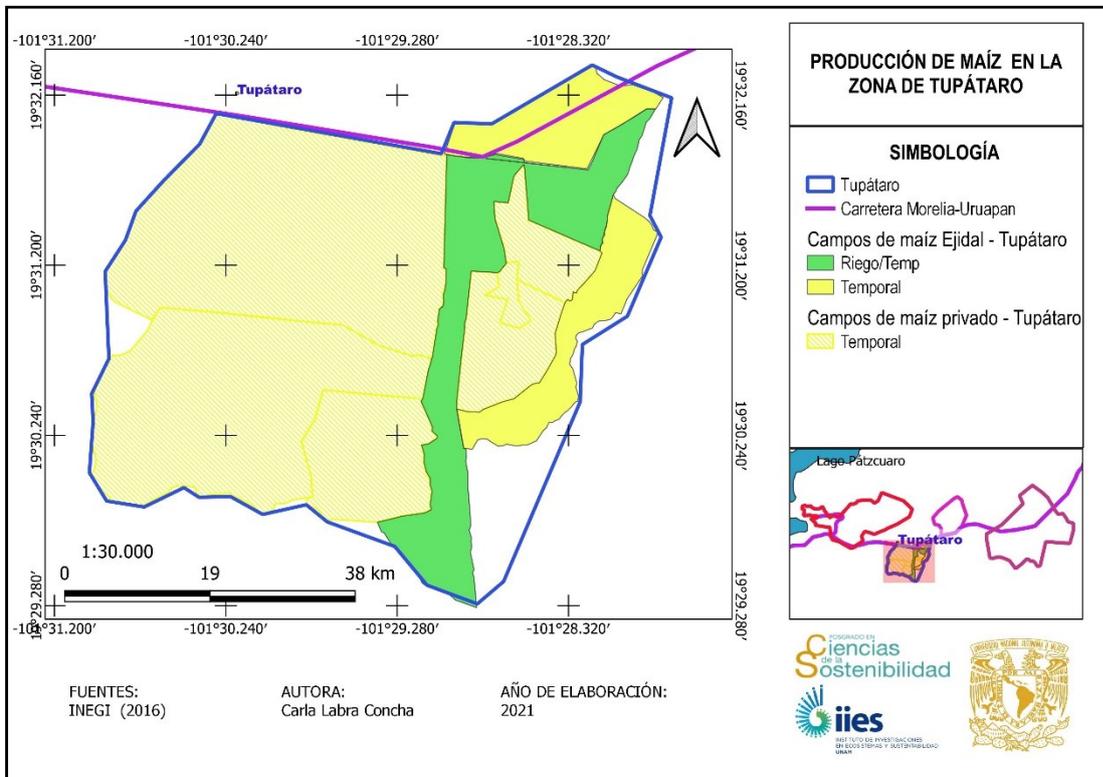


Figura IV-9. Mapa de la producción de maíz en la zona de Tupátaro.

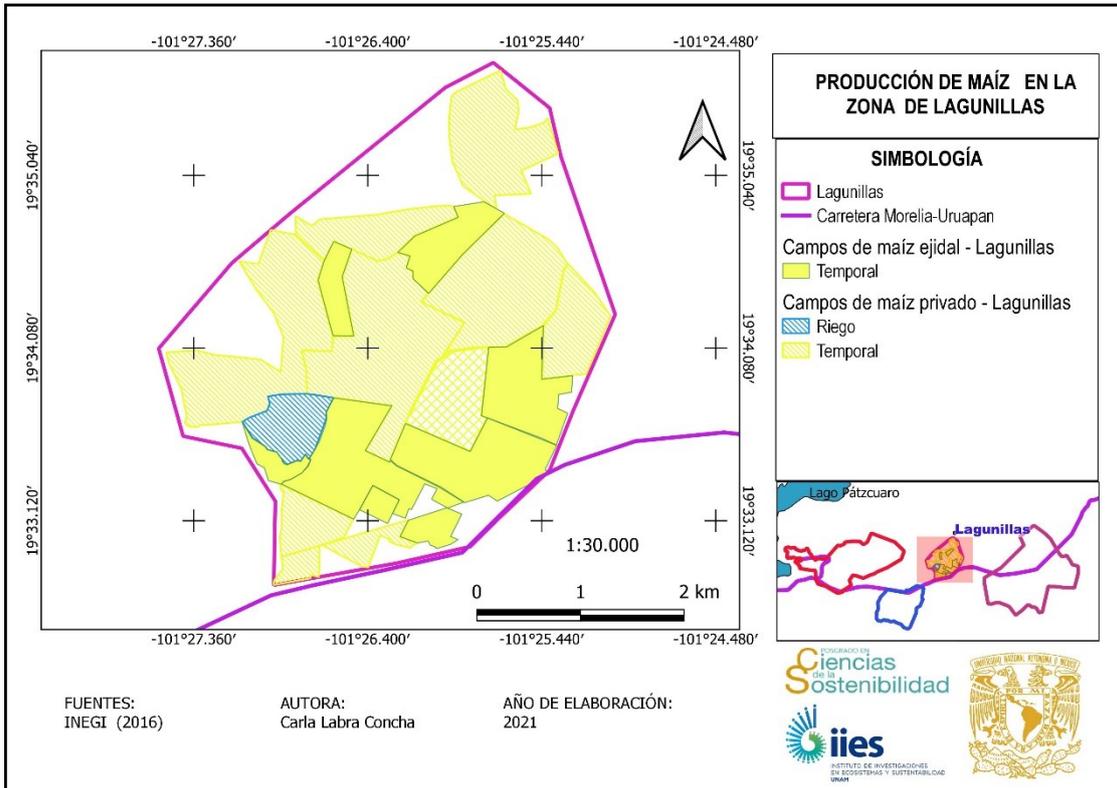


Figura IV-10. Mapa de la producción de maíz en la zona de Lagunillas.

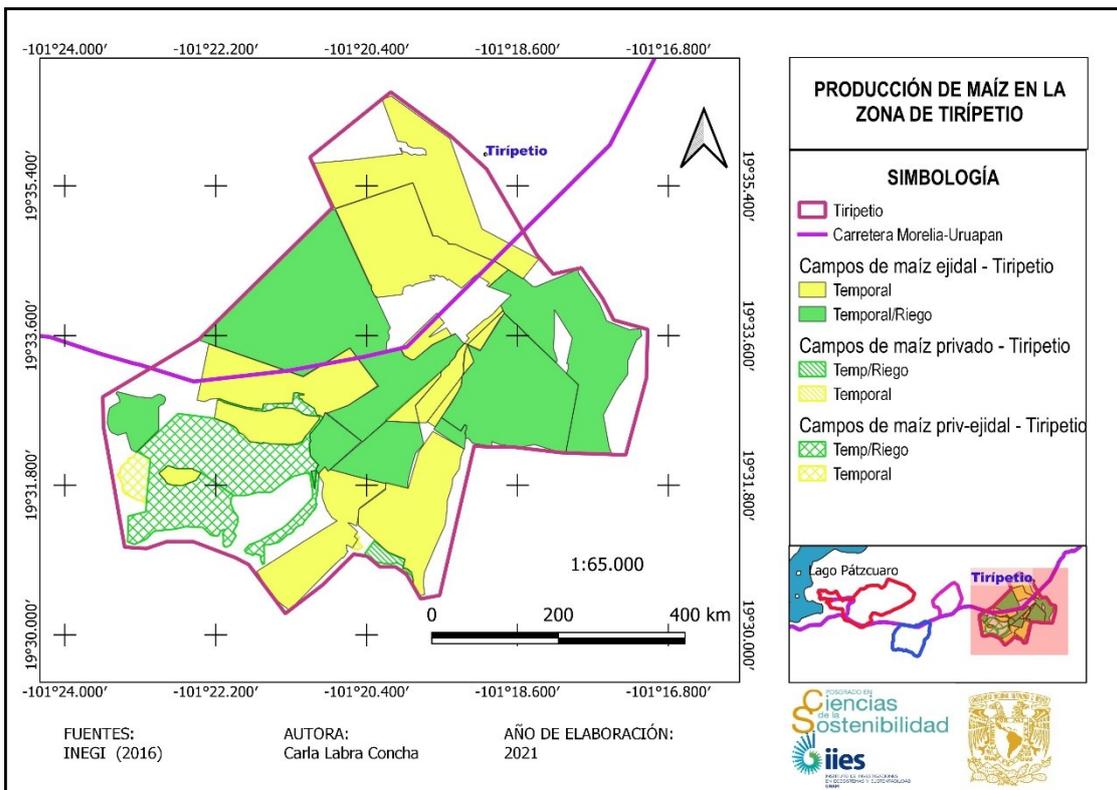


Figura IV-11. Mapa de la producción de maíz en la zona de Tiripetio.

Asignación de derechos de agua 2010-2021

La privatización de los recursos hídricos es un proceso que se ha desarrollado en el territorio nacional y local, bajo una ideología de mercado, donde el sector privado hace las veces de operador de grandes obras hidráulicas, y de este modo “salvaguardar” del agotamiento de los bienes comunes que han sido administrados históricamente por las organizaciones locales como son los ejidos, comunidades indígenas y módulos de riego (Ávila, 2015). De este modo, se ha favorecido la inversión privada para el aprovechamiento del recurso hídrico, situación que se puede comprender con la inserción de cultivos que tienen una alta demanda de agua como la fresa, en zonas de maíz de riego cuya demanda es 600% menor que la del monocultivo (Flores et al., 2017).

Según los registros del REPDA, en el período 2010-2015, se entregaron 81 nuevos derechos superficiales por un volumen total de 5.19 millones de m³/año y 170 nuevos derechos subterráneos por un total de 12.11 millones de m³/año, de los cuales un 14% eran destinados a uso agrícola. En el período 2016-2021 se otorgaron 89 nuevos derechos superficiales por un volumen total de 5,43 millones de m³/año, de los cuales 49% son de uso agrícola (CONAGUA, 2021).

Estos derechos fueron otorgados en un contexto de escasez hídrica en los dos acuíferos presentes en el territorio: 1) Morelia Queréndaro, presenta un déficit de -10.20 hm³/año y tiene cuatro decretos de veda para extracción de agua; 2) Lagunillas-Pátzcuaro, presenta un déficit de -1.33 hm³/año y tiene dos decretos de veda para extracción (ver apartado 3.4). Las fuentes superficiales de las cuencas del Lago de Cuitzeo y Lago de Pátzcuaro se encuentran sin disponibilidad para nuevos derechos y presentan un déficit de -31,52 hm³/año y -60,92 hm³/año respectivamente (*op. cit.*).

En el corredor el cultivo que tiene la mayor superficie de riego es el maíz, cuyos derechos, según las estadísticas de REPDA, fueron otorgados en su mayoría a los ejidatarios en el período comprendido entre 1995 y 2004, y en los municipios de Huiramba y Morelia en los años 2016 y 2018 respectivamente (tabla IV-10). Cabe precisar, que los derechos otorgados a personas naturales no pudieron ser asociados a empresas o cultivos, situación que hace más compleja la determinación del uso del agua.

El estado, a través de CONAGUA, ha entregado nuevos derechos de agua, a pesar del déficit hídrico en que se encuentra el territorio hidrosocial. Esto, sumado a las políticas de desarrollo

agrícola que fomentan los cultivos de exportación, permiten inferir que estos nuevos derechos para uso agrícola son otorgados en su mayoría para cultivos de exportación como fresa.

Respecto a lo anterior, es importante precisar que CONAGUA no ha tenido la misma disposición con los campesinos, quienes señalaron que han presentado solicitudes para profundizar pozos, mismas que les han sido negadas; don José Luis lo expresa, “siempre nos han dicho que la zona está en veda, que no hay agua, pero vemos que los freseros construyen pozos como si nada”.

También se presenta otra forma difusa de acceso a los derechos de agua, por parte de las transnacionales, mediante el traspaso de derechos, dentro de una misma cuenca, así pueden cambiar el punto de captación y el uso de los derechos, antes utilizados para la producción de maíz u otros cultivos, a la producción de fresa. Evidenciando la relación cercana entre el estado y las empresas dentro de la red hidrosocial, situación que se analiza a mayor detalle en el siguiente apartado.

Tabla IV-10. Derechos de agua otorgados a ejidos en los municipios del corredor agrícola.

Municipio	Ejido	Fecha de registro	Volumen de extracción de aguas nacionales (m ³ /año)	Volumen de aguas superficiales (m ³ /año)	Volumen de aguas subterráneas (m ³ /año)	Superficie (m ²)
Acuitzio	Ejido Villa de Acuitzio	23/08/2000	225,000	0.00	225,000	0.00
Huiramba	Ejido Huiramba	27/10/2016	205,000	0.00	205,000	0.00
	Ejido Tupátaro	28/03/1996	200,000	0.00	200,000	0.00
Lagunillas	Ejido Fontezuelas	24/05/2012	384,000	0.00	384,000	0.00
Morelia	Ejido Santiago de Undameo	01/06/2018	1,531,392	1,531,392	0.00	0.00
	Ejido Tzintzamacato y Araceo	01/04/2004	267,500.48	267,500.48	0.00	0.00
	Ejido San Antonio de Coapa	12/07/2002	336,000	0.00	336,000	0.00
	Ejido Cotzurio	31/08/2001	300,000	0.00	300,000	0.00
	Ejido San Lorenzo Itzicuaro	23/08/2000	108,000	108,000	0.00	0.00
	Ejido de Tirípetio	22/05/2000	414,720	0.00	414,720	0.00
	Ejido San Carlos de Coapa	17/01/2000	1,176,000	1,176,000	0.00	0.00
	Ejido San Carlos de Coapa	17/01/2000	1,176,000	1,176,000	0.00	0.00
	Ejido Colonia Independencia	06/10/1995	82,944	82,944	0.00	0.00
	Ejido la Soledad	24/08/1995	0.00	0.00	0.00	12,410
Total			5,498,056.96	3,433,336.96	2,064,720.0	12,410

Fuente: CONAGUA- REPDA (2021).

B. Producción de Fresa en el corredor

4.4 Contexto internacional y nacional de la fresa

La demanda de berries a nivel mundial ha tenido un incremento importante en los últimos años, aumentando su producción a nivel global. Este crecimiento se ha desarrollado en el marco de un régimen alimentario corporativo, en el que se prioriza el comercio internacional de alimentos por sobre la autosuficiencia alimentaria (Jönsson, 2017). Proceso que ha sido guiado principalmente por empresas estadounidenses, que han expandido geográficamente el cultivo a nuevos mercados (McMichael, 2009), y donde la tecnología ha jugado un rol clave, mediante nuevos paquetes se ha mejorado la producción y propiedades de la fruta, su calidad, color, tamaño, sabor, entre otras, lo que ha permitido su llegada a nuevas zonas como Europa y Asia (FIRA, 2016).

En este sentido, para aumentar la producción y abastecer los nuevos mercados, la expansión del monocultivo a nuevas zonas ha sido fundamental. Para ello, las corporaciones se abrieron camino a través de tratados de libre comercio y de reformas que eliminaron las barreras políticas, sociales y naturales para acceder a los recursos humanos, suelo y agua, extendiendo su dominio corporativo a nivel mundial. Destaca el período comprendido entre 2004 y 2013, en que la producción mundial de berries presentó un crecimiento promedio anual de un 3.3% (tabla IV-11) y en el que, los principales productores fueron: China 27.3%, EUA 19%, Rusia 6.8%, Polonia 5.4% y México 4.9%, con alrededor 6.5 millones de toneladas cosechadas (González et al., 2019).

México ha aumentado de manera considerable su producción, llegando a una superficie productiva de 15 mil hectáreas en el año 2019, donde los principales estados productores fueron Michoacán 78.1%, Baja California 18% y México con 2.4% (SIACON, 2021). Lo que ha provocado un cambio en la estrategia productiva, nacional y estatal, en la que el cultivo de fresa es considerado prioritario y se le da especial atención en los programas de desarrollo agropecuario. Estrategia que ha desplazado a los cultivos tradicionales como el maíz y ha generado un proceso de despojo del agua y de las tierras del campesinado, en un contexto de escasez hídrica nacional y estatal, con déficit en las fuentes de agua superficial y decretos de veda para extracción de aguas subterráneas (CONAGUA, 2018).

Tabla IV-11. Producción mundial de fresas (Toneladas).

País/Año	China (ton)	EUA (ton)	España (ton)	Turquía (ton)	México (ton)	Total (ton)
2005	1,957,200	1,053,242	320,853	200,000	162,627	5,728,681
2006	1,874,200	1,090,436	330,485	211,127	191,843	5,840,485
2007	1,875,737	1,109,215	269,139	250,316	176,396	5,869,201
2008	1,871,800	1,148,350	281,240	261,078	207,485	6,009,759
2009	2,000,000	1,270,640	266,772	291,996	233,041	6,614,836
2010	2,206,000	1,294,180	275,355	299,94	226,657	6,593,377
2011	2,490,768	1,317,234	262,730	302,416	228,900	6,758,581
2012	2,760,864	1,366,086	290,800	353,173	360,426	7,294,535
2013	2,997,504	1,360,869	312,500	372,498	379,464	7,739,621

Fuente: González et al. (2019)

4.5 Contexto de la fresa en Michoacán

El estado de Michoacán tiene una larga tradición del cultivo de fresa desde la década de los sesenta, período en el que la agricultura tradicional se basaba en diversos cultivos, como: papas, frijol, maíz, jitomate, trigo y cebolla (Álvarez, 1985). Estos berries se introdujeron en la zona por empresarios norteamericanos, debido a la ventaja climática de México sobre las bajas temperaturas del invierno estadounidense que no permiten su producción (Peniche, 2011). Los inversionistas se han expandido debido a la alta rentabilidad del cultivo en la región, donde se les permite el acceso a tierras fértiles, agua de calidad, así como a mano de obra campesina, a causa de las reformas neoliberales que se realizaron en el país. Asimismo, la producción cuenta con el fomento de programas estatales para la producción fresera canalizados por entidades, como: FIRA, FOGAMICH, SEDRUA y SAGARPA.

En este contexto, el estado ha sido un actor clave para potenciar la inserción de la fresa y su paquete tecnológico en la región, la cual viene impulsada por inversionistas y empresas transnacionales de EUA, Chile y México (Feder, 1981; Sandoval, 2016). En un proceso rápido y expansivo, para 2019, en Michoacán, había una superficie sembrada de 11 mil hectáreas y una producción de 564 mil toneladas, equivalentes al 78% de la producción nacional (figura IV-12), seguido solamente por el estado de Baja California con una superficie de 2,704.6 hectáreas y una producción de 200,570.8 toneladas (SIACON, 2021).

Dentro de las zonas productoras del estado de Michoacán destaca Zamora como sector clave para el desarrollo de la fresa desde los años sesenta. Territorio que cuenta con una producción de 149 mil toneladas y una superficie sembrada de 2,650 hectáreas al año 2019, consagrándose como uno de los municipios pioneros en producción de estos berries a nivel nacional (SIACON, 2021).

El desarrollo de las berries en la zona de Zamora se vio favorecido por las óptimas condiciones, como buenas tierras y abundante agua, recursos que son fundamentales para satisfacer la demanda del cultivo (Sandoval, 2019), además, cuenta con una amplia oferta de mano de obra a bajo costo en los alrededores del valle. Por ello, el capital extranjero se introdujo exitosamente en el territorio e inyectó recursos para su desarrollo por medio de grandes empresas transnacionales, como: La Griffind and Brand, la Hand y actualmente Driscoll's. Empresas que controlan gran parte del negocio de la alimentación a nivel mundial, y han logrado la especialización productiva de territorios que anteriormente producían cultivos tradicionales, estableciendo así nuevos enclaves agrícolas de dominio de grandes capitales (Morett, 1991).

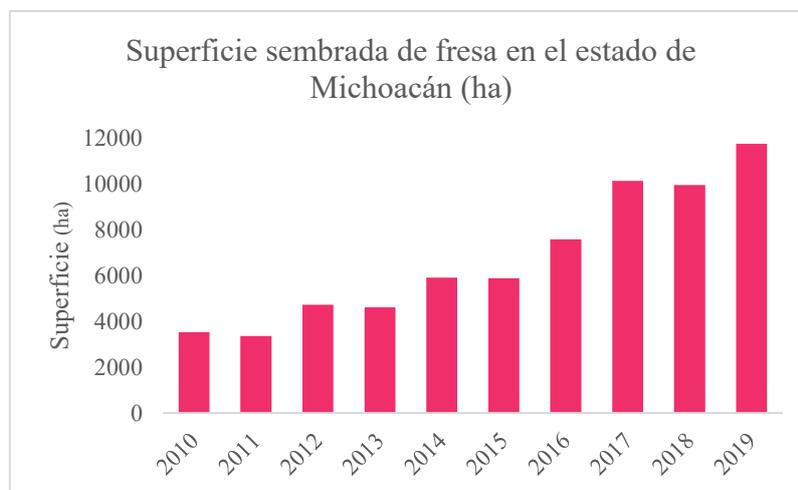


Figura IV-12. Superficie sembrada de fresa en el estado de Michoacán en el período 2010-2019.

Fuente: SIACON (2021).

El territorio de Zamora ha vivido un proceso de desarrollo capitalista y modernizador significativo en los últimos 30 años, debido a la expansión de las corporaciones, convirtiéndose en un sector importante en la economía nacional (Morett, 1991). Este proceso ha conllevado a diversos cambios en el territorio hidrosocial y en su organización, los que han sido registrados por estudios como los de Sandoval (2012; 2019), Peniche (2011), Feder (1981) y Morett (1991). Investigaciones que abordan especialmente el caso de los ejidos, que han sufrido procesos de reconversión productiva con el consiguiente desplazamiento de cultivos tradicionales. Situación que se puede observar en los registros oficiales, que muestran una baja del 46% de la producción de maíz entre los años 2010-2019 (figura IV-13), producto de la llegada de monocultivos de exportación (SIACON, 2021).

Frente a esto, la producción de berries se ha insertado en zonas que cuentan con agua de calidad que puedan satisfacer los altos requerimientos del cultivo, específicamente en el Distrito de Riego 061 “Zamora” (figura IV-14), que riega una superficie de 11,184 hectáreas

(CONAGUA, 2018). La producción del monocultivo ha aumentado la demanda y presión sobre el agua, en un escenario de déficit hídrico a nivel nacional y estatal, panorama que es descrito por la CONAGUA (2018) en su estudio “Atlas del agua de México”, en el que señala que las RHA IV- Balsas y VIII- Lerma Santiago Pacífico, pertenecientes al estado de Michoacán, presentan un grado de presión alto sobre los recursos hídricos, con una demanda del 45.2% y 50.2% respectivamente.

En este marco, se puede comprender el rol clave del gobierno en la acumulación de derechos, por parte de las transnacionales a nivel nacional y estatal, beneficiando así la imparable expansión geográfica de los monocultivos a nuevos territorios. Así las empresas se expanden sin limitaciones a nuevas zonas que cuenten con agua de calidad y tierras en renta, que permitan conectar con las principales carreteras, que comuniquen con las rutas hacia EUA, los frigoríficos y mano de obra, como el corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro, continuando el ciclo sin fin de sobreacumulación del capital (Ceceña, 2016).

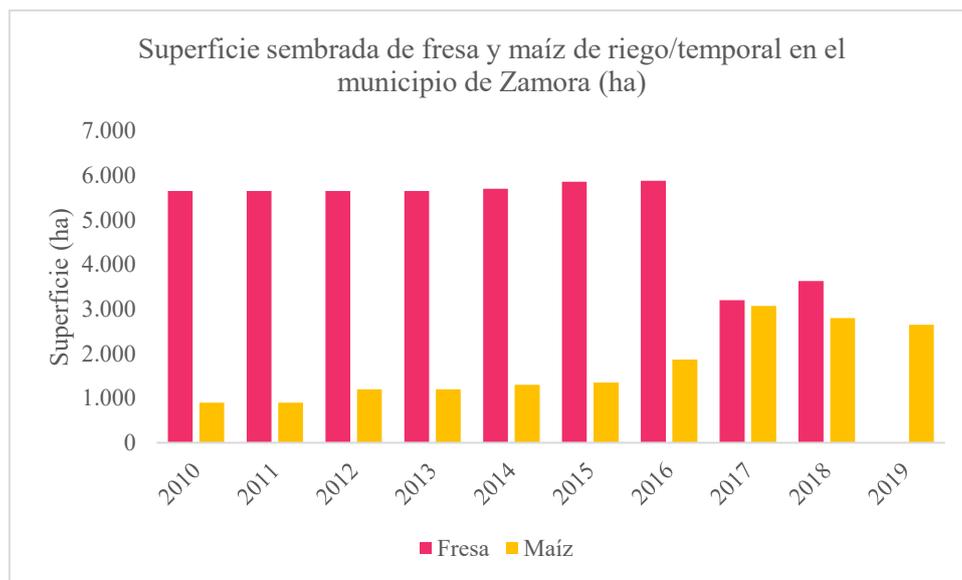


Figura IV-13. Superficie sembrada de fresa y maíz en el municipio de Zamora, estado de Michoacán.

Fuente: SIACON (2021).

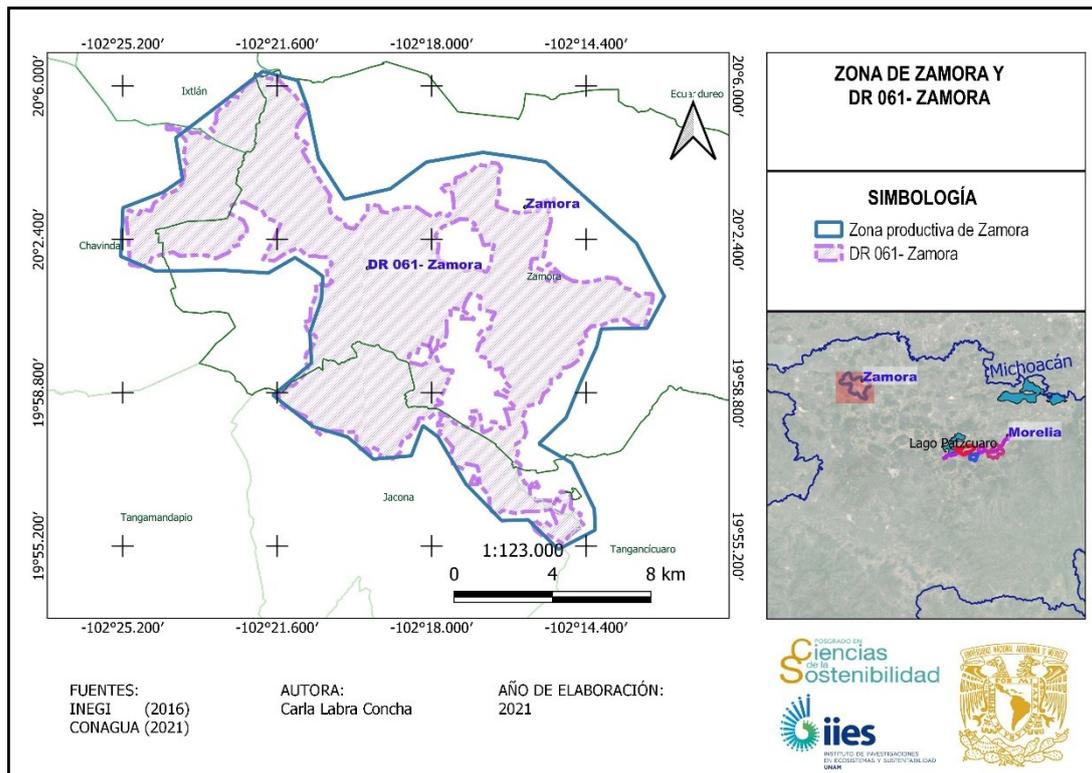


Figura IV-14. Mapa de la zona de Zamora y el DR 061- Zamora.

4.6 Producción de fresa en el corredor agrícola

Los corredores agrícolas son herramientas estratégicas para atraer inversionistas capitalistas. Éstos tradicionalmente son utilizados para reforzar la conectividad física de los territorios y para mejorar el funcionamiento de los mercados, son nuevas formas de planificación del capital para mejorar las oportunidades en inversiones agrícolas, a través de: la construcción de infraestructura, generación de empleos y conectividad de sectores de menor y mayor productividad. Estas zonas ofrecen la oportunidad a capitales extranjeros y al sector privado, nacional y local de participar, con el fomento de inversiones en cultivos de alta rentabilidad como la fresa, con el apoyo del estado, bajo una lógica de desarrollo en la que la agroindustria, los paquetes tecnológicos y los cultivos de alta rentabilidad son los protagonistas.

La creación de nuevos corredores se enmarca en la creciente necesidad de expansión geográfica del capital (Harvey, 2004), que ha impulsado a las empresas a explorar nuevos territorios donde expandir los monocultivos, incorporando nuevas zonas productivas. Los inversionistas al momento de seleccionar las nuevas zonas buscan tierras en renta para implementar los cultivos y la nueva tecnología, así como fuentes de agua inocua que cumplan con los estándares de calidad para exportación al menor costo posible.

Las empresas han llevado la fresa a zonas que no eran consideradas óptimas para su producción por ser más frías y lluviosas, como los municipios de Acuitzio, Lagunillas, Huiramba, Pátzcuaro, Tzintzuntzan y Morelia; en los que se ha identificado una expansión incipiente de este cultivo con un rápido crecimiento. Situación que se desarrolló a partir de la llegada de “brokers” de capitales estadounidenses y nacionales, entre ellos productores de Zamora que quisieron expandir su producción, incentivados por la construcción en el año 2017 de la planta congeladora de la transnacional Driscoll’s, en el municipio de Lagunillas. Infraestructura que contribuyó al posicionamiento de la corporación como líder del mercado de fresa en la zona.

Esta expansión del monocultivo en el territorio conformó un nuevo corredor agrícola denominado “Morelia- Pátzcuaro”, que se conecta de este a oeste por la carretera Morelia-Uruapan, y está compuesto por cuatro zonas: Sanabria, Tupátaro, Lagunillas y Tiripetío. Estas zonas se encuentran emplazadas en territorios habitados por campesinos, pequeños agricultores, ganaderos, ejidatarios e indígenas, que mayormente cultivan maíz para autoconsumo y alimentación de sus animales (Astier et al., 2012; Orozco et al., 2017 y 2010).

En este contexto, la inserción del monocultivo de fresa en el territorio ha conllevado un proceso de reconversión de cultivos, en el que se han desarrollado cambios estructurales en el sector agrícola en cuanto al uso y acceso a los recursos agua y suelo, así como a la organización social del territorio. Procesos que requieren un abordaje en mayor detalle para comprender la llegada de la transnacional, la nueva agricultura de contrato, y el modelo productivo de exportación que ha insertado la corporación en el territorio.

4.7 Llegada de la transnacional al territorio michoacano

La producción de fresa en México inicia con la llegada de capitales estadounidenses, a causa de las facilidades que ofrece el país para la producción de fresas frescas, en épocas en que EUA tiene restricciones con el clima. El punto de partida de exportación en el país fue el producto fresco, para continuar con las fresas congeladas, debido a que parte de la producción en México se traslapa con los meses productivos de EUA (Morett, 1991). El arribo de las transnacionales al país se realizó mediante la operación de “brokers” o intermediarios norteamericanos que dominan el procesamiento y la venta de fresas, frescas y congeladas. Dentro de estas empresas Feder (1981), destaca: Griffin and Brand, America Food Co., San Antonio Foreign Trading Co., Betters Food Sales, entre otras.

La producción nacional comenzó en la década de 1950 en el valle de Zamora, en el estado de Michoacán, época en que se inició con el cultivo de 11 hectáreas, ascendiendo a 2,300 hectáreas

en la década del sesenta, con las primeras exportaciones en el año 1964. La extensión de la agroindustria fresera impulsó la llegada de empresas empacadoras en diferentes zonas, en 1963 se instaló en Jacona una planta con capacidad de procesamiento de 30 toneladas y 12 de conservación; asimismo, en 1965 se instaló en Zamora una planta con capacidad para procesar 15 toneladas diarias y unas 20 de conservación, llegando a un total de 15 congeladoras en la región para el año 1975 (Feder, 1981).

En este marco, los capitales estadounidenses se enlazaron con las congeladoras michoacanas con el objetivo de abastecer el mercado de EUA. Proceso que contribuyó a que el capital estadounidense fuese doblemente productivo con cultivos en México y EUA, aumentando así la superficie productiva y con ello la expansión geográfica del monocultivo. Este avance se desarrolló por fases, destacando tres: 1) primera fase, en el período comprendido entre 1950-1970, en el que se instaló y desarrolló el modelo agroexportador intensivo; 2) segunda fase, en el período comprendido entre 1970-1990, época de reestructuración que fue estabilizada por el capital local; 3) tercera fase, en la época de 1990- a la fecha, época en que se han expandido los capitales transnacionales en un proceso de acumulación basado en la flexibilización y el despojo (Hernández y Barón, 2020).

Durante la tercera fase, a partir del año 2010, se presentó un crecimiento significativo de la superficie sembrada de fresa a nivel nacional, duplicándose en un período menor a diez años (SIACON, 2021). Producción que continúa en manos de corporativos estadounidenses como Driscoll's (Garrapa, 2018), corporación que inició su operación en los años noventa en Zamora y es una de las empresas líderes en la producción de berries en el estado de Michoacán, la cual controlaba, en conjunto con Food Company, más de 3,000 hectáreas en el valle de Zamora al año 2013 (Hernández y Barón, 2020), superficie que se sigue expandiendo en un ciclo de constante acumulación del capital, incorporando nuevos territorios de agricultura tradicional como el corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro.

Driscoll's hizo su primer acercamiento al territorio del corredor en la zona de Tupátaro, en el municipio de Pátzcuaro, en la que instaló una planta provisional de fresas con campos de prueba alrededor del año 2015. Tras obtener resultados exitosos en estos territorios de climas más fríos, la empresa decidió expandir su producción en la zona, inaugurando en el año 2017 el tercer frigorífico en Michoacán, en el municipio de Lagunillas (figuras IV-15-16). La infraestructura cuenta con una capacidad de almacenamiento de 700 hectáreas cosechadas de berries, con la misión de agilizar la producción mayormente de fresas, en los municipios de

Morelia, Pátzcuaro y Acuitzio correspondientes al corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro (Hortalizas, 2018).

La producción en el corredor ha sido guiada por la transnacional mediante alianzas con brokers zamoranos que manejan el mercado, y en menor medida con pequeños productores “de comunidad” (como les denomina la empresa). De este modo, a partir del año 2015 la corporación ha logrado expandir rápidamente el cultivo en la región, específicamente en zonas que cuentan con agua de calidad y tierras en renta. Instaurando en el territorio una agricultura de contrato, en la que el productor compromete la totalidad de su producción, de este modo, la corporación determina las formas en que se realiza la producción y la tecnología a emplear, insertando métodos industriales en el territorio que son altamente demandantes de recursos naturales y humanos (Sandoval, 2019).

Proceso que se realiza con el apoyo del estado, mediante programas nacionales y estatales que promueven la agroexportación como motor de desarrollo, a través de instituciones como SAGARPA, SEDRUA, FIRA, entre otras. Instituciones que han otorgado fondos y subvenciones para: integración de cadenas agroalimentarias, desarrollo de clúster agroalimentario, reconversión productiva, transferencia tecnológica, sistemas de riego tecnificado, rehabilitación de infraestructura agrícola, entre otras, por montos que superan los 6,000 millones de pesos en el período comprendido entre los años 2007 y 2020, siendo FIRA y SAGARPA los que han otorgado los mayores incentivos para la producción de pequeños y grandes productores (SAGARPA, 2008; FIRA, 2020).

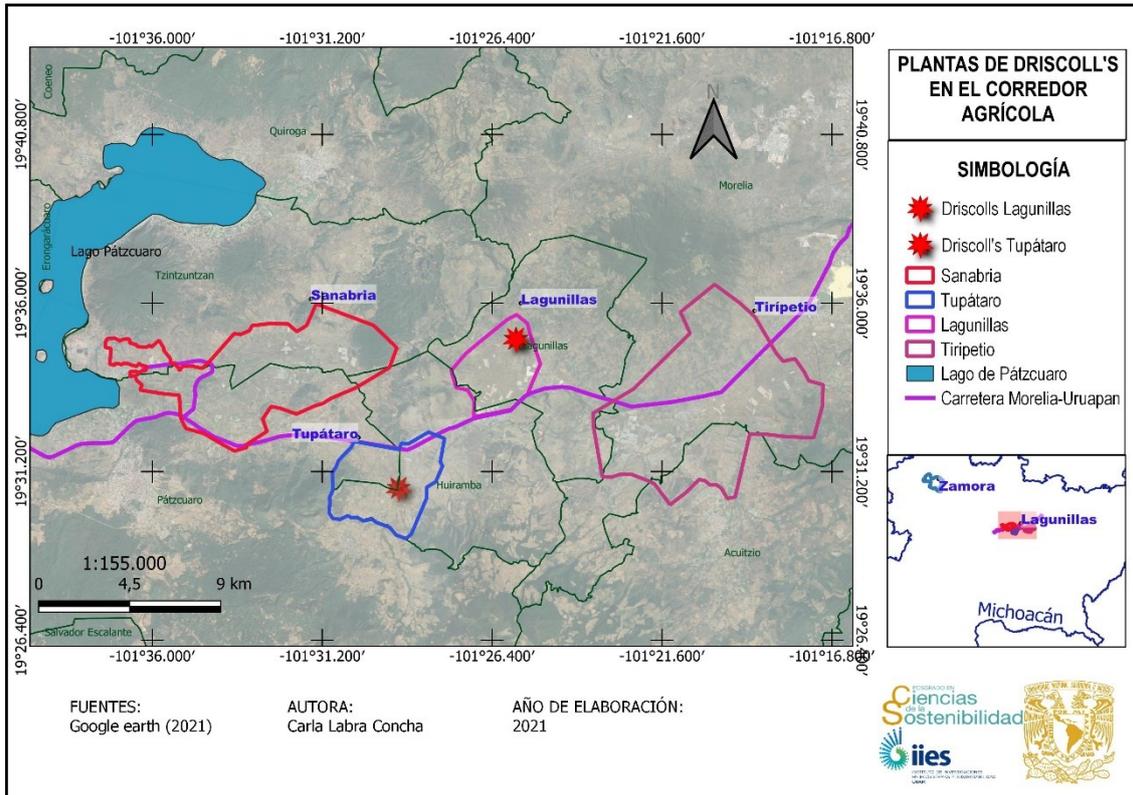


Figura IV-15. Mapa de las sedes de Driscoll's en el corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro.



Figura IV-16. Planta de Driscoll's en su sede Lagunillas.

a. Características de los agricultores de la fresa

Los agricultores de fresa, en el corredor, se pueden diferenciar en dos grandes grupos que entregan la totalidad de su producción a Driscoll's: i) empresarios agrícolas, que tienen el control de la tierra y los derechos de agua en propiedades ejidales o privadas otrora maicera; ii) pequeños productores, que poseen los derechos de agua y tierra, en las que antes producían maíz, y se acoplaron al mercado de la fresa a través de programas de la transnacional para los “productores de comunidad” y mediante apoyos financieros de parte del estado. El primer grupo se conforma por productores regionales, nacionales y extranjeros que contaron con las

facilidades de capital para implementar las innovaciones tecnológicas exigidas para entrar al mercado de la fresa. Y el segundo grupo se conforma por agricultores locales que quisieron hacer la reconversión productiva, mayormente de maíz a fresa, por la necesidad de generar nuevos ingresos.

Los primeros agricultores han contado con el apoyo de créditos bancarios, programas estatales, así como el apoyo directo de la transnacional. Situación que fue comentada en la entrevista, realizada el 30 de junio del 2021, a funcionarios de la empresa Driscoll's, así como por el ingeniero de la empresa fresera Biotegro, quienes señalaron que una vez realizado el contrato con la corporación, en el que se compromete exclusividad de producción, se les otorgan facilidades para la adquisición del paquete tecnológico, mediante un sistema de préstamo que es devuelto a medida que avanza la cosecha. Los segundos ingresan a través de un programa de apoyo a productores que no podrían entrar al mercado sin asistencia económica y técnica, estos pueden ser ejidatarios o pertenecer a alguna comunidad. Actualmente en el corredor agrícola la transnacional cuenta con 23 productores, de los cuales 15 son locales y el resto pertenecen al estado de Michoacán y actualmente van en la cuarta generación.

El programa de agricultores de comunidad, según lo indicado por los profesionales, guía en todo el proceso productivo a los agricultores por un período de tres a cinco años. Para comenzar, la empresa realiza la inversión inicial del paquete tecnológico, el que es retribuido con la producción que es vendida por Driscoll's y, según los encargados, un porcentaje no es reintegrado a la empresa. La superficie del productor no es una limitante, por lo que pueden tener una hectárea productiva e ingresar al programa. Los agricultores de las comunidades, para ingresar a Driscoll's, son evaluados económicamente, y si cuentan con el capital estimado, la empresa implementa el paquete tecnológico en el predio.

Con este programa, según lo señalado por personal de la transnacional, se busca que el productor sea exitoso, ya que es "parte" de la cadena de valores de la empresa, y es asistido con diversas capacitaciones financieras para que logren ser pequeños empresarios. Cabe señalar que este programa no se desarrolla en Zamora, y es exclusivo del corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro.

b. Agricultura de contrato

La agricultura de contrato es una estrategia de las corporaciones para dominar el proceso productivo sin poseer la tierra. Estos acuerdos se llevan a cabo de manera individual o grupal

entre los agricultores y la corporación, en los que se especifican las condiciones de participación, producción y mercadeo de un producto.

Estrategia que ha sido propuesta desde los años 80 por el Banco Mundial, el FMI y la Agencia de Desarrollo de los Estados Unidos, para la modernización del sector agrario y la agricultura tradicional. Bajo la justificación de favorecer los procesos de transferencia tecnológica y modernidad, incrementar los ingresos de los pequeños productores y abrir la posibilidad de nuevos mercados (Barros, 2000). No obstante, los capitales estadounidenses, como se demostró en los apartados anteriores, con sus grandes inversiones y tecnología no han beneficiado la agricultura mexicana, por el contrario, han contribuido a la inestabilidad y descapitalización de esta (Feder, 1981).

Este proceso se ha desarrollado en un escenario de marginación y exclusión de los campesinos, de cultivos tradicionales, del mercado, así como un abandono sistemático del estado para el fomento de sus producciones (Sandoval, 2016). Frente a esto, los agricultores rentan sus tierras a empresarios que operan con la transnacional, llevando a la reconversión productiva en el territorio, producto de las demandas de cadenas globales de alimentos. En un negocio en el que la relación patrón-cliente es reemplazada por la de propietario capitalista- trabajador, los agricultores quedan en calidad de prestanombres a la voluntad de las compañías (Villegas et al., 2004).

Se generan dos tipos de contratos: 1) de renta de tierras campesinas a brokers asociados a la corporación; 2) de usufructo en el que se compromete la venta de la totalidad de la producción de fresa a Driscoll's.

En el primero, los brokers hacen contratos con los agricultores, ejidatarios y campesinos, para rentar las tierras por períodos de 5, 10 y hasta 50 años. Según lo señalado en entrevista, por funcionarios de Driscoll's, la corporación le exige a los brokers y a los agricultores que cuenten con la documentación legal vigente: contrato de arriendo o propiedad de las tierras, derechos de aprovechamiento de agua, y, si se encuentra dentro de una organización ejidal, la documentación y permisos de la asamblea. Igualmente, la empresa no acepta a los productores emplazados en zonas donde se ha realizado cambio de uso de suelo.

Para el segundo, Driscoll's, en su contrato de usufructo, exige a sus contratistas una producción exportable con un alto estándar de calidad, por ello, les recomienda la implementación de un paquete tecnológico. Frente a esto, los funcionarios de la transnacional señalan que se recomiendan estas tecnologías (macro túnel, acolchado, riego tecnificado, entre otras) a los

agricultores y son ellos quienes deciden si lo implementan o no, indicando que “el riesgo de perder la producción es de un 99% si no lo adquieren”. En este sentido, la Encargada del área de Impacto Social y Ambiental de la transnacional, señala que en México las condiciones climáticas son diferentes a las de California, donde hay golpes de calor y granizadas, por lo que los productores trabajan con macro túneles para prevenir pérdidas en su producción, indicando nuevamente que, si pierde el agricultor, pierden todos, es una cadena de valores integrada.

La corporación, a sus contratistas, les entrega un marco de recomendaciones técnicas para el cultivo, que son supervisadas y auditadas por esta, dando énfasis en la inocuidad de la producción que, señalan, no es negociable. Por consiguiente, la producción que no satisfaga los estándares de inocuidad debe ser destruida, ya que el productor tiene prohibida su venta. Asimismo, según la encargada, la corporación presenta tolerancia cero frente a: trabajo infantil, falta de prestaciones de seguro social, trabajadores sin contrato, entre otras. Cabe señalar, que para fiscalizar la producción, la empresa cuenta con equipos técnicos que supervisan y guían todo el proceso de producción.

c. Modelo productivo de exportación

En la década del noventa en México se instauró una nueva lógica de producción de fresa, basada en un modelo de acumulación y despojo de los recursos naturales y de la fuerza de trabajo. Proceso que se realizó mediante una revolución tecnológica que, en un período menor a 20 años, introdujo avances que impactaron positivamente los niveles de productividad, sin importar las afectaciones socioambientales. Así, en el nuevo paquete tecnológico se implementaron tecnologías, como: sistemas de riego por goteo y fertirriego, acolchado del suelo, y macro túnel (Santoyo y Martínez, 2009). Cambios tecnológicos que permitieron la producción de diversas variedades de fresas en cuanto a tamaño, firmeza, dulzor, inclusive en producción orgánica y no orgánica, que posicionan el producto en diversos mercados en EUA, Europa, Asia y Sudamérica (FIRA, 2016).

Con el avance en la producción y la instauración de esta nueva lógica corporativa, se generó una mayor flexibilidad del mercado de trabajo, integrando mujeres de diversas edades a la producción, así como jornaleros de diferentes zonas rurales habitadas por comunidades indígenas y campesinas. Respecto a esto Seefoó (2002), señala, que el mercado laboral de exportación mexicano posee un estrato superior dividido por género: los hombres ocupan los puestos calificados (ingenieros, técnicos mecánicos y tractoristas), mientras que las mujeres,

aunque tengan calificación, no se les reconoce y son asignadas a trabajos dentro de los empaques y agroindustrias.

Las empresas contratan a trabajadores que residen en sectores alejados de la zona en que se emplaza la transnacional, por lo que se trasladan de diversos puntos del país para ejercer como jornaleros en la época de cosecha. Por ello, las empresas han incorporado albergues para los trabajadores, para tener jornaleros de tiempo completo. Igualmente, se contratan trabajadores de zonas más lejanas, dentro del estado, a modo de asegurar la fuerza de trabajo. Las nuevas estrategias, para buscar mano de obra, han implicado la compra de autobuses escolares obsoletos, importados desde EUA, y de camiones de carga con caja cerrada donde no se visibilizan las condiciones de traslado (Hernández y Barón. 2020).

Dicha situación, fue confirmada en campo, tras visualizar camionetas y autobuses escolares en los caminos y en las afueras de las empresas (figura IV-17). En entrevistas realizadas, en marzo del 2021, a un ingeniero de la empresa “Biotegro”, ubicada en la zona de Tiripetío, este, señaló: “la empresa va a buscar gente a las afueras de Morelia, acá llegan personas de Pátzcuaro, San Rafael y Tarímbaro y hasta de Chiapas, para ellos la empresa tiene un albergue dónde alojan a los trabajadores que no pueden regresar a su hogar”. Esto genera un aumento en la cantidad de jornaleros, situación que es aprovechada por las empresas para reducir los salarios. Actualmente en la zona del corredor, según lo señalado por el ingeniero, se pagan a \$16 pesos la caja de fresas, y en épocas de buena cosecha los trabajadores más rápidos pueden llegar a ganar hasta \$5,000 pesos a la semana.



Figura IV-17. Fotografía de autobuses de traslado de jornaleros en las afueras de la empresa Biotegro, zona de Tiripetío.

De igual forma, las corporaciones tienen nuevas estrategias para “cumplir” con la seguridad médico social de los trabajadores. A este respecto Seefoó (2002), señala que los empresarios reducen costos por dos mecanismos: i) no informando toda la superficie cultivada, y ii)

determinando la magnitud menor de jornales que requiere el cultivo con el Comité Técnico del IMSS, esto sumado a que los convenios con el IMSS se asignan bajo el salario mínimo oficial \$37.47 (1999) y no el salario corriente. Situación que ha generado diversos pronunciamientos por parte de los jornaleros, para la reivindicación de las condiciones de vida y de trabajo, como en el caso de San Quintín, en el estado de Baja California, donde el 17 de marzo del 2015 se presentó un pliego petitorio por parte de los trabajadores movilizados de la transnacional Driscoll's:

“Aumento del promedio salarial diario y proporcionalmente en el caso del trabajo a destajo; revocación de los contratos colectivos firmados con los sindicatos confederados, que prevén un salario ya integrado de las prestaciones; pago del aguinaldo, de los días festivos, de la prima vacacional, de las prestaciones y el reparto de utilidades; respeto de las 8 horas laborales según la Ley Federal del Trabajo, con pago suplementario de las horas extras; descanso al séptimo día y en días festivos, con posibilidad de tener vacaciones; afiliación efectiva al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) de todos los trabajadores; eliminación del acoso sexual sufrido por las trabajadoras; establecimiento de un diálogo con los patrones y el gobierno estatal. Además, con respecto a las condiciones de vida en el valle, se suma la demanda de una ampliación de los servicios de salud pública y extensión a todas las colonias de los servicios básicos de agua potable, luz, sistema de drenaje y carretera pavimentada” (Garrapa, 2018:2).

Demostrando la precarización laboral con la que operan las empresas, las cuales ante la protesta y las negociaciones desarrolladas por los jornaleros, tuvieron una leve mejora en las condiciones salariales y el número de afiliaciones al IMSS (Garrapa, 2018). Sumado a esto, a causa de las exigencias de inocuidad requerida para exportación, las empresas se han visto en la obligación de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores. Esto fue abordado en entrevistas por personal de la empresa Driscoll's, donde señalaron que han incorporado exigencias que prohíben el trabajo de menores de edad y de mujeres embarazadas, además de la obligatoriedad de brindar seguro social a los trabajadores.

4.8 Paquete tecnológico

La industrialización y modernización de la agricultura en México responde al ingreso del país a un mercado mundial sumido en el régimen alimentario (McMichael, 2009; Rubio 2008a). Mediante tratados de libre comercio que benefician a los países del norte global, como EUA

(O'Brien, K. & Leichenko, 2003), en un proceso de neoliberalización de la naturaleza y de socialización de los costos ambientales (Ávila, 2015), que ha permitido el ingreso de transnacionales agro-extractivas al territorio, y con ello, la puesta en marcha de una agricultura de contrato. Esta iniciativa se desarrolló fuertemente en México durante el año 1995 con la creación de la alianza para el campo, bajo el mandato del presidente Zedillo, la cual se basó en “la idea de internacionalizar la agricultura a través de la transformación de su estructura productiva y convertir la agricultura ejidal tradicional en agroindustria moderna” (Peniche, 2011:312).

Para estas transformaciones, el estado dirigió gran parte de su presupuesto a los cultivos de mayor rentabilidad, bajo un conjunto de iniciativas que impulsaron la inversión extranjera, en un marco legal que permitió el ingreso de las empresas transnacionales en tierras tanto privadas como ejidales. Coyuntura que se logró en el año 1991, bajo la modificación del artículo 27 constitucional, que permitió la renta de tierras comunales conllevando al desplazamiento de cultivos tradicionales (Appendini, 2012).

Igualmente, el estado facilitó el desarrollo de la agricultura de exportación mediante el fomento de obras de irrigación y la creación de los distritos de riego (Palerm-Viqueira, 2005). Infraestructura que posteriormente fue traspasadas a los usuarios, bajo la justificación de lograr la autosuficiencia financiera y un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles, provocando un adelgazamiento del rol del Estado en la gestión de los recursos hídricos y otorgando libertad de los grandes capitales para la explotación de los recursos (Osorio, 2005).

El estado ha fomentado estos sistemas a través del otorgamiento de créditos para la implementación del cultivo de fresa y su paquete tecnológico asociado. Con un financiamiento restrictivo en el que se evalúa la solvencia económica de los agricultores, y se determina qué tipo de productores participan de la agroexportación, dejando fuera a los pequeños productores y campesinos (FIRA, 2016). En este contexto, se puede entender el rol clave del estado y sus iniciativas para la expansión de la agricultura de exportación, especialmente de la agricultura protegida que requiere una alta inversión inicial, la cual cuenta con tecnología que permite minimizar las restricciones climáticas y asegurar la producción en un menor tiempo y fuera de los ciclos naturales (Moreno et al., 2011).

De este modo, las empresas que producen monocultivos, con nuevos y sofisticados paquetes tecnológicos, financiados por el estado, aumentan la presión sobre los recursos al permitir producciones intensivas (figura VI-18). Dentro de las innovaciones para la producción de fresa

se pueden destacar: las plantas de alto rendimiento, sistemas de riego tecnificados, túneles y plásticos de protección climática, uso de fertilizantes, plaguicidas, sistemas de control de heladas y maquinaria especializada (García, 2003). Sistemas que “mejoran” las condiciones que entrega la naturaleza para la producción de cultivos, lo que se resume en lo señalado por Giraldo (2018:32):

“Si el clima es seco, se emplea el riego; si la fertilidad del suelo es baja, se aplican fertilizantes; si las plagas y malas hierbas invaden los cultivos, se pulveriza; si se necesita más energía para roturar la tierra, se recurre a la mecanización y al uso de combustibles fósiles”.

A continuación se analizará en detalle el paquete tecnológico implementado por las empresas freseras en el territorio del corredor agrícola.



Figura IV-18. Fotografía de la producción de fresa y su paquete tecnológico.

4.8.1 Plantas modificadas

En México la producción de fresas para exportación depende tecnológicamente de EUA, debido a que la totalidad de variedades producidas en el país han sido creadas y modificadas en la Universidad de California Davis y la Universidad de Florida (Rodríguez et al., 2016). La importación de las plantas es guiada por empresas privadas como Eurosemillas S.A, y por asociaciones de productores como la Unión Agrícola Regional de Productores de Fresas y Hortalizas de Zamora (Berdegué y Sanclemente, 2007), empresas que imponen altos precios de venta, incrementando los costos de producción para los agricultores locales, con un valor promedio de \$100 USD por millar de planta madre, costo que se suma a las tarifas de importación, traslado y regalías (tabla IV-12).

Frente a la expansión de la producción de fresa, México ha fomentado la innovación genética del cultivo, y actualmente hay cuatro instituciones que están trabajando en su mejoramiento: Colegio de Postgraduados, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) Unidad Irapuato, con apoyos de diversas instituciones privadas y estatales (tabla IV-13).

Tabla IV-12. Costos de importación de plantas de fresa desde EUA.

Universidad	Varietades	Valor milla de planta madre (\$USD)	Regalías por milla de planta madre (\$USD)	Intermediario para la comercialización
Florida	Festival, Sweet Charlie y Galexia	\$100,00	\$700,00 - \$800,00	Ekland Marketing (EUA)
Davis California	Albi3n, Camino Real, Camarosa, Aromas, Ventana, Diamante y San Andreas, entre otras	\$100,00	\$250,00	Eurosemilla S.A de C.V (Espa1a)

Fuente: Fondo Sectorial de Investigaci3n en materia Agr3cola, Pecuaria, Acuacultura, Agrobiotecnolog3a y Recursos Fitogen3ticos (2012); Rodr3guez et al. (2016).

Tabla IV-13. Instituciones que innovan en la producci3n de plantas de fresa mexicana.

Instituci3n	Instituci3n apoyo financiero	Nuevas variedades	Mejoras gen3ticas relevantes
Colegio de postgraduados	Fundaci3n Produce Michoac3n A.C	CP Zamora y CP Jacona	Alta capacidad productiva y excelente calidad; capacidad de reproducci3n temprana (octubre -noviembre-diciembre)
INIFAP-CINVESTAV-CIDAM	Programa de mejoramiento gen3tico del Gobierno de M3xico	Nikt3 y Pakal	Plantas libres de virus, adaptadas al cultivo anual y al ambiente de Irapuato, Guanajuato
UMICH	Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A.C	S/I	No se cuenta con avances que est3n al alcance de los productores

Fuente: Elaboraci3n propia basada en datos del Fondo Sectorial de Investigaci3n en materia Agr3cola, Pecuaria, Acuacultura, Agrobiotecnolog3a y Recursos Fitogen3ticos (2012); Gobierno de Michoac3n (2019), Rodr3guez et al. (2016).

Es importante precisar, que pese a dichas investigaciones y a las nuevas variedades mexicanas, la mayor producci3n de plantas de fresa para exportaci3n, en Michoac3n, es realizada por Driscoll's. Corporaci3n que posee m3s de 83 patentes de fresa registradas desde 1958 en la United States Patent and Trademark Office (USPTO), y recientemente con 13 nuevas patentes listadas en el a1o 2020 y cinco patentes ingresadas en mayo del a1o 2021 (Anexo 7.3). Las plantas registradas por la empresa fueron seleccionadas por sus propiedades de alto rendimiento, temporada temprana, vida 3til y arquitectura de la planta, como tambi3n, por sus

propiedades organolépticas como brillo, dulzura, firmeza, forma y sabor (USPTO, 2021). Dentro de las modificaciones realizadas a las plantas está la introducción de un gen que impide la evolución de la fresa, es decir, la planta crece con normalidad pero es estéril no puede reproducirse; por ello, los agricultores se ven en obligados a adquirir nuevas plantas con la transnacional, generando dependencia de su administración para continuar con la producción de exportación (Segrelles, 2005).

Las plantas patentadas por Driscoll's son reproducidas en diversos países como EUA (en el estado de California), España, Reino Unido y México. En este último, en el año 2018 se inauguró el laboratorio de cultivos vegetales de la transnacional, con una inversión de tres millones de dólares (Hortocultivos, 2021), cuyo objetivo es analizar, investigar y evaluar nuevos sistemas de producción, para generar y multiplicar plantas in vitro, que servirán como material base para ser plantadas en viveros de Driscoll's.

Dicha situación, fue confirmada en entrevistas por el personal de empresas freseras del corredor, quienes señalaron que la producción se lleva a cabo con plantas producidas por Driscoll's: Xarlem, Minerva, DC9110P, Yunuen y Laredo, provenientes del estado de Puebla. Laredo es la de mayor superficie cultivada en los campos visitados. Las empresas que entregan su fruta a Driscoll's, operan bajo la agricultura de contrato, con cláusulas que restringen la compra de las plantas exclusivamente a la corporación, la cual decide qué variedad de fresa se cultivará, la fecha de plantación y de cosechas.

En el mes de agosto se planta la producción de fresa, con cosechas que comienzan en el mes de octubre teniendo su pick productivo en el mes de febrero y marzo y bajando su producción hasta el mes de junio. Al finalizar la cosecha, la corporación, a través de sus ingenieros y técnicos decide si la planta termina su ciclo y es arrancada, o si tiene una segunda y última floración, debido a las modificaciones que no permiten continuar con la producción.

4.8.2 Fertilizantes

Las plantas sintetizan sus alimentos a partir de elementos químicos que toman del aire, agua y suelo. Entre ellos se distinguen los macronutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio; y los macronutrientes secundarios: boro, cobre, cloro, hierro, manganeso, molibdeno y zinc. Los primarios se encuentran disponibles en el suelo en cantidades que deberían ser idóneas para las necesidades del cultivo (Pérez y Aguilar, 2012). Sin embargo, en la agricultura intensiva no son suficientes los nutrientes presentes de manera natural; por ello la industria precisa nutrir de

manera artificial el suelo con fertilizantes químicos, los que forman parte importante del paquete tecnológico al permitir obtener una producción significativa y de gran rentabilidad.

Existen diversos tipos de fertilizantes que se denominan según sus componentes: 1) simple, que contiene un nutriente principal y 2) compuesto, formado por dos o más nutrientes principales (nitrógeno, fósforo y potasio o NPK) pudiendo contener además micronutrientes (boro, cobalto, cobre, hierro y azufre). Los fertilizantes NPK aportan los macronutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, la fotosíntesis y el desarrollo celular, almacenamiento y transferencia de energía, crecimiento de raíces, entre otras propiedades (RAPAL, 2010).

La proporción utilizada de fertilizantes para el cultivo de fresa tiene directa relación con el nivel de rendimiento esperado y con las propiedades químicas del suelo. Por esto, las recomendaciones de fertilización deben ser realizadas acorde con los análisis de suelo y análisis foliares, de este modo, se determinan los elementos específicos y las cantidades para asegurar una mayor producción. Según estudios, la productividad aumenta significativamente con el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, ya que con un sistema tradicional se producen 24.8 ton/ha versus 60-90 ton/ha con el uso del paquete tecnológico (Peniche, 2011).

Asimismo, el pH del suelo es determinante en la disponibilidad de nutrientes para el cultivo de fresa, el rango adecuado para la absorción de los macro y micronutrientes es de 6.0-7.0 pH. El pH del suelo puede ser modificado “deliberadamente” añadiendo cal o bajo prácticas de manejo en las que se aplica continuamente fertilizantes de amonio que acidifican el suelo (Bolda, 2015; Santos y Obregón, 2009). El equilibrio de los nutrientes aplicados es importante debido a que una mala dosificación de éstos llegaría a producir deficiencias y toxicidades, causando problemas en la salud de la planta y por ende en su rendimiento (Bolda, 2015). Los nutrientes recomendados para la fresa tienen una función específica sobre el cultivo y se detallan en la tabla IV-14.

En las salidas a campo se verificó el uso de sistemas de inyección de fertilizantes, vía riego, en los campos productores de fresa. Asimismo, en las entrevistas llevadas a cabo, se constató que todo el proceso de fertilización es guiado y fiscalizado por la transnacional Driscoll's. De este modo, las empresas deben seguir un riguroso calendario de aplicación de productos, el que es supervisado por los ingenieros de la corporación y, en las empresas de mayor envergadura, por sus propios ingenieros.

Algunas de las marcas de fertilizantes utilizadas para proporcionar los micronutrientes en la producción de fresa, son: Tradecorp AZ, Boro Plus; y para aportar los macronutrientes, se

utiliza: Nitrato de Calcio, Nitrato de potasio, Sulfato de Magnesio, NPK, MAP y aminoácidos, insumos que son importados a México por compañías transnacionales que manejan el mercado a nivel mundial.

Tabla IV-14. Fertilizantes utilizados para la producción de fresa: función, problemas por exceso y por déficit.

Elemento	Función	Problemas por exceso	Problemas por déficit
Nitrógeno	Aumenta vigor de la planta, la producción de estolones, mayor cantidad y actividad de las raíces. Mejora la acumulación de reservas para la temporada siguiente.	Exceso de crecimiento vegetativo y menor rendimiento. Frutos blandos y mala postcosecha. Mayor sombra y presencia de malezas, ataque de plagas y enfermedades.	Hojas tienden a ser pequeñas y de color verde pálido o amarillento.
Fósforo	Mejora el crecimiento de raíces, la floración, la defensa contra ataque de enfermedades y plagas. Aumenta la acumulación de reservas para la siguiente temporada.	Se inducen deficiencias de zinc (Zn).	Menor enraizamiento y acortamiento del ciclo productivo.
Potasio	Mejora el vigor de la planta, calibre, sabor y firmeza de frutos. Mayor rendimiento. Aumenta la eficiencia en el uso del agua y resistencia a condiciones de estrés por falta de agua. Aumenta la resistencia al exceso de frío invernal. Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas.	Se pueden inducir deficiencias de magnesio (Mg) y calcio (Ca). Partidura en el fruto en suelos con inadecuado manejo del agua.	Reduce la cuaja y la productividad.
Calcio	Mejora el desarrollo de raíces. Mejora la cuaja, calibre y firmeza de frutos. Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas. Mejora la calidad de postcosecha.	Se pueden inducir deficiencias de magnesio (Mg) y potasio (K). Excesos de Ca en el suelo pueden generar deficiencias de fósforo (P), boro (B), Zinc (Zn) y manganeso (Mn).	Menor desarrollo de raíces. Menor productividad. Pérdida de coloración en hojas adultas.
Magnesio	Aumenta la intensidad en el color verde de las hojas. Contribuye a aumentar el rendimiento. Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada.	Se pueden inducir deficiencias de Ca y K. Indirectamente puede inducir mayor incidencia de enfermedades y plagas (estimula una mayor absorción y utilización del N).	Hojas jóvenes con síntomas de deficiencia se observan amarillas entre los nervios que permanecen verdes.
Azufre	Mejora el desarrollo de la planta. Mejora la firmeza del fruto al ser usado con potasio (K).	Aumenta la conductividad eléctrica en el suelo, afectando la extracción del agua por las raíces. Usado como sulfato baja la concentración de calcio en el suelo.	Pérdida de coloración en hojas adultas.
Boro	Mejora la cuaja de flores. Aumenta el calibre de frutos. Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada. Contribuye a una mejor brotación para la siguiente temporada.	La toxicidad por B genera problemas de salinidad en las plantas dañando hojas afectando la producción.	Reduce la cuaja y la productividad.

Zinc	Mejora el vigor de plantas y la producción de centros de crecimiento (meristema). Mejora el enraizamiento de plantas. Aumenta la cuaja de flores.	Exceso de vigor de plantas. Puede inducir deficiencias de fósforo (P), cobre (Cu) y hierro (Fe).	
-------------	---	--	--

Fuente: Bolda (2015).

Mercado de los fertilizantes

Los fertilizantes empleados para la producción agrícola y de la fresa son importados, pese a los esfuerzos del Estado mexicano por desarrollar una industria nacional de fertilizantes, esta no pudo hacer frente a la alta demanda nacional debido a su desregulación y posterior privatización (Bancomext, 1963). Por esto, los productos que se utilizan son de empresas transnacionales que manejan el mercado mundial, como Syngenta, Bayer y BASF con el 51% del mercado de agroquímicos; y las empresas Agrium, Yara y Mosaic que manejan el 31% (Gorenstein, 2016).

Este oligopolio de transnacionales tiene el control del mercado y la libertad de fijar altos precios de venta de fertilizantes sintéticos. Asimismo, concentra el mercado agrícola al fusionar corporaciones que complementan la venta de semillas, plaguicidas y fertilizantes, armando paquetes tecnológicos para la producción de monocultivos que homogenizan la agricultura y aseguran la venta de sus mercancías (Howard, 2009).

4.8.3 Plaguicidas

Los plaguicidas son insumos indispensables en la agricultura de exportación y en sus prácticas intensivas (Altieri, 1994). Éstos pueden clasificarse por diversos criterios, autores como Bernal et al. (2012) y Seefoó (1989), señalan los siguientes:

1. Concentración: ingrediente activo, plaguicida técnico, plaguicida formulado.
2. Organismos que controlan: insecticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas, bactericidas, rodenticidas, avicidas, entre otros.
3. Modos de acción: de contacto, repelentes, de ingestión, defoliantes, fumigantes.
4. Composición química: organoclorados, triazinas, organofosforados, compuestos de cobre, piretroides, organoazufrados, entre otros.
5. Presentación de formulaciones: sólidos, líquidos y gases.
6. Uso al que se destinan: agrícola, urbano, pecuario, industrial, forestas y doméstico.
7. Toxicidad de la Organización Mundial de la Salud: extremadamente tóxicos, muy tóxicos, moderadamente tóxicos, ligeramente tóxicos.

Con base en esta clasificación, en México “un 17% de las ventas de plaguicidas son de categoría extremadamente tóxicos, un 44% categoría muy tóxicos, un 21% categoría moderadamente tóxicos y un 18% categoría ligeramente tóxicos” (Bernal et al., 2012:176). Los

plaguicidas son aplicados en los cultivos con dosis precisas, que deben ser medidas de manera rigurosa, debido a que tienen una gran dispersión. En este sentido, estudios realizados en EUA, han determinado que sólo el 1% de la mezcla aplicada vía aérea llega a la plaga, otra porción se queda en el follaje y en el suelo, siendo esta última la más riesgosa debido que puede infiltrarse por lixiviación en los riegos y llegar a contaminar las aguas subterráneas (Sánchez y Betanzos, 2006).

Debido a la alta toxicidad de los plaguicidas, el Estado mexicano posee el control de los químicos autorizados, su uso y manejo. Los organismos con mayor injerencia en el control de plaguicidas en México, son: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, SAGARPA, Secretarías de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Secretaría de Salud y Comisión Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Fertilizantes, Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (Sánchez y Betanzos, 2006); a nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), organismo que ha realizado diversos estudios y guías para el manejo adecuado de los plaguicidas (Martínez et al., 2019).

Para el caso de la fresa, los plaguicidas utilizados para exportación a EUA, son autorizados por la Asociación Nacional de Exportadores de Berries (ANEBERRIES A.C), quienes tienen un extenso listado que se actualiza cada temporada. En este señalan la plaga, enfermedad o maleza a controlar, el ingrediente activo a utilizar, así como las dosis por hectárea, período de entrada, intervalo de aplicaciones, entre otras. Algunos de los químicos recomendados se detallan en el ANEXO 7.4.

Enfermedades de la fresa

El cultivo de fresas es propenso a contraer enfermedades en sus raíces y en la planta misma, por lo que se deben realizar constantes monitoreos sobre la evolución del cultivo, y así detener a tiempo la propagación de la enfermedad. De este modo, el reconocimiento del agente causal asociado a las distintas patologías es clave para su control (Santoyo y Martínez, 2009). En la tabla IV-15 se muestran las enfermedades más comunes, los plaguicidas utilizados y las principales empresas proveedoras. De estas últimas hay que precisar que, se consideró una empresa proveedora, por plaga, de un listado de hasta 20 empresas.

Tabla IV-15. Enfermedades comunes en el cultivo de fresa y plaguicidas recomendados.

Nombre común	Nombre científico	Zona afectada	Plaguicida	
			Ingrediente activo	Empresa proveedora
Pudrición de la raíz	<i>Phytophthora fragariae</i>	Raíces y daño general de la planta	Metalaxil-M	Syngenta Agro S.A de C.V
Moho gris	<i>Botrytis cinerea</i>	Flores, frutos y hojas	Oxicloruro de cobre	Bayer de México S.A de C.V
Cenicilla	<i>Sphaerotheca macularis</i>	Hojas, brotes y frutos	Pentiopirad	Dupont mexicana S de R.L de C.V
Peca de la hoja	<i>Ramularia tulasnei</i>	Hojas, tallos y fruto	Azoxistrobin	Syngenta Agro S.A de C.V
Pudrición radical y/o corona	<i>Phytophthora cactorum</i>	Raíces y cuello de las plantas	Azoxistrobin + Metalaxil-M	Syngenta Agro S.A de C.V
Pudrición de raíz	<i>Verticillium dahliae</i>	Raíces y daño general de la planta.	Bacillus amyloliquefaciens CEPA MBI 600	BASF mexicana S.A de C.V
Pudrición de la raíz y cuello	<i>Rhizoctonia solani</i>	Raíces y planta en general	Polyoxin de sal de zinc	Arysta Lifescience México S.A de C.V

Fuente: Elaboración propia con base en Santoyo y Martínez (2009); ANEBERRIES (2019); Bolda (2015).

Principales plagas de la fresa

El manejo de las plagas en el cultivo de fresa requiere el conocimiento de su ciclo de vida y de las sustancias químicas que deben ser aplicadas para su control. Diversos manuales de cultivo recomiendan rotar los plaguicidas para reducir el riesgo de resistencia a los químicos. Sin embargo, según lo señalado por Seefoó (1989), plagas como la araña de dos puntos, el gusano cogollero, los trips, entre otros, son casi inmunes a los plaguicidas ordinarios, por ello, los agricultores no tienen más remedio que barbechar el huerto infestado. Esta situación, se ha generado, producto del mal manejo de los plaguicidas, debido a la baja mantención que les dan a los equipos aplicadores. Esto sumado a la mayor resistencia que presentan las plagas a los químicos, ha conllevado a un aumento en el uso de los plaguicidas o, en su defecto, de mezclas de mayor toxicidad (Bolda, 2015). Las plagas más comunes y los ingredientes activos de los plaguicidas utilizados en el cultivo de fresa se muestran en la tabla IV-16.

Tabla IV-16. Plagas comunes en el cultivo de fresa y plaguicidas recomendados.

Nombre común	Nombre científico	Efectos en la planta	Plaguicida	
			Ingrediente activo	Empresa proveedora
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>	Produce el marchitamiento de la planta	Abamectina	Syngenta Agro S.A de C.V

Araña de dos manchas	<i>Tetranychus urticae</i>	Disminuye el desarrollo de la planta, y en altos niveles de infestación llega a evitar el desarrollo de flores. Daña la calidad y cantidad de frutos en temporadas de producción.	Abakrone	Biokrone S.A de C.V
Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp</i>	Deterioro de las raíces en las plantas de fresa	Biofentrina + Imidacloprid	FMC Agroquímica de México S de R.L de C.V
Gusano del fruto	<i>Heliothis zea</i>	El principal daño ocasionado por las orugas que se alimentan del fruto y lo contaminan, perforándolo, haciendo surcos y túneles en ellos	Carbarilo	Bayer de México S.A de C.V
Trips	<i>Frankiniella occidentales</i>	Produce agarrotamiento al fruto		Dow Agrosiences de México S.A de C.V
Pulgón	<i>Chince lygus</i>	El mayor riesgo es que son transmisores de virus y daños en los brotes y hojas tiernas	Abamectina + Tiametoxam	Syngenta Agro S.A de C.V
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Se alimenta de la savia de las plantas robándoles nutrientes y agua. Segrega melaza que actúa como caldo de cultivo para hongos y bacterias	Malathion	FMC Agroquímica de México S de R.L de C.V
Verticillium	<i>Verticillium sp</i>	Pudrición de la raíz	Bacillus amyloliquefaciens CEPA MBI 600	BASF mexicana S.A de C.V
Chinche Lygus	<i>Lygus spp.</i>	Daña el tejido de la planta y se alimenta de la sabia, deformando la fruta	Abamectina + Tiametoxam	Syngenta Agro S.A de C.V

Fuente: Elaboración propia con base en Santoyo y Martínez (2009); ANEBERRIES (2019); Bolda (2015).

4.8.4 Sistema de riego

El sistema de riego se presenta como una de las tecnologías relevantes del paquete tecnológico debido a que es la fuente de abastecimiento de agua y de fertilizantes para la planta. La fresa está clasificada como hortaliza de crecimiento bajo, con raíces superficiales de crecimiento lateral, con una profundidad de 30 cm del perfil del suelo, por lo que es intolerante a la falta de agua. Por ello, el manejo del riego se realiza con sistemas tecnificados de alta frecuencia como el riego localizado que proporcionan el recurso con una eficiencia del orden del 80% (IMTA, 2016).

El estrés hídrico en la fresa genera una baja en el rendimiento y en período de cosecha provoca reducción del tamaño del fruto. Esta situación puede retardar la producción de estolones y

reducir significativamente la producción de la siguiente temporada. Por este motivo los productores de fresa deben mantener la humedad del suelo al 70% de manera constante, consumiendo cantidades de agua mucho mayores a las que utilizan cultivos tradicionales como el maíz de riego (FAO, 2006).

Las empresas utilizan sistemas tecnificados, como la cinta de riego, la cual presenta numerosas ventajas: una mayor eficiencia en el uso del agua, no poseer restricciones con la topografía del suelo para su funcionamiento, y aumentar la producción al no interferir con la aplicación de productos químicos, la cosecha, poda u otras labores (Antunez et al., 2009). Entre sus desventajas está su alto costo de inversión, el taponamiento de los emisores o goteros, por causas físicas, químicas y biológicas del agua, por lo que es imprescindible un sistema de filtrado. Igualmente, la salinización de los suelos causadas por el uso de aguas altas en sales o por mal manejo de los fertilizantes (IMTA, 2013). Sin embargo, y pese a la alta inversión inicial los productores utilizan estos sistemas de riego por su larga vida útil, que hace que el costo anual sea despreciable versus las ventajas que entrega. Los componentes del sistema de riego se detallan en la siguiente sección.

Componentes del sistema

a. Cabezal de control

Es un sistema que contiene una serie de dispositivos que abastecen a la red hidráulica con agua presurizada, filtrada y en la cantidad requerida. Se compone de: medidores de flujo, válvulas de control, inyectoros de fertilizantes, filtros, sensores, controles y los equipos de bombeo; y se encuentra ubicado cerca de las fuentes de agua y energía (figura IV-19).

Las fuentes de agua para los sistemas de riego por goteo pueden ser de agua superficial o subterránea de alta calidad, debido a que el agua con muchas partículas en suspensión no permite una aplicación uniforme al obstruir los emisores. Para la producción de fresa en el corredor agrícola, la fuente de agua más utilizada, debido a su alta calidad, es la subterránea, a través de pozos profundos de 200 metros o más, la que es acumulada en grandes ollas desde las que abastecen los sistemas de irrigación para extensas superficies (figura IV-20).



Figura IV-19. Fotografía del cabezal de control de la empresa Biotegro en Tirípetio.



Figura IV-20. Fotografía de la olla de agua de la empresa Biotegro en la zona de Lagunillas.

b. Tuberías de distribución

Las tuberías transportan el agua desde el cabezal hasta la planta, se dividen en secundarias, auxiliares o laterales. Normalmente se utilizan de PVC o polietileno, van enterradas en el suelo, para su mayor protección y así alargar su vida útil. En el caso de la fresa las cintas de riego se cambian en cada temporada debido a que la planta inicia un nuevo ciclo y con las labores del suelo se dañan las cintas.

c. Emisores

Los emisores pueden ser microjet, aspersores o goteros, que permiten la aplicación de un caudal determinado en forma de gota y varían entre los 0,5 (l/h) a 10 (l/hr), en el caso de la cinta de riego, que es comúnmente usada para la producción de fresa (figura IV-21).



Figura IV-21. Fotografía de las tuberías de distribución de agua de riego.

Estimación de la evapotranspiración del cultivo (ETc)

Para determinar la demanda de agua del cultivo hay una serie de parámetros que se deben considerar, como: las condiciones climatológicas, el estado de desarrollo del cultivo, el tipo de suelo, entre otros factores. Existen diversas aproximaciones para determinar los requerimientos de las hortalizas, los que se basan en el cálculo de la evapotranspiración de los cultivos para determinar el volumen de agua requerido por la planta.

Este valor se puede obtener de estaciones meteorológicas o mediante su determinación en bandejas de evaporación asociadas a un coeficiente bandeja. Una vez determinada su magnitud se puede estimar la demanda de agua del cultivo, la cual está asociada al estado fenológico de la planta y al marco de plantación del cultivo, para el caso de la fresa se obtuvo una ETc de 5.9 mm/día. Cabe señalar, que para el cálculo de esta variable se realizó una memoria de cálculo detallada en el Anexo 7.5.

Volumen de agua total

Para determinar el volumen de agua total, se utilizó la demanda de agua del cultivo ETc, asociada a su marco de plantación y al número de plantas, considerando una eficiencia de 80% en el caso de la cinta (ver memoria de cálculo en el Anexo 7.5). Obteniendo un volumen total

requerido de 29.647,5 l/ ha/día o 29,64 m³/ha/día en un día de máxima demanda, considerando que la fresa tiene un ciclo de 300 días se obtiene un volumen de agua total a aplicar por temporada de 8,894.25 m³/ha.

Cabe señalar, que este valor calculado está muy por debajo del promedio utilizado por las empresas, estudios como el de Peniche (2011), determinan un volumen de agua utilizada de 11,843 m³/ha; Flores et al. (2017) señalan que el agua utilizada es de 40,000 m³/ha. Diferencia que se puede considerar por diversos factores, como: un tiempo de riego mucho mayor al realmente requerido, un mayor número de plantas por hectárea, uso de emisores de mayor caudal o más emisores por planta.

Control de la humedad en el suelo

Por la disposición del cultivo de fresas, bajo plástico, es necesario utilizar instrumentos que ayuden con la medición de la humedad para asegurar que sean los adecuados. Para esto, existen diversos equipos como el tensiómetro, adecuado para suelos franco a franco-arenoso. Asimismo hay sensores que pueden quedar instalados en el suelo como los tensiómetros que miden la tensión del agua en el suelo, un ejemplo es la marca Watermark, la cual trae calibrados los centibares en los que se debe regar por tipo de suelo (tabla IV-17) (Zapata, 2005).

Tabla IV-17. Tensión recomendada para regar medidas por el tensiómetro para diversos tipos de suelo.

Textura de suelo	Centibares
Arenoso Franco	40
Franco Arenoso	50
Franco	60
Franco Limoso	70
Franco Arcilloso	90

El uso de sistemas de control de humedad, ayuda a determinar cuándo es necesario regar el cultivo, y de este modo optimizar el recurso hídrico no sobre regando. Sin embargo, estos controles no siempre son rigurosos y generalmente se aplica más agua de la necesaria, por lo que el cultivo de la fresa tiene un sistema drenaje para evacuar los excesos, debido a que la fresa tiene una alta sensibilidad al exceso de humedad (figura IV-22).



Figura IV-22. Fotografía de los drenes en la zona de Tiripetio.

Los sistemas de riego permiten una aplicación eficiente del agua al cultivo, si se determinan correctamente los requerimientos de la planta y se hace un buen diseño del sistema. No obstante, por la información obtenida en entrevistas a los técnicos de empresas productoras de fresa, la determinación de los tiempos de riego y el manejo del sistema no es la adecuada por diversas razones, como: la falta de capacitación de los operarios, muchos sectores de riego, fugas de agua, tiempos de riego mayores a los requeridos y pérdida de fertilizantes.

Por lo expuesto, hay un mal manejo del riego, quedando fertilizantes en las tuberías o aplicándose en sectores que no corresponden, generando un exceso o falta de fertilización. En este sentido, si consideramos estas pérdidas, tanto de agua como de fertilizantes, en superficies productivas como las del corredor agrícola (aproximadamente 670 hectáreas), es un problema de gran envergadura en el que se afecta directamente a los pequeños agricultores y residentes en el uso del agua y en su calidad.

4.8.5 Plásticos agrícolas

La agricultura moderna e intensiva produce para un mercado global que maneja altos estándares de calidad, demandando fruta que no presente daños por agentes climáticos, plagas o enfermedades. Requerimiento que ha introducido a los campos, la agricultura protegida, basada en la implementación de diversas estructuras que cubren los cultivos, el suelo y permiten manejar el clima.

Estas estructuras, modifican el ambiente en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de tener un crecimiento temprano, mayores producciones, y mejorar la calidad de la fruta

(Santos et al., 2010). Dentro de las estructuras más utilizadas en la agricultura protegida se encuentran las coberturas plásticas, malla sombra y macro túneles (Juárez et al., 2011). Siendo estos últimos los más recomendados por las empresas exportadoras para la producción de fresa.

Cobertura plástica en camellones

La fresa se cultiva sobre camellones en una disposición de doble hilera en zigzag, que permiten manejar la humedad en las raíces y la aireación de la planta. La forma del camellón generalmente es trapezoidal, lo que permite una distribución uniforme del agua, debido a que forma un bulbo húmedo de mayor tamaño, posibilita drenar el exceso de agua en caso de un mal manejo del riego y de este modo disminuir la asfixia radicular y la pudrición (Santos y Obregón, 2009).

Dichas estructuras tienen dimensiones de 60 cm en la parte superior y 70-80 cm en la base, con una altura de 35 cm y una separación entre camellones de 50 cm, configuración que permite calentar el suelo por asolamiento, mejorando la ventilación del follaje, así como el libre tránsito de las personas que cosechan (figura IV-23).



Figura IV-23. fotografía camellón de fresa en la zona de Tirípetio.

Una vez confeccionado el camellón se procede a la desinfección del suelo con el uso de agentes biocidas como Bromuro de Metilo, que eliminan total o parcialmente los agentes negativos para el cultivo, como hongos y nematodos (Santos y Obregón, 2009). Luego se instala sobre el suelo la cobertura plástica de polietileno, cuya principal función es el control de malezas anuales, al limitar su germinación impidiendo el ingreso de luz y evitar el contacto de la fruta con el suelo.

Esta tecnología permite el control de la temperatura y la pérdida de humedad del suelo, debido a que impide la evaporación del agua de riego desde la superficie del suelo, contribuyendo al uso eficiente del recurso al dejarlo disponible de manera constante y regular (Zribi et al., 2011).

El material empleado en la cobertura plástica o acolchado es el polietileno, que es ampliamente utilizado debido a su flexibilidad, resistencia física y química, su alta durabilidad, además de ser inodoro (*op. cit.*).

El color de la cubierta plástica puede ser negro, que es el estándar de la industria, o de diversos colores, que diferenciarán su función en cuanto a ganancia térmica y protección contra las malezas; su elección depende de las necesidades de la producción. La gama existente de colores de acolchado, son: transparente, naranja, negro y bicolor blanco-negro (Zenner y Peña, 2013); siendo este último el más utilizado en el cultivo de fresa, debido a que impide el calentamiento excesivo del suelo al reflejar los rayos solares, manteniendo más fresca la planta, controla malezas y no produce quemaduras, teniendo como desventaja el posible retraso del desarrollo inicial (figura IV-24).



Figura IV-24. fotografía de campo de fresas en preparación en la zona de Lagunillas.

Dentro de las ventajas y desventajas que presenta el uso de coberturas plásticas, se pueden destacar las mencionadas por Santos y Obregón (2009): i) ventajas: Aumenta los rendimientos tempranos y totales del cultivo, inhibe el incremento de malezas, mejora la retención de humedad, reduce la lixiviación del fertilizante, disminuye la compactación del suelo, reduce la pudrición de la fruta y aumenta la efectividad de los fumigantes; ii) desventajas: requiere de equipo especializado para su instalación, aumenta los costos de producción y gran cantidad de residuos debido a que se cambia en cada temporada.

Macro túneles

Los macro túneles son ampliamente utilizados en el cultivo de fresa de exportación para tener un mejor control de las temperaturas, la cual es incrementada en un rango de 2 a 5 °C, respecto del ambiente (Rubio et al., 2014). De igual forma, estas estructuras protegen al cultivo de daños mecánicos producto de eventos climáticos extremos como fuertes lluvias y granizos, los que dañan la planta al dejar agua libre que permite el alojamiento de potenciales patógenos (Rowley et al., 2011).

Los macro túneles favorecen el crecimiento de raíces y follaje de la planta, ya que mantienen la temperatura con una menor pérdida de calor en la noche, permitiendo el adelanto de la temporada respecto de los cultivos al aire libre (Santos et al., 2010). Otra virtud de estas estructuras es su rápida instalación, debido a que son construidas con arcos de hierro galvanizado fáciles de transportar y montar, y son cubiertas con una capa de plástico de tipo invernadero, de color blanco, que permite controlar las condiciones climáticas que afectan al cultivo.

Otra propiedad de estas estructuras es su movilidad, por ello, posibilita la rotación de cultivos en el campo; personal de Driscoll's, señaló que la empresa promueve la siembra de cultivos como: frijol, maíz, sorgo, brócoli, entre otros, para ser rotados con la fresa y así dejar descansar al suelo.

Las dimensiones de los macro túneles son: 3 a 3,5 metros de altura, 6 metros de ancho y una longitud que puede variar de 60 hasta 100 metros (figuras IV-25-26) (Juárez et al., 2011). Adicionalmente, en épocas de calor, sobre la armazón del macro túnel se instalan mallas sombra que permiten reducir la temperatura hasta 4 °C, proporcionando así las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo (López, 2004). Cabe señalar, que los plásticos empleados en los macro túneles deben ser cambiados cada tres años, o, dependiendo de su calidad, pueden reemplazarse cada cuatro o cinco años (Pratt y Ortega, 2019).



Figura IV-25. Fotografía estructura de los macro túneles.



Figura IV-26. Fotografía macro túneles en la zona de Sanabria.

Autores como Santos et al. (2010), Rowley et al. (2011) y Menzel et al. (2014) destacan las ventajas del uso de los macro túneles, pudiendo mencionar las siguientes:

1. Son considerados como una protección completa del cultivo que otorga mayores rendimientos y uniformidad de los frutos
2. Su construcción es más barata que los invernaderos
3. Protegen de las inclemencias del clima
4. Su inversión dentro de la agricultura protegida es más baja
5. El tiempo de instalación es muy rápido reduciendo la inversión y mano de obra.

Una de las grandes desventajas de estos plásticos es la gran cantidad de residuos que producen, una vez cumplida su vida útil, se desechan toneladas de este material que no siempre tiene un manejo adecuado y pocas veces llega a plantas recicladoras.

4.8.6 Control de eventos extremos

Los riesgos de daños por heladas son una constante en la agricultura, especialmente en las zonas más frías, debido a que la temperatura a la que llega un órgano vegetal tiene relación directa con el aire que la rodea y la topografía que delimita la zona (Soria y Pisano, 1997). El daño por heladas en los frutos ocurre por una formación de masa de hielo extracelular, producto de la evaporación del agua interna de las células del cultivo, en un proceso de desecamiento de las células, generando un estrés hídrico en las células adyacentes (Martínez et al., 2008). De este modo, los fenómenos climáticos como altas precipitaciones, granizadas y fuertes vientos, amenazan la producción de fresa (Rubio et al., 2014).

Para evitar este proceso, las empresas productoras de fresa implementan sistemas de protección de heladas y granizos, adicionales a los macro túneles y coberturas plásticas, como son el control de heladas mediante aspersión y cañones antigranizo. Estos últimos no han sido

identificados oficialmente en la zona productiva de fresa, sino que han sido visibilizados por campesinos, agricultores, académicos y locatarios.

Control de helada con aspersores

Esta tecnología consiste en aplicar agua sobre los cultivos, con ayuda de aspersores de impacto, mediante pulsos de 30 a 60 segundos que mojan la planta y el suelo completamente (Martínez et al., 2008). En estos sistemas, la uniformidad de la aplicación es importante para la protección, debido a que si hay superficie sin agua quedará desprotegida y sufrirá los daños de las temperaturas bajas.

Los aspersores, sobre cultivos protegidos con túneles, otorgan una protección de 2.4 °C a 4.5 °C utilizando caudales de 10 mm/h sobre plástico, manteniendo temperaturas en su interior de 7,1 °C más alto que el exterior (FAO, 2010). Este sistema fue identificado solamente en la zona de Tiripetío, donde se presentan las temperaturas más bajas del corredor (ver sección 3.3).

La puesta en marcha del sistema es determinada por la temperatura de bulbo húmedo, el valor recomendado es llegando a los 0 °C, debido a que produce un menor riesgo de daños al cultivo. Los requerimientos de caudal de los aspersores dependen de la velocidad de rotación, de la velocidad del viento y de la temperatura, los caudales recomendados para pulsos de 30 y 60 segundos se muestran en la tabla IV-18.

Tabla IV-18. Caudales y velocidad de viento para el control de helada por aspersión.

Temperatura mínima °C	Sin viento		Velocidad de viento <2,5 m/s		Velocidad de viento >2,5 m/s	
	30 s rotación	60 s rotación	30 s rotación	60 s rotación	30 s rotación	60 s rotación
	mm/hr	mm/hr	mm/hr	mm/hr	mm/hr	mm/hr
-2	1.3	1.8	1.8	2.3	2.3	2.8
-4	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0
-6	3.7	4.2	4.2	4.7	4.7	5.2

Fuente: FAO (2010).

Cañones antigranizo

El uso de sistemas acústico-electrónicos antigranizo data de 1901, modernizándose en los últimos treinta años con artefactos fijos y móviles. Estos sistemas están diseñados para interrumpir la fase de crecimiento del granizo al emitir una onda de choque que impacta a las nubes que se encuentran sobre el cañón, con la finalidad de evitar los daños mecánicos y celulares en el cultivo, en caso de eventos extremos (Diepersloot, 2012).

Esta tecnología, cuenta con una cámara de combustión en la que se enciende el gas acetileno en presencia de oxígeno, para iniciar la onda de choque sónico. Esta estructura se encuentra conectada con un cono que canaliza la descarga del gas directamente al cielo, atravesando las nubes a una altura de 2000 y 3000 metros (figura IV-27). De este modo, durante su funcionamiento el cañón produce una ola de presión que genera un efecto denominado “cavitation effect” (Reyes et al., 2020).

El proceso de explosión es repetido cada seis segundos, en el que se lanzan dos toneladas métricas de ondas de choque ionizadas positivamente, que desestabilizan la microestructura de la nube, impidiendo el proceso de formación del meteoro en una superficie aproximada de ocho hectáreas (Reygadas y Aviña, 2012; Diepersloot, 2012). De igual forma, otros autores como Reyes et al. (2020), señalan que el diámetro de influencia del cañón es de uno a dos kilómetros cubriendo una superficie de 78 a 314 hectáreas, disminuyendo a medida que se aleja del origen.

Respecto a su efectividad hay diversas opiniones, hay autores que señalan su eficacia en el combate del granizo, como los de Tapia et al. (2012), en cuyo estudio señala que no produce incidencia en las lluvias; Hovsepyan et al. (2012), reconocen el éxito en el control de granizos en Armenia, pese a los posibles daños ambientales que genera. Caso contrario, estudios como el de Reyes et al. (2020), Reygadas y Aviña (2012) y Reygadas (2008), señalan que científicamente no está comprobada su utilidad para combatir el granizo, y por el contrario que su uso produce afectaciones en el ciclo del agua al disminuir las precipitaciones.

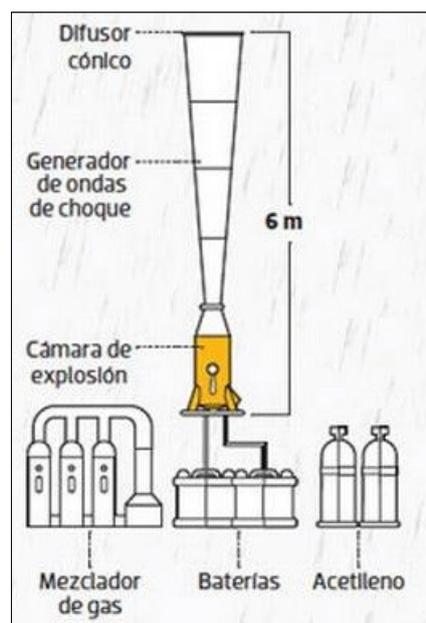


Figura IV-27. Estructura del cañón antigranizo.

Fuente: El sol de México (2018).

4.8.7 Financiamiento

El financiamiento y fomento de la producción de fresa de exportación ha sido clave para la implementación del paquete tecnológico asociado en el territorio del corredor agrícola. En este sentido, en el estado de Michoacán la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario (SEDRUA), en su Programa de Desarrollo Sectorial 2015-2021, tiene como objetivo central transformar el estado hacia “la autosuficiencia y competitividad agroalimentaria”, con el propósito de: i) promover el desarrollo rural sustentable y competitivo fortaleciendo la planeación productiva; ii) otorgar valor agregado a los productos agroalimentarios; iv) abrir nuevos mercados locales, nacionales e internacionales; v) promover la organización de los productores rurales facilitando el financiamiento, adopción de paquetes tecnológicos, industrialización, comercialización de productos; vi) vinculación con las instituciones de educación superior, centros de investigación, sector empresarial, y las dependencias estatales y federales para generar mejoras y nuevas tecnologías en el sector rural (SEDRUA, 2014).

Frente a esto, el Programa de Desarrollo, ha sido clave para promover cultivos de alta rentabilidad y con gran tecnificación, destacando en su informe el aguacate y las berries. El foco del estado es promover cultivos de exportación que lo posicionan a nivel internacional, como el caso de las berries y especialmente de las fresas, con estrategias orientadas a fortalecer la productividad, mediante la implementación de paquetes tecnológicos, con programas de investigación, innovación y desarrollo tecnológico en el sector agroalimentario.

Igualmente, programas que promuevan las buenas prácticas agrícolas, así como la reducción de riesgos sanitarios en la producción, tránsito y procesamiento. Destacando en la zona del corredor el programa Fomento a la agricultura, que otorgó 100 millones de pesos para la implementación del paquete tecnológico por parte de pequeños productores de fresa (SEDRUA, 2016).

Respecto a los recursos hídricos, el programa señala la necesidad de mejorar y construir nueva infraestructura hidroagrícola, considerada como elemento esencial para alcanzar los objetivos estatales en materia alimentaria. En este sentido, el gobierno estatal ha buscado aumentar la producción y productividad en la agricultura de riego, ampliando de esta forma la frontera agrícola en áreas de riego y temporal (SEDRUA, 2014). El estado, en su programa de desarrollo, tiene como eje el fomento de una producción altamente tecnificada, con la que busca obtener una mayor rentabilidad que sólo puede ser alcanzada por los agricultores que poseen recursos.

Otro fondo relevante en el estado de Michoacán es el otorgado por Sí Financia, a través del Fondo de Garantía Agropecuaria Complementaria para el desarrollo de Michoacán (FOGAMICH). Recurso que es dirigido a la mediana empresa agroalimentaria y rural del estado, el cual entregó financiamiento en los años 2017-2018 por un monto total de 7,5 millones de pesos para producción de fresa (Sí financia, 2021).

A nivel federal se han otorgado financiamientos a través de SAGARPA, en programas como Alianza para el campo, entre los años 2007-2012, con apoyos en: sistemas de riego tecnificado, rehabilitación y conservación de suelos, infraestructura parcelaria, integración de cadenas agroalimentarias y reconversión productiva, por un monto de más de 1,300 millones de pesos destinados a productores de bajos ingresos y en transición (SAGARPA, 2008).

Asimismo, la institución desarrolló durante los años 2014-2015 el programa PROCURA, que brindó apoyos para: la integración de cadenas productivas sistema-producto fresa, desarrollo de clúster agroalimentario, inversión en capital físico humano y tecnológico, reconversión productiva, agroinsumos, y uso sustentable de los recursos. Los apoyos se destinaron a pequeños agricultores de fresa y organizaciones, por un monto inicial de 44 millones de pesos para financiamiento de 62 proyectos, y una inversión total de 95 millones de pesos (SAGARPA, 2015).

El fondo más relevante para producción de fresa en la zona del corredor, y en el estado de Michoacán, ha sido el otorgado por FIRA, a través de diferentes programas: Red Fresa; Reconversión productiva de superficie; PROEM; Programa de Financiamiento a la Mediana Empresa Agroalimentaria y Rural en Michoacán. En los que ha financiado diversas actividades: i) primarias, créditos para producción de fresa; ii) industrialización, empaques y producción de mermeladas; iii) comercialización para la compraventa de la fresa; iv) servicios. Financiamientos dirigidos a empresas agroalimentarias familiares, pequeña, mediana y grande; personas, y asociaciones de pequeños productores; grandes productores, comercializadoras y agroindustria; por un monto de más de 6,800 millones de pesos entregados en el período 2015-2020 (tabla IV-19).

En la zona del corredor, denominada por la institución como “Morelia”, en el año 2015 se otorgaron créditos y apoyos por un monto total de 763 millones de pesos, beneficiando a 40 microempresas, 29 empresas familiares, 11 pequeña empresa y 82 personas en las diferentes actividades (tabla IV-20), según lo señalado por un especialista de FIRA. En el año 2020 se

entregó un monto de 54 millones de pesos, beneficiando a 11 empresas familiares, 34 pequeñas empresas, siete empresas medianas y 53 personas (FIRA, 2021).

En este marco, se puede entender el rol del Estado como facilitador de la producción de cultivos de exportación con alta tecnificación como la fresa (IV-28). Situación que se puede comprender mejor al revisar el análisis realizado por Osorio (2005), quien presenta dos categorías del estado: *Estado visible*, conformado por un conjunto de instituciones, leyes, normas y reglamentos; *Estado invisible*, en el que se desarrolla una particular condensación de la red de relaciones de poder, dominio y fuerza que atraviesan la sociedad, que permite que se produzcan y reproduzcan relaciones de explotación y dominio. Es decir, el estado invisible permite consolidar los intereses de los grandes capitales, élites y grupos dominantes, a través de un proyecto económico neoliberal; mientras el estado visible, se muestra a esta entidad soberana como un representante general, el Estado de todos, que vela por los intereses de la sociedad dentro de un territorio.

Bajo un discurso pro-desarrollo y de globalización económica, en el que enfatiza que el proyecto económico es necesario para superar el subdesarrollo por la senda de la modernización e industrialización capitalista (Ávila, 2015). De este modo, los grandes capitales como las corporaciones, son las protagonistas privilegiadas en el desarrollo del estado, las cuales guían la dinámica del mercado dentro de los marcos establecidos a nivel global y nacional (Ceceña, 2016).

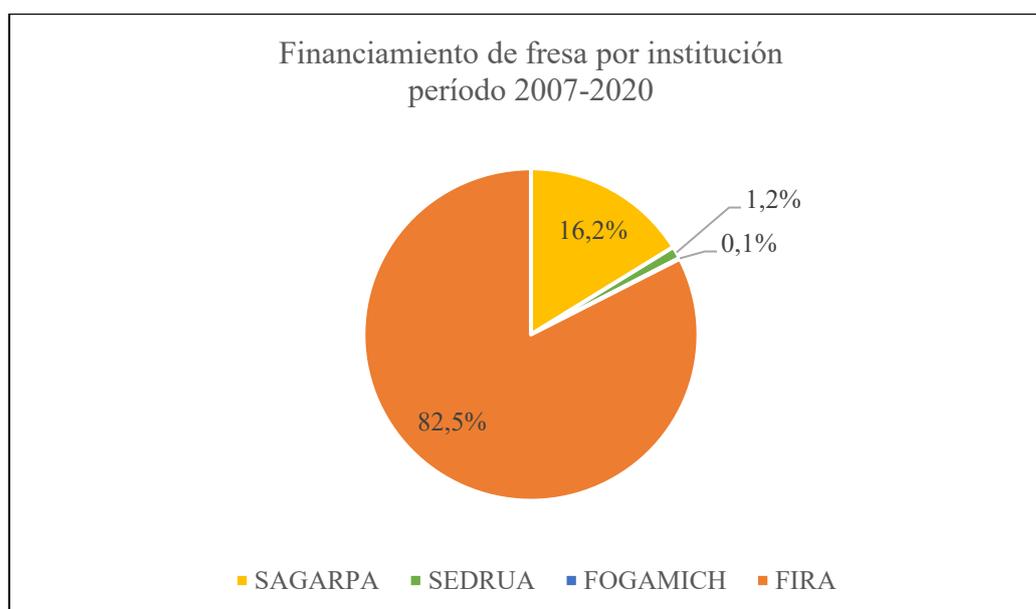


Figura IV-28. Financiamiento de fresa por institución.

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, SEDRUA, FOGAMICH y FIRA.

Tabla IV-19. Financiamiento otorgado por FIRA para producción de fresas en el estado de Michoacán en el período 2015-2020.

Año	Actividad	Monto por actividad	Total
2015	Primaria	\$322.467.314,17	\$763.553.428,33
	Industrialización	\$315.890.528,32	
	Comercialización	\$77.828.291,41	
	Servicios	\$47.367.294,43	
2016	Primaria	\$433.448.441,29	\$1.078.324.647,56
	Industrialización	\$356.322.184,32	
	Comercialización	\$183.895.865,70	
	Servicios	\$104.658.156,25	
2017	Primaria	\$470.921.429,48	\$1.130.930.758,63
	Industrialización	\$286.239.525,50	
	Comercialización	\$269.296.059,68	
	Servicios	\$104.473.743,97	
2018	Primaria	\$505.762.805,17	\$1.112.507.483,34
	Industrialización	\$284.477.305,28	
	Comercialización	\$234.109.309,08	
	Servicios	\$88.158.063,81	
2019	Primaria	\$673.645.580,20	\$1.359.132.641,47
	Industrialización	\$343.159.900,96	
	Comercialización	\$258.072.215,28	
	Servicios	\$84.254.945,03	
2020	Primaria	\$770.547.729,94	\$1.439.636.880,69
	Industrialización	\$325.309.648,94	
	Comercialización	\$204.350.280,57	
	Servicios	\$139.429.221,24	
Total			\$6.884.085.840,02

Fuente: entrevista realizada a especialista de FIRA (13 de abril del 2021).

Tabla IV-20. Financiamiento otorgado por FIRA en la zona del corredor agrícola en los años 2015 y 2020.

Zona	Año	Beneficiarios		Actividad	Monto	Total
Morelia	2015	Microempresa	40	Primaria	\$322.467.314,17	\$763.553.428,33
		Empresa Familiar	29			
		Pequeña empresa	11	Industrialización	\$315.890.528,32	
		Mediana empresa	2			
		Empresa Grande	0	Comercialización	\$77.828.291,41	
		Persona	82			
		Total	165	Servicios	\$47.367.294,43	
	2020	Microempresa	1	Primaria	\$33.260.197,68	\$54.834.584,29
		Empresa Familiar	11	Industrialización	\$19.898.248,25	
		Pequeña empresa	34			
		Mediana empresa	7	Comercialización	\$1.676.138,36	
		Empresa Grande	0			
		Persona	53	Servicios	\$0,00	
Total		106				

Fuente: entrevista realizada a especialista de FIRA (13 de abril del 2021).

4.9 Expansión geográfica de la fresa en el corredor

Producto del financiamiento y las reformas realizadas a nivel nacional, la expansión geográfica de la fresa en el corredor ha sido un proceso rápido y expansivo, con un alto nivel de tecnificación y especialización productiva.

De acuerdo con las estadísticas oficiales, el cultivo comenzó su producción en el corredor agrícola en el año 2014, en el municipio de Morelia, con una superficie de 10 hectáreas. Extensión que para el año 2019 ha presentado importantes aumentos a nivel municipal, a saber: Huiramba 143 hectáreas; Lagunillas 299 hectáreas; Morelia 125 hectáreas; Tzintzuntzan 14 hectáreas; con un rendimiento promedio de 21.02 ton/ha (tabla IV-21) (SIACON, 2021). Es necesario precisar, que las estadísticas oficiales no registran producción en los municipios de Acuitzio y Pátzcuaro; sin embargo, de acuerdo con las imágenes satelitales y los recorridos a campo realizados en el territorio estos municipios sí presentan producción de fresa.

Tabla IV-21. Superficie sembrada, producción y rendimiento del cultivo de fresa en el corredor, período 2010-2019.

Superficie sembrada de fresa (ha)							
Municipio /año	2010-2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acuitzio	0	0	0	0	0	0	0
Huiramba	0		30	83	144	293	143
Lagunillas	0		70	176	196	378	299
Morelia	0	10	0	85	110	220	125
Pátzcuaro	0	0	0	0	0	0	0
Tzintzuntzan	0	0	0	0	0	14	14
Total	0	10	100	344	450	905	581
Producción de fresa (ton)							
Municipio /año	2010-2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acuitzio	0	0	0	0	0	0	0
Huiramba	0	0	780	1871	3361	5840	3818
Lagunillas	0	0	1.890,00	3594,5	4841,8	9999	8073
Morelia	0	170	0	3825	6050	13094,4	5625
Pátzcuaro	0	0	0	0	0	0	0
Tzintzuntzan	0	0	0	0	0	490	383,6
Total	0	170	2670	9290,5	14253	29423,4	17900
Rendimiento de la fresa (ton/ha)							
Municipio /año	2010-2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acuitzio	0	0	0	0	0	0	0
Huiramba	0	0	26	22,54	23,34	19,23	26,7
Lagunillas	0	0	27	20,42	24,7	26,45	27

Morelia	0	17	0	45	55	59,52	45
Pátzcuaro	0	0	0	0	0	0	0
Tzintzuntzan	0	0	0	0	0	35	27,4
Promedio año	0	2,83	8,83333	14,66	17,173	23,3667	21,02

Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON (2021).

Para el reconocimiento del corredor Morelia-Pátzcuaro, se realizaron más de ocho salidas a campo, en las que se identificaron las zonas productoras de fresa: Sanabria, Tupátaro, Lagunillas y Tiripetío, que fueron verificadas y dispuestas espacialmente en el territorio con ayuda de imágenes satelitales. Con estos datos se construyeron mapas del corredor, en los que se representaron geográficamente los elementos localizados en la región de estudio. Para comprender el progreso de la producción en la zona se utilizó la capa de producción de fresa y maíz del mapa del Censo Agropecuario del año 2016 de INEGI.

La producción de fresa en el corredor presenta un registro satelital en Google Satellite a partir del año 2016, época en que se registran los primeros campos de fresa con macro túneles, con una superficie productiva en hectáreas por zona de: 26.65 Sanabria; 8.31 Tupátaro; 88.61 Lagunillas; 115.65 Tiripetío. Área que demostró, en las imágenes, un aumento promedio del 372% al año 2020, con extensiones del cultivo en hectáreas por zona: Sanabria 173.51; Tupátaro 34.11; Lagunillas 96.84; Tiripetío 365.98 (figuras IV-38, 42, 46, 52).

Cabe señalar, que para el análisis territorial esta superficie fue superpuesta con el mapa de producción maicera de temporal y de riego, confirmando la expansión del cultivo de fresa en zonas otrora maiceras de propiedad ejidal y privada, situación que es abordada en detalle en los apartados siguientes.

Sanabria

La zona de Sanabria está ubicada al centro del municipio de Tzintzuntzan y al noroeste del municipio de Pátzcuaro. La producción de fresa se desarrolla en territorio de propiedad ejidal y privado, en el que están presentes organizaciones como la Comunidad Indígena de Ihuatzio y el módulo VI-Lázaro Cárdenas, perteneciente al DR 020- Morelia.

Es importante precisar, que el proceso de desplazamiento del maíz por la fresa, se encuentra en desarrollo en el corredor, y ha sido identificado en las salidas a campo, por tener un patrón visual: cercos de color blanco, que se distinguen rápidamente por el contraste con los campos cercanos. Estos cercos se componen de residuos de los macro túneles y mangueras de riego del paquete tecnológico, que rodean los predios productivos identificados en su totalidad con maíz. De igual manera, en las nuevas superficies de fresa se habilitan zonas de vigilancia y control

de acceso para los trabajadores, situación que facilitó su identificación en la zona (figuras IV-29-30).



Figura IV-29. Fotografía de la zona de reconversión productiva de maíz a fresa en Sanabria.



Figura IV-30. Fotografía del rancho La playa en la zona de Sanabria.

Dentro de la zona de Sanabria se encuentra la Comunidad Indígena de Ihuatzio, que produce maíz de humedad en el lecho del Lago de Pátzcuaro, así como forraje para la pequeña ganadería. En las imágenes satelitales del área se distinguió una superficie productiva de fresa cercana a las 15,77 hectáreas, que se producen en campos productivos denominados ranchos.

En el sector se encuentra el rancho “La playa”, el cual figura en PHINA (2016) como propiedad privada. Sin embargo, según lo señalado en la entrevista realizada al jefe de tenencia de la comunidad, el predio muchos años atrás era de propiedad comunal y fue cedido a un sacerdote católico para cultivarlo, con el paso del tiempo quedó en manos privadas. En la zona no hay tierras comunales registradas sino que sólo de propiedad privada, situación confirmada por la autoridad comunitaria con mucha tristeza.

El dueño del rancho La playa, en una entrevista informal realizada en las afueras de su campo, señaló que el predio era de su propiedad y que se encontraba con toda la documentación al día, indicó que en el rancho antes se dedicaban a la ganadería y producción de leche, por lo que cultivaban maíz y otros cereales para forraje, pero que, por los problemas para la

comercialización, hicieron la reconversión de cultivo a fresa de exportación. Producción que es vendida en su totalidad y de manera directa a la transnacional Driscoll's, ya que el rancho es parte del programa de comunidad de la transnacional.

Frente a esto, es importante señalar que el rancho La playa cuenta con todo el paquete tecnológico además de ollas de acumulación de agua de riego. El campo se encuentra a 1,700 metros del Lago de Pátzcuaro y está a una distancia de 830 metros de la desembocadura del río Chapultepec, en el que vierte sus descargas agrícolas. Se encuentra ubicado a 918 metros del pozo de agua potable operativo de la Comunidad Indígena de Ihuatzio.

En Sanabria hay otras empresas productoras de fresa y en menor medida de arándanos, específicamente en las localidades de Chapultepec, Quiringuaro y El Jagüey: Premium Farms, Riduar agro productores y Rancho Santa Gabriela. En la zona se identificó la presencia de predios cultivados con maíz, cercados con residuos plásticos del paquete tecnológico, en los que se va a implementar el cultivo de fresa, constatando de este modo la existencia de un patrón de reconversión del cultivo de maíz a fresa en el territorio. Esta situación también fue confirmada por los agricultores entrevistados en el territorio, quienes señalaron haber identificado desde hace cinco años la presencia de campos con producción de fresa y su paquete tecnológico asociado.

La extensión de zonas productoras de fresa en Sanabria ha tenido un rápido crecimiento, con los primeros registros del cultivo en el año 2016, con una superficie de 26.65 hectáreas, incrementando a una superficie estimada de 173.51 hectáreas en el año 2020 (figura IV-31-32). Expansión que fue mapeada y sobrepuesta sobre la jurisdicción del módulo VI y en las zonas maiceras de tenencia ejidal, identificando su producción en los ejidos de: Zurumútar, Chapultepec, Puerta de Cadena y Tzintzuntzan, presentando la mayor superficie productiva dentro del área de riego del módulo VI- Lázaro Cárdenas. En los mapas se identificó que el cultivo se desarrolla en zonas de propiedad privada que produce maíz de riego y temporal.

En este marco, la expansión del cultivo y la llegada de nuevos "agricultores" a la zona de Sanabria, ha generado cambios en cuanto al uso, acceso y administración del agua y las tierras ejidales e indígenas.

En entrevista, los agricultores identificaron diez transformaciones: i) han visto bajar los niveles de los pozos que son utilizados para agua potable; ii) los canales del módulo que antes tenían agua del manantial Chapultepec llevan alrededor de cuatro años secos; iii) renta de tierras dentro de los ejidos con uso de prestanombres; iv) venta de agua del módulo VI a los

productores de fresas; v) aumento en la construcción de pozos y ollas de acumulación de riego para producción de fresa pese a los decretos de veda; vi) corrupción dentro del módulo VI, debido a que los turnos de riego (2 al año) no son respetados desde hace cuatro años, obligándolos a pasar a una producción de temporal dependiente de las lluvias; vii) déficit de lluvias y menor humedad en el suelo, por el uso de cañones antigranizo por parte de las empresas, que ha implicado la pérdida de tres cosechas de maíz; viii) eutrofización del río Chapultepec por el aumento del uso de fertilizantes; ix) abandono por parte de las autoridades estatales y municipales en cuanto al fomento del cultivo de maíz; x) omisión por parte de las autoridades en torno a las denuncias contra del uso de cañones antigranizo y la construcción de nuevos pozos por parte de los empresarios freseros.

Don José Luis, miembro del módulo VI, señaló que han tenido problemas en los accesos a caminos y canales de riego, los que han sido tapados por las empresas sin consulta alguna a los usuarios, pasando por alto la organización del módulo y del ejido “no nos dejan ser campesinos, yo no tengo problema con que siembren fresa, pero que nos dejen ser campesinos y vivir en paz”. Asimismo, mencionó la contaminación del río Chapultepec que se encuentra eutrofizado “antes había peces, víboras, garzas, tordos, urracas, torrejón, y ahora no hay nada, mataron todo con sus químicos”.

Aunado a esto, un grupo de campesinos de Huiramba, Pátzcuaro y Lagunillas, señalaron el uso de cañones antigranizo por parte de empresas freseras y aguacateras, que según su experiencia y conocimiento del ciclo del agua ha generado un déficit de lluvias que coincide con la llegada de la transnacional. De igual forma, indicaron que han tocado muchas puertas para lograr la prohibición de estas tecnologías, sin tener respuestas favorables por parte del gobierno estatal. Asimismo, los campesinos señalaron que quienes han demostrado su descontento y se pronuncian en contra de la transnacional, han recibido amenazas indirectas por parte de la empresa para acallarlos y reprimir su lucha.

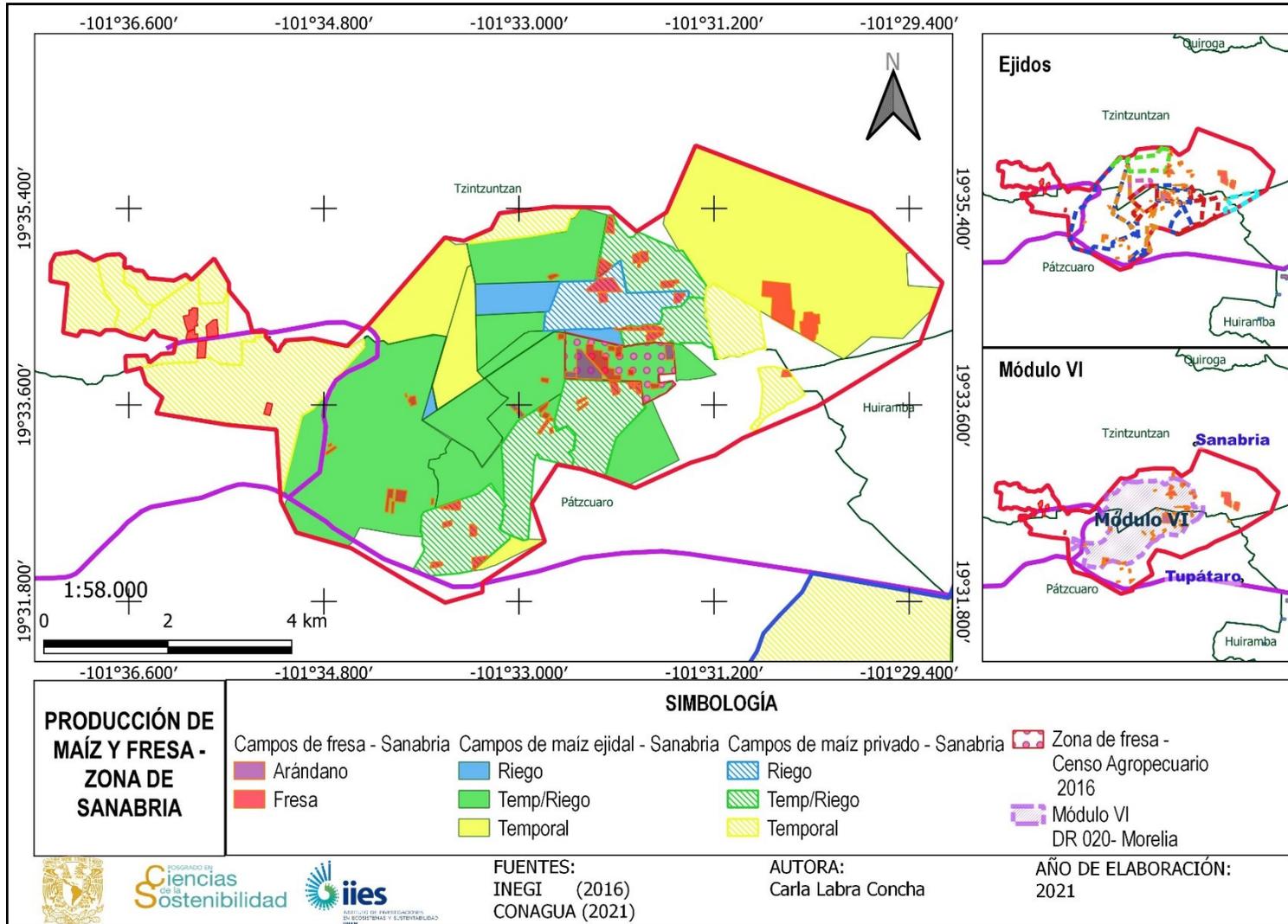


Figura IV-31. Mapa de la producción de fresa y maíz en la zona de Sanabria.

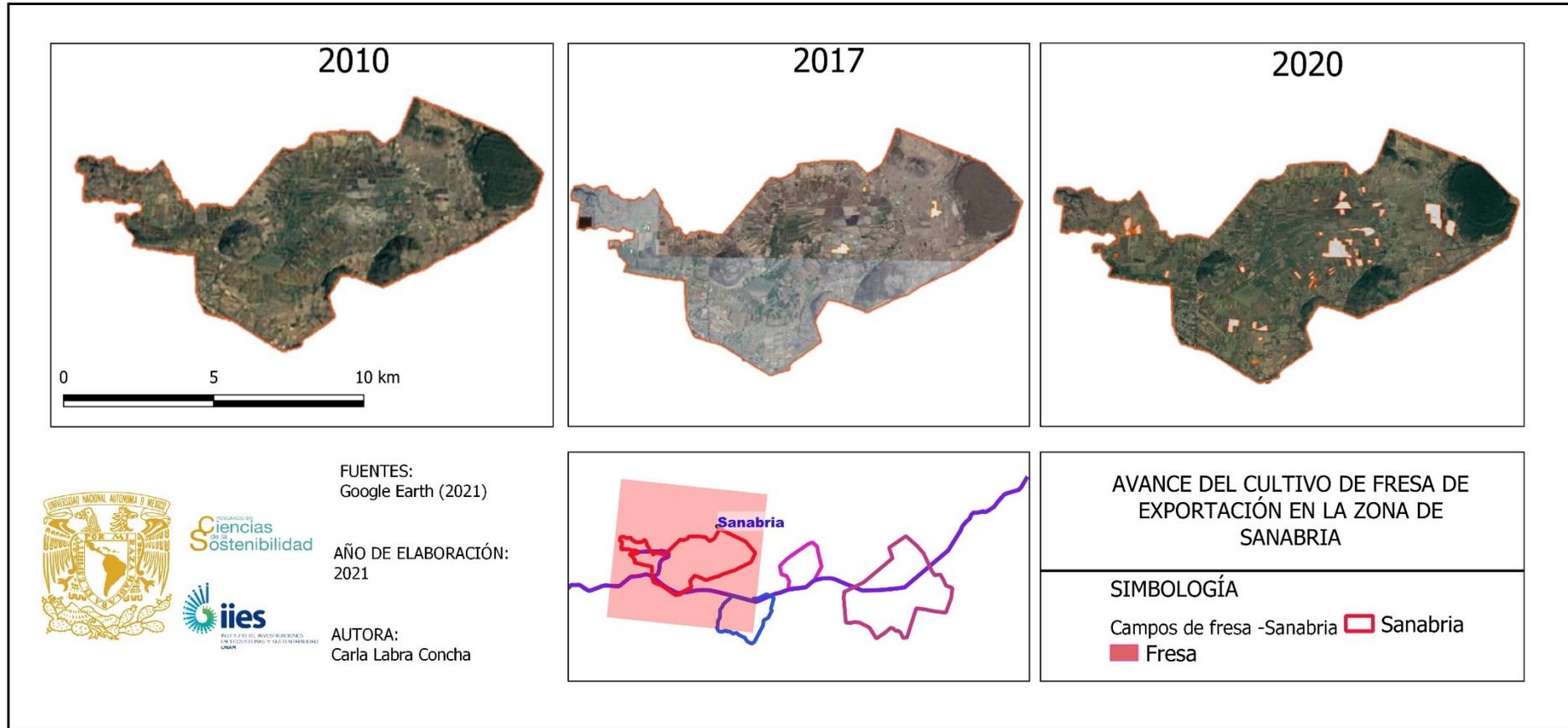


Figura IV-32. Mapa expansión de fresa en la zona de Sanabria.

Tupátaro

La zona de estudio ubicada en la localidad de Tupátaro se ubica al noreste del municipio de Pátzcuaro y al centro del municipio de Huiramba, también ha sufrido el cambio en la estrategia productiva, la cual se evidenció de forma empírica en las salidas a campo exploratorias, en las que se identificaron zonas de reconversión productiva de maíz por fresa de exportación. Éstas, al igual que en la zona de Sanabria, se encuentran cercadas con residuos plásticos del paquete tecnológico (macro túneles y cintillas de riego), y han sido habilitadas con infraestructura de vigilancia y control para el ingreso al personal, además de letreros de buenas prácticas agrícolas (figura IV-33).

Se identificaron empresas productoras de fresas: Ohana Berry Farms, Mainland Farms y Biotegro; destacando esta última como una de las empresas que posee mayor superficie de fresa en el corredor, y es un importante socio de Driscoll's. En la zona se encuentra la anterior sede de Driscoll's, en la que la corporación comenzó las pruebas del cultivo.

La expansión geográfica de la fresa comienza en el año 2015, según las cifras oficiales, y, por lo identificado en imágenes satelitales, los primeros macro túneles se registran en el año 2017 con una superficie aproximada de 9,2 hectáreas, extensión que ha aumentado a 34,11 hectáreas para el año 2020 (figura IV-36), con base en el análisis espacial del territorio esta producción de fresa se ha desarrollado en tierras de propiedad privada y ejidal, específicamente en el ejido Tupátaro, en parcelas otrora maiceras que producían en la modalidad de riego y temporal. Asimismo, se registró producción de arándanos en zonas productoras de maíz de temporal de propiedad privada (figura IV-35).

En las salidas a campo realizadas al territorio, destaca la del día 14 de julio del 2020, en la que se visitó un campo productor de fresa que tiene alianza con Driscoll's. En la ocasión se identificó que el campo posee todo el paquete tecnológico, además de contar con una olla de almacenamiento para riego de gran tamaño. Asimismo, durante la visita, el encargado del campo señaló que venía de la zona de Zamora, por lo que, se verificó la llegada de brokers zamoranos al territorio del corredor y su estrecho vínculo con la corporación.

Estos nuevos campos productores de fresa en la zona tienen una posición estratégica a orilla de carretera, como es el caso del sector San Simón Quiringuaro, en donde se emplaza la empresa Ohana Berry Farms, en las cercanías de la sede de la transnacional Driscoll's Tupátaro. En el territorio también se divisaron nuevas zonas de producción de arándanos para exportación,

cultivo que según lo señalado por personal de empresas exportadoras es rotado con fresa para continuar con la producción.

Durante las salidas a campo a las afueras de los predios productores de fresa, a orillas del camino, se encontró gran cantidad de residuos del paquete tecnológico, como son plásticos de los macro túneles, mangueras de riego y acolchado, los que aparentemente estaban arrumbados desde hace días por el contenido de polvo y degradación que presentaban. Frente a esto, queda claro que la agricultura de exportación además de utilizar una gran cantidad de recursos produce grandes volúmenes de desechos, los cuales necesitan ser reutilizados y actualmente son empleados como cercos (figura IV-40).



Figura IV-33. Fotografía de las zonas en las que se realiza reconversión de cultivo de maíz a fresa.



Figura IV-34. Fotografía de depósitos residuales del paquete tecnológico en la zona de Tupátaro.

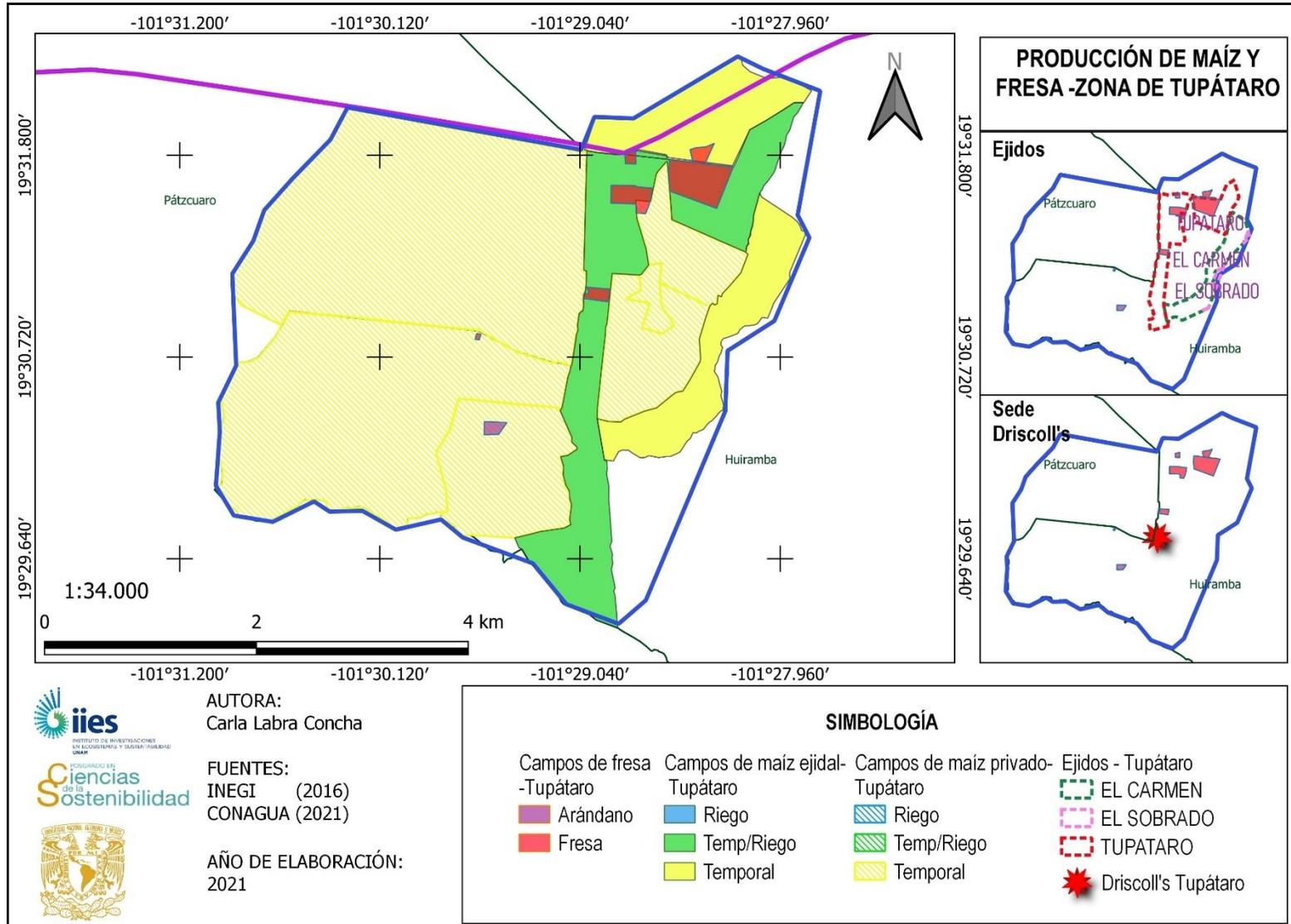


Figura IV-35. Mapa de la producción de maíz y fresa en la zona de Tupátaro.

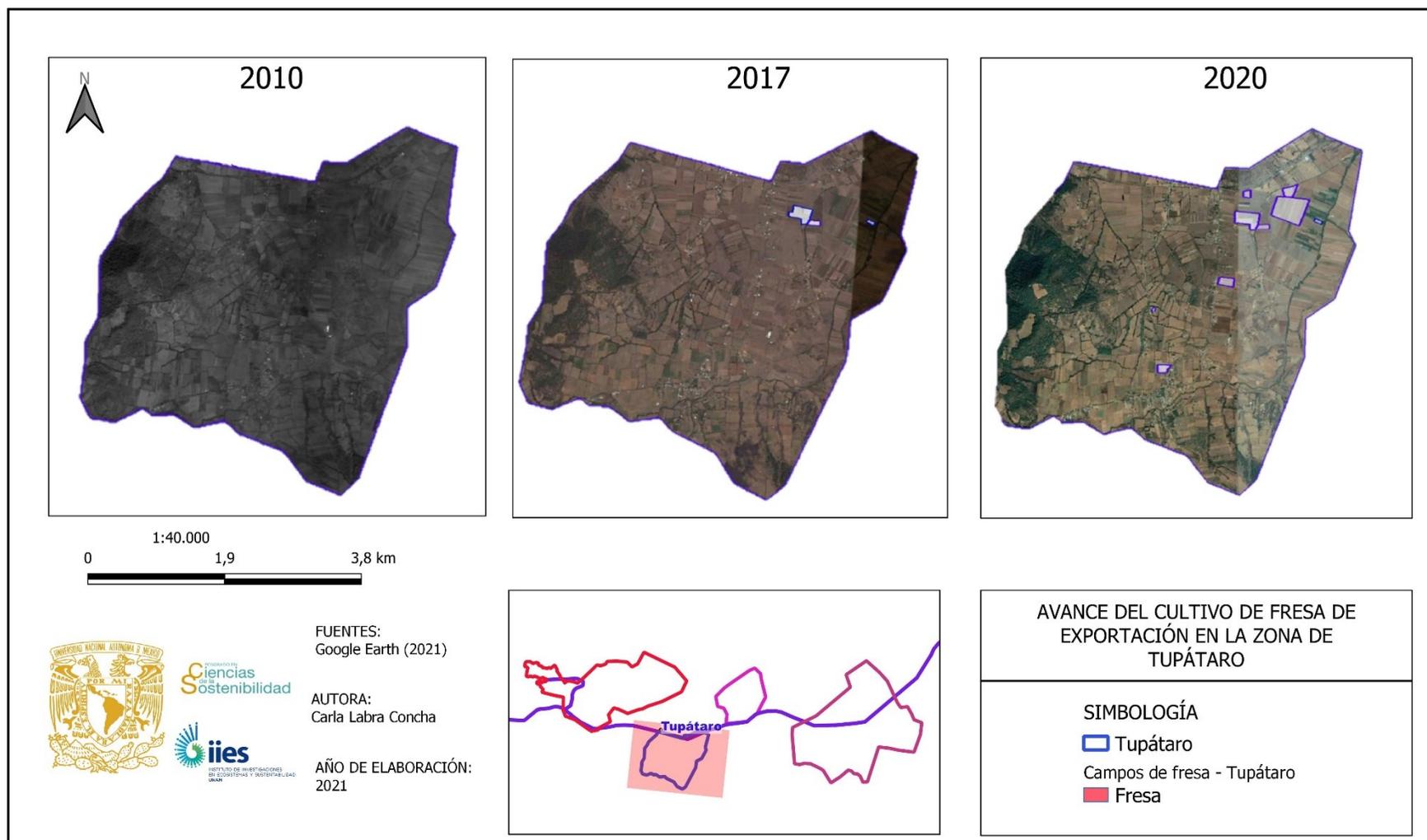


Figura IV-36. Mapa de la expansión de fresa en la zona de Tupátaro.

Lagunillas

La zona de estudio de Lagunillas se encuentra emplazada en el sector centro del municipio de Lagunillas, y una menor superficie en el sector noreste del municipio de Huiramba. La producción de fresa, según las estadísticas oficiales, inició en el año 2015 con 70 hectáreas en el municipio, superficie que aumentó a 88.61 hectáreas según el Censo agropecuario del año 2016, extensión que continuó su crecimiento según lo identificado en el análisis espacial y salidas a campo, con un registro de 96.84 hectáreas de fresa y 13.76 de arándanos al año 2020 (figura IV-40).

En el análisis espacial se identificó el cultivo de fresa en zonas de tenencia ejidal, específicamente en los ejidos: Lagunillas, Las pilas y Jesús Huiramba; en los que se cultiva mayormente maíz de temporal para autoconsumo, y se siembra en menor medida cultivos de forraje para alimentación de animales. Igualmente, se distinguió producción en zonas maiceras de temporal en propiedad privada (figura IV-39).

Las salidas a campo ayudaron a identificar empresas freseras presentes en la zona: Lagunillas berries, rancho La Tuzarela y Biotegro. Estas dos últimas fueron visitadas en el marco de una protesta efectuada en la zona, el día 14 de julio del 2021, por parte de los campesinos. En la ocasión les exigían a las autoridades estatales, entre ellas SEMARNAT, PROFEPA y CONAGUA, así como las autoridades comunales de Lagunillas y Huiramba, una nueva fiscalización - debido a que se realizó una fiscalización fallida en el año 2020 - a los pozos ilegales y cañones antigranizo utilizados por las empresas freseras, obteniendo una respuesta favorable de las autoridades.

Se realizó un recorrido por los ranchos previamente seleccionados por las autoridades en la zona. Partiendo del rancho La Tuzarela, ubicado en el ejido Las Pilas, organización a la que la empresa le renta una superficie de 17 hectáreas, como también el agua para la producción. Para la producción la empresa cuenta con la implementación de todo el paquete tecnológico, además de una olla de gran capacidad que almacena agua para riego (figura IV-37).

Asimismo, en la salida se visitó el campo de la empresa Biotegro, en el que no se especificó la tenencia de la tierra ni del agua, éste contaba con cuatro ollas de agua de gran capacidad de almacenaje, todas a su máxima capacidad. Durante la visita el encargado del campo señaló que había emigrado a EUA en busca de un mejor futuro y a su regreso comenzó su producción en la zona de Zamora, lugar desde donde migró señalando “ en Zamora ya no hay oportunidades a causa de la saturación del campo de las berries” (figura IV-38).

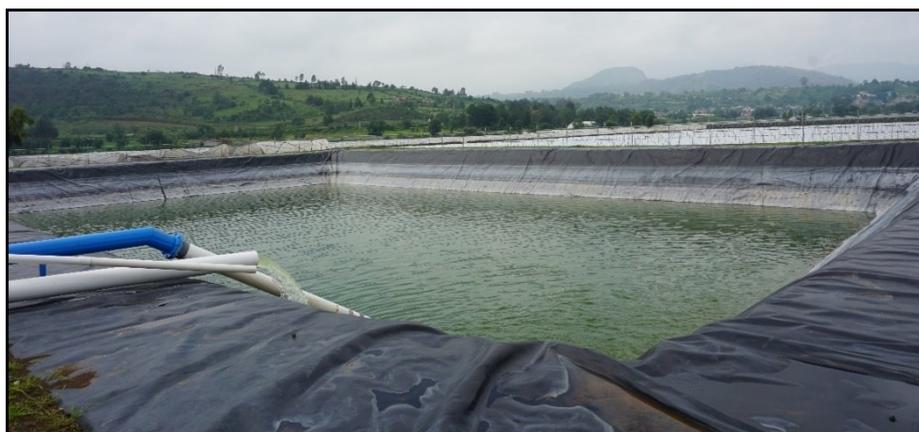


Figura IV-37. Fotografía de la olla de acumulación de agua para riego del rancho La Tuzarela en Lagunillas.



Figura IV-38. Ollas de acumulación de agua para riego en rancho de la empresa Biotegro en Lagunillas.

Luego del recorrido, y en ocasiones previas, se analizó, en conjunto con los campesinos, las afectaciones que les ha traído la expansión de la fresa en la zona, las que son muy similares a las señaladas por los agricultores de Sanabria: i) falta de lluvia por el uso de cañones antigranizo que ocasionaron la pérdida de tres cosechas consecutivas de maíz de temporal; ii) disminución en los niveles de los pozos que les abastecen de agua potable teniendo que profundizarlos para extraer el caudal necesario; iii) problemas con las empresas freseras por contratos abusivos que contienen cláusulas que permiten continuar con la producción aunque el contrato caduque; iv) abandono del estado y de las autoridades municipales para la producción maicera así como para la fiscalización de las irregularidades denunciadas.

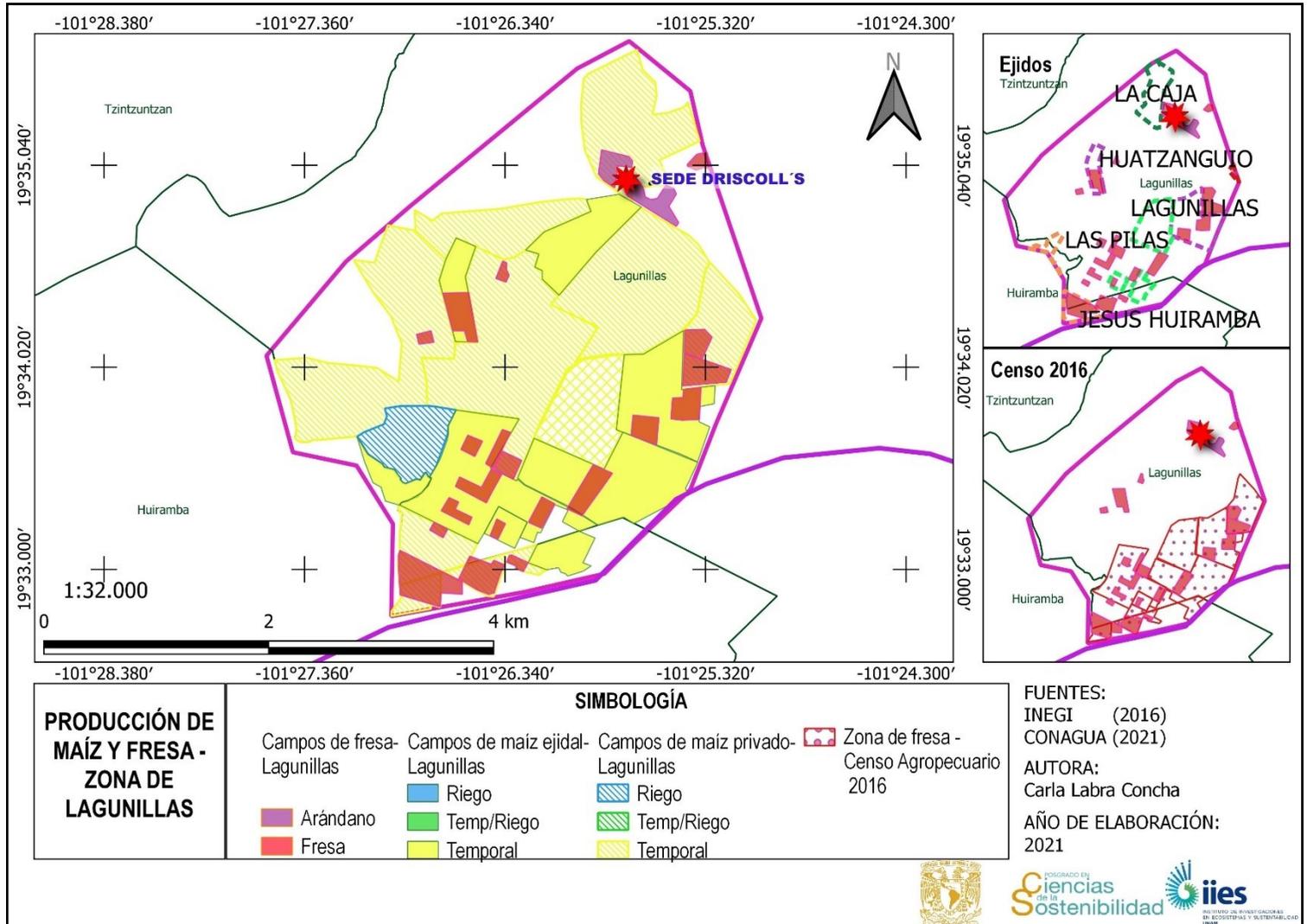


Figura IV-39. Mapa de la producción de fresa y maíz en la zona de Lagunillas.

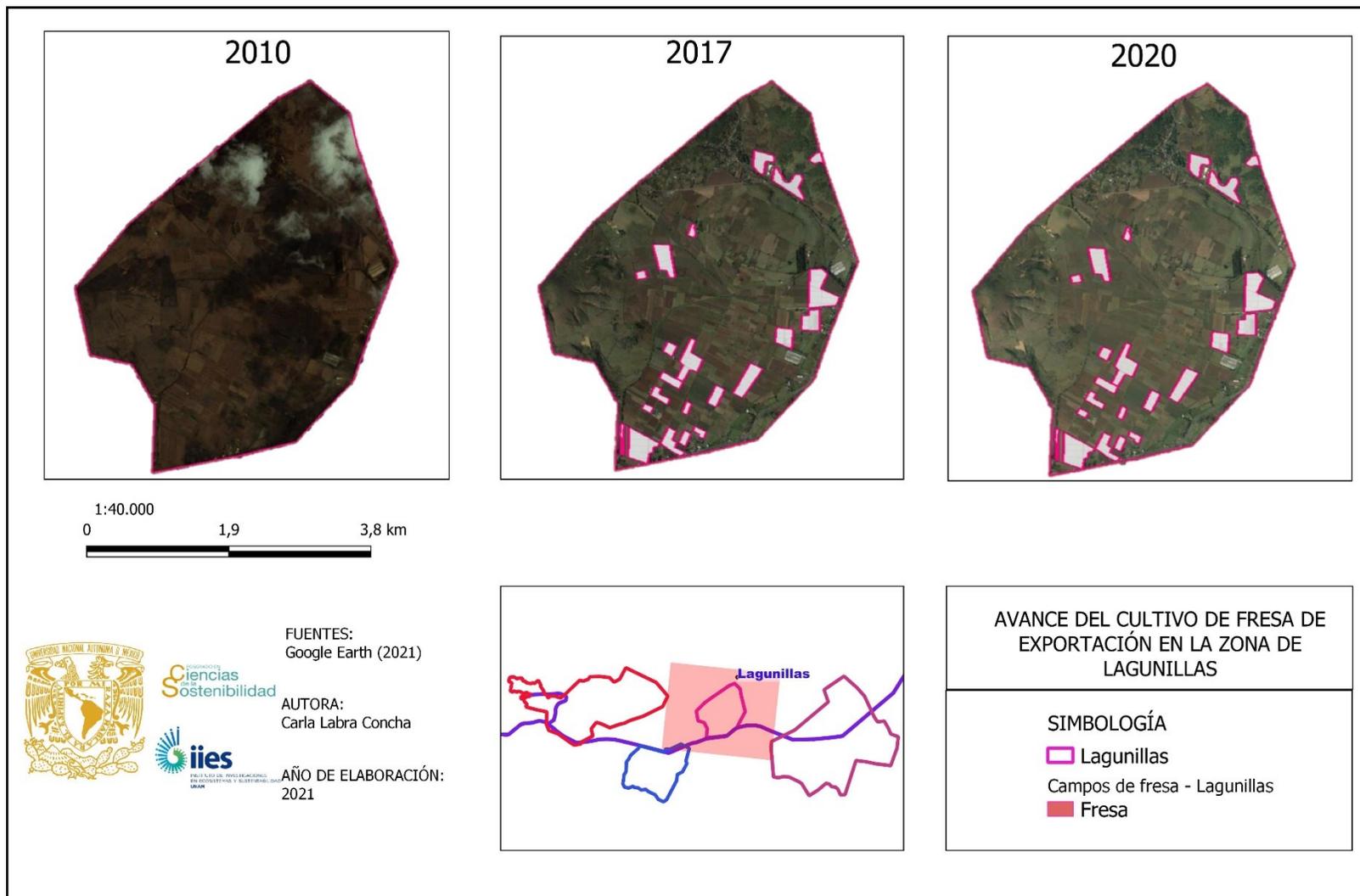


Figura IV-40. Mapa de la expansión de la fresa en la zona de Lagunillas.

Tiripetío

La zona de estudio de Tiripetío se encuentra ubicada en la parte suroeste del municipio de Morelia y en la zona centro norte del municipio de Acuitzio. La producción de fresa en el sector según las estadísticas oficiales inició en el año 2016 con una superficie de 115.65 hectáreas, extensión que se ha incrementado rápidamente llegando a un área productiva de 365.98 hectáreas al año 2020 (figura IV-46).

Esta producción se emplaza en zonas de propiedad ejidal, específicamente en las organizaciones: Jesús Huiramba, Villa de Acuitzio, San Antonio Coapa, San Carlo Coapa, El reparo y Tiripetío, en sectores de producción maicera de temporal y de riego. Asimismo, se desarrolla una superficie menor en zonas de propiedad privada en las que se produce maíz de riego y temporal (figura IV-45).

Para un mayor acercamiento se realizaron cuatro salidas de campo exploratorias a Tiripetío, en las que se constató la producción de fresa en zonas ejidales productoras de maíz. Visitas en las que se confirmó la importancia del territorio al presentar la mayor superficie cultivada de maíz y fresa.

En la zona se reconocieron empresas que instalan y venden sistemas de riego tecnificado, destacando en todo el corredor la empresa Aquafim, además de ferreterías que abastecen de insumos para producción agrícola de exportación. Se identificaron cuatro empresas productoras de fresa, a saber: Agronovina, Rancho el Pajonal, Altex y Biotegro. Destacando esta última como una de las principales empresas productoras del corredor, la cual posee su planta principal de berries en la zona de Zamora, y actualmente se encuentra establecida en diversas zonas del corredor con campos productivos de fresa en: Lagunillas, Tupátaro, Tiripetío, Umécuaro y Fontezuelas.

La llegada de la empresa Biotegro al corredor fue abordada por el ingeniero asesor en la entrevista realizada en marzo del año 2021, oportunidad en la que señaló que la compañía migró incentivada por la transnacional Driscoll's, tras el éxito que tuvo la corporación en las pruebas del cultivo realizadas en el año 2014 en la zona de Tupátaro, las que conllevaron a la integración de 600 hectáreas productivas de berries y mayormente de fresa. En este escenario, la empresa comenzó su producción con 200 hectáreas de berries, convirtiéndose en la compañía con mayor superficie del corredor agrícola.

En las salidas a campo se visitó la sede Biotegro en las tierras rentadas al ejido “Villa de Acuitzio”, organización que se dedica mayormente a la producción de maíz de riego, y en los últimos años mediante la renta de terrenos, inició el proceso de reconversión del cultivo a fresa. Para la producción la empresa Biotegro posee tres pozos (uno en construcción al momento de la entrevista) y en épocas de alta demanda renta agua al ejido. Lo que ha implicado cambios en el uso del agua a nivel ejidal y ha potenciado el desplazamiento del maíz, a causa de la invasión y despojo que ha realizado la empresa de los recursos de la organización, tales como: pozos, suelo, infraestructura, caminos, canales, tuberías, etc. Además de generar un cambio en el paisaje agrícola pasando de una agricultura de cielo abierto a un nuevo ecosistema capitalista compuesto por el paquete tecnológico (Harvey, 2004). Dejando campos ejidales maiceros acorralados con los macro túneles, los caminos y la dificultad de acceder al agua (figura IV-41).



Figura IV-41. Producción de fresa en el ejido Villa de Acuitzio, zona de Tirípetio.

Aunado a lo anterior, durante la visita a la empresa se divisaron las diferentes labores productivas como: el *riego tecnificado*, que cuenta con fertirriego para la inyección de fertilizantes vía irrigación; *control de helada con aspersión*, debido a las bajas temperaturas la empresa emplea sistemas de protección de heladas, tecnología que fue identificada sólo en zona de Tirípetio; la labor de *fumigación*, en donde los encargados de aplicar los productos contaban con diversos implementos de protección personal, dejando de manifiesto la toxicidad de los productos aplicados (figura IV-42); *la cosecha*, realizada en su mayoría por mujeres, las que trabajan en posturas incómodas y prolongadas en las que flexionan la espalda en 90° y trasladan botes de 20 litros con fruta en pasillos de 50 cm con una longitud de hasta 100 metros (figura IV-43) (Mandiola y Seefoó, 2002); *empacado*, proceso realizado por mujeres, en el que se

contabilizada y empaca la fruta en cajas que posteriormente se entregan a la transnacional (figura IV-44).

En este contexto, la zona de Tiripetío se presenta como un sector relevante en el corredor al contar la mayor empresa y superficie productiva de fresas. De este modo, el territorio permitió visibilizar un patrón a gran escala de desplazamiento de maíz por fresa de exportación en zonas de tenencia ejidal y privada.



Figura IV-42. Fotografía del proceso de fumigación en la empresa Biotegro.



Figura IV-43. Fotografía del proceso de cosecha en la empresa Biotegro.



Figura IV-44. Fotografía del proceso de empacado de fresa en la empresa Biotegro.

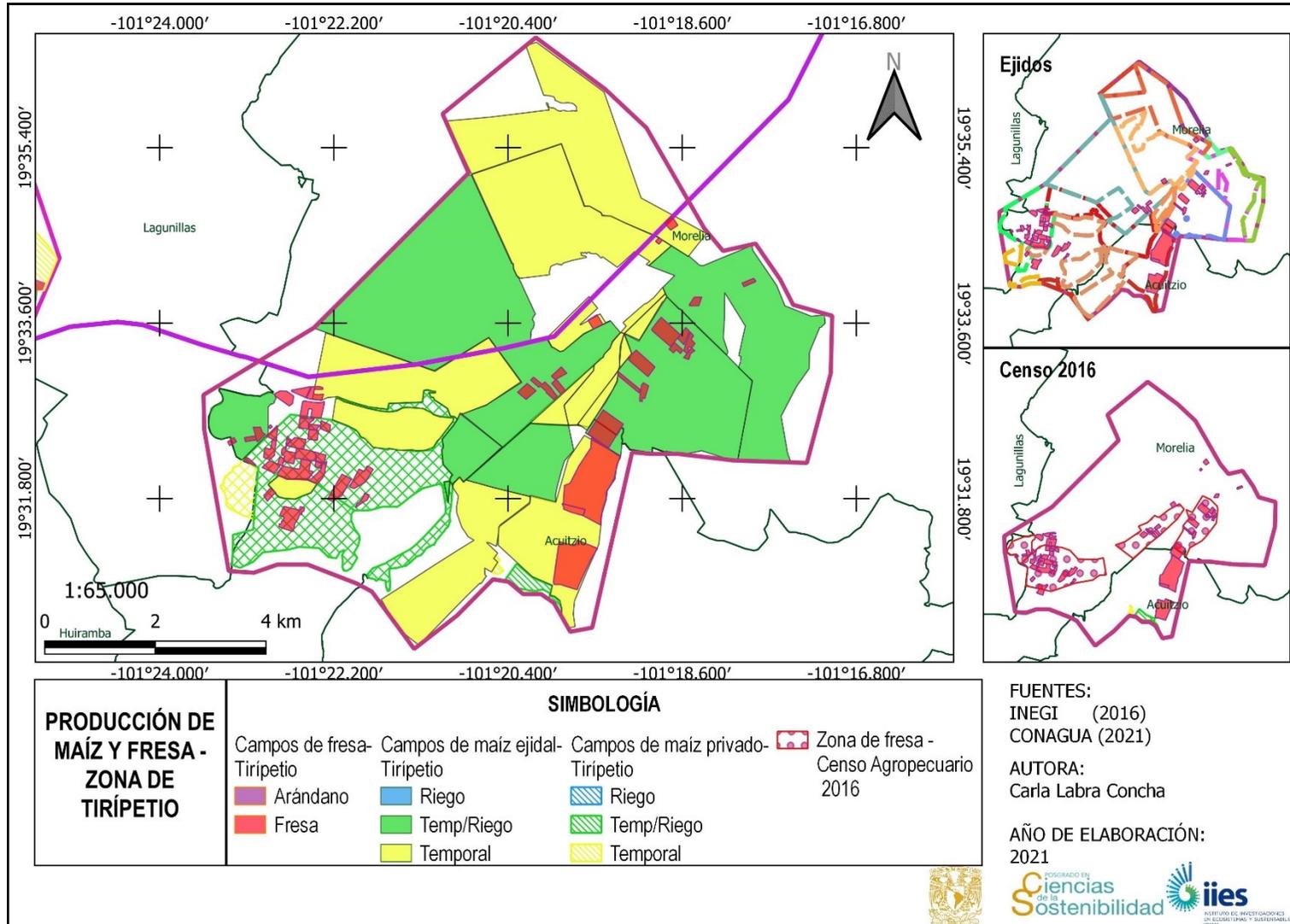


Figura IV-45. Mapa de la producción de fresa y maíz en la zona de Tiripetio.

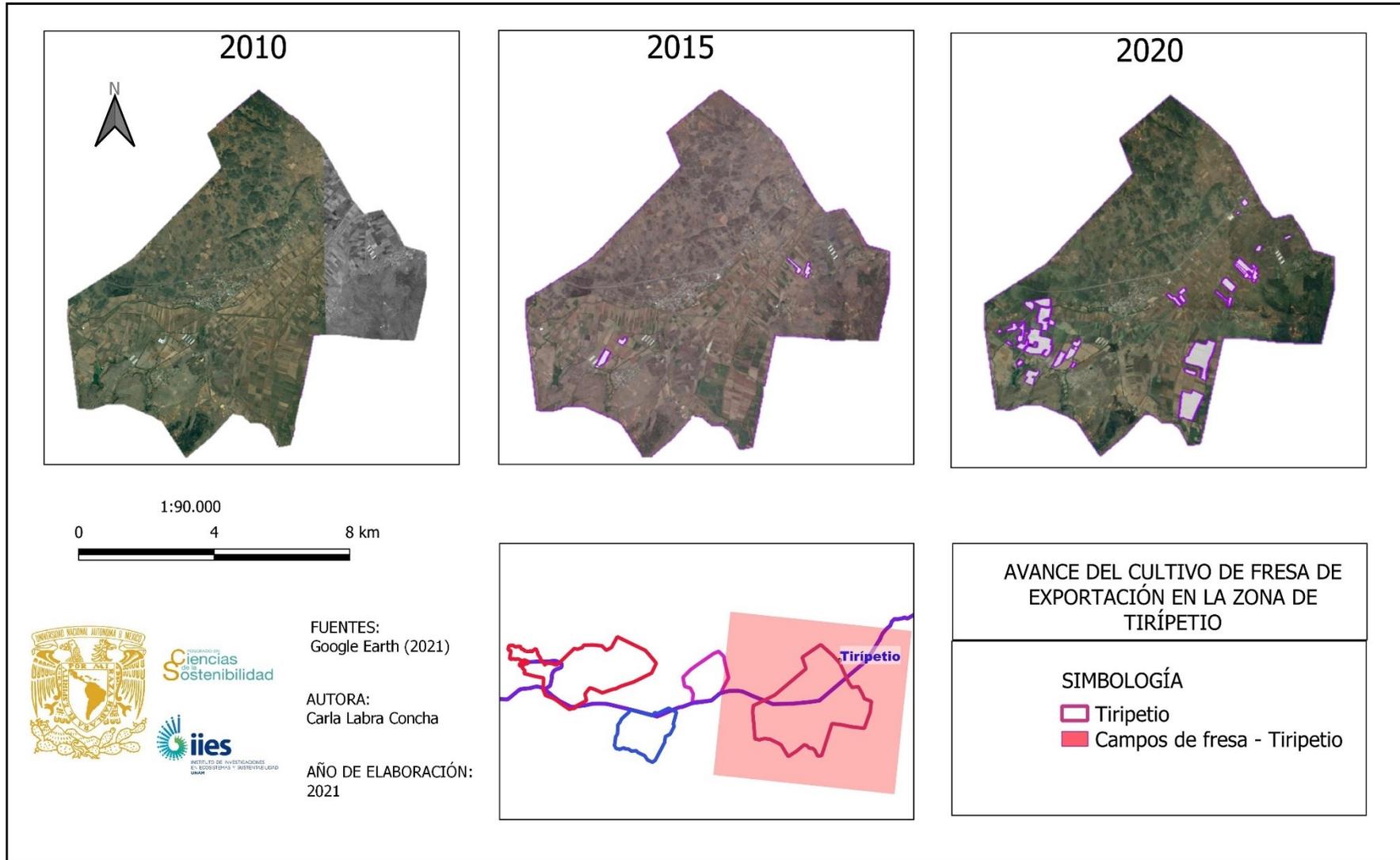


Figura IV-46. Mapa de la expansión de la producción de fresa en la zona de Tiripetio

4.10 Conclusiones capitulares

Con base en el análisis realizado en este capítulo se puede comprender el panorama del desplazamiento del maíz por el cultivo de fresa en las diferentes zonas del corredor. Proceso que se desarrolló de manera rápida con una importante expansión en un período de cinco años 2015-2020. En un contexto de reformas y liberación de mercado, que permitieron el ingreso a nuevas zonas como el corredor agrícola Morelia -Pátzcuaro a corporaciones estadounidenses, que manejan el mercado a nivel mundial.

En este marco, se desarrollaron diversos procesos en los que el estado abandonó sistemáticamente a los campesinos maiceros, a través de la reducción de fondos para el fomento de la producción, el ingreso de maíces con aranceles desgravados y el aumento de los insumos, ocasionando la migración campesina y salida masiva del campo como única opción.

Asimismo, se identificó el ingreso de las corporaciones y sus brokers a territorios campesinos de producción tradicional, que insertaron una lógica neoliberal con un paquete tecnológico que genera una alta demanda de recursos agua y suelo. De este modo, las empresas mercantilizaron los recursos, sometiéndolos a un régimen de mercado, que no respetó las organizaciones, comunidades, campesinos y sus acuerdos locales.

Las empresas accedieron a las tierras y aguas campesinas, las cuales son manejadas en el mercado del agua, vendidas y rentadas por el capital, con el apoyo de un estado invisible, que favorece a los grandes capitales, facilitando su entrada al territorio y actualmente colaborando con el acceso a los derechos de agua. Sin embargo, bajo su cara de estado visible pregonó políticas de desarrollo y progreso para el campo mexicano, en un contradictorio panorama de total abandono al campesinado maicero.

Bajo estas contradicciones se expandió el capital en tierras campesinas, desplazando el cultivo del maíz y a los campesinos, quienes se vieron obligados a abandonar el territorio. Sin embargo, quienes resisten y continúan con su identidad campesina, pese a la migración y las condiciones actuales, permitieron identificar el proceso expansivo de la fresa en el territorio. Cabe señalar, que hay procesos que no se pudieron abordar con el detalle que se requería, como el arrendamiento de tierras y su análisis espacial, debido a las limitaciones que presentó la pandemia y el escaso tiempo en que se pudo salir a campo.

V. Cambios e Impactos Socioambientales

En los capítulos precedentes, se presentaron los elementos necesarios para llegar a un diagnóstico general del cambio en la estrategia productiva y sus impactos en una región otrora maicera, y con ello dar respuesta a la pregunta central de la investigación abordando el sistema socio productivo y en el medio biofísico con eje en los recursos agua y suelo. Para esto, se estudiaron desde el enfoque de territorio hidrosocial las transformaciones en el ciclo hidrológico, los actores relevantes involucrados como la transnacional, brokers, gobierno y campesinos, y las relaciones de poder que se desarrollan en el territorio. De igual forma, se analizaron los derechos de aprovechamiento de agua otorgados y el arrendamiento de tierras campesinas anteriormente maiceras, en el período de estudio comprendido entre los años 2010-2020.

Aunado a esto, se analizan desde la mirada crítica de la ecología política los impactos socioambientales que ha conllevado la inserción del paquete tecnológico asociado a la producción de fresa en el corredor agrícola. Finalizando con la sección lucha campesina, en la que se busca visibilizar la estrecha relación que tienen las corporaciones con el gobierno, así como la existencia y resistencia en el territorio de seres que defienden la tierra, el agua, el ambiente y la vida.

5.1 Acceso a los recursos agua y suelo en el territorio hidrosocial

5.1.1 Acceso al agua

El análisis del acceso al agua se basará en el enfoque de territorio hidrosocial, en el que se consideran las correlaciones entre las transformaciones del ciclo hidrológico y las relaciones de poder social, político y económico presentes en el corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro (Swyngedouw, 2009).

Desde esta perspectiva se comprende el ciclo del agua como un proceso físico y social en el que se fusionan la naturaleza y la sociedad, desarrollándose conjuntamente prácticas agrícolas tradicionales e industriales, tecnología hidráulica, estructuras socioeconómicas y las instituciones políticas (Boelens et al., 2015); también se considera la calidad y disponibilidad de agua como base de la economía del territorio, como recurso clave para la producción agrícola campesina e indígena, así como para la producción de monocultivos de exportación que presentan una alta demanda.

Los monocultivos se presentan como otra forma de acumulación del capital corporativo, la cual ha insertado en los territorios una lógica capitalista de sobreexplotación del agua, del recurso suelo y de los habitantes, con apoyo del estado en aras del progreso nacional (Boelens et al.,

2011; Peña et al., 2015). Esto ha acarreado nuevas formas de despojo y concentración de acceso, mediante la acumulación de derechos de agua y tierras, que depende de diversos actores, y procesos que se desarrollan en el territorio hidrosocial del corredor agrícola.

Dentro de los actores relevantes se consideraron: i) *Campesinos*, pertenecientes a organizaciones ejidales e indígenas, productores de maíz de temporal, humedad y riego; ii) usuarios del *Módulo VI- Lázaro Cárdenas*, como organización clave en la gestión del agua del manantial Chapultepec; iii) *La transnacional*, los grandes empresarios o brokers de la zona de Zamora, pequeños agricultores de comunidad, que producen monocultivo de fresa de exportación con uso del paquete tecnológico; iv) *Gobierno federal y estatal*, como facilitador y promotor de la producción de cultivos de exportación con alta tecnificación como la fresa y el abandono de cultivos tradicionales como el maíz.

En el territorio se identificaron procesos claves para el despojo de agua y concentración de accesos: 1) *destitución de la red hidrosocial a los campesinos*, comunidades indígenas y ejidos del corredor, producto de la baja de los niveles en los acuíferos y la falta de recursos para profundizar pozos; 2) *acceso de los capitales a las aguas nacionales*, a través de la facilitación del Estado, mediante la creación de mecanismos legales y no legales, que permiten la imposición de proyectos que respaldan la acumulación del capital a nivel global (Ávila, 2015); 3) *despojo del agua a los campesinos perteneciente al módulo de riego*, producto del acceso de brokers a esta organización administradora del agua, desarticulando su organización mediante la corrupción de sus autoridades y el consiguiente acaparamiento del agua para el monocultivo; 4) *acumulación de derechos de agua*, por parte de los brokers, a través de prestanombres, específicamente de las fuentes de alta calidad en la zona como: pozos, que operan a gran profundidad y a un alto costo, y manantiales, pertenecientes a organizaciones locales, en los que han ejercido el control del recurso y despojo de éste a los campesinos; 5) *construcción de nuevos pozos*, legales e ilegales, por parte de brokers que usan los derechos de agua asignados por la CONAGUA a agricultores, ejidatarios y prestanombres; 6) *acumulación de tierras por parte de brokers*, a través de la renta de parcelas campesinas otrora maiceras, producto de la salida del campo de sus propietarios.

Procesos que se desarrollan en un contexto previo de abandono sistemático a los campesinos maiceros, por parte del estado, en el que se les excluyó del mercado al ser apropiado por las corporaciones estadounidenses (ver sección 4.2); en el marco de liberalización del recurso hídrico, que permitió el acceso de transnacionales y brokers al mercado del agua para producción de cultivos de alto valor como la fresa.

Al insertarse el monocultivo en zonas de producción ejidal y campesina, producto de la salida de los agricultores de sus tierras, se accede a concesiones de agua, otorgadas a ejidatarios y agricultores maiceros, facilitando las cosas al capital al tener acceso a la infraestructura local y ejidal como: pozos, canales de conducción, tuberías, tendido eléctrico, caminos, puentes y servidumbres.

Las empresas ingresan a organizaciones presentes en el corredor como el módulo de riego, institución clave en la administración del recurso en la zona, con la finalidad de acumular derechos de agua para aumentar su producción y expandir el cultivo a nuevas zonas. Acción que se lleva a cabo mediante mecanismos de corrupción, que les permiten acaparar el agua y despojar a los campesinos maiceros de sus derechos asignados. En los campos que no presentan infraestructura hidráulica, las empresas tienen la libertad y apoyo del Estado, a través de sus instituciones, para construir nuevos pozos de profundidades superiores a los existentes en las localidades, ya que cuentan con la tecnología y recursos necesarios (Hoogesteger y Wester, 2018; Peña et al., 2015).

Estos pozos operan con escasa o nula fiscalización - a pesar de que CONAGUA tiene un funcionario encargado de fiscalizar en Michoacán -, permitiéndoles la extracción de grandes volúmenes de agua que son almacenados en ollas para abastecer la alta demanda de la fresa. Acarreando nuevas formas de despojo y concentración de agua que se pueden clasificar en: *abiertas*, bajo la acumulación de derechos de agua otorgados a agricultores; y *difusas*, a través de la extracción ilegal de agua mediante la construcción de pozos más profundos y el uso de bombas más potentes (Hoogesteger y Wester, 2018).

En este contexto, en el corredor agrícola se ha desarrollado una poderosa red conformada por la transnacional, los brokers asociados a esta, prestanombres y el Estado, en la que se ejercen poderes políticos y económicos para llevar a cabo los proyectos de “desarrollo agrícola”, bajo un discurso de eficiencia en el uso del recurso hídrico y de progreso nacional, gracias al uso de nuevas tecnologías, haciendo ver la realidad campesina como atrasada y opuesta a este desarrollo (Yacoub, 2015).

Circunstancia que es bien conocida por los campesinos, quienes han visto la expansión de la fresa en sus territorios y con ella la construcción de pozos más profundos y ollas de mayor capacidad, pese a la restricción de veda de los acuíferos y a las denuncias -sin respuesta- que han realizado. Para un mayor entendimiento de este proceso se hace necesario analizar los derechos de agua otorgados en el período de estudio, y el aumento de la demanda de agua

producto de la expansión del monocultivo, los que permitirán desenredar el mercado del agua y la mercantilización del recurso.

5.1.2 Análisis de los Derechos de agua otorgados y el aumento en la demanda - período 2010-2021

Las reformas a la Ley de Aguas Nacionales del año 1992 fueron claves para liberalizar el recurso hídrico; con la creación de bancos de agua basados en criterios económicos y la acumulación de ésta, por parte de los grandes capitales (Ávila, 2015). Lo que ha introducido el recurso hídrico a mercados de agua que operan bajo una lógica economicista, en la que la naturaleza es considerada como materia prima para la producción, la cual es dividida y repartida por el sistema capitalista en forma de derechos de propiedad, que son garantizados por el Estado; como señala Harvey (2014:245) “la naturaleza es una enorme gasolinera y los valores de uso naturales son monetarizados, capitalizados, comercializados e intercambiados como mercancías”.

Por consiguiente, el recurso hídrico es mercantilizado y explotado, pese al déficit físico y administrativo en el que se encuentra, produciendo una contradicción entre el capital y la naturaleza en la que el sistema tiende a autodestruir sus condiciones de producción y los ecosistemas naturales de los cuales se abastece. Debido a que los ciclos de la naturaleza y del agua son diferentes a los del capital (Composto y Navarro, 2014).

El aprovechamiento de la naturaleza, y en especial del agua, al modo capitalista supone su desaparición, en palabras de Ceceña (2016), “la diversidad es violentada de acuerdo con criterios de rentabilidad, donde la naturaleza es reducida al carácter de objeto”. De este modo, las corporaciones operan en el territorio hidrosocial con el apoyo del estado, dejando enormes pasivos sociales y ambientales en los territorios, con la finalidad de asegurar su producción y el consumo sostenido de las economías centrales. En consecuencia, el capital debe invertir en producción y en una huida constante hacia nuevos territorios donde puede despojar de los bienes naturales a las poblaciones locales (Composto & Navarro, 2014).

Sobre este entendido, las empresas acceden con facilidad al recurso hídrico, situación que se puede comprender al analizar los derechos de agua otorgados en el territorio del corredor agrícola registrados en el REPDA de CONAGUA (2021).

Para tener un panorama general del período comprendido entre los años 2010-2021, se revisaron las estadísticas de los municipios del corredor sobre los derechos de agua otorgados

para diversos usos: agrícola, agroindustrial, pecuario, industrial, público urbano, doméstico y servicios (figura V-1).

Entre 2010 y 2015, previo a la llegada del monocultivo al territorio, la CONAGUA registró concesiones para extracción de aguas nacionales (superficiales y subterráneas) para todo uso, por un volumen de 17,316,311.73 m³/año, en un total de 251 derechos, de los cuales 70% son subterráneos y 30% superficiales. Éstos se distribuyen a nivel municipal, de manera porcentual, de la siguiente forma: Acuitzio 5.5%; Huiramba 0.2%; Lagunillas 8.1%; Morelia 80.7%; Pátzcuaro 5.4% y; Tzintzuntzan 0.2% (CONAGUA, 2021).

Entre 2016 y 2021, período de establecimiento de la fresa en el corredor, la institución otorgó un volumen total para todo uso de 13,957,211.41 m³/año, con un total de 213 nuevos derechos, de los cuales 39% son superficiales y 61% subterráneos. Con la siguiente distribución porcentual por municipio: Acuitzio 4.3%; Huiramba 2.7%; Lagunillas 0.3%; Morelia 78.7%; Pátzcuaro 11.5%; y Tzintzuntzan 2.5% (*op. cit.*).

El otorgamiento de derechos de agua no respeta decretos de veda, ni déficit de disponibilidad hídrica de las fuentes superficiales y de los acuíferos Morelia-Queréndaro y Lagunillas-Pátzcuaro (ver sección 3.4). Por ello, para comprender el uso del agua en el sector agrícola en los municipios del corredor, se consideraron dos períodos claves: el primero 2010-2015, época en que el corredor mantenía su línea productiva con el maíz de riego, y el segundo en el período 2016-2021, etapa en que inicia el cultivo de fresa en los municipios del corredor agrícola Morelia-Pátzcuaro. Cabe señalar, que para el análisis se consideraron los derechos subterráneos de uso agrícola como nuevos pozos.

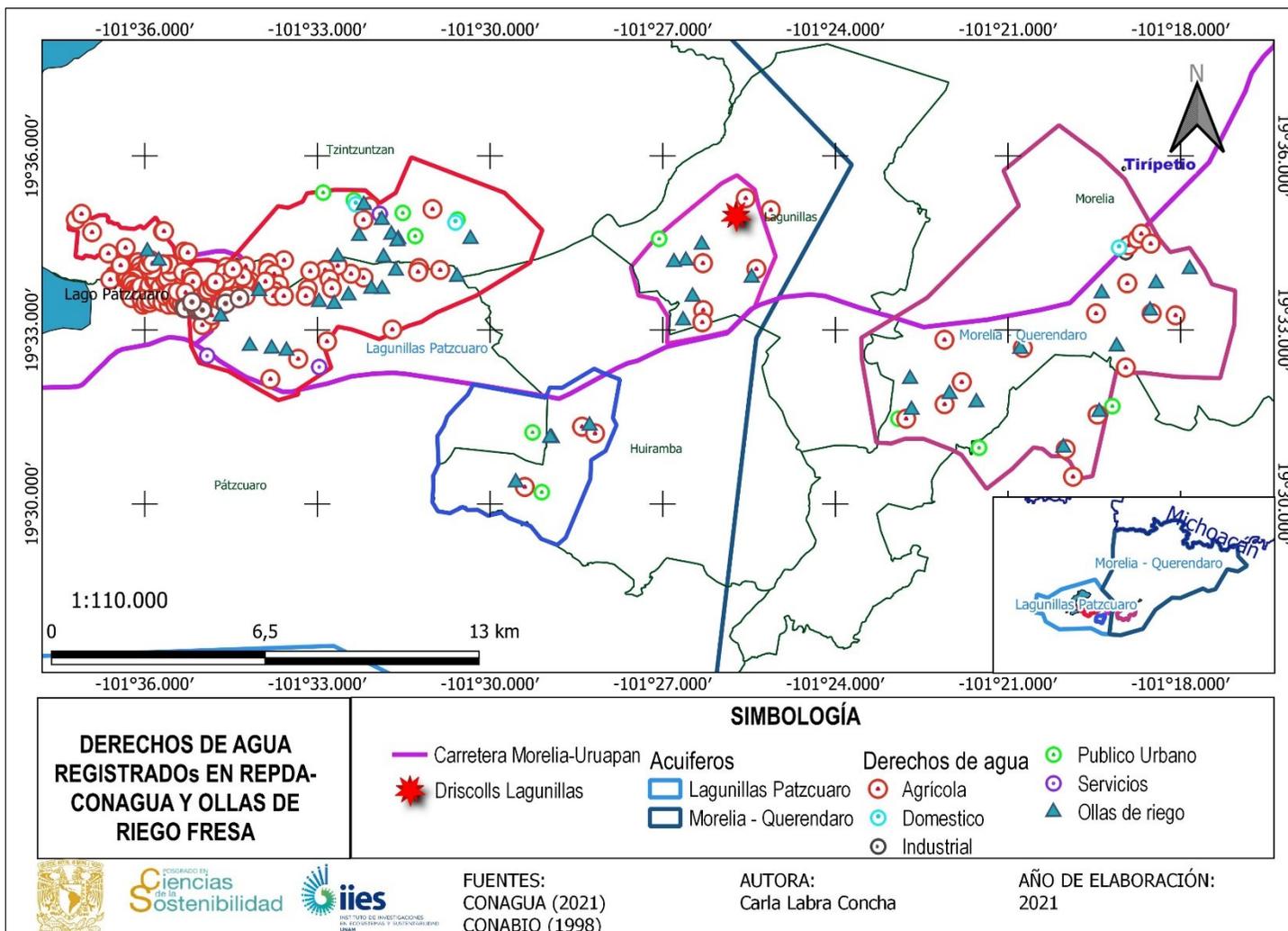


Figura V-1. Mapa de los derechos de agua registrados en REPDA y ollas de riego presentes en el corredor agrícola.

Derechos de agua: uso agrícola

Del volumen total de extracción de aguas nacionales otorgados en los periodos 2010-2015 y 2016-2021 el 14% y 49% son para uso agrícola respectivamente. En el periodo 2010-2015 la CONAGUA otorgó derechos de uso agrícola por un volumen de extracción de aguas nacionales de 2,472,972.00 m³/año, de los cuales 1% fue de aguas superficiales y 99% aguas subterráneas, con un registro total de 251 derechos (tabla V-1-2). De estos derechos superficiales otorgados, el 100% se entregó en el municipio de Pátzcuaro, por un volumen de 22,809 m³/año. Asimismo, se concesionó un volumen de aguas subterráneas de 2,450,163.00 m³/año, cuya distribución fue: Acuitzio 30%; Huiramba 0.5%; Lagunillas 35%; Morelia 11%; Pátzcuaro 9%; Tzintzuntzan 1%.

En el periodo 2016-2021 CONAGUA otorgó un volumen de aguas nacionales para uso agrícola de 6,819,306.63 m³/año, de los cuales 74% fue de aguas superficiales y 26% aguas subterráneas, con un registro total de 137 nuevos derechos. El volumen otorgado de aguas superficiales fue de 5,017,391.03 m³/año, el cual se distribuyó a de la siguiente manera: Acuitzio 5.8%; Huiramba 0.4%; Morelia 93.8%. Igualmente, se otorgaron derechos de aguas subterráneas por un volumen de 1,801,915.6 m³/año, los que se distribuyeron a nivel municipal, a saber: Acuitzio 34.9%; Huiramba 0.6%; Lagunillas 40.6%; Morelia 12.6%; Pátzcuaro 10.5%; Tzintzuntzan 0.9% (figuras V-4-7) (CONAGUA, 2021).

Aunado a estos registros en el corredor se identificaron ollas de acumulación de agua para riego, las que se distinguieron mediante imágenes satelitales y en salidas a campo al territorio. Concretando un registro de 45 ollas, que a nivel municipal se distribuyen: Acuitzio (2); Huiramba (4); Lagunillas (6); Morelia (10); Pátzcuaro (13); Tzintzuntzan (10).

Tabla V-1. Derechos de uso agrícola registrados en REPDA- CONAGUA.

DERECHOS DE USO AGRÍCOLA REPDA						
Período	Municipio	Volumen de extracción de aguas nacionales (m ³ /año)	Volumen de aguas superficiales (m ³ /año)	Volumen de aguas subterráneas (m ³ /año)	Volumen de descarga (m ³ /día):	Superficie (m ²)
2010-2015	Acuitzio	854,660	0	854,660	0	220.50
	Huiramba	14,000	0	14,000	0	0
	Lagunillas	993,888	0	993,888	0	0
	Morelia	309,515	0	309,515	60	14,444.49
	Pátzcuaro	279,309.00	22,809	256,500	0	843,589.16
	Tzintzuntzan	21,600	0	21,600	0	58,015
	Total		2,472,972	22,809	2,450,163	60

2016-2021	Acuitzio	606,122.23	290,830.23	315,292.00	0	0
	Huiramba	119,026.8	17,884.8	101,142	0	0
	Lagunillas	20,000	0	20,000	0	0
	Morelia	5,395,580	4,708,676	686,904	60.9	5,112.01
	Pátzcuaro	386,060.80	0,00	386,060.80	0	199,230.49
	Tzintzuntzan	292,516.8	0	292,516.8	0	48,733.98
	Total	6,819,307	5,017,391	1,801,916	60.9	253,076

Fuente: Elaboración propia basado en REPDA - CONAGUA (2021)

Tabla V-2. Nuevos derechos de aguas otorgados en el corredor agrícola.

N.º de derechos	2010-2015		2016-2021		2010-2021	
	Superficiales	Subterráneos	Superficiales	Subterráneos	Superficiales	Subterráneos
Acuitzio	1	10	6	6	7	17
Huiramba	2	0	5	3	7	3
Lagunillas	5	0	2	0	7	0
Morelia	60	32	52	62	112	94
Pátzcuaro	10	101	19	35	29	136
Tzintzuntzan	3	27	5	18	8	45
Total	81	170	89	124	170	295

Fuente: Elaboración propia basado en REPDA - CONAGUA (2021)

Producción y aumento en la demanda de agua

La producción de fresa en el corredor ha ido en aumento desde el año 2015, elevando la demanda del recurso hídrico. Para el análisis de este proceso se consideraron las gráficas de producción de maíz y fresa, y los derechos concesionados en el corredor (figuras V-2-3); basándonos en ellas, podemos comprender la relación entre el inicio de la producción de fresa en el corredor en el año 2016 y el aumento de los derechos subterráneos otorgados para uso agrícola en el mismo período, con un total de 21 pozos⁵ (tabla V-4).

En la gráfica se muestra en el año 2018, un aumento de la producción de fresa, en el corredor, y en 2015, se observa un incremento en el volumen de aguas nacionales subterráneas, otorgadas para uso agrícola, con un total de 41 nuevos pozos. Esto se puede entender si consideramos que la demanda de las fresas es, en promedio, un 600% mayor que la de maíz de riego, por lo tanto, el alza en los volúmenes se relaciona directamente con el aumento en la demanda (Flores et al., 2017).

Dentro de los nuevos registros de la CONAGUA (2021), tres pertenecen a ejidos en los que hay presencia de monocultivo de fresas: 1) *Ejido Fontezuelas*, municipio de Lagunillas, en

⁵ El número de pozos fue inferido a partir de los nuevos derechos subterráneos otorgados por CONAGUA en el corredor agrícola.

2012 se otorgó un total de 384,000 m³/año de aguas subterráneas; 2) *Ejido Huiramba*, municipio de Huiramba, en 2016 se otorgaron 205,000 m³/año de aguas subterráneas; 3) *Ejido Santiago de Undameo*, municipio de Morelia en 2018, se otorgaron 4,594,176 m³/año de aguas superficiales. De igual forma, se identificaron derechos otorgados a empresas productoras de berries: Driscoll's, Biotegro- Biotecnología en Agroalimentos S.P.R. DE R.L. DE C.V y Berries Chapultepec, por un volumen total de aguas subterráneas de 814,000 m³/año (tabla V-3). El resto de los derechos fueron otorgados a personas naturales, los que no pueden ser vinculados con las empresas, por ello, los agricultores de la zona les denominan prestanombres que colaboran de manera discreta.

Por lo expuesto, se puede comprender la acumulación de derechos otorgados por CONAGUA a las empresas productoras de berries, con un volumen identificable de 664,000 m³/año, destacando la empresa Biotegro con el 70% del volumen concesionado, para regar una superficie aproximada de 200 hectáreas. Situación que se contradice con la experiencia entre los campesinos y la institución gubernamental, los primeros señalaron que el pozo de agua potable de la comunidad, ubicado en el municipio de Pátzcuaro y construido en 1962, al quedar sin agua, solicitaron a CONAGUA permiso para profundizarlo, solicitud que fue pospuesta, pese a la gravedad del asunto, hasta el año 2018 cuando fue aceptada

Aunado a esto, los campesinos han denunciado, en diversas ocasiones, ante la CONAGUA, las autoridades municipales y estatales la construcción de pozos irregulares, por parte de las empresas productoras de fresa, logrando dos fiscalizaciones de las que a la fecha no se tiene una respuesta concreta. También se ha informado a las autoridades las irregularidades del módulo y el despojo de agua a los campesinos, teniendo como respuesta que no está dentro de las facultades de la institución intervenir (ver apartado 5.3).

El acceso al recurso hídrico, por parte de los grandes capitales, está ligado con la tierra, debido a su vinculación con la tenencia y uso. En este sentido, Peña et al. (2015:39), señalan “las inversiones que realizan los agro empresarios para acceder a mayor cantidad de agua no necesariamente están vinculadas con el riego, sino también a la compra de tierra, a la capacidad de habilitar tierras por poseer maquinaria propia”. En este marco, los capitales acceden a los recursos suelo y agua en territorios de agricultura tradicional como el corredor agrícola.

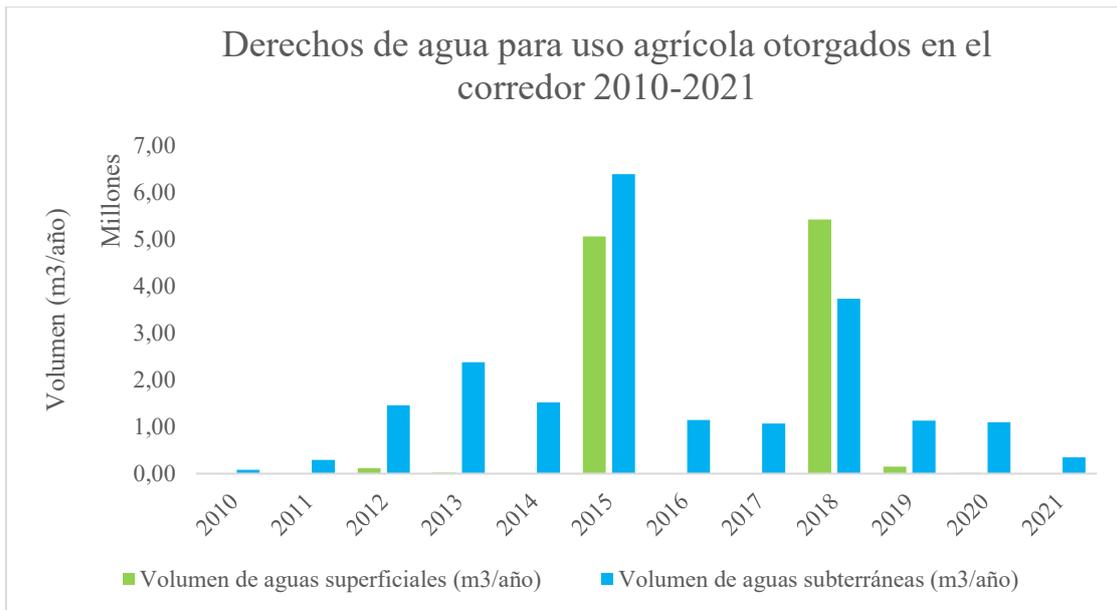


Figura V-2. Gráfica de los derechos de agua otorgados para uso agrícola en el corredor en el período 2010-2021.

Fuente: REPDA- CONAGUA (2021)

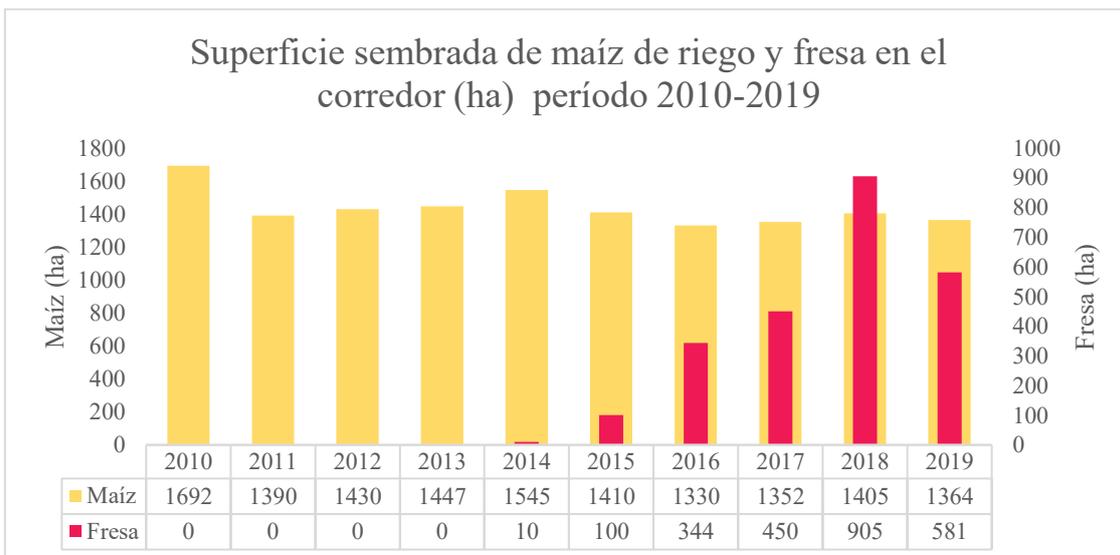


Figura V-3. Gráfica de la superficie sembrada de maíz de riego y fresa en el corredor en el período 2010-2019.

Fuente: SIACON (2021)

Tabla V-3. Derechos de agua otorgados a empresas productoras de berries en el corredor en el período 2010-2021.

Año	Empresa	Municipio	Uso	Título	Volumen de aguas subterráneas (m ³ /año)
2015	Biotegro	Lagunillas	Agrícola	08MCH155163 /12AMDL15	164,000
2016	Berries Chapultepec	Tzintzuntzan	Agrícola	08MCH155628 /12AMDL18	180,000
2018	Driscoll's	Lagunillas	Agrícola	08MCH159627 /12AMDL17	20,000
	Biotegro	Morelia	Agrícola	MCH156031	150,000
	Biotegro	Acuitzio	Agrícola	MCH156031	150,000
Total					664,000

Fuente: REPDA- CONAGUA (2021).

Tabla V-4. Nuevos pozos para uso agrícola en el corredor Morelia-Pátzcuaro.

Municipio /año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total Mun.
Acuitzio		4	3	2	1		1	2	3			1	17
Huiramba								2	1		3		6
Lagunillas			2	1	1	1	1	1	1				8
Morelia	5	1	10	7	5	4	16	17	31		2	2	100
Pátzcuaro	29	14	30	13	7	8	13	11	4	1	4	2	136
Tzintzuntzan		8	10	1		8	14	3	1				45
Total año	34	27	55	24	14	21	45	36	41	1	9	5	312

Fuente: Elaboración propia basado en REPDA- CONAGUA (2021).

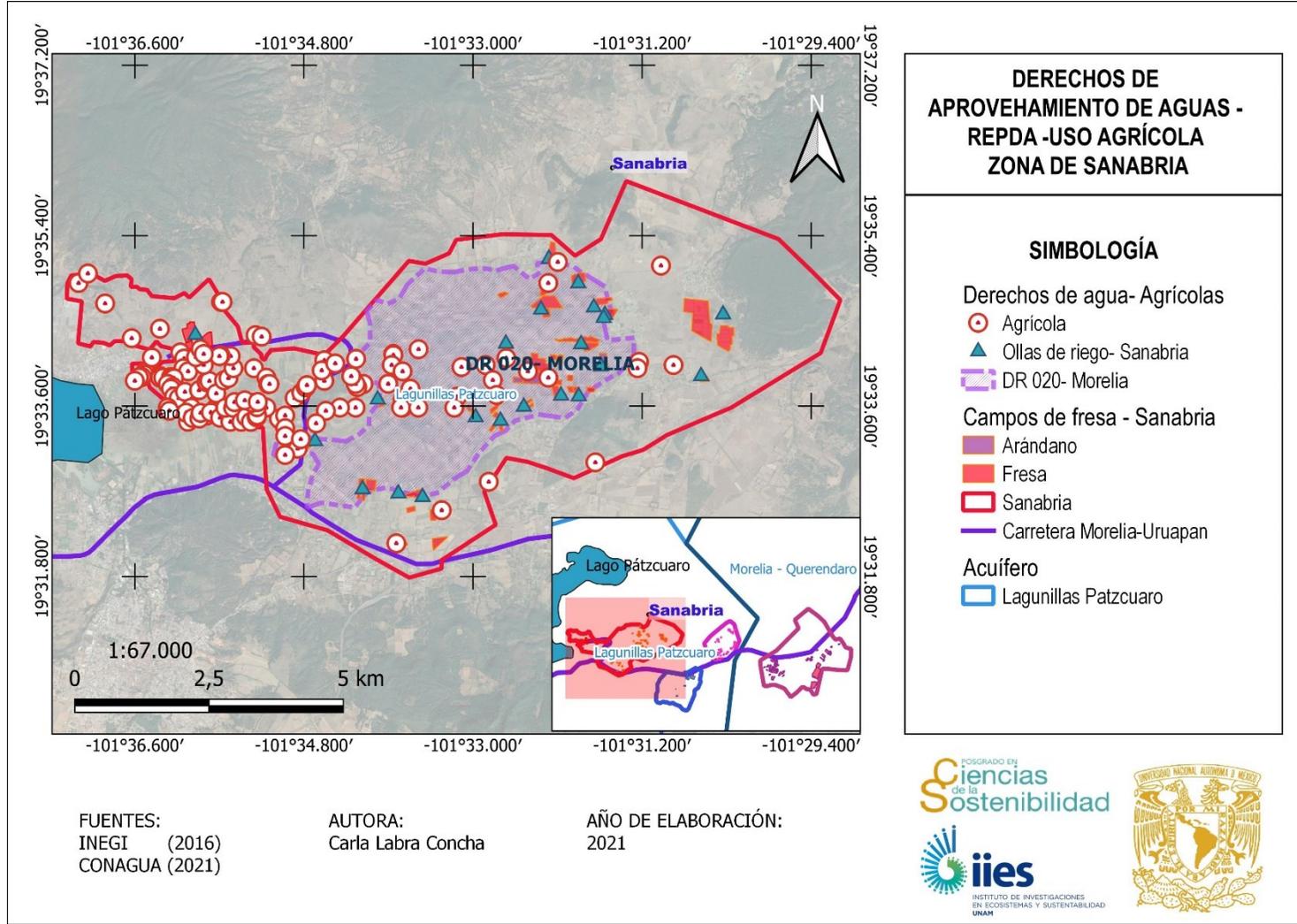


Figura V-4. Mapa de los derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas de acumulación presentes en la zona de Sanabria.

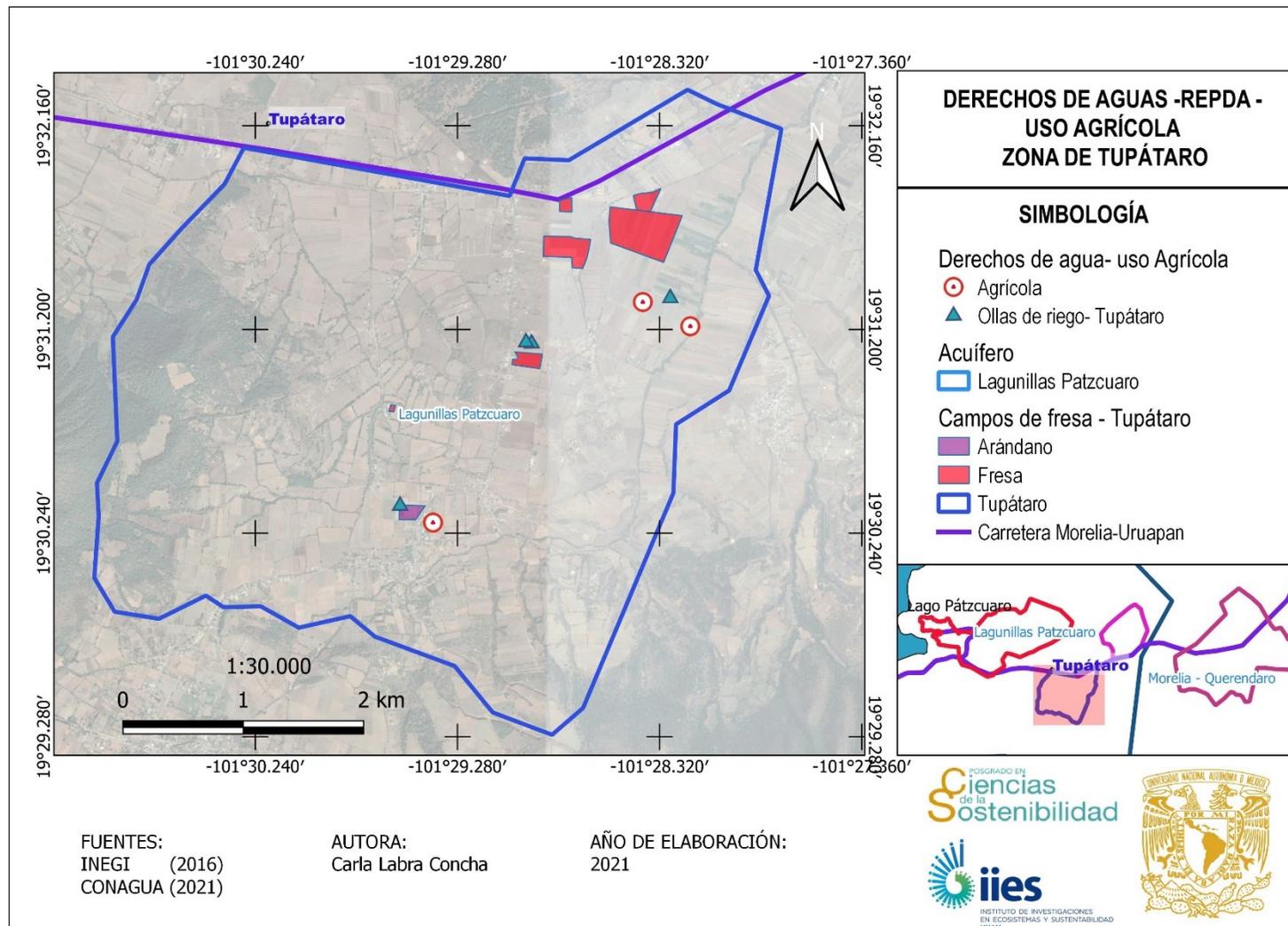


Figura V-5. Mapa de los derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas de acumulación presentes en la zona de Tupátaro.

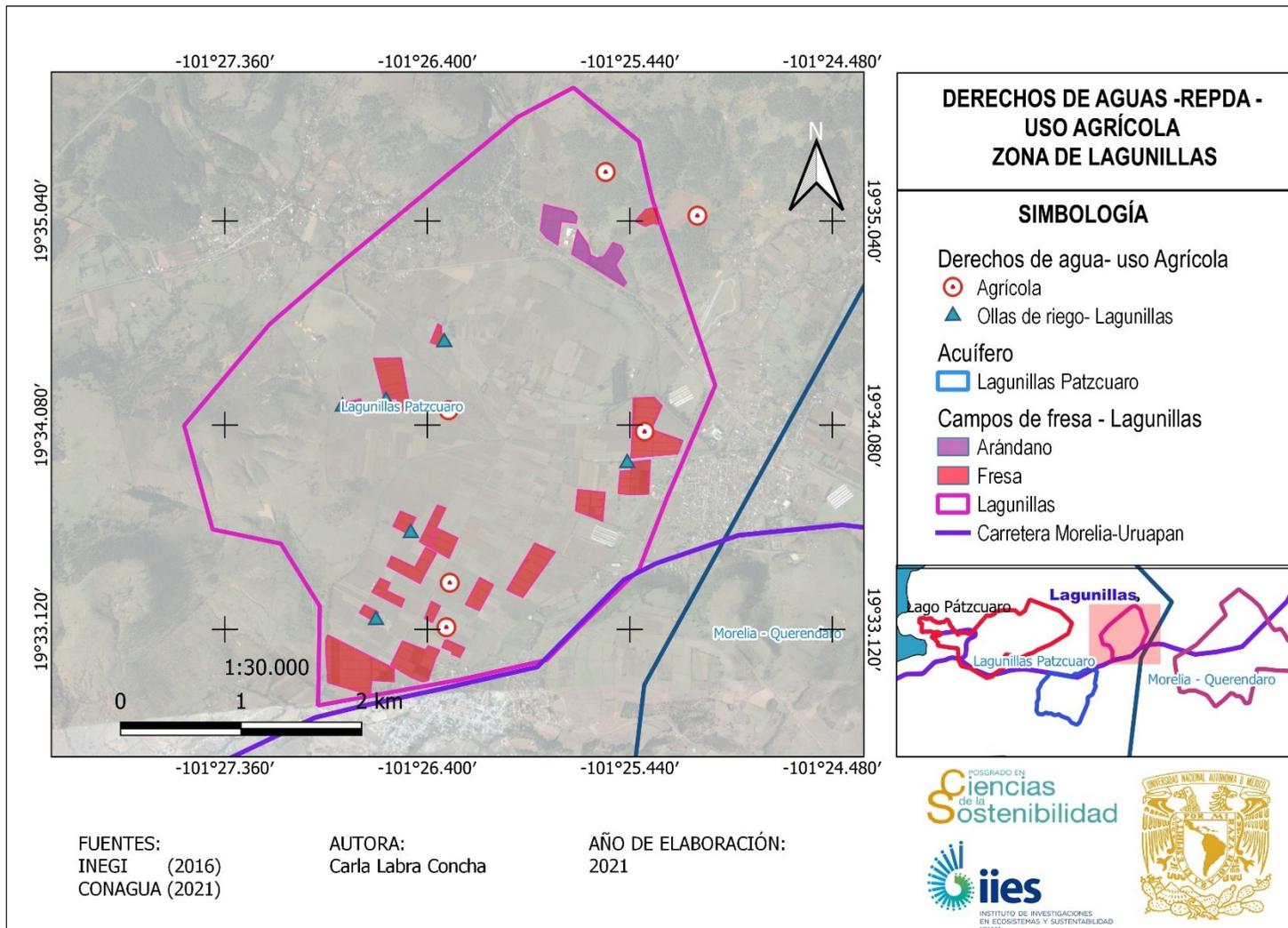


Figura V-6. Mapa de los derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas de acumulación presentes en la zona de Lagunillas.

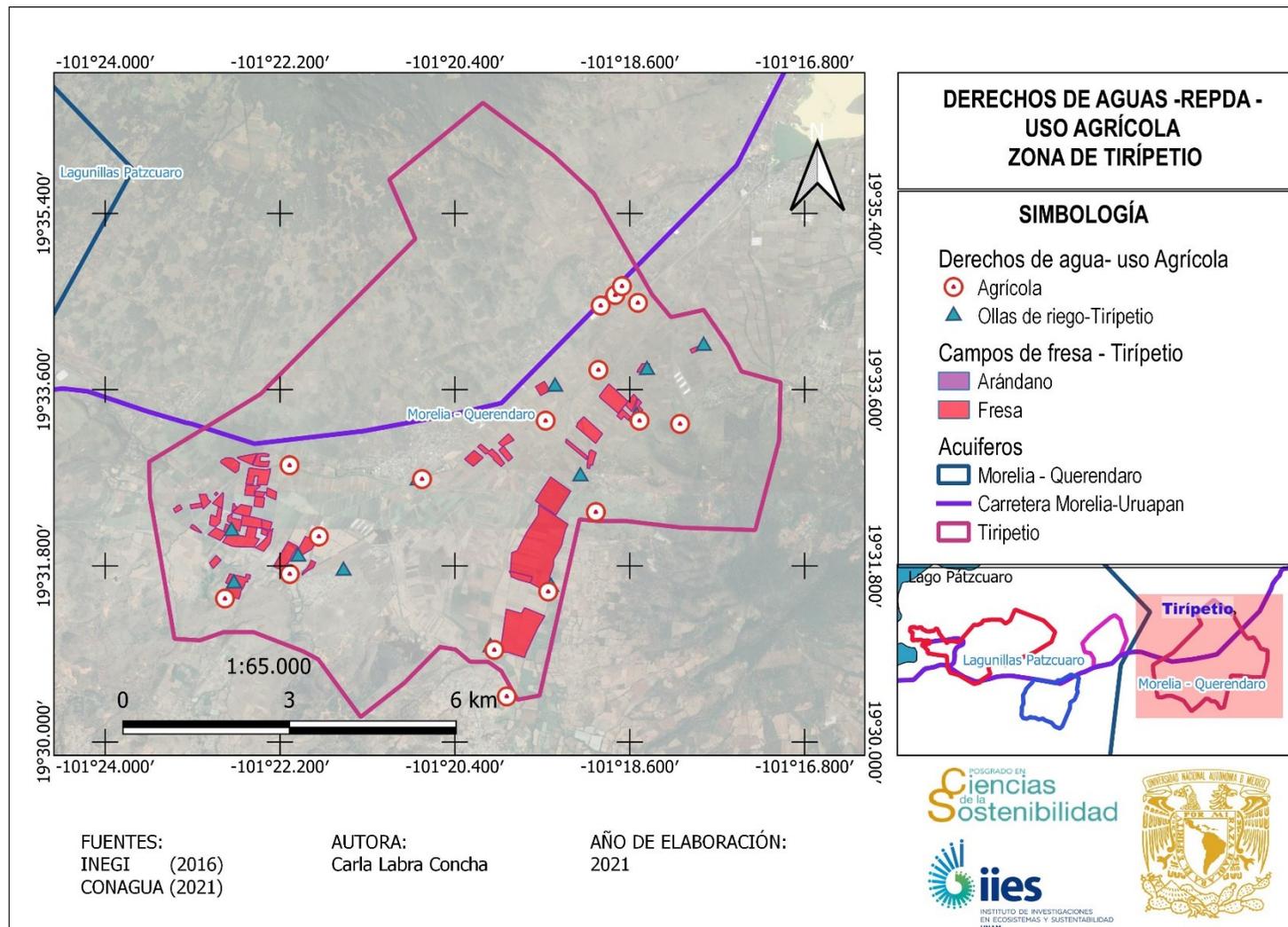


Figura V-7. Mapa de los derechos de aprovechamiento de uso agrícola y ollas de acumulación presentes en la zona de Tiripetio.

5.1.3 Acceso a tierras ejidales y campesinas

En el territorio del corredor los suelos son de origen volcánico, siendo aptos para la producción agrícola, debido a: su alta fertilidad, capacidad de retención de humedad y propiedades de enraizamiento (FAO, 2008) (ver apartado 3.2); razones por las que en la zona se ha desarrollado históricamente la agricultura en las comunidades indígenas y en los ejidos, el principal cultivo es el maíz y en menor medida forraje, por ello, las tierras son ricas en nutrientes y están libres de enfermedades, producto de la baja fertilización aplicada son suelos que presentan mayor contenido de materia orgánica, especialmente en las zonas del lecho de Lago de Pátzcuaro (Astier et al., 2012).

La inserción del monocultivo de fresa en la zona ha ocupado las mejores tierras para la producción, pese a que no es un factor determinante, pues se resuelve con el mejoramiento del suelo con enmiendas y planes de fertilización (Sandoval, 2019). De este modo, las empresas insertan un paquete tecnológico que degrada y sobreexplota el suelo (ver sección 4.7), producto de las altas dosis de fertilización y la aplicación de insecticidas, fungicidas, nematicidas y herbicidas, alterando las propiedades microbiológicas del suelo, y provocando un desequilibrio ecológico que propicia el avance de plagas y enfermedades en el suelo y el cultivo (Seefoó, 1989).

Las empresas ingresan a las mejores tierras ejidales y comunales gracias a la modificación, en 1992, del artículo 27 de la Constitución, que permitió la liberalización de la propiedad social de la tierra, posibilitando el ingreso de las transnacionales en tierras campesinas, indígenas y ejidales; en un proceso de acumulación por desposesión, mediante la mercantilización y privatización de la tierra, a través de la conversión de la propiedad comunal y ejidal en derechos de propiedad privada, con el apoyo del Estado, que generó las condiciones necesarias para la entrada del capital (Ávila, 2015). Esto ha sido documentado en el Censo ejidal del año 2007, en donde se registran 173 compraventas en terrenos ejidales, de los cuales un 34% han sido a personas ajenas a los ejidos (INEGI, 2007).

Esta situación ha adquirido nuevas formas, ya no es la venta de terrenos sino la renta de estos bajo una agricultura de contrato, con pequeños y grandes agricultores locales, guiada según acuerdos económicos y diferentes formas jurídicas en los que arriendan la tierra.

Los contratos, según lo señalado en entrevistas a los agricultores de Lagunillas, se realizan por periodos de 5 a 10 años por un monto aproximado de \$5,000 a \$7,000 pesos por hectárea al año, llevando a la especulación de tierras (Hernández y Barón, 2020); guiado bajo una lógica

expansionista de las empresas, incentivada por las oportunidades de aumentar la productividad en zonas que tengan suelos de alta calidad.

Según lo señalado por Sandoval (2019:130) los parámetros seguidos son: i) buena accesibilidad, a través de la carretera Morelia-Uruapan, para trasladar el producto en forma rápida y segura por tratarse de fruta perecedera; ii) superficies planas, con buen drenaje, para evitar inundaciones que generan plagas y enfermedades en la planta; iii) buena ubicación, para captar mano de obra de los alrededores; iv) disponibilidad de renta por cinco, diez o veinte años; v) fértiles, lo cual no es determinante al resolverse con enmiendas y fertilización, vi) disposición de agua de calidad para riego, mayormente de fuentes subterráneas.

Así, las empresas acceden a tierras ejidales y campesinas, resultado de la salida de los agricultores de sus parcelas. A causa de procesos históricos en los que se liberó el mercado, y con ello, se importó maíz con aranceles desgravados que llevaron a precios de venta por debajo del costo de producción, además de un alza constante de los insumos que hacen inviable la producción campesina (Rubio, 2008; McMichael, 2009).

La pérdida de cosechas, por tres ciclos consecutivos por falta de agua, la alta migración del campo a la ciudad y a EUA, en busca de mejores oportunidades, han sido la antesala para que los campesinos accedan a rentar las tierras -pese a los bajos precios de rentas- y no correr más riesgos (Sandoval, 2019). Sumado al abandono de los campesinos por parte del estado, al promover políticas de avance agrícola que favorecen a los grandes productores e impulsan la agroexportación como motor económico de desarrollo, convirtiéndolos, en muchos casos, en peones en sus propias tierras (Astier et al., 2012).

5.2 Inserción del paquete tecnológico

La entrada de la agricultura protegida en el corredor agrícola ha insertado un nuevo paquete tecnológico, en un proceso que se ha realizado con el apoyo del estado, mediante programas de fomento al monocultivo de fresa y su tecnología asociada, la cual es considerada como motor económico a nivel estatal por su alta rentabilidad. De este modo, se ha posibilitado el aprovechamiento de recursos de alta calidad que les permiten cumplir con los estándares para exportación a las corporaciones.

Así, las transnacionales insertan nuevas tecnologías que les permite aumentar la producción y con ello la explotación de los recursos, mediante el uso de plásticos para la protección del cultivo, alta carga de fertilizantes y plaguicidas, uso de sistemas de riego de mayor eficiencia

que permiten la distribución y almacenamiento de grandes volúmenes de agua (García, 2003), generando diversos impactos socioambientales en el territorio en que se insertan.

El análisis de estos impactos comienza desde la modificación de las plantas, ya que los avances biotecnológicos han permitido conducir el mercado de la fresa a las industrias, al implementar estándares productivos cada vez más elevados, definiendo y homogeneizando el tamaño, color y forma del cultivo, así como los tiempos de plantación y cosecha. Estas modificaciones han habilitado la apertura de mercados que demandan nuevas tecnologías para optimizar su producción: uso intensivo de agroquímicos, consecuencia de la tolerancia que ha generado la planta; uso de grandes cantidades de plástico para su protección; alta demanda de agua. La implementación de estas tecnologías ha creado nuevos ecosistemas que mercantilizan la naturaleza, a través de modificaciones genéticas que controlan todas las propiedades y permiten obtener fruta en épocas diferentes a los ciclos naturales (Harvey, 2004).

Demanda de Agua de calidad de fuentes superficiales y subterráneas

Los requerimientos de las transnacionales, para la exportación de la fresa, imponen altos estándares de calidad del agua para riego, debido a que las agroexportadoras se rigen por normas, tales como: NOM-EM-034-FITO-2000, NOM -CCA-033-ECOL/1993, y NMX- FF-062-SCFI-2002, las cuales, reglamentan la calidad del recurso y regulan la presencia de contaminantes en el agua de riego, y en los productos alimenticios no industrializados para uso humano (Flores et al., 2017). Éstas establecen el nivel máximo permisible de contaminantes que puede contener el agua, señalando explícitamente que no se admite el uso de aguas negras para el cultivo de fresa de exportación.

Las fuentes de agua limpia son esenciales para la producción fresera, por ello, las empresas, al rentar o comprar campos para cultivar, necesitan tener acceso a fuentes de agua subterránea inocua. En caso de que el predio no cuente con una fuente, construyen pozos para acceder al recurso, con facilidades brindadas por el Estado, bajo la lógica de que las empresas hacen un uso eficiente del agua, sin considerar los volúmenes que emplean y los medios por los que acceden a esta. Así, se les permite funcionar con el sistema a tiempo completo sin mayor supervisión, sobreexplotando los acuíferos (Morett, 1991). Generando un aumento en los pozos legales e ilegales en la zona, que fueron observados en las visitas a campo, pese a que los acuíferos se encuentran en veda, desde el 2018 en el caso del acuífero Morelia Queréndaro (1602) y desde el 2020 en el acuífero Lagunillas – Pátzcuaro (CONAGUA, 2020).

Los brokers del corredor agrícola han penetrado en la organización del módulo VI- Lázaro Cárdenas, suscitando un proceso de acumulación de derechos basado en el despojo del agua del manantial Chapultepec, a los campesinos. Esto fue señalado por Don José Luis, miembro del módulo con derechos de agua asignados y ejidatario productor de maíz de riego en la zona de Sanabria:

“desde que llegó la fresa nos cortaron el agua, los canales que vimos correr toda la vida vienen vacíos... Yo como miembro del módulo sé mis derechos, y sé que hay corrupción. Ya no se hacen asambleas, las decisiones las toman entre cuatro paredes. Le venden el agua a los de la fresa y los aguacateros, se llevan el agua en pipas y a nosotros nos dejan sin agua para regar y para dar de beber a nuestros animales”.

Por lo expuesto, se puede comprender cómo se corrompe la estructura social del módulo, mediante la eliminación de los canales de comunicación con los usuarios, debido a la falta de asambleas y al faltar a los acuerdos de la comunidad. Así, la transnacional genera una relación de poder sobre el módulo, basada en la mercantilización del agua, despojando a los campesinos del recurso y forzándolos a ser productores de temporal.

Exceso de fertilización

Las plantas de fresa utilizadas por las corporaciones tienen diversas modificaciones genéticas que requieren un mayor uso de fertilizantes, los que son aplicados en formatos sólidos y líquidos; los del tipo granulado (sólido) se aplican al suelo antes de la plantación, y la cantidad es determinada en base al análisis de las propiedades químicas del suelo. Algunos fertilizantes en polvo son solubles y pueden ser inyectados vía riego o por el sistema de fertirriego. Éstos son utilizados con mayor frecuencia en temporada, debido a que se pueden inyectar vía riego o foliar para la aplicación de micronutrientes (Pérez y Ávila, 2004).

Para cumplir con el desarrollo esperado de la planta, los nutrientes deben ser móviles; sin embargo, dicha condición, en caso de un mal manejo o un exceso de fertilización, puede producir lixiviación o percolación profunda, desplazando los fertilizantes por debajo de la zona radicular donde la planta no puede absorberlos, causando la contaminación del suelo y del agua (FAO, 1992).

El uso desmedido de fertilizantes constituye uno de los mayores problemas ambientales en todos los países (FAO, 1992). Un ejemplo es el exceso de sales de nitrato, debido a que el nitrógeno aplicado es muy soluble y la planta sólo absorbe entre 10 y 50%, el restante se

acumula en el suelo (Pérez y Aguilar, 2012; Pierzynski et al, 2000). El nitrato acumulado se incorpora a las fuentes subterráneas en un proceso de lixiviación de las aguas de los sistemas de riego, integrándose a las aguas superficiales por escorrentía, desde los drenajes de los campos productores, produciendo la contaminación de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Otra forma de contaminación es la pérdida del producto en forma de gas al ambiente (Schröder, et al., 2004).

La contaminación de las aguas, por fertilizantes, produce eutrofización por exceso de nitratos, así como por el exceso de fósforo, en los que proliferan especies como algas y otras plantas acuáticas, generando un alto consumo de oxígeno y reducción del medio acuático (RAPAL, 2010). De la misma manera, el exceso de nitratos produce la contaminación de las fuentes de agua potable de la población cercana a las zonas productivas, pudiendo ocasionar problemas a la salud al interferir en el transporte de oxígeno en niños menores de seis años y mujeres embarazadas (CDPH, 2013); también puede causar problemas renales en personas inmunodeprimidas por el cadmio de los fertilizantes fosfatados, entre otras enfermedades (Pérez y Aguilar, 2012).

Otra forma de contaminación es la salinización del suelo producto del exceso de fertilizantes potásicos, debido a las impurezas que contienen estos abonos especialmente los cloruros. De igual forma, la mala manipulación de los recipientes de los fertilizantes conlleva a la contaminación del suelo y del agua, debido al derrame de altas concentraciones de dichas sustancias (*op. cit*).

Situación que fue constatada en las salidas a campo y por los relatos de los agricultores, quienes señalaron que el uso desmedido de fertilizantes por parte de las empresas freseras, ha provocado un aumento en la cantidad de químicos presentes en las descargas agrícolas, las cuales llegan a fuentes de aguas superficiales como el río Chapultepec en Sanabria, provocando su eutrofización y con ello la pérdida de su biodiversidad (figura V-8). Estas descargas van contaminando todo a su paso, desde el inicio de su recorrido en la red de canales, descargando en el río y desembocando en el Lago de Pátzcuaro.

En este escenario, la sustitución de los ciclos naturales de nutrientes por el uso de fertilizantes químicos es un proceso sin fin, que promueve el empobrecimiento de los suelos, contaminación del agua y la atmósfera y por ende una mayor necesidad de fertilizantes (Giraldo, 2008). Esto forma parte de la explotación de los recursos, que permiten continuar con la acumulación de

capital, por parte de corporaciones como Driscoll's, dejando grandes pasivos ambientales en las zonas donde se establece.



Figura V-8. Fotografía del río Chapultepec en la zona de Sanabria.

Uso desmedido de Plaguicidas

La modificación de la planta de fresa, para lograr una producción intensiva, ha promovido su resistencia a grandes dosis de plaguicidas. La aplicación de estos productos en los campos, según Seefoó (1989), ha originado un desequilibrio ecológico que se visibiliza en el avance de plagas y enfermedades en los cultivos, así como en su resistencia a dichos químicos, lo que ha implicado un aumento en las aplicaciones de pesticidas, provocando diversos procesos de contaminación del agua, suelo y el ambiente.

El bajo costo y fácil acceso de estos químicos permiten un amplio uso, tanto de las grandes empresas como los pequeños productores, que los aplican para obtener una mayor producción. El uso de estos químicos le ha permitido a la industria reducir gastos en mano de obra, debido a que se necesitan menos jornales para la aplicación del líquido.

La aplicación de estos productos puede ser desarrollada con diversos equipos manuales, como la bomba de espalda, o por pulverizadores neumáticos; labores que requieren de equipos de protección debido a que el contacto con estos químicos es peligroso para la salud humana, sin embargo, hay casos en los que las empresas no han cumplido con su obligación, con la finalidad de reducir gastos, generando consecuencias graves a los trabajadores como intoxicaciones agudas y crónicas (Seefoó, 1989). Esto sumado a un escenario donde las plagas y enfermedades van en aumento, producto del desequilibrio en el ecosistema, han sostenido su uso en el tiempo.

El gobierno participa en el proceso de comercialización de plaguicidas de diversas maneras, según lo señala Seefó (1989:113):

“ a) financiando parte de la investigación y extensión de servicios de pesticidas; b) abasteciendo de productos químicos directamente a los campesinos; (...) Además de absorber parte de los costos de mantenimiento y reparación de la fuerza laboral que sufre diferentes formas y grados de desgaste por la exposición a pesticidas”.

Otra participación del gobierno es el establecimiento en la Ley del Impuesto al Valor Agregado (IVA) de la enajenación del pago de impuestos a los fertilizantes, plaguicidas, herbicidas y fungicidas (Ley del IVA 2-A, fracción I, inciso f); autorizando plaguicidas prohibidos en otros países como: paraquat, lindano, paratión, malatión y endosulfán (Bernal et al., 2012). De este modo, el Estado invisible ha permitido la venta indiscriminada de plaguicidas con un grave impacto en el ambiente y en las personas que tienen contacto con estos.

Las empresas son libres de aplicar los productos que consideren necesarios, sin preocuparse por los impactos socioambientales, que son considerados pasivos ambientales de los que no se deben ocupar. En este sentido, hay empresas freseras que, durante la preparación del suelo, aplican el plaguicida Bromuro de metilo (BrM), debido a su alta eficiencia para combatir hongos, nematodos, semillas de malezas e insectos del suelo para el cultivo de berries (Peniche, 2011; Santos y Obregón, 2009), a pesar de que esta sustancia se encuentra prohibida, debido a que es responsable del deterioro en la capa de ozono.

En el año 1994 la Enmienda de Copenhague lo incluyó en el Protocolo de Montreal, iniciando las acciones para la eliminación gradual y obligatoria de su producción y consumo, frente a esto, México inició el Plan Nacional de eliminación del consumo de bromuro de metilo, a cargo de la SEMARNAT, cuyo objetivo es la sustitución definitiva de su uso por alternativas inocuas a la capa de ozono (SEMARNAT, 2020).

Sin embargo, las importaciones en el año 1995 a México ascendieron a 3,357 toneladas de BrM, en 1996 a 2,918 toneladas y en 1997 a 3,130 toneladas, cantidades que reflejan el gran uso de este químico en el país. En este marco, México presentó una postura gubernamental ante el Protocolo de Montreal para la sustitución de BrM, que establece que a partir del año 2005 se reduciría en un 20% el consumo, respecto del período 1995-1998 y para el año 2015 se sustituiría completamente. En este sentido, durante el período 2002-2005 se utilizaría sólo

el consumo promedio de BrM realizado durante 1995-1998, lo que les permitió a las empresas seguir utilizando el producto hasta el año 2015.

La totalidad de plaguicidas son importados a México por empresas transnacionales que controlan el mercado mundial como Bayer, Syngenta y BASF. Cuyos productos se encuentran en la lista de químicos autorizados por ANEBERRIES, para la producción de berries de exportación, con destino EUA. Demostrando la dependencia que tiene el mercado de la fresa con los monopolios mundiales en todo su proceso productivo, esto queda representado en lo señalado por Seefoó (1989:112):

“Es preciso tener presente que no siempre lo que es bueno para el capital transnacional es positivo para nuestros pueblos, los altos rendimientos alcanzados en los cultivos de exportación tienen otra cara: éxodo poblacional del centro y sureste hacia las zonas de riego, miseria y desnutrición, y una dependencia subyugante respecto al paquete tecnológico y del mercado foráneo”

Gran cantidad de residuos plásticos

Parte importante de las innovaciones tecnológicas del paquete son los plásticos utilizados en la agricultura protegida como macro túnel, cubierta y cintas de riego. Productos que son confeccionados con polímeros de polietileno de baja densidad (PEBD) no biodegradables. Las propiedades de estos plásticos, como: durabilidad, transparencia, fuerza, flexibilidad y fácil manejo hacen que su uso sea masivo.

Cifras oficiales de SAGARPA indican que en el año 2010, el estado de Michoacán produjo 7,217.39 hectáreas bajo agricultura protegida, las cuales generaron 4,541.02 toneladas de residuos. Desechos que afectan tanto al medio ambiente como a la población que habita la zona de cultivos, siendo la exportación de fresa uno de los productores activos de plásticos, desechados de: macro túneles, con un uso máximo de 5 años; acolchado, con un uso de un año; y mangueras de riego, con uso de un año.

Situación que se constató en diversas visitas a campo, donde se identificaron sectores de depósito de residuos plásticos, los cuales tienen un impacto tanto ambiental como visual, afectando al ecosistema local al introducir plásticos al suelo y agua (figura V-9).



Figura V-9. Fotografía residuos plásticos en la zona de Quiringuaro.

En México el marco legal que regula los residuos se basa en diversos artículos de la constitución:

1. Artículo 4º Constitucional el cual señala “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”
2. Artículo 25º Constitucional que aborda el desarrollo sustentable mencionando “Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”
3. Artículo 115º Constitucional en su apartado III, inciso C señala “Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos”.

Asimismo, bajo la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2018) y su reglamento, se establecen los criterios básicos que rigen las normas oficiales mexicanas, como la NOM-161-SEMARNAT-2011. Ésta clasifica los residuos de manejo especial de agricultura y otras actividades incluyendo “residuos agroplásticos generados por las actividades intensivas, agrícolas, silvícolas y forestales” (DOF, 2011). No

obstante, debido a la envergadura de la superficie de la agricultura protegida es muy difícil su fiscalización. Por ello, las empresas no están obligadas a realizar un manejo adecuado de residuos y estos son abandonados en los campos, cuya acumulación produce contaminación en el medio ambiente, y especialmente en los suelos y el agua, escurriendo en los cauces superficiales llegando hasta el Lago de Pátzcuaro. A lo sumo estos plásticos son reutilizados para construcción de cercos con restos de macro túnel y cintas de riego.

En algunos casos estos plásticos son incinerados debido a la facilidad con que se queman, a pesar de que su combustión es incompleta, liberando material particulado como monóxido de carbono y dióxido de azufre al ambiente. Continuando con el ciclo de contaminación del ambiente y el aire y generando problemas en la salud de las personas como enfermedades al corazón, discapacidades cognitivas y motoras, además de ser cancerígeno (Briassoulis et al., 2013).

Sólo en caso de ser exigido por las transnacionales, las empresas realizan el reciclaje de sus desechos plásticos. En este sentido, según lo señalado por representantes de la empresa Driscoll's, el reciclaje de los plásticos es un requerimiento para los productores por lo que la gran mayoría lo debe realizar; sin embargo, no es un limitante para continuar trabajando con ellos.

El reciclado de los plásticos de los macro túneles, según lo señalado por Pratt y Ortega (2019), depende del tipo de usuario, por un lado los pequeños productores le suelen dar un segundo uso como acolchado para cubrir el suelo y como contenedores. Por otro lado, los grandes agricultores, cuando se producen agujeros y desgarres, descartan el material sin reciclarlo, y los pequeños agricultores reutilizan los trozos más pequeños.

El reciclaje realizado por los productores es mínimo, sin embargo, a causa de que la mayoría de los campos del corredor agrícola se encuentran en zonas rurales, alejadas de las empresas de reciclaje, el descarte de los plásticos depende del acceso al servicio y de la buena voluntad del productor, conllevando a un mal manejo de los residuos producto de la dependencia con empresas externas.

Para el proceso de reciclaje de residuos existe un directorio de empresas autorizadas por la SEMARNAT, y en el estado de Michoacán hay registro de seis empresas recicladoras de plástico (Anexo 7.6).

Cabe destacar que, según lo señalado por representantes de la empresa Driscoll's, el reciclaje en la zona es un proceso complejo debido a que no todas las empresas procesan el tipo de

plástico empleado en la producción de fresa. Esto, sumado a la dificultad que ha tenido la integración de prácticas de reciclaje en los productores trae consigo un difícil manejo de los residuos plásticos.

La contaminación del medio ambiente por parte de las transnacionales es considerada una “externalidad”, cuyos costos no son asumidos por las empresas producto de la falta de intervención estatal en cuestiones ambientales (Harvey, 2014). De este modo, el capital con sus prácticas ecosistémicas destructivas produce grandes daños a la naturaleza que son trasladados de un sitio a otro, destruyendo así su propio ecosistema.

Uso de cañones antigranizo

En el corredor agrícola, campesinos de las zonas de Lagunillas y Sanabria señalaron que han sido afectados por el uso de cañones antigranizo. Tecnología que es empleada para proteger de daños mecánicos a la fruta pero produce diversos tipos de contaminación al ambiente, como: el impacto de los gases de combustión que se impregnan en el agua precipitando en forma de lluvia ácida; contaminación acústica debido a la detonación con ruidos que superan los 130 dB (Hovsepyan et al., 2012).

Además, su uso produce fenómenos químicos a causa del uso de acetileno para las explosiones, compuesto exotérmico que se disocia en átomos de hidrógeno, metanos (CH₄) y amoníaco (NH₃), que reaccionan y generan amoníaco tóxico en presencia de agua y nitritos. También provocan fenómenos termodinámicos producto de la combustión del acetileno que puede producir temperaturas de hasta 3000 °C (Reyes et al., 2020).

Desencadenan impactos en el ambiente y también en la salud de las personas, Reyes et al. (2020:185) destaca los siguientes:

1. Inhalación asfixiante, que se produce por la falta de oxígeno pudiendo causar dolor de cabeza, somnolencia, mareos, náuseas e inconsciencia, entre otras
2. Irritación ocular y quemaduras en la piel producto de la acetona que contiene el vapor
3. Sobreexposición, debido que el acetileno es un gas asfixiante por lo que en contacto continuo puede generar la muerte
4. Aumento de la temperatura de la atmósfera contribuyendo al cambio global
5. Lluvia ácida
6. Muerte de especies y cambio en el ecosistema
7. Acidificación del suelo.

Estas tecnologías afectan los ciclos del agua debido a que, no sólo obstaculizan la formación de granizos, obstruyen la formación de nubes, impidiendo las precipitaciones en las zonas

aledañas (Reygadas y Aviña, 2012), afectando directamente a los agricultores de temporal y la comunidad local, y alterando el ciclo hidrosocial de agua, agravando los problemas climáticos producidos por la sequía.

Es importante precisar que estas tecnologías no son fáciles de verificar, debido que estas estructuras están internadas en las entrañas de los campos y no se pueden ver a simple vista, por ello, no fue posible constatar su presencia en el territorio; sin embargo, gracias a la información entregada por académicos, quienes tienen pruebas contundentes de su uso en la zona, se puede afirmar su existencia en el estado y en el corredor.

En Michoacán, estas tecnologías son empleadas para la producción de fresa y aguacate (Tapia et al., 2012), generando cambios en el clima; autores como Reyes et al. (2020) han estudiado la zona del lago de Pátzcuaro, señalando que la temperatura del aire aumentó en 2 °C y la humedad relativa disminuyó entre un 4 y 19%, producto del uso de cañones antigranizo en un período de tres años.

El estudio realizado por Reygadas y Aviña (2012), demostró su impacto en la disminución de las lluvias por su uso en cultivos en San Luis de Potosí, indicando que en una distancia de 5 a 7 km de la zona de la explosión los cultivos de maíz se encontraban en un estado “inservible” para el consumo humano, siendo útil solamente para consumo animal; y en el caso de cultivos que se encuentran a menos de un kilómetro de distancia de los cañones señalaron que estaban “vanos de sequedad”. Situación que es muy similar a la que viven los agricultores de la zona de Pátzcuaro, Lagunillas y Tzintzuntzan, debido al uso de cañones antigranizo por parte de las empresas freseras.

En entrevistas realizadas a agricultores de los municipios de Pátzcuaro, Tzintzuntzan y Lagunillas, estos señalaron que debido a las lluvias, los últimos 3 años, han perdido sus cosechas de maíz de temporal, dejando sus cosechas solamente para alimento de ganado. Durante una visita hecha a Don José Luis, en el municipio de Pátzcuaro, vimos el campo en el que sembró -a pesar de la falta de lluvias-, ahí constatamos que el desarrollo fenológico no presentaba más de tres centímetros de crecimiento, por falta de agua, siendo que para esa fecha debería tener un desarrollo importante, con una altura de 50 cm (figura V-10). Los agricultores también señalaron la falta de agua para sus ganados, la cual siempre habían abastecido de los canales o abrevaderos y actualmente deben acarrear en baldes desde los pozos comunitarios (figura V-11).

Actualmente, México no cuenta con una legislación a nivel federal que prohíba el uso de los cañones antigranizo, instituciones como SEMARNAT, PROFEPA Y CONAGUA carecen de una normativa que les permita regular el uso de estas tecnologías (Reygadas y Aviña, 2012). Pese a la existencia en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de un reglamento sobre las disposiciones de la Constitución Mexicana que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente; en su artículo 1º inciso III señala la labor del Estado de preservar, restaurar y mejorar el medioambiente. No obstante, frente al uso de estas tecnologías no se hace referencia alguna.

Frente a esta omisión, agricultores y campesinos de diferentes zonas, se han manifestado contra el uso de los cañones. En 2017, frente a las protestas de grupos campesinos que demandan la regulación de estas tecnologías, la SAGARPA en conjunto con el Centro Nacional de Investigación Disciplinario en relación Agua-Suelo-Planta- Atmósfera (INIFAP) y el Centro de Investigación Regional Norte Centro, realizaron un informe denominado “Análisis espacial y temporal de la presencia de cañones antigranizo y su relación con la precipitación pluvial en los estados de San Luis de Potosí, Jalisco y Michoacán” (SAGARPA, 2017).

En dicho informe las autoridades ambientales señalan que realizan el documento debido a “las creencias de que la operación de cañones antigranizo disminuye la ocurrencia de la lluvia”, desacreditando todo conocimiento campesino y local sobre el clima. En el documento se analiza la actividad de 22 cañones antigranizo en el estado de Michoacán, empleados para la producción de aguacate.

El documento se basó principalmente en el análisis de la base de datos climáticos, en el que se estudia la influencia de cañones antigranizo sobre la distribución espacial y temporal de las lluvias ocurridas en el período de 2015-2018. En su conclusión, SAGARPA (2017:5) fue contundente al señalar:

“no existe una diferencia estadística entre la participación total ocurrida para cada una de las estaciones del año en el área de influencia de los cañones antigranizo, con la ocurrida para el mismo período en aquellas áreas donde no tuvieron influencia los cañones antigranizo”.

El informe, al comparar el impacto de los cañones antigranizo en otras zonas, donde su radio de alcance es nulo, concluye que estos no afectan las precipitaciones, así mismo indica que “no se encontraron evidencias estadísticas que sustenten la influencia del uso de los cañones antigranizo en los eventos de lluvia, así como en los procesos de formación y acreción de

granizo en las nubes cumulonimbus”. Es decir que el documento establece que esta tecnología no afecta la lluvia, como tampoco al granizo, por lo que técnicamente su uso no tiene justificación; contradictoriamente las empresas agroindustriales continúan invirtiendo grandes sumas de dinero en su adquisición.



Figura V-10. Fotografía visita a campo José Luis en el municipio de Pátzcuaro.



Figura V-11. Fotografía del ganado de un productor del municipio de Pátzcuaro.

Frente a la inacción por parte de las autoridades, la lucha campesina, contra estas tecnologías continuó en el territorio del corredor agrícola. En la zona, una agrupación de campesinos de

los sectores de Sanabria y Lagunillas en conjunto con abogados ambientalistas y académicos, presionaron, para prohibir el uso de los cañones, en las diferentes instancias del estado: poder ejecutivo, poder judicial y poder legislativo. Encontrando espacio para su lucha en la Ley de Participación Ciudadana del Estado de Michoacán - que faculta a la ciudadanía para presentar iniciativas de ley o modificaciones a la misma -, como única instancia de participación efectiva. Atendiendo a esta facultad, los campesinos en conjunto con abogados, trabajaron en la elaboración de una iniciativa de ley que penalice el uso de los cañones antigranizo, como mecanismo de presión hacia la inacción del estado y para visibilizar el problema que afecta a las comunidades y a la agricultura campesina. Logrando que, el 05 de abril del 2021 producto de la lucha campesina contra el uso estas tecnologías, se aprobara la modificación a la Ley para la Conservación y Sustentabilidad Ambiental del Estado de Michoacán, capítulo III, artículo 37:

“Así también, no se podrán llevar a cabo aquellas obras que puedan causar desequilibrios ecológicos o produzcan impactos ambientales significativos en el medio ambiente, los recursos naturales, o en su caso puedan modificar artificialmente los patrones hidrometeorológicos, ya sea utilizando cualquier técnica, mecanismo, implemento, procedimiento o actividad que tienda a cambios de fenómenos hidrometeorológicos relacionados con el agua atmosférica, el régimen de lluvias, granizo, agua nieve; entre ellos la instalación y operación de sistemas antigranizo que emiten ondas ionizantes u ondas sonoras a la atmósfera y que se pretendan instalar en zonas agrícolas, forestales o preferentemente forestales, rurales, urbana y periurbana.”

Sin embargo, pese a esta prohibición, los campesinos señalan que los productores de monocultivos de exportación siguen utilizando los cañones antigranizo, los cuales esconden al interior de sus grandes campos y los emplean mediante dispositivos móviles que pueden ser operados y desplazados rápidamente. De este modo, las empresas burlan las fiscalizaciones y continúan degradando el ambiente y alterando el ciclo hidrológico para aumentar sus producciones y ganancias a costa de la comunidad agrícola y local.

5.3 Lucha campesina

En este contexto de despojo de recursos vitales para la producción como son agua y suelo, los campesinos se organizaron en defensa del agua, tierra, aire, medio ambiente y la vida. Movimiento que lucha contra el despojo de sus recursos naturales y el uso de cañones

antigranizo, por parte de las corporaciones agroindustriales en los municipios de: Pátzcuaro, Huiramba, Lagunillas, Acuitzio y el sur de Morelia.

Dentro de sus acciones más significativas está la toma de las vías del tren en el mes de septiembre del año 2020, como medida desesperada frente a la falta de respuesta y soluciones por parte de las autoridades ante la escasez de agua para producción agrícola, producto del despojo que han hecho las empresas. En dicha oportunidad, los protestantes señalaron directamente a la transnacional Driscoll's como causante de la escasez hídrica, por el uso de cañones antigranizo para la producción de berries (figura V-12), en donde uno de los voceros del movimiento señaló:

“Ya hemos hablado de la sequía que se puede avecinar al no recuperarse los mantos freáticos, esas empresas están sobreexplotando los mantos acuíferos, son muchos y grandes los problemas que nos han traído a la región”
(Idimedia, 2020).

Asimismo, los campesinos se han presentado ante las autoridades para demostrar su descontento, entregando pliegos petitorios a la presidenta municipal de Lagunillas, en los que señalan las implicaciones que ha tenido el uso de cañones antigranizo en la zona. Frente a esto, las autoridades respondieron que los cañones antigranizo no tienen ninguna injerencia en el clima, cuestionando su conocimiento campesino.

Continuando la lucha por la vida, el 07 de octubre del 2020, los campesinos presentaron una denuncia ciudadana, con ayuda del Consejo Estatal de Ecología por un Desarrollo Sustentable (COEECO), ante la CONAGUA, en la que entregaron un expediente para facilitar la fiscalización con la descripción de: 10 pozos presuntamente ilegales y sus equipos, la localidad y coordenadas en las que se ubican (en15días, 2021). En respuesta, la CONAGUA se presentó a realizar una fiscalización en la zona, pero al no contar con un permiso legal que permitiera el acceso a los predios, no pudo ingresar, dejando la visita pendiente por la emergencia de la pandemia, hasta julio de 2021.

Paralelo a esto, los campesinos han realizado conversatorios sobre los cañones antigranizo en una mesa de trabajo entre académicos del Colegio de Michoacán, UNAM, Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro y abogados ambientalistas. Espacio en que los académicos y profesionales abren el diálogo, desde un mismo estatus, al conocimiento académico y campesino, desde un enfoque interdisciplinario. Esto ha permitido que los campesinos reciban guía sobre las técnicas para continuar con la lucha en contra del uso de estas tecnologías, como

resultado, en abril de 2021 se presentó una propuesta de ley para la prohibición del uso de cañones antigranizo. (Reyes et al, 2020).



Figura V-12. Protesta campesina en las vías férreas.

Fuente: idimedia.com

El 14 de julio del 2021, los campesinos convocaron a una manifestación en el municipio de Huiramba, para protestar ante el incesante uso de cañones antigranizo (ocasión en la que se invitó al equipo de esta investigación). Para esto, los campesinos convocados se reunieron en las afueras del municipio, durante la organización, se enteraron por un tercero, de la reunión entre autoridades de SEMACCDDET, PROFEPA, CONAGUA, SEMARNAT en el municipio de Lagunillas, migrando a esa zona la protesta (figura V-13). Ahí encontraron a las autoridades en una reunión de camaradería con el gerente de operaciones de Driscoll's y un grupo de agricultores brokers productores de fresas.

En la reunión los campesinos presentaron nuevamente su pliego petitorio, reiterando la solicitud de fiscalización de los pozos ilegales y del uso de cañones antigranizo presentada ante la CONAGUA, en la instancia José L. mencionó “llevamos cuatro años esperando una respuesta y que nos entreguen cuentas acerca de la problemática del agua”. Frente a la embestida, las autoridades se vieron obligadas a dar respuesta, invitándoles a realizar un recorrido de fiscalización a campo, en un procedimiento que fue custodiado por la fuerza policial, y guiado por los empresarios de Driscoll's. Para esto, las autoridades dejaron el desayuno y se fueron a realizar la inspección a campo.

Los funcionarios, al comenzar la fiscalización, indicaron que no contaban con los permisos para ingresar a los campos, como tampoco con los instrumentos técnicos para realizar una

fiscalización minuciosa; por lo que se realizó una fiscalización muy poco rigurosa y fuera de cualquier marco técnico, sin visitar bodega alguna y realizando un recorrido guiado por los brokers zamoranos y funcionarios de la corporación, no fue de sorprender cuando las autoridades determinaron que no había cañones antigranizo (IV-14).

Aunado a esto, la CONAGUA no ha entregado a los campesinos una respuesta sobre el oficio de los pozos ilegales. Problemática que fue abordada en una reunión con el director local de la CONAGUA, Eliseo Villagrana y el personal de fiscalización, el día 02 de diciembre del 2021. Donde se acordó la entrega de la información solicitada, en octubre del 2020, en un oficio que se les haría llegar a la brevedad. Asimismo, en dicha junta don José Luis, señaló la problemática del módulo de riego, el despojo del agua de los campesinos del maíz para vendérsela a los freseros, frente a esto, el director de la institución señaló que ellos no tenían competencia para intervenir “arreglen ustedes con los del módulo, saquen a los corruptos, es tarea de ustedes échennos la mano”.

Trece días más tarde, el medio digital en 15 días, entrevistó al director Villagrana respecto a las problemáticas de los diez pozos ilegales, ante los cuestionamientos respondió que cinco pozos están en regla y cinco están en cuestionamiento de su legalidad. Señalando que en los pozos denunciados hay diversas circunstancias, como falta de medidores, por lo que no cuentan con la información del volumen extraído, agregando que, no tienen información precisa sobre la propiedad de los derechos de aguas, es decir, no saben si poseen los títulos. Por ley se les da un plazo de 90 días para presentar alegatos, señalando:

“les estamos otorgando el beneficio que presenten alegatos, se encuentra transcurriendo el plazo que se da por ley para presentar alegatos... Tenemos que dar continuidad al procedimiento administrativo que nos señala la ley, imponer sanciones, que pueden ser clausura o sanciones económicas. Hasta ahí llegamos, ahí terminaríamos los procedimientos administrativos que nos corresponden por ley” (en 15 días, 2021).

El director también comentó que la actual Ley de Aguas Nacionales, permite la transmisión de derechos, que posibilita mover el punto de captación de un derecho dentro de la misma cuenca o acuífero. Indicando que hay muchos pozos que se amparan a ese permiso, sin embargo, no cuentan con un registro. Finalizando la entrevista, señaló que sólo hay un fiscalizador para todo el estado y que esperan la llegada de otra funcionaria las próximas semanas. En consecuencia,

las autoridades presentan serias limitaciones para las inspecciones de extracciones ilegales, lo que permite que continúe la construcción de pozos irregulares.



Figura V-13. Fotografía acción campesina en municipio de Huiramba.



Figura V-14. Fotografía de la inspección en el “rancho la Tuzarela” en el municipio de Huiramba.

De esta forma, las autoridades ambientales demostraron su estrecha relación con las transnacionales, formando una red política y económica de manejo del agua, con una postura de omisión frente a las irregularidades que favorece a los empresarios por sobre los campesinos y su soberanía alimentaria. En respuesta, los campesinos señalaron que continuarán la lucha y seguirán hasta la última instancia para eliminar el uso de los cañones antigranizo y recuperar las aguas robadas.

5.4 Conclusiones capitulares

En este capítulo se buscó evidenciar, de manera general, los cambios e impactos socioambientales, que ha ocasionado la llegada de las empresas freseras al territorio campesino y maicero del corredor agrícola. Para esto, se analizaron a detalle, los accesos al agua y tierra campesina.

En el caso del agua, se analizaron los derechos del REPDA de CONAGUA, estadísticas que presentan una gran fuente de información, sin embargo, cuentan con grandes vacíos que no permiten un análisis minucioso. Esto se debe al uso de prestanombres por parte de las empresas, situación que dificulta la identificación de los usuarios reales del agua. Asimismo, la entrega de derechos de agua por superficie hace imposible cuantificar el volumen de agua asignado. Pese a esto, se logró identificar patrones claros para el uso agrícola, con aumentos en los volúmenes otorgados en períodos que coinciden con la llegada de la transnacional y el incremento en la superficie productiva de fresa en el territorio.

Respecto al acceso a tierras campesinas se aborda la importancia de las reformas al artículo 27 Constitucional, con el que se permitió el acceso a las tierras indígenas, ejidales y campesinas. Proceso que se ha desarrollado en el marco de un mercado de tierras que es manejado por las corporaciones a través de brokers, quienes establecen los precios de renta y las condiciones en que se llevan a cabo los contratos. En este sentido, se identificó la estrecha relación que hay entre el acceso a la tierra y el agua, debido a que los derechos sobre estas fuentes están vinculados a la tenencia y uso de la tierra. Por ello, no es casualidad que el corredor agrícola se propague por zonas de agricultura tradicional en las que hay gran cantidad de organizaciones ejidales que cuentan con agua de calidad.

En este escenario, en el que las corporaciones dominan los recursos y operan bajo el apoyo de un estado facilitador, los campesinos no se dejan subyugar, por ello levantaron una digna lucha que ha dejado en evidencia la relación estrecha que mantienen el gobierno y las autoridades ambientales con las corporaciones, bajo un discurso que asegura que las empresas traen progreso, trabajo y una mayor eficiencia en el uso de los recursos, subestimando deliberadamente toda necesidad y conocimiento campesino, al considerarlo como insuficiente y obsoleto.

VI. Conclusión

El estudio del cambio de la estrategia productiva y sus impactos en la región Morelia-Pátzcuaro, a partir de la llegada de la agricultura de exportación, mostró la transformación estructural del sistema socio productivo, que pasó de una agricultura tradicional a una moderna de exportación, lo que generó procesos de despojo y acumulación de recursos vitales para la agricultura como agua y suelo; impulsada por reformas económicas de fomento a la exportación y el cambio tecnológico en la agricultura.

Para la comprensión de esta problemática, el marco epistémico y los objetivos de investigación se abordaron desde la teoría de sistemas complejos, complementada con el enfoque de la ecología política del agua, permitiendo abordar el sistema complejo “Agricultura y su estrategia productiva”. Se realizó un recorte de la realidad en el período comprendido entre los años 2010-2020, en el que se analizó el medio biofísico y el sistema socio productivo.

El cambio en la estrategia productiva responde a reformas políticas y económicas globales

El cambio en la estructura del sistema se describe a partir de las reformas políticas y económicas globales que establecieron los cultivos de exportación y el cambio tecnológico en la agricultura.

Se consideraron las reformas impulsoras de la privatización de los recursos, siendo las más relevantes: la reforma al *artículo 27 Constitucional*, que facilitó la renta y venta de tierras ejidales; y la nueva *Ley de Aguas Nacionales*, cuyo objetivo fue promover la mercantilización del recurso hídrico mediante concesiones y asignaciones de los derechos de agua para ser transados en el mercado.

De igual forma, el *TLCAN* liberó el mercado agrícola permitiendo la entrada de corporaciones, en su mayoría estadounidenses, y se fortaleció la importación de productos con precios desgravados y la producción de cultivos de exportación con sofisticados paquetes tecnológicos, permitiendo una producción intensiva.

Las condiciones biofísicas de la región que permitieron la producción agrícola

Las condiciones biofísicas de la región Morelia-Pátzcuaro, demostraron que el territorio cuenta con suelos aptos para la producción agrícola, debido a su alta fertilidad y capacidad de retención de humedad. La hidrología subterránea de los acuíferos presentes en la región: Morelia-Queréndaro y Lagunillas-Pátzcuaro, evidenció la alta calidad del agua, siendo aptas para el consumo humano y para la agricultura debido a su baja salinidad. Esta condición ha generado

una alta presión sobre el recurso, dejando a los acuíferos en calidad de sobreexplotados pese a la supuesta protección por decretos de veda.

Esto se agravará, según estudios del cambio climático desarrollados en el territorio, los cuales proyectan cambios del ciclo hidrológico producto de la disminución de las precipitaciones y un aumento de los fenómenos climáticos extremos.

El sistema socio productivo tradicional en la región

El sistema socio productivo de la región Morelia-Pátzcuaro, en el período 2010-2015, mostró una producción de maíz tradicional de autoconsumo en todo el territorio. El grano es cultivado por agricultores de un rango etario de 50 a 80 años, quienes residen en zonas con un índice de marginación medio a alto y un grado de intensidad migratoria que va de nivel medio a muy alto, situación que ha generado una migración masiva de campesinos a EUA, en busca de mejores condiciones económicas.

El territorio presenta un 2.14% de la población con ocupación agropecuaria, la cual se encuentra organizada en 26 ejidos, la comunidad indígena de Ihuatzio y el Módulo de riego VI- Lázaro Cárdenas.

La producción de maíz se desarrolla durante la temporada de primavera-verano, en superficies menores a 16 hectáreas, en las modalidades de: temporal, humedad y riego. Este último, es aplicado en 2 a 5 riegos por temporada con una demanda de 6,599 m³/ha.

El sistema de manejo en la zona se realiza con fertilización orgánica y un bajo uso de químicos, el control de malezas se ejecuta de manera manual y con uso de bajas dosis de pesticidas, las semillas empleadas son mayormente criollas.

El análisis de costos permitió identificar una escasa producción excedentaria, debido a la baja rentabilidad del cultivo, lo que orilla a los campesinos a rentar sus tierras para no tener más pérdidas y asegurar ingresos.

Para identificar la producción maicera se llevaron a cabo entrevistas y salidas a campo con los productores, y se realizó un análisis espacial con la ayuda del software Qgis, con el cual se construyó un SIG del territorio.

El análisis mostró una producción de maíz en el corredor agrícola, en los años 2010-2015, el 81% se desarrolló en tierras ejidales, con modalidad de riego en un 54% y de temporal en un 46%. Los registros de derechos de agua mostraron la existencia de importantes volúmenes otorgados a ejidos para uso agrícola, entre 1996-2018, volúmenes superficiales de 3.4 millones

de m³/año y subterráneos de 2.0 millones de m³/año. Con estas condiciones, la superficie registrada para dicho período fue de 5,846.75 hectáreas, extensión que presentó una disminución en alrededor de un 11%, en el período 2016-2020, época donde se inicia el cambio en la estrategia productiva y hace su ingreso el monocultivo de fresa en el territorio.

Ingreso de un sistema socio productivo de exportación y su tecnología asociada

La producción fresera en el corredor agrícola inicia en el año 2014, con las primeras pruebas del cultivo, se estableció en el año 2017 con la inauguración de la planta frigorífica de la transnacional Driscoll's, en el sector de Lagunillas, con una capacidad de procesamiento de hasta 600 hectáreas productivas.

En la zona se identificaron dos grandes grupos de productores, asociados a la transnacional, el primero está conformado por *empresarios agrícolas o brokers*, que tienen el control de la tierra y los derechos de agua en propiedades ejidales o privadas; el segundo está compuesto por *pequeños productores*, que poseen los derechos del agua y de la tierra y que gracias a los programas de apoyo, implementados por la transnacional y por el Estado, se han ido acoplado al nuevo sistema; asociándose con la corporación mediante la agricultura de contrato, que se desarrolla en dos modalidades: de usufructo, donde las empresas comprometen la totalidad de la producción a la transnacional y de renta de tierras campesinas a brokers asociados a la corporación.

La producción de fresa contempla el uso de un sofisticado paquete tecnológico con innovaciones como: plantas modificadas, fertilizantes, plaguicidas, sistemas de riego, plásticos agrícolas y cañones antigranizo; para su implementación cuenta con el financiamiento del Estado, quien entrega fomentos federales y estatales con montos anuales superiores a los 700 millones de pesos, lo que lo convierte en el principal impulsor de la industrialización y modernización de la agricultura.

Las zonas productivas de fresa del corredor fueron identificadas mediante el análisis espacial del territorio y en visitas a campo, donde se encontró una producción, en tierras de propiedad ejidal y privada, en extensiones que van de una a 200 hectáreas, con un alto uso de agroquímicos y una demanda de agua de 40,000 m³/ha por temporada.

Dentro del territorio destacan cuatro regiones, por su relevancia en la producción de fresa: 1) *Tiripetío*, que tiene la mayor superficie productiva en tierras ejidales con una extensión de 365.98 hectáreas, 2) *Tupátaro*, como sector de prueba del cultivo, 3) *Lagunillas*, zona donde se emplaza el frigorífico de la transnacional Driscoll's, 4) *Sanabria*, con superficie productiva

dentro de jurisdicción del módulo de riego VI Lázaro Cárdenas. En estos espacios se identificó un avance importante del cultivo, en 2016 contaba con una superficie de 221.5 hectáreas, que para 2020 se había extendido a 670.44 hectáreas.

Cambio estructural del sistema socio productivo en la región

El avance del cultivo de fresa en el corredor cambió la estrategia productiva, la cual pasó de la agricultura de maíz tradicional a la de fresa de exportación; impulsado por reformas políticas y económicas, que fomentan la adopción de una producción moderna e industrializada con uso de nuevas tecnologías.

Las transformaciones en el sistema socio productivo generó: cambio de cultivo, renta de tierras campesinas, mayor uso de agroquímicos, aumento en la demanda de agua, aumento en financiamiento a la exportación, abandono de los cultivos tradicionales y conflictos por el despojo del agua (figura VI-1). Destaca el cambio en la demanda de agua, con un requerimiento de 37 millones de metros cúbicos para la producción de 5,616 hectáreas de maíz de riego, y una demanda de 27 millones de metros cúbicos para una superficie de 670,44 hectáreas de fresa.

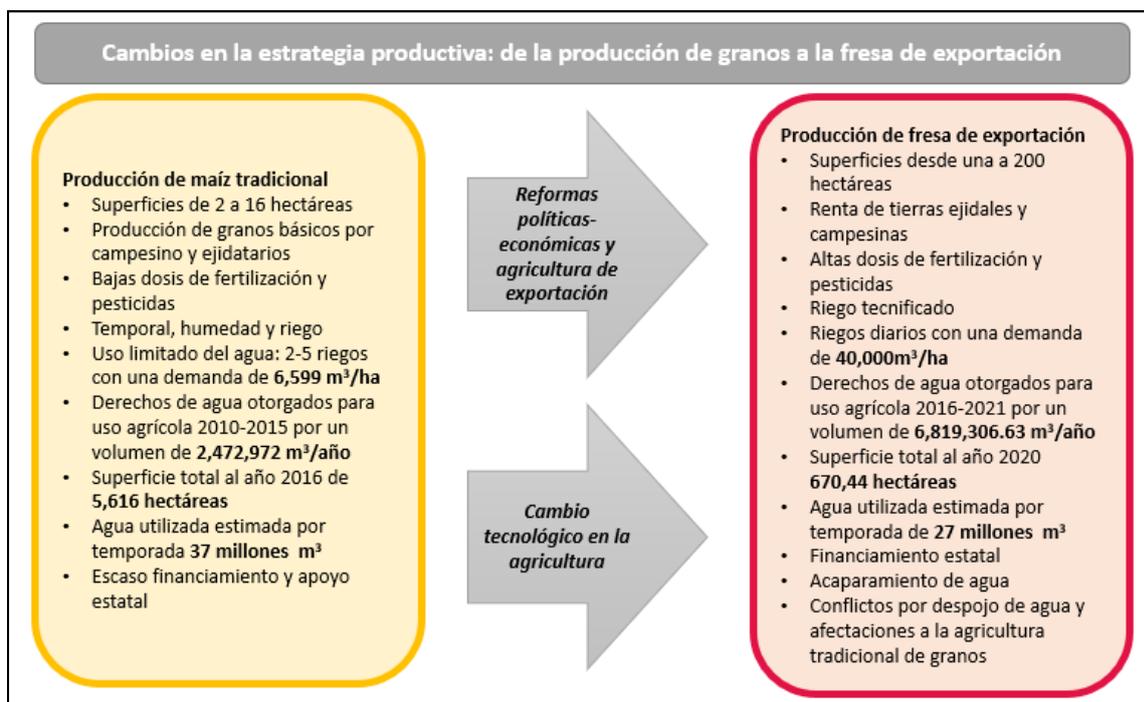


Figura VI-1. Cambios en la estrategia productiva.

El cambio en la estrategia productiva generó procesos de despojo y acumulación

Para comprender las variaciones en el sistema socio productivo, se empleó el enfoque de territorio hidrosocial. En este, se identificaron nuevas formas de concentración de acceso y despojo de los recursos, mediante la acumulación de derechos de agua y de tierras rentadas.

Dentro de los actores relevantes, se consideró a los campesinos maiceros, ejidatarios, usuarios del módulo de riego, brokers, la corporación, y el gobierno. Quienes participan en el despojo de agua y concentración de accesos. Los procesos identificados son: i) destitución de la red hidrosocial a los campesinos; ii) acceso de los capitales a las aguas de la nación mediante la creación de mecanismos legales y no legales; iii) despojo de agua a los campesinos del módulo de riego VI; iv) acumulación de tierras ejidales y campesinas rentadas por parte de brokers.

Para tratar la concentración de derechos de agua, se realizó el análisis de los derechos otorgados por la CONAGUA para uso agrícola, durante los años 2010-2021. Se consideraron dos periodos claves, 2010-2015 época con una modalidad de producción tradicional, que presentó un volumen otorgado de 2.4 millones de m³/año, y 2016-2021 período en que se hace el cambio productivo a exportación, registrando un aumento considerable, en los volúmenes otorgados, con 6.8 millones de m³/año. Aunado a esto, se identificaron 45 nuevas ollas de acumulación de agua mediante el análisis espacial del territorio.

Es importante precisar que el incremento de la superficie productiva tuvo relación con el alza de los volúmenes otorgados en los años 2016 - 2018 y la llegada de la fresa al territorio. Los derechos otorgados fueron a nombre de ejidos presentes en el corredor y de empresas productoras de fresa, identificadas en la zona; evidenciando las desigualdades para con los campesinos a los que se les negó la autorización para nuevos pozos, se les obstaculizaron los permisos para profundizar estas fuentes, además de la falta de respuesta a sus solicitudes de fiscalización a pozos irregulares.

El proceso de acumulación de tierras se ha desarrollado mediante la renta de tierras ejidales y campesinas, a través de contratos donde se comprometen los predios por periodos mayores o iguales a cinco años. Tierras emplazadas en zonas seleccionadas, que presentan una buena conexión con carreteras, lo que permite comunicarse con poblados, mano de obra y frigoríficos. Lo que implica la acumulación por desposesión, mediante la mercantilización y privatización de la tierra, a través de la conversión de la propiedad comunal y ejidal en derechos de propiedad privada, facilitado por las reformas neoliberales implementadas por el Estado.

El cambio tecnológico generó impactos socioambientales

La producción de fresa y el uso de nuevas tecnologías ha contribuido a la contaminación de los recursos suelo y agua, mediante la aplicación de altas dosis de fertilizantes que generan eutrofización de las fuentes de agua por exceso de nitratos y fosfato. Por su parte, el uso de pesticidas y la mayor resistencia de las plagas ha aumentado las aplicaciones, provocando diversos procesos de contaminación del agua, suelo y ambiente, reflejados en la disminución de aves y la muerte de animales.

El uso de tecnologías, como cañones antigranizo, para el control de los fenómenos climáticos ha afectado el ciclo del agua, impiden la formación de granizo y obstruyen la formación de nubes y precipitaciones, afectando directamente a los agricultores de temporal. Estos impactos son considerados externalidades y sus costos ambientales no son asumidos por las empresas.

Frente a los impactos generados por el cambio socio productivo se levanta la lucha campesina

En este contexto de injusticias en el territorio, se identificó un movimiento campesino en defensa del agua, tierra, aire, medio ambiente y la vida; agrupación compuesta por campesinos de diversos municipios del corredor, que se han movilizadado por las afectaciones que les causa el déficit hídrico, impuesto por las acciones de las corporaciones y el Estado. Los campesinos han visibilizado ante las autoridades la existencia y uso de cañones antigranizo en el territorio, la construcción de nuevos pozos y el despojo de las aguas de los usuarios del módulo VI, por parte de brokers freseros, sin tener soluciones concretas.

Aportes de la investigación y recomendaciones

Los aportes de esta investigación son múltiples. Primero, el abordaje de la problemática compleja se realizó desde una perspectiva de análisis global e interdisciplinario que permitió comprender procesos físicos, políticos, económicos, tecnológicos y sociales. Segundo, el estudio se centró en la agricultura campesina e indígena, permitiendo aportar elementos empíricos representados en un SIG del territorio que facilita el entendimiento de su sistema productivo y el uso de los recursos agua y suelo. Tercero, el estudio contribuye con la comprensión de los múltiples impactos producidos por la agricultura de exportación y su tecnología asociada en la sostenibilidad de los recursos suelo y agua.

Aquí se presentaron las bases para la comprensión del cambio en la estrategia productiva en el territorio, en el que se aborda el medio biofísico y socio productivo; sin embargo, debido a los tiempos acotados de la investigación y los requerimientos académicos, no se abordaron los

aspectos normativos y de políticas públicas como un subsistema. Es recomendable que las siguientes investigaciones se centren en dichos aspectos, a modo de complementar el sistema y lograr una comprensión integral de la problemática compleja.

La expansión de la fresa es un proceso en desarrollo, el desplazamiento del maíz continúa sin parar, por ello es relevante extender el estudio del cambio de la estrategia en el territorio, abordar a profundidad la contaminación de los cuerpos de agua, analizar las descargas de las empresas, las cuales escurren directo a los canales y ríos que desembocan en el Lago de Pátzcuaro, sustento de comunidades y pescadores y hábitat de diversas especies de peces y aves.

El estudio de los derechos de agua abordó un período de 10 años, en los que se identificaron nuevas concesiones de agua para la agroindustria a nombre de empresas y personas particulares. En este sentido, es necesario identificar los nuevos pozos ilegales en el territorio, para obtener un inventario que permita su denuncia.

Los cañones antigranizo siguen siendo utilizados en el territorio, causando grandes afectaciones al ciclo del agua, disminuyendo las precipitaciones y dejando sin el vital recurso a los campesinos de temporal. Urge una fiscalización rigurosa, que contemple el carácter móvil de estas tecnologías y un marco legal que sancione su uso en la agroindustria.

VII. Anexos

7.1 Precipitación acumulada anual

Referencia: Capítulo III- 3.3 Clima

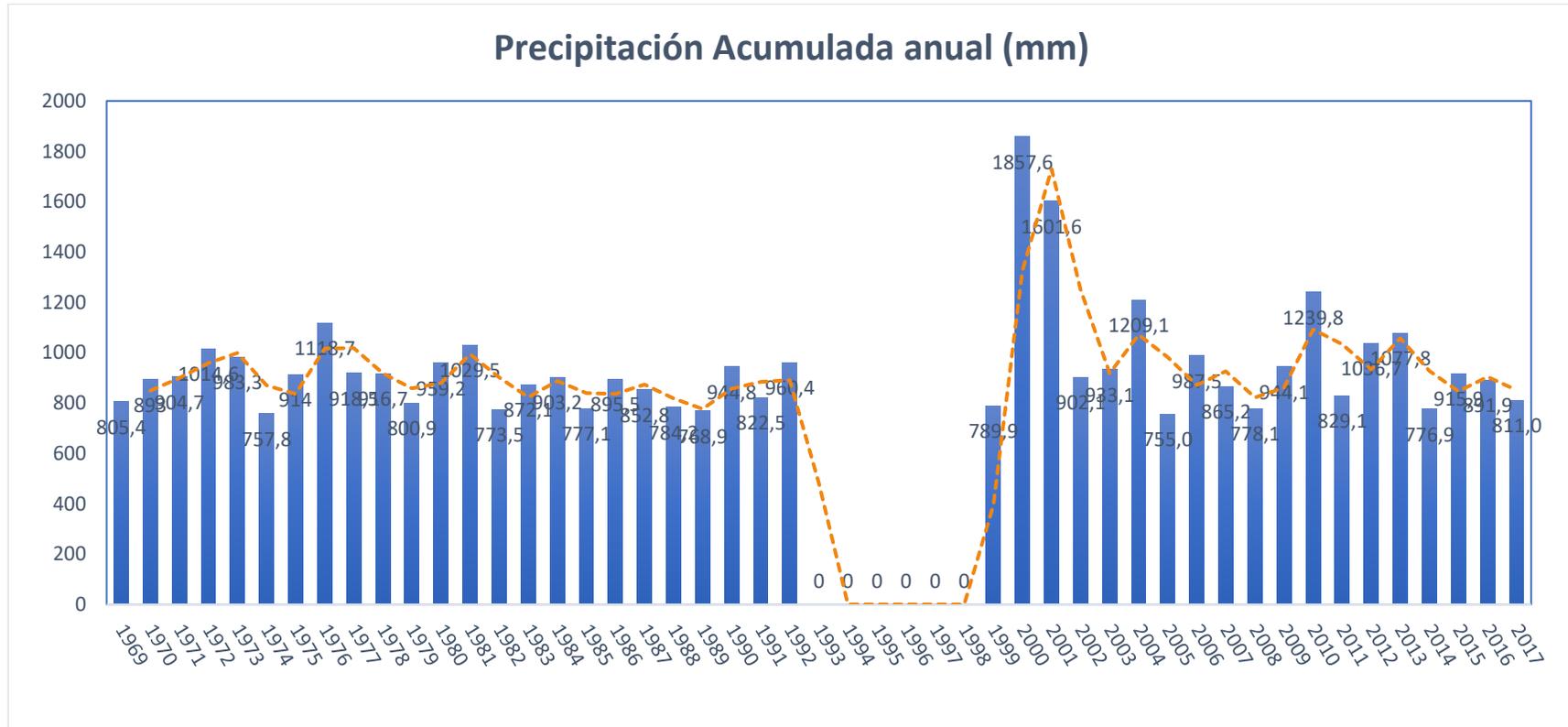


Figura VII-1. Precipitación acumulada anual registrada en la estación climatológica de Pátzcuaro en el período 1969-2017.

Fuente: CONAGUA (2021a)

7.2 Mapa de las razas registradas de maíz en el corredor

Referencia: Capítulo IV- 4.3.2 Biodiversidad del maíz

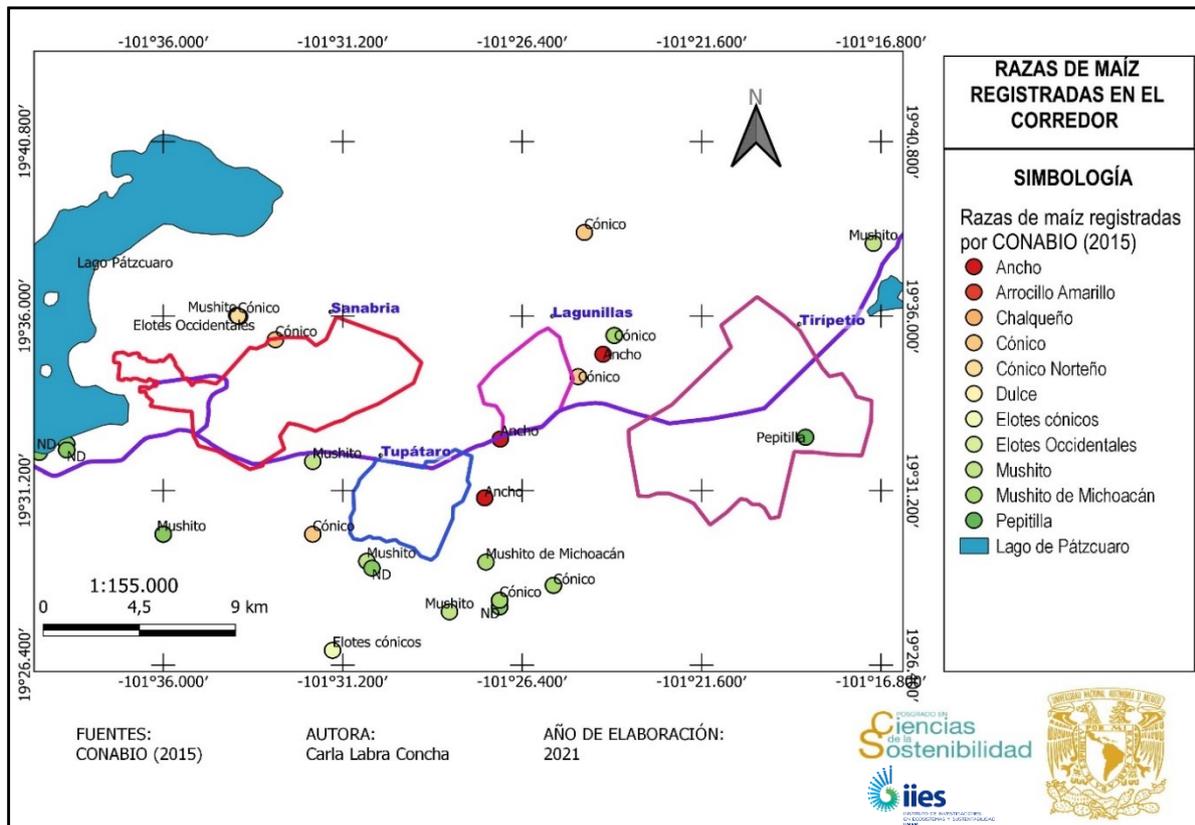


Figura VII-2. Mapa de las razas de maíz registradas en el corredor.

7.3 Patentes registradas de la transnacional Driscoll's en USPTO

Referencia: Capítulo IV- 4.7.1. Plantas modificadas

Tabla VII-1. Patentes registradas de la transnacional Driscoll's en USPTO periodo 2020-2021.

Patente	Variedad	Fecha	Resumen
Grant PP33090	DrisStrawEightyThree	18/05/2021	Seleccionada por la vida útil y el sabor de su fruta, alto rendimiento de temporada media a tardía cuando se cultiva a baja altura en el centro de México y tolerancia a Xanthomonas.
Grant PP33070	DrisStrawEightyTwo	25/05/2021	Seleccionada por su alta temporada temprana y rendimiento total cuando se cultiva a gran altura, el tamaño, el sabor y la vida útil de su fruto, así como su tolerancia a los ácaros y Se describe una arquitectura de planta fácil de cosechar.
Grant PP32824	DrisStrawEighty	23/02/2021	Seleccionada por su tamaño, brillo, firmeza, rendimiento y vida útil de su fruto, así como por la salud de la planta.
Grant PP32814	DrisStrawEightyOne	16/02/2021	Seleccionada por la dulzura y firmeza de su fruto.

Grant PP32801	DrisStrawSixtyNine`	09/02/2021	Seleccionada por su fruto cónico grande, dosel abierto y armazones largos.
Grant PP32498	DrisStrawSeventyNine	24/11/2020	Seleccionada por su sabor, vida útil, tamaño de la fruta y tiempo de cosecha media-temprana.
Grant PP32499	DrisStrawSeventy`	24/11/2020	Seleccionada por su tamaño de fruto, consistencia de tamaño y forma de fruto, brillo y apariencia de fruto, calidad de consumo de fruta, sabor y textura, tipo de producción parcialmente remontante con rendimiento de ambos. Se describe la fructificación temprana y tardía, la arquitectura de la planta, el vigor de la planta y los racimos frutales largos.
Grant PP32500	DrisStrawSeventyOne	24/11/2020	Seleccionada por su hábito abierto, salud vegetal, apariencia de fruta y sabor a fruta.
Grant PP32305	DrisStrawSeventyThree	13/10/2020	Seleccionada por su forma cónica de fruta, pulpa de fruta jugosa con buenas cualidades postcosecha, fruta de gran tamaño, plantas sanas y fuertes y productividad.
Grant PP32271	DrisStrawSeventySeven	06/10/2020	Seleccionada por su tamaño de fruto, rendimiento, sabor, arquitectura de la planta y dosel abierto.
Grant PP32079	DrisStrawSixtyEight	18/08/2020	Seleccionada por el alto rendimiento relativamente temprano y tardío, capacidad de envío, tamaño de fruta, fruta jugosa, dulce y aromática, así como tolerancia al campo de ácaros y botritis.
Grant PP32080	DrisStrawSeventyFive	18/08/2020	Seleccionada por sus grandes frutos cónicos, dosel abierto y armazones largos.
Grant PP31935	DrisStrawSeventyFour	07/07/2020	Seleccionada por su gran tamaño de fruta, vida útil mejorada y sabor floral delicado único.
Grant PP31896	DrisStrawSeventyTwo	23/06/2020	Seleccionada por su arquitectura de planta vertical, potencial de rendimiento, tamaño mediano de fruta, vida útil y sabor.
Grant PP31827	DrisStrawSeventySix	02/06/2020	Seleccionada por su sabor a fruta, tamaño de fruta y rendimiento.
Grant PP31703	DrisStrawSixtySix	28/04/2020	Seleccionada por su alto rendimiento, fruta firme y tipo de planta compacta.
Grant PP31655	DrisStrawSeventyEight	14/04/2020	Seleccionada por su alto rendimiento temprano sin espacios largos, tamaño de fruta, calidad de consumo de fruta, fruta bien expuesta y arquitectura de planta compacta.
Grant PP31527	DrisStrawSixtyTwo	10/03/2020	Se caracteriza particularmente por su potencial de rendimiento, tamaño y sabor de la fruta y vida útil.

Fuente: elaboración propia con datos de la United States Patent and Trademark Office. Recuperado de <https://www.uspto.gov/>

7.4 Insecticidas, fungicidas, nematocidas y herbicidas autorizados para la producción de fresa

Referencia: Capítulo IV- 4.7.3 Principales plagas de la fresa.

Tabla VII-2. Insecticidas, fungicidas, nematocidas y herbicidas autorizados para la producción de fresa.

Insecticidas	Ingrediente activo	Plagas y/o enfermedades	Grupo químico	LMR (PPM)	Dosis por hectárea
	Abamectina	Araña roja	Avermectinas	0,05	0,5- 1L ó 100 ml / 100 L de agua
		Araña ciclamina			
		Ácaro de dos manchas			
		Araña de dos manchas			
	Abamectina + Tiametoxam	Chinche	Avermectina / Neonicotinoides	0,05 - 0,30	
		Araña roja			
		Pulgón			
		Chince lygus			
	Azufre elemental + aceite parafínico	Araña roja	Inorgánico / Alifáticos	ET	0.5 - 1.0 L
	Bifenazate	Araña roja	Ester de ácido carboxílico	1,5	681 - 1.135 gr
	Bifentrina	Araña de dos manchas	Piretroide	3	0.5 L
		Araña roja			
	Bifentrina + Abamectina	Araña roja	Piretroide / Avermectina	1.5 - 2.0 L	1.5 - 2.0 l
	Bifentrina + Imidacloprid	Gallina ciega	Piretroides / Cioronitrilos	3.00/0.50	20 . 30 kg
	Ciflumetofen	Araña roja	Benzoilaceto - nitrilo	0,6	1.0 L
	Flupiradifuron	Pulgón	Butenolida	1,5	0.5 - 1 L
Hexitiazox	Araña roja	Tiazolidina	6	300 - 400 gr	
Imidacloprid	Pulgón verde	Neonicotinoides	0,5	200 - 300 ml	
Malathion	Gusano del fruto	Organofosforado	8	1.0 - 1.5 L	
	Pulgón				
	Mosquita blanca				
	Trips				
	Mosca de las alas manchadas				
Fungicidas	Azoxistrobin	Cenicilia	Metoxiacrylatos	10	0.6 - 0.8 L
		Peca de la hoja			
		Viruela de la Fresa			
		Moho gris			
	Azoxistrobin + metalaxilm	Pudrición de la raíz	Metoxiacrylatos / Felinamida	10.00 / 10.00	800 ml - 1200 ml
Pudrición Radical y / o corona					

	Azoxistrobin / Difenoconazole	Cenicilia	Metoxiacrilatos / Triazol	10.00 / 2.50	375 - 750 ml
		Peca de la hoja			
		Antracnosis			
	Asoxistrobin + Propiconazole	Cenicilia	Metoxi-acrilato / Triazol	10.00 / 1.30	0.75 - 1.25 L
	Azufre elemental	Mancha de la hoja	NC inorgánico	*ET	250 - 300 ml / 100 L de agua
		Cenicilia polvorienta			
		Pudrición del fruto			
		Araña roja			
		Araña ciclamina			
		Moho gris			
	Bicarbonato de Potasio	Cenicilia polvorienta	inorgánicos	ET	2.0 - 4.5 kg
		Midlú			
	Boscalid	Moho gris	Piridin carboxamida	4,5	1.0 - 1.2 kg
Nematicidas	Fluensulfone	Nematodo	-	0,3	2.0 - 2.25 L
Herbicidas	Clortal- Dimetil	gramíneas	Ácido benzoico	2	10.0 - 12.0 Kg
	Clethodim	Zacate kikuyo / Zacate grama / Cebadilla / Raigras criollo / Zacate horquetilla / Zacate mosquita	Cycloexanediones	3	2.0 L
	Napropamida	gramíneas	Amida	0,1	4.74 - 18.7 L
	Sethoxidim	gramíneas anuales y perenes	Ciclohexadiona	10	1.5 - 3.0 L
	Simazina	Maleza de hoja ancha y gramíneas	Triazina	0,25	3.0 - 4.0 L

*ET: Exento de tolerancia

Fuente: Elaboración propia con base en ANEBERRIES (2019).

7.5 Memoria de cálculo: riego fresas

Referencia: Capítulo IV- 4.7.4. Sistema de riego

La evapotranspiración es la combinación de los procesos de evaporación de agua desde el suelo y la transpiración de la planta, con este parámetro se puede obtener la totalidad de agua que se pierde al ambiente (FAO, 2006). Para determinar este valor es necesario calcular la evapotranspiración de un cultivo de referencia (ET_o). Ésta se obtiene, con el consumo de agua de una pradera de diez centímetros de altura, que esté bien regada, y es dependiente de los factores climáticos. Dicho valor puede ser determinado mediante el uso de bandejas de evaporación instaladas en los campos (Figura VI-3), o por ecuaciones basadas en parámetros

como temperatura, radiación solar, humedad relativa y velocidad de viento que entregan las estaciones climatológicas.

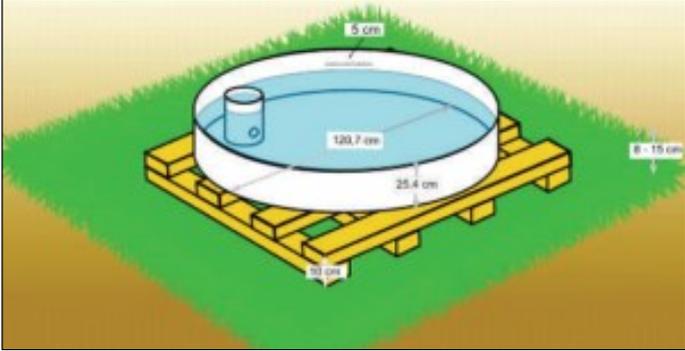


Figura VII-3. Bandeja de evaporación.

Una vez obtenida la ET_o se calcula la demanda de agua o la evapotranspiración del cultivo con la siguiente ecuación:

Ecuación VII-1

$$ET_c = ET_o * K_c * F_c$$

Dónde:

- ET_o : Evaporación de referencia
- K_c : Coeficiente de cultivo
- F_c : Factor de cobertura del follaje o porcentaje de área sombreada

Para la ET_o en la zona del corredor se consideraron los datos entregados por la Conagua para la zona del acuífero Lagunillas- Pátzcuaro. Para la determinación del coeficiente de cultivo de la fresa se consideró su desarrollo fenológico, clasificado por la FAO en: inicial, medio y final (figura VI-4).

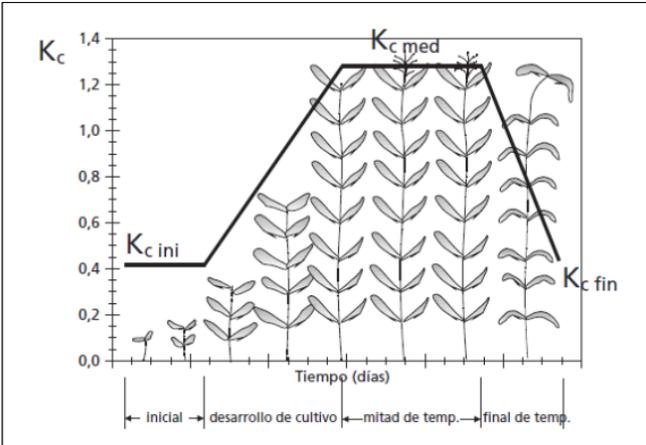


Figura VII-4. Curva generalizada del coeficiente de cultivo.

Fuente: Boletín FAO 56 (FAO, 2006)

Para el cultivo de la fresa el Kc determinado por la FAO (2006), se muestra en la tabla IV-19.

Tabla VI-3. Coeficientes de cultivo de la fresa.

Cultivo: Hortalizas perennes	Kc inicial	Kc medio	Kc final	Altura máxima del cultivo (cm)
Fresas	0,4	0,85	0,75	20

El factor de cobertura (Fc) se puede calcular a partir del área sombreada o porcentaje de cobertura (Pc), utilizando las siguientes ecuaciones:

Ecuación VII-2

$$P_c = X/Eh$$

Ecuación VII-3

$$F_c = 0,92 * P_c + 0,187$$

Dónde:

Pc : es el porcentaje de cobertura

X : área sombreada o ancho de follaje (m)

Eh : espaciamiento entre hileras del marco de plantación (m)

El marco de plantación es, la distancia entre hileras y sobre hileras dispuestas para el cultivo, en el caso de la fresa la distancia entre las hileras es de 30 cm y la distancia sobre hileras es de 20 cm, alternadas en forma de zigzag (figura IV-5). Éstas se posicionan en camellones dentro de los túneles que tienen diversas longitudes, variando de 36 metros los más pequeños, hasta 100 metros. Cada túnel tiene cinco camas, y dependiendo de la longitud el número de plantas varía entre 50,000 y 67,000 plantas/ hectárea (Santoyo y Martínez, 2009).

Utilizando las ecuaciones IV 1, 2 y 3, se puede obtener la evapotranspiración de cultivo o el requerimiento de agua de la planta por etapa de desarrollo, los valores determinados para el cultivo de fresa en la zona del acuífero de Lagunillas - Pátzcuaro se muestra en la tabla IV-20.

Tabla VI-2. Evapotranspiración de cultivo calculada para el cultivo de fresa en la zona del acuífero Lagunillas – Pátzcuaro.

ET _o (mm/día)	ET _{Cinicial} (mm/día)	ET _{Cmedia} (mm/día)	ET _{Cfinal} (mm/día)
4,42	1	5,9	4,3



Figura VII-5. Vista de la plantación de fresas visitada el 26 de octubre del 2020 en la localidad de Tirípetio.

Con el valor de la ETC_{media} como valor de máxima demanda y el marco de plantación, podemos determinar el volumen de agua requerido por planta, utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación VII-4

$$V_r = ETC_{media} * Sp * Sh$$

Dónde:

V_r : requerimiento de agua en litros por día planta

Sp : espaciamiento del cultivo sobre la hilera (0,2 m)

Sh : espaciamiento del cultivo entre las hileras (0,3 m)

El volumen total que aplicar se determinó con la siguiente ecuación:

Ecuación VII-5

$$V_t = \frac{V_r}{Ea} * n^{\circ} \text{ de plantas por hectárea}$$

Dónde:

V_t : volumen total (litros/día/hectárea)

Ea : eficiencia de aplicación cinta de riego (80%).

El número de plantas por hectárea variará según el largo del túnel, para este cálculo se consideraron 67,000 plantas por hectárea. Obteniendo un volumen total requerido de 29.647,5 l/ha/día o 29,64 m³/ha /día en un día de máxima demanda, considerando un ciclo de 300 días, el volumen a aplicar por temporada es de 8,894.25 m³/ha. En época de riego, se debe considerar que las empresas freseras utilizan doble cinta de riego de caudal de 1 l/hr (figura VI-6), por lo que el tiempo de riego debe ser de 27 minutos, valor que coincide con el tiempo determinado en los campos, según lo señalado por los técnicos en entrevistas.



Figura VII-6. Fotografía de las líneas de riego en la zona de Tirípetio.

7.6 Empresas recicladoras de plásticos en el estado de Michoacán

Referencia: Capítulo IV- 4.7.5 Plásticos agrícolas

Tabla VIII-5. Empresas que reciclan plásticos en Michoacán.

Nombre empresa	Municipio	Material
ECOCE	Morelia	Botellas de PET Programa Eco Reto
Foplam	Morelia	Plásticos
Reciclados plásticos de la Ciénega	Morelia	Recuperación de plásticos para reciclar
Los Angeles Plastics de México	Irimbo	PET y polietileno de alta densidad
Everplastic	Zinaparo	PET
Everplastica	Morelia	PET
Ceriplas	Zitácuaro	Plásticos

Fuente: SEMARNAT (2010).

VIII. Bibliografía

- Aguilar, J., Illsley, C. y Marielle, C. (2007). Los sistemas agrícolas de maíz y sus procesos técnicos. En Esteva, G. y Marielle, C. (Coord.), *Sin maíz no hay país*, (pp. 83-122). México: Ed. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Culturas Populares de México.
- Alcalá, M., Ortiz, C. y Gutiérrez, M. (2001). Clasificación de los suelos de la meseta Tarasca, Michoacán. *Terra*, 19(3), 227- 239.
- Altieri, M. (2009). *Desiertos verdes: monocultivos y sus impactos sobre la biodiversidad*. Argentina.
- Álvarez, J. (1985). Zamora antes del “boom” fresero. *Relaciones COLMICH*, 6(23), 39-59. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/relaciones-colmich-zamora/articulo/zamora-antes-del-boom-fresero>
- ANEBERRIES. (2019). Lista de productos autorizados, fresa, en cumplimiento con EUA. México.
- Antunez, A., Felmer, S. y Mora, D. (2009). Eficiencia de riego en sistemas localizados. Chile: INIA.
- Appendini, K. (2012). La regularización de la tierra después de 1992: la “apropiación” campesina de Procede. En Ordorica, M. y Prud’homme, J. (Coord.). *Los grandes problemas de México*, (pp. 128-132). México: El Colegio de México.
- Arroyo, A. y Boelens, R. (2013). *Aguas Robadas: despojo hídrico y movilización social*. Justicia hídrica. Lima: Abya-Yala.
- Astier, M., Pérez, E. Ortiz, T y Mota, F. (2003). Sustentabilidad de sistemas campesinos de maíz después de cinco años: el segundo ciclo de evaluación MESMIS. *LEISA revista de Agroecología*, ed. Espc, 39-46.
- Astier, M., Pérez, E., Orozco, Q., Patricio, M. y Moreno, A. (2012). Sistemas agrícolas, conocimiento tradicional y agrobiodiversidad: el maíz en la cuenca. En Argueta, A., Gómez, M. y Navia, J. *Conocimiento tradicional, innovación y reapropiación social*. México: UNAM.
- Ávila, P. (1996). Escasez de agua en una región indígena, el caso de la Meseta Purépecha. México: Colegio de Michoacán.
- Ávila, P. (2015). Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica. *Revista de Estudios Sociales*, (55), 18-31. <https://doi.org/10.7440/res55.2016.01>
- Bancomext. (1963). Industria Mexicana de fertilizantes químicos. México.
- Barkin, D. (2002). El maíz: la persistencia de una cultura en México. *Cahiers amériques latines*, 40, 19-31. Doi: 10.4000/cal.6810
- Barojas, A. y Keilbach, N. (2017). Las vicisitudes en el diseño de una política pública para el campo: La Cruzada Estatal por el Maíz en Michoacán. En Garrafa, O., Rodríguez, C., Rappo, S. y García, R. *México rural ante los retos del siglo XXI, políticas públicas y*

territorialidades. México: Asociación Mexicana de Estudios Rurales, Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma Metropolitana.

- Barros N. (2000). *From Maize to Melons: Struggles and Strategies of Small Mexican Farmers*. Amsterdam: CEDLA, Latin American
- Bedolla, C., Bautista, F., Ihl, T. y Dubrovina, I. (2017). Diversidad de suelos y su distribución espacial. En: *La biodiversidad en Michoacán. Estudio del Estado 2, vol. I*. México: CONABIO.
- Berdegú, J. y Sanclemente, X. (2007). *La fresa en Michoacán, los retos del mercado*. México: SEDAGRO, COEFREM, Gobierno de Michoacán.
- Bernal, M. (2012) Contaminación del agua por plaguicidas. En Pérez, R. y Aguilar, A. *Agricultura y contaminación del agua* (pp. 79-108). México: UNAM
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Boelens, R., Cremers, L. y Zwarteveen, M. (2011). *Justicia Hídrica: acumulación, conflicto y acción social*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Boelens, R., Damonte, G., Seemann, M. y Yacoub, C. (2015). Despojo del agua en Latinoamérica. En Yacoub, C., Duarte, B. y Boelens, R. *Agua y ecología política* (pp. 11-29). Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
- Boelens, R., Hoogesteger, J., Swyngedouw, E, Vos, J y Wester, P. (2016). Hydrosocial territories: a political ecology perspective. *Water international*, 41(1), 1-14. Doi:10.1080/02508060.2016.1134898
- Boelens, R., Hoogesteger, J., Swyngedouw, E., Vos, J. y Wester, P. (2017). Territorios hidrosociales: una perspectiva desde la ecología política. En Bakker, K., Salamanca, C y Astudillo, F. *Recursos, vínculos y territorios, inflexiones transversales en torno al agua* (pp. 85-104). Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- Bolda, M.(2015). *Manual de producción de fresa para los agricultores de la costa central*. Estados Unidos: Universidad de California
- Briassoulis, D., Babou, E., Hiskakis, M., Scarascia, G., Picuno, P., Guarde, D., Dejean, C. (2013). Review, mapping and analysis of the agricultural plastic waste generation and consolidation in Europe. *Waste Manag Res*, (12),1262-78. doi: 10.1177/0734242X13507968
- Camargo, C., Pacheco, C. y López, R. (2017). Erosión hídrica, fundamentos, evaluación y representación cartográfica: una revisión con énfasis en el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica. *Gestión y ambiente*, 20(2), 256-280.
- Candelas, R. (2019). *La relevancia de los ejidos y las comunidades rurales en la estructura social de México*. CESOP: México.

- Carrera, J., Ron, J., Sánchez, J., Jiménez, A., Márquez, F., Sahagún, L., Sesmas, J. y Sitt, M. (2011). Razas de maíz de Michoacán de Ocampo su origen, relaciones fitogeográficas y filogenéticas. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Castañares, E. (2009). Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad.
- Castillo, M. (2014). *La Reforma del Artículo 27 Constitucional, ¿éxito o fracaso? Resultados a 20 años de la nueva política agraria en México*. (trabajo de grado). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ceceña, A. (2016). La territorialidad de las corporaciones. En Ceceña, A. y Ornelas, R. *Las corporaciones y la economía-mundial*, (pp. 108-133), México.
- CDPH (Departamento de Salud Pública de California). (2013). Programa regulatorio agrícola, recursos para agricultores: Nitrato en el agua potable. California EUA.
- Clark, W. y Dickson, N. (2003). Sustainability science: The emerging research program. *PNAS*, 100(14), 8059-8061.
- Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro. (2011). *Inventario de los manantiales en la cuenca del Lago de Pátzcuaro*. México.
- Composto, C. y Navarro, M. (2014). Claves de lectura para comprender el despojo y las luchas por los bienes comunes naturales en América Latina. En *Territorios en disputa, despojo capitalista, luchas en defensa de los bienes comunes naturales y alternativas emancipadoras para América Latina*. México: Bajo Tierra.
- CONAGUA. (2006). Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. México
- CONAGUA. (2018). Atlas del agua de México. Recuperado de www.conagua.gob.mx
- CONAGUA (2019). Acuíferos críticos del territorio nacional: aspectos técnicos y ambientales. Trabajo presentado en la 3^{ras} jornadas técnicas de gestión de acuíferos y recarga artificial, UNAM, México.
- CONAGUA. (2020a). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Morelia-Queréndaro (1602), Estado de Michoacán. México: CONAGUA
- CONAGUA. (2020b). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Lagunillas-Pátzcuaro (1604), Estado de Michoacán. México: CONAGUA
- CONAGUA. (2021). Registro Público de Derechos de Agua. Recuperado de: <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- CONAGUA. (2021a). Proyecto de bases de datos climatológicos: estación Pátzcuaro. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/>
- CONAGUA. (2021b). Monitor de Sequía de México. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

- CONAPO. (2010). Marginación a nivel localidad, fuente Censo de Población y Vivienda 2010. México.
- CONEVAL. (2018). Cruzada Nacional contra el hambre. Recuento 2013-2018. México.
- Cue Bär, E., Villaseñor, J., Arredondo, L., Cornejo, G. y Ibarra, G. (2008). La flora arbórea de Michoacán, México. *Sociedad Botánica de México*, 78, 47-81.
- Damonte, G y Lynch, B. (2016). Cultura, política y ecología política del agua: una presentación. *Anthropologica*, (37), 5-21.
- Delgadillo, R., García, A. y Álvarez, J. (2014). Estimación del escurrimiento superficial en la subcuenca Tzurumútaro de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. En Delgadillo, R. y Vargas, S. Estudio ecosistémico del Lago de Pátzcuaro, volumen 2. México: IMTA
- Diario Oficial de la Federación de México (16 de enero del 2020). Reglas de operación Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria. México: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: https://www.p.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609038&fecha=28/12/2020&print=true
- Diario Oficial de la Federación de México (28 de diciembre del 2020). Reglas de operación del programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura para el ejercicio 2021. México: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609035&fecha=28/12/2020&print=true
- Diepersloot, J. (2012). Developing an Advocacy Program for Hail Cannons in agricultural practices. (Degree work). California Polytechnic State University, San Luis Obispo, United States.
- Doornbos, B. (2011). Justicia hídrica: ¿por qué y cómo considerar el cambio climático en el análisis de la distribución del agua? En Boelens, R., Cremers, L. y Zwarteveen, M. Justicia Hídrica: acumulación, conflicto y acción social (pp. 135-154). Lima: Instituto de Estudios Peruanos
- Durand, L., Figueroa, F y Guzmán, M. (2015). *La naturaleza en contexto, hacia una ecología política mexicana*. México: UNAM, CRIM, El Colegio de San Luis, CEICH
- Echávone, F. (2008). Globalización, agroindustrias y agricultura por contrato en México. *Geographicalia*, (54), 45-60.
- En15días. (2021). Identifican 5 pozos con irregularidades en la región Lagunillas-Pátzcuaro. Recuperado de: <https://en15dias.com/michoacan/identifican-5-pozos-con-irregularidades-en-la-region-lagunillas-patzcuaro/>
- Espinoza, M. (2017). *El maíz en Michoacán: La praxis campesina en la región de Guayangareo*. (Trabajo de grado). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Espinoza, A. y Bollo, M. (2017). La cartografía de las unidades inferiores de la regionalización físico-geográfica (RFG) de Michoacán. *Terra digitalis*, 1(1), 1-10. Doi: 10.22201/igg.terradigitalis.2017.1.4.69

- Esteva, G. y Marielle, C. (2003). *Sin maíz no hay país*. Consejo Nacional para la cultura y las Artes, Dirección General de las Culturas Populares e Indígenas y Museo Nacional de Culturas Populares: México.
- FAO. (1992). *Los fertilizantes y su uso*. FAO.
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo. FAO.
- FAO. (2008). Base referencial mundial del recurso suelo: un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Roma: FAO.
- FAO. (2010). Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía. Roma, Italia.
- FAO. (2011). El estado de los recursos de tierras ya guas del mundo para la alimentación y la agricultura. España: FAO.
- FAO. (2015). Estado mundial del recurso suelo. Roma: FAO.
- FAO. (2019). Soil erosion: the greatest challenge for sustainable soil management. Roma: FAO.
- Feder, E. (1981). *El imperialismo fresa*. México: Instituto de investigaciones económicas.
- FIRA. (04 de junio del 2021). Crédito FIRA. Recuperado de <https://www.fira.gob.mx/Nd/FondeoFira.jsp>.
- FIRA. (2007). Cultivo de maíz de riego, análisis de rentabilidad P-V 2006 y Costos de cultivo P-V 2007. México.
- FIRA. (2016). Informe de actividades 2016. México.
- Flores, H., Carillo, R., Martínez, M., Oropeza, J., Hidalgo, C., Ruiz, J., Ramírez, H, Benavides, J. y Flores, G.(2007). Contaminación del agua superficial con fósforo y nitrógeno por fuentes no puntuales de la cuenca el Jihuite, Jalisco, México. En Sánchez, C. et al. (ed.). Avances de Investigación en Agricultura Sostenible IV: Bases Metodológicas para el Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas (pp. 69-96). México: INIFAP-CIRPAC.
- Flores, N., Saldívar, A., Hernández, V. y Pérez, O. (2017). Valoración del agua de riego agrícola en el valle de Zamora, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(4), 811-823.
- Gallegos, A., López, D. y Bautista, F. (2019). Quantitative Assessment of Environmental Soil Functions in Volcanic Zones from Mexico Using S&E Software. *Sustainability*, 11(17), 1-14. doi:10.3390/su11174552
- García, F. (2003). La agricultura latinoamericana en la era de la globalización y de las políticas neoliberales: un primer balance. *Revista de geografía* (2), 9-36.
- García, R. (1988). Modernización en el agro: ¿ventajas comparativas para quién? México: Cinvestav.
- García, R. (2000). El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos. España: Gedisa.

- García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. España: Gedisa
- García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 1(1), 66-101. Recuperado de: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4828/pr.4828.pdf
- García, R., Espinosa, D., Figueroa, B., García, N. y Gallardo, L. (2006). Reservas de carbono orgánico y de fracciones húmicas en un vertisol sometido a siembra directa. *Terra Latinoamericana*, 4(24), 241-251. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311108011>
- Garduño, H., Giordano, N., Ávila, J., Hernández, V., Sámano, A., y Díaz, J. (2014). Estudio hidrogeológico del sistema acuífero de Morelia, Michoacán, para una correcta planificación del territorio. En Vieyra, A. y Larrazábal, A. *Urbanización sociedad y ambiente, experiencias en ciudades medias* (pp. 197-222). México: INECC-SEMARNAT.
- Garrapa, A. (2018). Jornaleros agrícolas y corporaciones transnacionales en el Valle de San Quintín. *Frontera Norte*, 31(6), 1-24. Doi: <http://dx.doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2018>
- Giraldo, O. (2018). *Ecología política de la agricultura. Agroecología y posdesarrollo*. México: El Colegio de la Frontera Sur.
- González, E., Mastachi, C., Rivera, B., Gutiérrez, A., Lafragua, J. y Guevara, A. (2010). La evaporación en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, México. *Tecnología y Ciencias del agua*, 1(3), 54-69.
- González, F., Rebollar, S., Hernández, J., Morales, J. y Ramírez, O. (2019). Situación actual y perspectivas de la producción de berries en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 44, 260-272.
- Gorenstein, S. (2016). *Empresas transnacionales en la agricultura y la producción de alimentos en América Latina y el Caribe*. Argentina.
- Harvey, D. (2004). *La condición de la posmodernidad. Investigaciones sobre los orígenes del cambio cultural*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Harvey, D. (2014). *Diecisiete contradicciones y el fin del capitalismo*. Madrid: IAEN
- Hernández, J. y Barón, L. (2020). De la reproducción ampliada a la acumulación por desposesión: introducción y desarrollo del capital fresero en el valle Zamorano. *Textual*, 76, 75-102. Doi: 10.5154.r.textual.2020.76.04
- Hernández, L. y Concheiro, L. (2016). Artículo 27. “Y venimos a contradecir”... después de un siglo. *Argumentos*, 29(82), 69-88. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59551331004>
- HLPE. (2011). *Tenencia de la tierra e inversiones internacionales en agricultura*. Un informe del Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición. Roma: HLPE.

- Hoogesteger, J. y Wester, P. (2018). Gestión del agua subterránea de uso agrícola: los restos de la sostenibilidad socioambiental y la equidad. *Cuadernos de Geografía*, 101, 51-70.
- Hortalizas. (02 de enero del 2018). Inicia operaciones nuevo Centro Frigorífico de Driscoll's en Lagunillas, Michoacán. Recuperado de: <https://www.hortalizas.com/cultivos/inicia-operaciones-nuevo-centro-frigorifico-de-driscolls-en-lagunillas-michoacan/>
- HortoCultivos. (04 de junio del 2021). El Cultivo de Tejidos Vegetales para Berries. HortoCultivos. Recuperado de <https://www.hortocultivos.com/cultivos/frutillas/el-cultivo-de-tejidos-vegetales-para-berries/>
- Hovsepyan, S., Torosyan, Y., y Torosyan G. (2012). Ecological problems at realization of active influence on hail processes. *Food and Environment Safety*, 11(1), 23 – 28. Recuperado de: <http://fens.usv.ro/index.php/FENS/article/view/250>
- [Howard, P. \(2009\). Visualizing Consolidation in the Global Seed Industry: 1996–2008. *Sustainability*, \(1\), 1266-1287. Doi: 10.3390/su1041266](#)
- IMTA. (2010). Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Martínez, P. y Patiño, C. (Coord.). México: IMTA.
- IMTA. (2015). Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Arreguín, F., López, M., Rodríguez, O. y Montero, M. (Coord.). México: IMTA.
- IMTA. (2016). Organización de usuarios en las unidades de riego en México. México.
- Indimedia. (2020). Campesinos toman vías del tren por “invasión” de freseros. Recuperado de: indimedia.com
- INEGI. (2007). Censo Ejidal. México.
- INEGI. (2021). Mapas: Climatología. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI. (2016). Censo agropecuario del año 2016. Recuperado de www.inegi.gob.mx
- IPCC. (2008). El cambio climático y el agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra
- Jönsson, M. (2017). El dominio de las agroindustrias transnacionales sobre los campesinos de maíz mexicanos: el caso de Tonalico, Estado de México. En Garrafa, O., Rodríguez, C., Rappo, S y García, R. *México rural ante los retos del siglo XXI* (pp.35-56). México.
- Juárez, P., Bugarín, M., Castro, R., Sánchez, A., Cruz, E., Juárez, C., Alejo, G. y Balois, R. (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista fuente*, 3(8), 21-27. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/275658997_Estructuras_utilizadas_en_la_agricultura_protegida
- Langhoff, M, Geraldí, A. y Rosell, P. (2017). El concepto de ciclo hidro-social aplicado a los conflictos por el acceso al agua. El caso de la disputa por el río Atuel entre las provincias de La Pampa y Mendoza, Argentina. *Papeles de Geografía*, 63, 146-160. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2017/280681>

- Larsimont, R. (2014). *Ecología política del agua: reflexiones teórico-metodológicas para el estudio del regadío en la provincia de Mendoza*. Buenos Aires: INCIHUSA
- Lazos, E. (2015). Tiempo de maíz: tiempos de ayer y de mañana. En Reyes y Barrasa. *Saberes ambientales campesinos, cultura y naturaleza en comunidades indígenas y mestizas de México*. UNICACH. Recuperado de: <http://ru.iis.sociales.unam.mx/jspui/handle/IIS/4689>
- Leff, E. (2006). La ecología política en América Latina. Un campo en construcción. En Alimonda, H. *Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana*. Buenos Aires: CLACSO.
- López, A. (2004). Materiales plásticos para uso agrícola. (Trabajo de grado). Centro de investigación en Química Aplicada, México.
- Mandiola, C. y Seefoó, J. (2002). El trabajo en el espacio rural. Riesgos y molestias musculoesqueléticas en jornaleros mexicanos del cultivo de fresa. *Geografía y ciencias sociales*, 6(49).
- Martínez, L., Ibacache, A. y Rojas, L. (2008). Las heladas en la agricultura. *Boletín INIA*. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7258>
- Martínez, C. (2019). Plaguicidas, impacto en salud y medio ambiente en Sinaloa (México): implicaciones y retos en gobernanza ambiental. *Trayectorias humanas Transcontinentales*, (4), 103-122. Recuperado de: <http://www.unilim.fr/trahs>
- Martínez, E. y Esparza, L. (2020). Teorías de sistemas complejos: marco epistémico para abordar la complejidad socioambiental. *Intersticios sociales*, (21), 373-395. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4217/421766332015/html/>
- Mazabel, D., Mendoza, A., Macías, F. (2013). Globalización, neoliberalismo e imperativos de la racionalidad económica en el uso de los recursos hídricos en México. *Ra Ximhai*, 9(esp. 1), 201-209.
- McMichael, P. (2009). A food regime analysis of the “world food crisis”. *Agriculture human values*, 26, 281-295. DOI 10.1007/s10460-009-9218-5
- McMichael, P. (2004), “Global development and the corporate food regime”, Prepared for Symposium on New Directions in the Sociology of Global Development, *XI Congress of Rural Sociology*, Trondheim, Noruega. Recuperado de: <http://www.infoagro.net/shared/docs/a1/Global%20development%20and%20the%20corporate%20food%20regime.pdf>
- Medina, J., Volke, V., Galvis, A., González, J., Santiago, M. y Cortés, J. (2009). Propiedades químicas de un Luvisol después de la conversión del bosque a la agricultura en Campeche. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 217-235. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43713059003>
- Medina, L., Bravo, M., Prat, C., Martínez, M., Ojeda, E. y Serrato, B. (2008). Pérdida de suelo, agua y nutrientes en un acrisol bajo diferentes sistemas agrícolas en Michoacán, México. *Agricultura técnica en México*, 34(2), 201-2011

- Medina, L., García, N., García, F. e Ikkonen, E. (2014). Suelos de humedal del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5(5), 111-124.
- Mendoza, M y López, E. (2007). Caracterización físico-geográfica de la Subcuenca de Cointzio, Michoacán: Información básica para el manejo integrado de cuencas. En Sánchez, C. et al. (ed.). *Avances de Investigación en Agricultura Sostenible IV: Bases Metodológicas para el Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas* (pp. 69-96). México: INIFAP-CIRPAC.
- Mendoza, M., Bocco, G., López, E. y Bravo, M. (2002). Implicaciones hidrológicas del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: una propuesta de análisis espacial a nivel regional en la cuenca cerrada del lago de Cuitzeo, Michoacán. *Investigaciones Geográficas*, (42), 92-117.
- Menzel, C., Smith, L. y Moisander, J. (2014). The productivity of Strawberry plants growing under plastic high tunnels in a wet subtropical environment. *HortTechnology*, 24(3), 334-342. doi: 10.21273/HORTTECH.24.3.334
- Moreno, A., Aguilar, J. y Luévano, A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista mexicana de agronegocios*, 29, 763-774.
- Morett, J. (1991). Nuevas modalidades de control de las empresas trasnacionales en la agricultura mexicana: el caso de la fresa. *Agricultura y Sociedad*, (60), 29-45.
- Morett, J. y Cosío, C. (2016). Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(1), 125-152.
- O'Brien, K. & Leichenko, R. (2003). Winners and losers in the context of global change. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(1), 89–103.
- Orozco, Q., Barrera, N., Astier, M. y Masera, O. (2010). El sistema maíz-tortilla en el estado de Michoacán. En Seefoó, J. Keilcach, N. *Ciencia y paciencia campesina, El maíz en Michoacán*. El Colegio de Michoacán, Secretaría de Desarrollo Rural: México.
- Orozco, Q., Odenthal, J. y Astier, M. (2017). Diversidad de maíces en Pátzcuaro, Michoacán, México, y su relación con factores ambientales y sociales. *Agrociencia*, 51(8), 867-884.
- Ortega, G. y Espinosa, M. (2021). En López, I. (Coord.), *Políticas públicas y gestión social del campo en México, un dialogo, a veces descompuesto, entre el estado, el mercado y la sociedad Vol. 4*, (pp. 31-52). Asociación Mexicana de Estudios Rurales: México.
- Ortiz, C., Bonales, J. y Aguirre, J. (2016). Cambio climático y vulnerabilidad agrícola municipal en Michoacán. Trabajo presentado en 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México, AMECIDER-ITM, México.
- Osorio, J. (2005). El Estado en el centro de la mundialización. México: FCE
- Palerm, J. (2020). Caracterización de los módulos de los distritos de riego y presencia de organizaciones locales. *Región y sociedad*, 32, 1-22. Doi: 10.22198/rys2020/32/1335
- Palerm-Viqueira, J. (2005). Gobierno y administración de sistemas de riego. *Región y Sociedad*. 18(34), 3-33.

- Peniche, S. (2011). Agua y economía fresera en la cuenca del río Duero. La transformación del modelo hidroagrícola mexicano. México.
- Peña, F., Duarte, B., Yacoub, C. y Boelens, R. (2015). Agronegocios y concentración de agua en América Latina ¿alimentos, abundancia, desarrollo? En Yacoub, C., Duarte, B. y Boelens, R. *Agua y ecología política*. Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
- Pérez, R. y Aguilar, A. (2012). *Agricultura y contaminación del agua*. México: UNAM
- Pérez, R. y Ávila, J. (2004). Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación de nitratos en el estado de Yucatán. *Ingeniería*, 8(1), 33-42. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46780104>
- Pierzynski, G. (2000). Methods of Phosphorus Analysis for Soils, Sediments, Residuals, and Waters. *Southern Cooperative Series Bulletin*, (396).
- Plasencia, M. (2006). Influencia de los corredores económicos en la producción de limón de exportación en la región Piura. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 11(20), 153-175.
- PNUD. (2011). Informa sobre Desarrollo Humano. Sostenibilidad y equidad: Un futuro mejor para todos. Nueva York: PNUD.
- Poder Legislativo. (06 de abril de 2021). Iniciativa con Proyecto de Decreto por el que se adiciona el artículo 111 bis y se reforma el artículo 189 de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable. *Gaceta Parlamentaria, Tomo III(141M)*. Morelia, Michoacán.
- Pratt, L. y Ortega, J. (2019). Agricultura protegida en México. México: BID
- RAPAL. (2010). Contaminación y eutrofización de agua: impactos del modelo de agricultura industrial. Uruguay: RAPAL.
- Reyes, M., Pulido, T. y Cázarez, F. (2020). Sistemas de protección anti granífulgos en México y sus efectos en la salud de los seres vivos y las alteraciones ambientales. *Medicina: Impactos Científicos e Sociais e Orientação a Problemas nas Diversas Áreas de Saúde*, (2) 21, 176-187.
- Reygadas, P. (2008). La disputa por las nubes. Cañones, políticas agrarias y representaciones sociales en el Altiplano potosino. *Revista de El Colegio de San Luis*, 10(8), 30-56.
- Reygadas, P. y Aviña, G. (2012). ¿De quién son los cielos? Tecnologías de manipulación pluvial y conflicto social en San Luis de Potosí. *Dimensión antropológica*, 54, 127 – 152. Recuperado de: <https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/dimension/article/view/1018>
- Robbins, P. (2012). *Political ecology: Critical introductions to geography*. USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Rodríguez, C., González, G. y Gómez, M. (2016). Fresa transgénica: importancia, beneficios y avances científicos en México. *Reacción*, 3(2), 10-13. Recuperado de http://reaxion.utleon.edu.mx/Reaxion_a3_numero_2.pdf

- Rodríguez, L. & García, H. (2002). Economía del sistema de patentes en plantas cultivables transgénicas en México. *Análisis Económico*, XVII(36),241-280. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303609>
- Rowley, D., Black, B. y Drost, D. (2011). Late-season Strawberry production using day-neutral cultivars in high-elevation high tunnels. *HortScience*, 46(11), 1480-1485. doi: 10.21273/HORTSCI.46.11.1480
- Rubio, B.(2008a). De la crisis hegemónica y financiera a la crisis alimentaria. Impacto sobre el campo mexicano. *Argumentos*, 21(57), 35-52.
- Rubio, B. (2008b). La crisis alimentaria y el nuevo orden agroalimentario financiero energético mundial. *Mundo siglo XXI*, (13), 43- 51.
- Rubio, S., Alfonso, A., Grijalba, C. y Pérez, M. (2014). Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 8(1), 67-79. doi: 10.17584/rcch.2014v8i1.2801
- SADER. (2019). Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas. México.
- SAGARPA. (2008). Informe de evaluación de consistencia y resultados, Alianza para el campo. México
- SAGARPA. (2015). Programa de fomento a la agricultura 2015, componente producción intensiva y cubiertas agrícolas (PROCURA). México
- SAGARPA. (2017). 5^{to} Informe de labores 2016-2017. México.
- SAGARPA. (2017). Análisis espacial y temporal de la presencia de cañones antigranizo y su relación con la precipitación pluvial en los estados de San Luis de Potosí, Jalisco y Michoacán. México.
- SAGARPA. (2017). Planeación agrícola nacional, maíz grano blanco y amarillo mexicano. México.
- SAGARPA. (2018). Delegación SADER Michoacán. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/michoacan>
- Saldarriaga, P., Bravo, G. y Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias*, 2(ed. Esp.), 127-137. Recuperado de: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
- Sánchez, C., Roldán, A., Tiscareño, M., Caravaca, F., Hernández, M., García, C., Velásquez, M. y Madrigal, L. (2007). Influencia de la rehabilitación de cuencas hidrológicas en indicadores de la calidad del suelo. En Sánchez, C. et al. (ed.). *Avances de Investigación en Agricultura Sostenible IV: Bases Metodológicas para el Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas* (pp. 253-271). México: INIFAP-CIRPAC
- Sánchez, K. y Betanzos, P. (2006). Aspectos socioeconómicos y culturales en el uso de agroquímicos y plaguicidas en los Altos de Morelos, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 3,33-47. Recuperado de: http://www.redibec.org/IVO/rev3_03.pdf

- Sandoval, A. (2012). “Los productores de zarzamora en el valle de Los Reyes, Michoacán”, en Torres Salcido, Gerardo; Rosa María Larroa Torres (coords.). *Sistemas agroalimentarios localizados. Identidad territorial, construcción de capital social e instituciones*, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Juan Pablos Editor. pp.329-357.
- Sandoval, A. (2016). Desigualdades socioterritoriales y de acceso a los recursos en el municipio de Los Reyes, Michoacán. En Rodríguez, L. (Coord.), *Acción pública y políticas públicas para el desarrollo* (pp. 81-100). México: PROIMMSE-IIA, UNAM.
- Sandoval, A. (2017). Exploración de las contribuciones del enfoque “hidrosocial” a los estudios de caso sobre agua. *Waterlat-Gobacit*, 4(3), 15-26. Recuperado de: www.waterlat.org
- Sandoval, A. (2019). “Gobernanza y procesos socio territoriales: el caso de las frutillas en Michoacán”. *Cuadernos Americanos*, 169, 119-139.
- Sandoval, A. (2020). Dinámicas agroindustriales de los frutos rojos en Michoacán. En Torres y Larroa (Coord.), *Gobernanza y desarrollo territorial: sistemas agroalimentarios localizados. Análisis y Políticas Públicas*, (pp. 305-337). México: CIALC, UNAM.
- Santos, B. y Obregón, H. (2009). *Prácticas culturales para la producción comercial de fresas en Florida*. Estados Unidos: Universidad de Florida.
- Santos, B., Obregón, H. y Salamé, T. (2010). *Producción de hortalizas en ambientes protegidos: estructuras para la agricultura protegida*. Estado Unidos: Universidad de Florida.
- Santoyo, J. & Martínez, A. (2009). *Paquete tecnológico para la producción de fresa*. Recuperado de: <https://www.fps.org.mx>
- Schröder, J., Scholefield, D., Cabral, F. y Hofman, G. (2004). The effect of nutrient losses from agriculture on ground and Surface water quality: the position of science in developing indicators for regulation. *Environmental Science & Policy*, 7, 15-23.
- SEDRUA. (2014). *Programa Sectorial de Desarrollo Rural y Agroalimentario 2015-2021*. México.
- SEDRUA. (2016). *Programas de la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario*. México.
- SEDRUA. (2017). *Sitio oficial de la secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario del estado de Michoacán*. Recuperado de: <https://sedrua.michoacan.gob.mx/produce-michoacan-mas-del-60-de-la-fresa-del-pais/>
- Seefoó, J. (1989). Los plaguicidas agrícolas en Zamora: ¿un mal necesario? *Relaciones estudios de historia y sociedad*, 37.
- Seefoó, J. (2002). *Segmentación laboral y seguridad médico-social en el campo*. Trabajo presentado en el XXIV Coloquio de Historia y Antropología Regionales, El Colegio de Michoacán, Zamora, Michoacán.
- Segrelles, J. (2005). “El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una "nueva" revolución verde”. *Entorno Geográfico*, (3), 93-120. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/2214>

- SEMARNAT. (2010). Directorio de centros de acopio de materiales provenientes de residuos en México.
- SEMARNAT. (2018). Informe del medio ambiente en México. México.
- SEMARNAT. (2020). Plan Nacional de Eliminación del consumo de Bromuro de Metilo en México. Recuperado de: <http://apps2.semarnat.gob.mx>
- Si Financia Michoacán. (2021). Catálogos de productos. Recuperado de: <https://sifinancia.michoacan.gob.mx/>
- SIACON. (2021). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta.
- Sifuentes, E. (2018). Los requerimientos hídricos del maíz. *Panorama agro*. Recuperado de: <https://panorama-agro.com/?p=2990>
- Soria, J. y Pisano, J. (1997). Control de heladas en frutales. Recuperado de: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10242/1/sad-134-p.9-15.pdf>
- Swyngedouw, E. (2009). The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle. *Water Research & Education*, (142), 56-60. DOI: 10.1111/j.1936-704X.2009.00054.x
- Tapia, M., Pedraza, M., Larios, A, Vidales, I., Guillén, H. y Barradas, V. (2012). Variabilidad espacial de la lluvia por efecto de un sistema antigranizo en la franja aguacatera de Michoacán. *Fitotec*, 35(5), 31-96. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000500018
- Tapia, M., Tiscareño, M, Heilman, P. y Oropeza, J. (2000). Sistemas de manejo agrícola bajo decisión multiobjetivo en la cuenca del Lago de Pátzcuaro. *Agricultura Técnica*, 26(2), 139-149.
- Torre, M. (2008). De la Agricultura a la Ingeniería Genética. *Hospitalidad ESDAI*, (13), 7-18. Recuperado de <https://revistas.up.edu.mx/ESDAI/article/view/1418>
- Torres, C., Gutiérrez, M., Ortiz, C. y Gutiérrez, E. (2016). Manejo agronómico de los vertisoles en México: una revisión. *Terra Latinoamericana*, 34, 457- 466.
- Torres, D., Torres-Herrera, H. y Colín, R. (2013). Políticas del gobierno del estado de Michoacán 2003-2010, ¿políticas gubernamentales o políticas públicas? *Economía y Sociedad*, 17(29), 75-93. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=51030120005>
- Trava, J. (1995). Transferencia de los distritos de riego. <https://es.slideshare.net/AcademiaDeIngenieriaMx/transferencia-de-los-distritos-de-riego>
- UNESCO. (2006). Agua para todos. Agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. París: UNESCO.
- UNESCO. (2009). Water in a changing world. World water development report n°3. London: UNESCO.

- Villegas, H., Zapata, E., Vázquez, V., Garza, L. y Ballesteros, G. (2004). La agricultura de contrato: el caso del ejido Tziritzicuaro, Michoacán, México. *Agrociencia*, 38(4), 437-444. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30200407>
- United States Patent and Trademark Office (USPTO). (2021). Patent database. Recuperado de <https://www.uspto.gov/patents/search>
- Yacoub, C., Duarte, B. y Boelens, R. (2015). *Agua y ecología política*. Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
- Zapata, A. (2005). Correlación de las medidas de potencial hídrico obtenidas en tensiómetros clásicos y sensores de humedad (Watermark) en condiciones de riego con aguas salinas. *Riegos y drenajes*, 21(144), 38-44.
- Zenner, I. y Peña, F. (2013). Plásticos en la agricultura: beneficio y costo ambiental: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 139-150. <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n1.2013.868>
- Zribi, W., Faci, J. y Argüés, R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. *Información técnica económica agraria*, 107(2), 148-162.